

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение дополнительного профессионального образования  
«Пермский учебный центр Федеральной противопожарной службы»



**УТВЕРЖДАЮ**  
**Начальник ФГБОУ ДПО**  
**Пермский учебный центр ФПС**  
**полковник внутренней службы**  
\_\_\_\_\_ **Е.В. Анисимов**  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## **Электроустановки и электрические сети**

**Рассмотрено на заседании цикла**  
**специальных дисциплин**  
**протокол № \_\_\_\_\_**  
**от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.**

г. Пермь, 2014



**Пермский учебный центр ФПС**

# **Электроустановки и электрические сети**

**Разработал:**

**Начальник цикла специальных дисциплин  
ФГБОУ ДПО Пермский учебный центр ФПС**

**подполковник внутренней службы Лебедева Е.М.**

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение  
дополнительного профессионального образования  
«Пермский учебный центр Федеральной противопожарной  
службы»



**Занятие 1: ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ**

**Занятие 2: КЛАССИФИКАЦИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ПО  
ПОЖАРОВЗРЫВООПАСНОСТИ И ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ**

**Занятие 3: ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ И РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА**

**Занятие 4: ТРАНСФОРМАТОРЫ**

**Занятие 5: ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ИСТОЧНИКИ СВЕТА**

**Занятие 6: ОСВЕТИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И СВЕТИЛЬНИКИ**

**Занятие 7: ПЕРЕНОСНЫЕ ЭЛЕКТРОИНСТРУМЕНТЫ и СВЕТИЛЬНИКИ,  
РУЧНЫЕ ЭЛ. МАШИНЫ, РАЗДЕЛИТЕЛЬНЫЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ**

# ЛИТЕРАТУРА

■ Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок  
ПОТ Р М-016-2001 РД 153-34.0-03.150-00

утв. Постановлением Минтруда РФ от 5.01.01 № 3 и приказом Минэнерго РФ от 27 декабря 2000 г. № 163) с изменениями от 18.02.2003 г

■ Приказ Минэнерго РФ от 13 января 2003 г. № 6  
"Об утверждении Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей»

■ ПРАВИЛА  
УСТРОЙСТВА ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК (ПУЭ)изд.6,7

■ ФЗ-123 от 22.07.08 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»

■ Черкасов В.Н., Костырев Н.П. Пожарная безопасность электроустановок, учебник, 2002 г.

# Электроустановки и электрические сети напряжением до 1000 В

**Занятие 1: ОБЩИЕ  
СВЕДЕНИЯ ОБ  
ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИИ  
И ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ»**

Электроустановками называется совокупность машин, аппаратов, линий и вспомогательного оборудования (вместе с сооружениями и помещениями, в которых они установлены), предназначенных для производства, преобразования, трансформации, передачи, распределения электрической энергии и преобразования ее в другой вид энергии.

# Промышленные электроустановки по функциональному назначению

## подразделяются на следующие виды

- генераторы – вырабатывающие электрическую энергию;
- преобразователи напряжения (трансформаторы), преобразователи частоты – преобразующие электрическую энергию;
- провода, кабели – передающие электрическую энергию от пунктов выработки и преобразования до электроприемников;
- распределительные подстанции, узлы, щиты, устройства – распределяющие электрическую энергию;
- электродвигатели, электротермические, электросварочные, электроосветительные и другие – потребляющие электрическую энергию электроприемники

**Все перечисленные  
электроустановки,  
согласно Правилам  
устройства  
электроустановок (ПУЭ)  
нормируются на  
напряжение до 1000 В и  
напряжение выше 1000 В.**

**Около 75 % всей вырабатываемой в нашей стране электрической энергии потребляется промышленными электроприемниками, которые по виду потребляемого тока делятся на следующие группы:**

- электроприемники трехфазного тока напряжением до 1000 В частотой 50 Гц;
- трехфазного тока свыше 1000 В частотой 50 Гц;
- однофазного тока до 1000 В частотой 50 Гц;
- работающие с иной частотой, питаемые от преобразовательных подстанций и установок;
- постоянного тока, питаемые от преобразовательных подстанций и установок.

**По требованиям обеспечения  
надежности электроснабжения  
электроприемники делятся на три  
категории :**

- **Нарушение электроснабжения электроприемников I категории может вызвать опасность для жизни людей, нанести большой ущерб народному хозяйству, повредить оборудование, привести к массовому браку продукции, а также к трудновосстанавливаемым нарушениям технологического процесса.**

# КАТЕГОРИИ ЭЛЕКТРОПРИЕМНИКОВ

В **I категорию** включена также особая группа электроприемников, бесперебойная работа которых необходима для безаварийного останова производства в целях предотвращения угрозы жизни людей, взрывов, пожаров и повреждения дорогостоящего основного оборудования.

Они должны обеспечиваться эл. энергией от 3 независимых взаимно резервирующих источников питания, обрыв питания допускается только на время автоматического переключения с основного вида на резервный.

- К электроприемникам II категории относятся такие, перерыв питания которых приводит к резкому снижению выпуска продукции, длительным простоям механизмов, транспорта. Категория охватывает многочисленную группу электроприемников, которые допускают перерыв в электроснабжении в течение времени, необходимого дежурному персоналу для обеспечения включения резервного питания.

Обеспечиваются эл. энергией от 2-х независимых взаимно резервирующих источников питания.

- К электроприемникам **III категории** относятся все остальные потребители
- Перерыв в электроснабжении не должен превышать 24 часов.

Электроприемники на взрывоопасных и пожароопасных объектах относятся к **I или ко II категории**. Это нормативное решение обеспечивает более эффективную эвакуацию людей и имущества при пожаре, большую надежность системы водоснабжения, внутрицехового транспорта и другого оборудования промышленного предприятия.

Основным элементом схемы  
электропитания являются

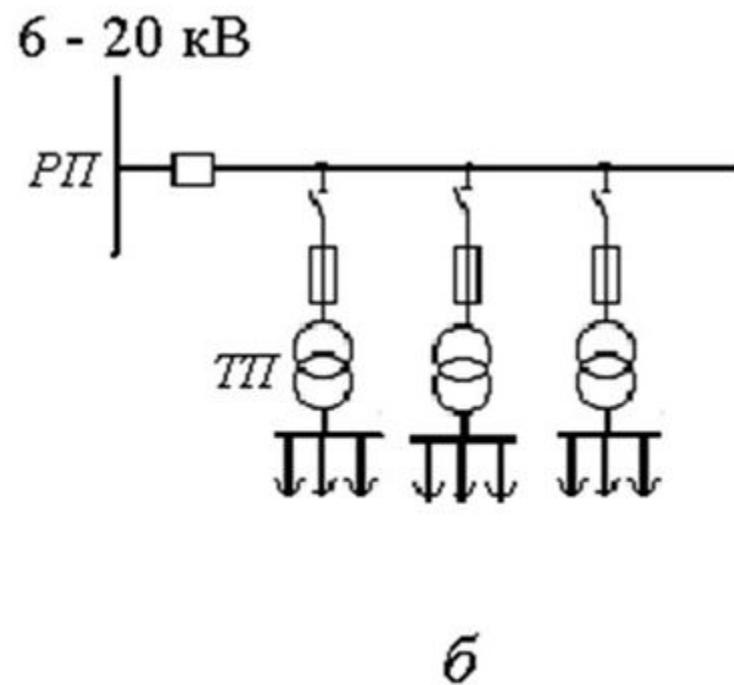
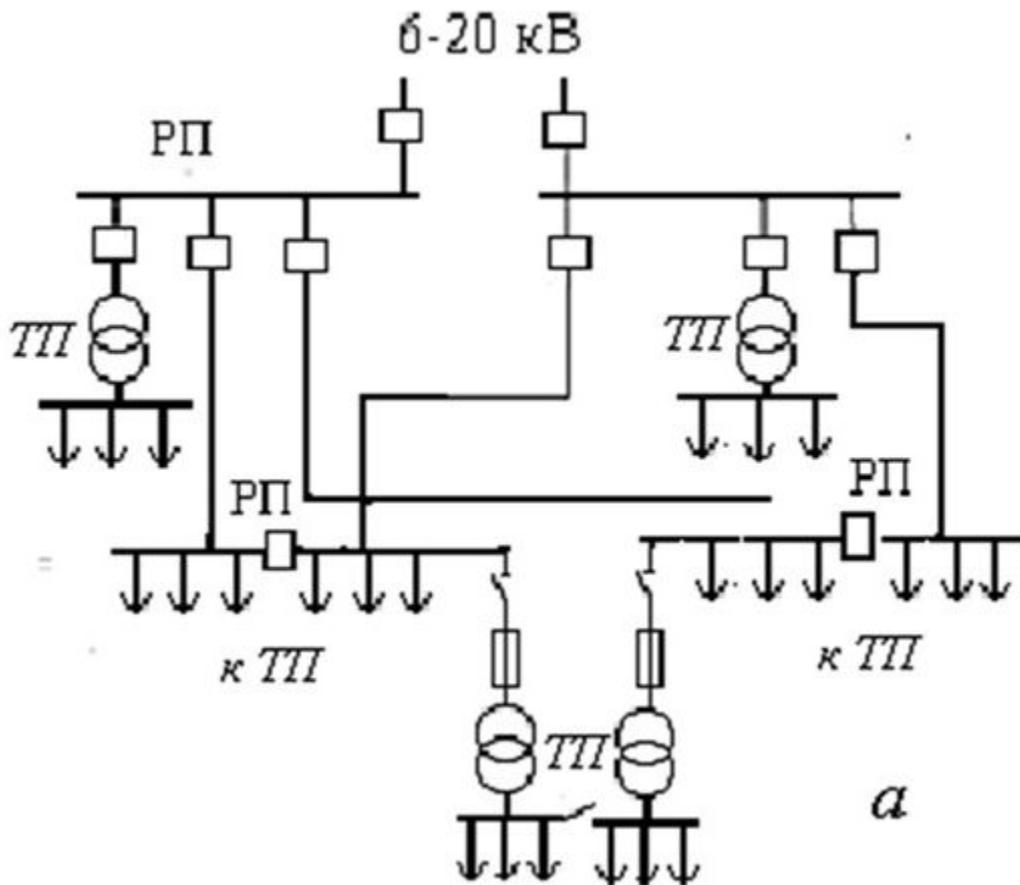
электрические сети

по конфигурации разделяются  
на *разомкнутые* и *замкнутые*

- Разомкнутые электрические сети делятся на

*радиальные и магистральные*

- Магистральной сетью называется схема питания нескольких главных или цеховых подстанций от одной магистрали с общим отключающим аппаратом со стороны питания.
- Радиальные сети могут применяться в случаях, когда магистральные сети не дают экономического эффекта или не удовлетворяют заданным требованиям. Радиальные сети обладают большей гибкостью и удобством в эксплуатации, поскольку место повреждения может быть обнаружено быстрее и проще.

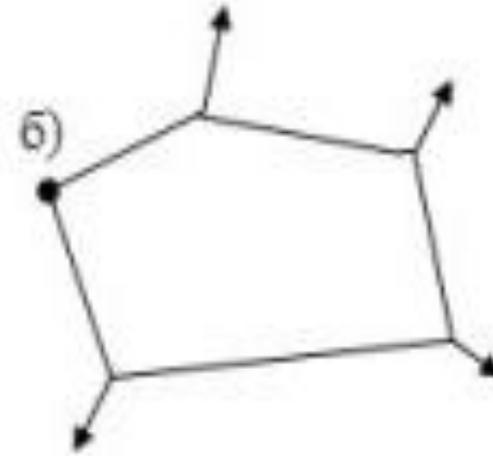
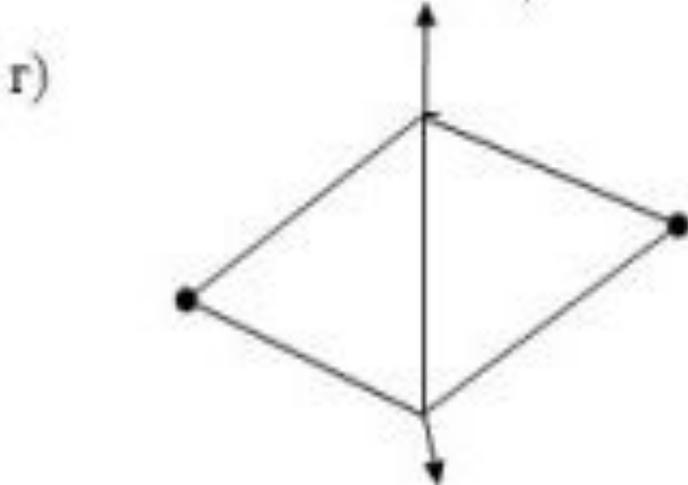
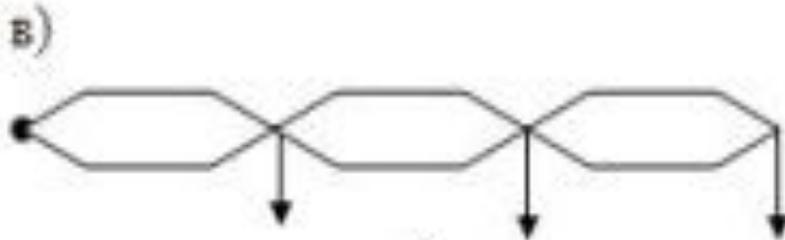
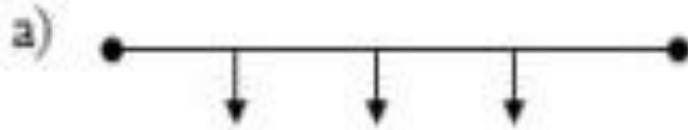


Схемы распределения электроэнергии: а - радиальная; б - магистральная.

# **Замкнутые** электрические сети

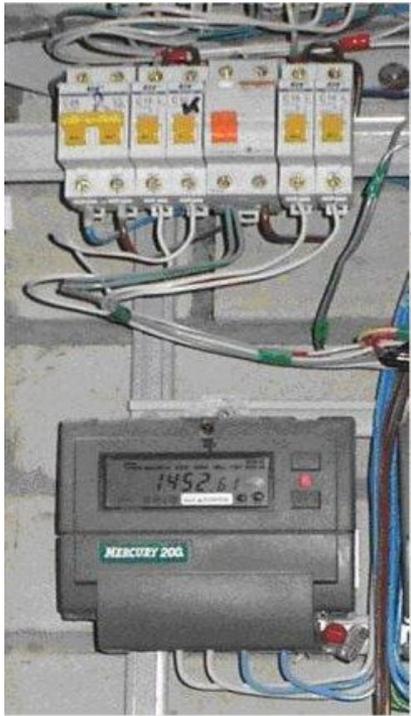
делятся на :

- *двусторонние,*
- *кольцевые,*
- *двойные магистральные,*
- *сложнозамкнутые*



а) сеть с двухсторонним питанием; б) кольцевая сеть; в) двойная магистральная линия; г) сложнозамкнутая сеть

**По конструкции электросети**  
**разделяются на**  
***электропроводки,***  
***токопроводы, кабельные и***  
***воздушные линии***  
***электропередач.***



- *Электропроводкой* называется совокупность проводов и кабелей с относящимися к ним креплениями, поддерживающими защитными конструкциями и деталями, установленными в соответствии с ПУЭ.



***Токопроводом*** называется устройство, предназначенное для передачи и распределения электроэнергии, состоящее из неизолированных или изолированных проводников и относящихся к ним изоляторов, защитных оболочек, ответвительных устройств, поддерживающих и опорных конструкций.





***Кабельной линией*** называется линия для передачи электроэнергии или отдельных ее импульсов, состоящая из одного или нескольких параллельных кабелей с соединительными, стопорными и концевыми муфтами (заделками) и крепежными деталями.



***Воздушной линией*** электропередачи называется устройство для передачи и распределения электроэнергии по проводам, расположенным на открытом воздухе и прикрепленным при помощи изоляторов и арматуры к опорам или кронштейнам, стойкам на зданиях и инженерных сооружениях (мостах, путепроводах и т.п.).

- **Электропроводки** в электрических сетях до 1000 В бывают *наружными* и *внутренними*, с защищенными и незащищенными изолированными проводами, *открытые* и *скрытые*. Открытые проводки могут быть стационарными, передвижными и переносными. Во всех случаях необходимо полное соответствие типов проводки свойствам среды, особенно химически агрессивной, пожаро- и взрывоопасной.
- **Токопроводы** очень эффективны при передаче большого количества электроэнергии на сравнительно небольшие расстояния. Они получили широкое распространение, так как позволяют отказаться от большого числа дорогостоящих кабелей и представляют собой устройство из голых проводников (шин, лент, проводов), изоляторов и вспомогательных конструкций, смонтированных в тоннелях, галереях или на эстакадах.

## **Электроснабжение промышленных предприятий, включая пожаро- и взрывоопасные, характеризуется следующими особенностями:**

- сосредоточением больших нагрузок на сравнительно небольшой территории;
- постоянным и неизбежным увеличением нагрузок и расширением применения электроэнергии в технологических процессах;
- возможностью возникновения аварии и перебоев в электроснабжении, отрицательно влияющих на ритмичность работы предприятия и непрерывность технологического процесса;
- влиянием производственной среды (повышенной влажности и температуры, вредных агрессивных сред и т.п.) на элементы электрооборудования и др.

# ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ПО ПРОВОДАМ И КАБЕЛЯМ

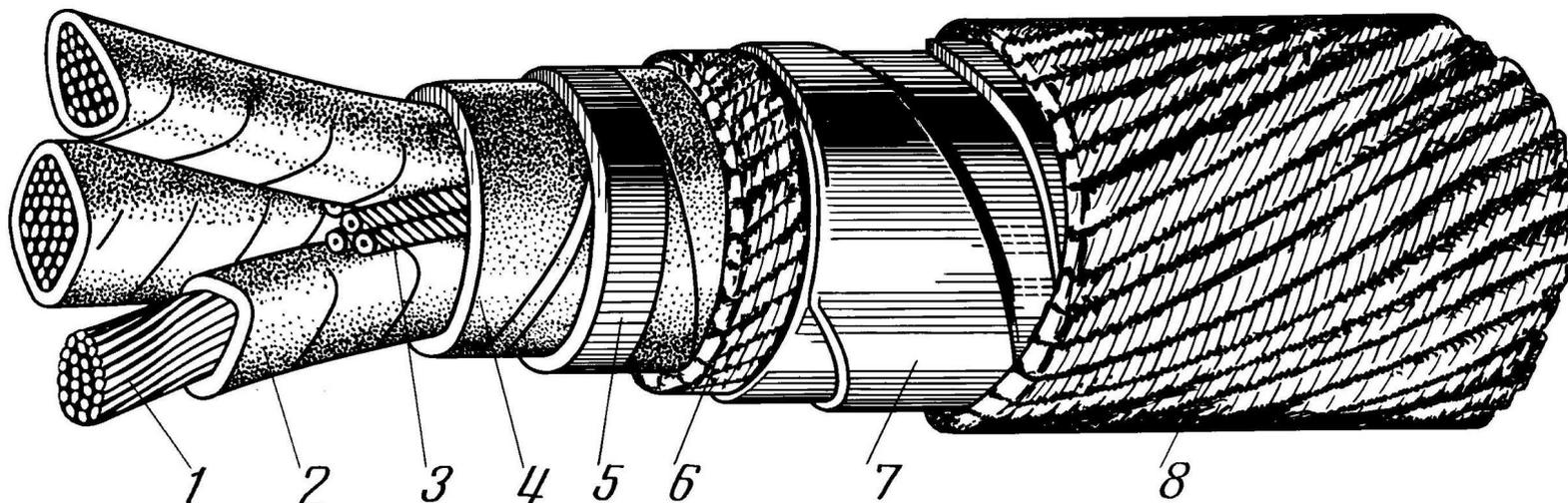
- **Провод** – кабельное изделие, содержащее одну неизолированную или одну и более изолированных жил, которые в зависимости от условий прокладки и эксплуатации могут быть покрыты неметаллической оболочкой и (или) оплеткой, либо одну изолированную или несколько изолированных друг от друга проволок, имеющих общую обмотку и (или) оплетку из изолирующего материала.
- **Кабель** – кабельное изделие, содержащее одну или несколько изолированных жил (проводников), заключенных в металлическую или неметаллическую оболочку, поверх которой в зависимости от условий прокладки и эксплуатации накладывается защитный покров.

# ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ПО ПРОВОДАМ И КАБЕЛЯМ

- Провода и кабели маркируются в зависимости от того, из каких материалов выполнены токоведущие жилы.
- Для питания электроэнергией мощных потребителей в «тяжелых» условиях и средах, как правило, используются кабели. В зависимости от назначения и конструкции кабели маркируются буквенными символами



# ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ПО ПРОВОДАМ И КАБЕЛЯМ



**Силовой кабель:**

- 1 - токоведущие жилы; 2 - фазная изоляция (бумага, пропитанная маслом или теплостойкая резина); 3 - джутовый наполнитель;**  
**4 - поясная изоляция (бумага, пропитанная маслом, или теплостойкая резина); 5 - защитная оболочка (свинцовая или алюминиевая); 6 - джутовая прослойка; 7 - стальная ленточная броня;**  
**8 - джутовый покров**

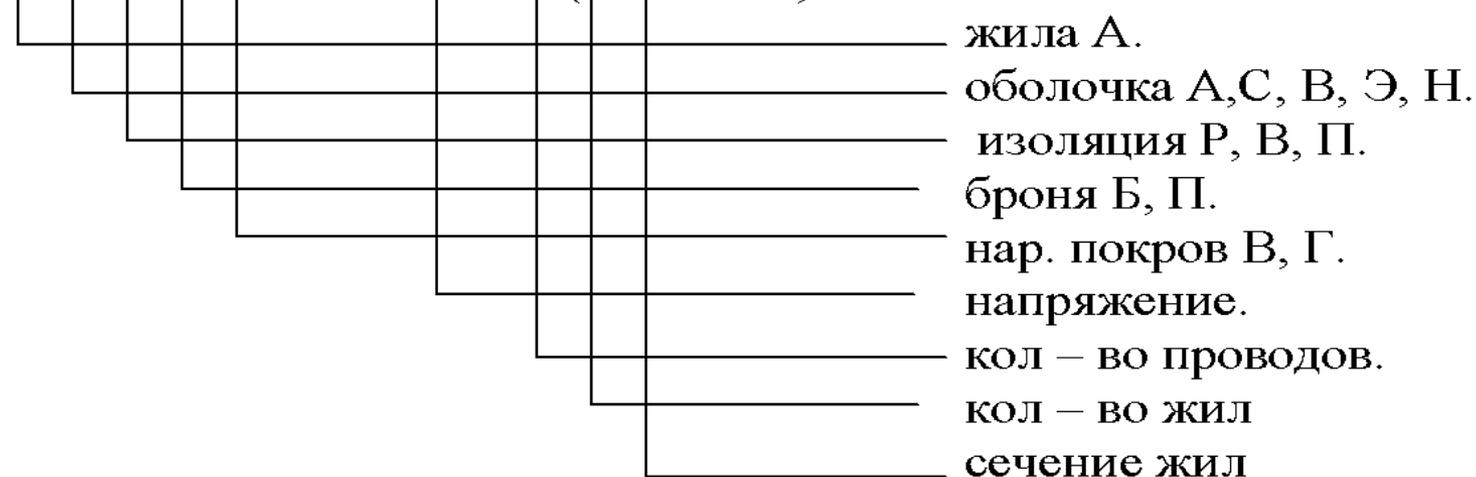
Конструкция кабеля	Место символа в обозначении марки кабеля			Значение символа
	в начале	в середине	в конце	
Токопроводящая жила	А			Алюминий
Изоляция жил		Рт В П		Резина повышенной теплостойкости Полихлорвинил Полиэтилен
Защитная герметичная оболочка	А С В Н			Алюминий Свинец Полихлорвинил Найрит
Броня			Б П Г	Стальная лента Проволока Голый кабель
Отдельно Освинцованные жилы	О		Т	Для прокладки в трубах

# ПРИМЕР МАРКИРОВКИ КАБЕЛЯ

- Медная жила символа не имеет.  
Бумажная изоляция символа не имеет
- СРГ- кабель с медной жилой, в свинцовой оболочке, с резиновой изоляцией жил, голый (без джутового покрова)
- ДСПГ – кабель с алюминиевой жилой, в свинцовой оболочке, с полиэтиленовой изоляцией жил, голый

# ПРИМЕР МАРКИРОВКИ КАБЕЛЯ

А С Р Б Г - 3000 - 1 (3\*10+1\*6)



Жила: алюминий – А; медь – символа нет.

Оболочка: алюминий – А; свинец – С, поливинилхлорид – В, полиэтилен – Э, нейрит – Н.

Изоляция: резина – Р, ПВХ – В, полиэтилен – П, бумага – символа нет.

Броня: стальная лента – Б, проволока – П.

Наружный покров: поливинилхлорид – В, без покровов (голый) – Г, джутовый покров - символов нет.

Кабели и провода	Способ прокладки	Зоны		
		Сети напряжение м выше 1000 В	Силовые сети и вторичные цепи напряжение м до 1000 В	Осветительные сети до 380 В
Бронированные кабели	Открыто – по стенам и строительным конструкциям на скобах и кабельных конструкциях; в коробах, лотках, на тросах, кабельных и технологических эстакадах; в каналах; скрыто – в земле (в траншеях), в блоках	<b>В зонах любого класса</b>		
Небронированные кабели в резиновой, полихлорвиниловой и металлической оболочках	Открыто – при отсутствии механических и химических воздействий: по стенам и строительным конструкциям на скобах и кабельных конструкциях; в лотках, на тросах	B-Iб, B-IIa, B-Iг	B-1б, B-IIa, B-Iг	B-Ia, B-1б, B-IIa, B-Iг
	В каналах пылеуплотненных (например, покрытого асфальтом) или заполненных песком	B-II, B-IIa	B-II, B-IIa	B-II, B-IIa
	Открыто – в коробах	B-1б, B-Iг	B-Ia, B-1б, B-Iг	B-Ia, B-1б, B-Iг
Изолированные провода	Открыто и скрыто – в стальных водогазопроводных трубах	<b>В зонах любого класса</b>		

# Взрывоопасность горючих смесей

- Горючие газы и пары легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, смешиваясь с воздухом, кислородом или другими окислителями, при определенной температуре и концентрации могут образовывать горючие смеси.
- Критериями сравнительной оценки степени их пожаро- и взрывоопасности являются температура вспышки, воспламенения, самовоспламенения, концентрационные пределы распространения пламени (воспламенения) и др.

# Взрывоопасность горючих смесей

- Горючий газ (ГГ) - газ, способный образовывать с воздухом воспламеняющиеся и взрывоопасные смеси.

- Легковоспламеняющаяся жидкость (ЛВЖ) - горючая жидкость, способная воспламеняться от кратковременного (до 30 с) воздействия источника зажигания с низкой энергией (пламя спички, искра, тлеющая сигарета и т.п.), имеющая температуру вспышки  $61^{\circ}\text{C}$

- Горючая жидкость (ГЖ) - жидкость, способная возгораться от источника зажигания, самостоятельно гореть после его удаления и имеющая температуру вспышки более  $61^{\circ}\text{C}$

- Температура вспышки - самая низкая температура горючего вещества, при которой над его поверхностью образуются пары и газы, способные вспыхивать от источника зажигания, но скорость их образования еще недостаточна для устойчивого горения.

- Температура воспламенения - наименьшая температура вещества, при которой вещество выделяет горючие пары и газы с такой скоростью, что после их зажигания возникает устойчивое пламенное горение.

- Температура самовоспламенения - самая низкая температура вещества, при которой происходит резкое увеличение скорости экзотермических реакций, заканчивающихся пламенным горением.

# Взрывоопасность горючих смесей

■ Нижний и верхний концентрационные пределы распространения пламени (воспламенения) - минимальное

и максимальное содержание горючего в смеси (пара, газа или тумана), при котором возможно распространение пламени по смеси на любое расстояние от источника зажигания

■ Горючие газы относятся к взрывоопасным при любых температурах окружающей среды. Смесь горючих газов и паров ЛВЖ с воздухом становится опасной только при определенной концентрации, т.е. в диапазоне нижнего и верхнего концентрационных пределов воспламенения. В этом случае при наличии источника зажигания может произойти взрыв.

■ Взрывоопасные смеси с воздухом могут образовывать пыль и волокна некоторых горючих веществ.

■ Горючая пыль - дисперсная система, состоящая из твердых частиц размером менее 850 мкм, находящихся во взвешенном или осевшем состоянии, которая в смеси с воздухом в определенной пропорции образует пылевоздушную взрывоопасную смесь при нормальных атмосферных условиях. Характерным показателем пожароопасной характеристики пыли или волокон является также температура тления.

■ Температура тления - температура вещества, при которой происходит резкое увеличение скорости экзотермических реакций окисления, заканчивающихся возникновением тления.

# Электроустановки и электрические сети напряжением до 1000 В

- Занятие 2 «КЛАССИФИКАЦИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ПО ПОЖАРОВЗРЫВООПАСНОСТИ И ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ»

**Взрывоопасная зона** – зона, в которой имеется или может образоваться взрывоопасная газовая смесь в объеме, требующем специальных мер защиты при конструировании, изготовлении и эксплуатации электроустановок

#### старая классификация

- **В-I** зона, расположенная в помещении, в котором выделяются горючие газы или пары ЛВЖ в таком количестве и с такими свойствами, что они могут образовать с воздухом взрывоопасные смеси при нормальном режиме работы
- **В-Ia, В-Iб-** зоны, расположенные в помещениях, в которых при нормальной работе взрывоопасные смеси горючих газов или паров ЛВЖ с воздухом не образуются, а возможны только в результате аварий и неисправностей
- **В- Iг-** пространства у наружных установок
- **В-II-** зона, расположенная в помещении, в котором выделяются переходящие во взвешенное состояние горючие пыли и волокна в таком количестве и с такими свойствами, что они способны образовать с воздухом взрывоопасные смеси при нормальном режиме работы
- **В-IIa-** зона, расположенная в помещении, в которой опасные состояния, указанные выше не имеют места при нормальной эксплуатации. А возможны только в результате аварии или неисправностей.

## Новая классификация

- **0-й класс** – зоны, в которых взрывоопасная газовая смесь присутствует постоянно или хотя бы в течение одного часа;
- **1-й класс** – зоны, расположенные в помещениях, в которых при нормальном режиме работы оборудования выделяются горючие газы или пары легко воспламеняющихся жидкостей, образующие с воздухом взрывоопасные смеси;
- **2-й класс** – зоны, расположенные в помещениях, в которых при нормальном режиме работы оборудования взрывоопасные смеси горючих газов или паров легко воспламеняющихся жидкостей с воздухом не образуются, а возможны только в результате аварии или повреждения технологического оборудования;
- **20-й класс** – зоны, в которых взрывоопасные смеси горючей пыли с воздухом имеют нижний концентрационный предел воспламенения менее 65 граммов на кубический метр и присутствуют постоянно;
- **21-й класс** – зоны, расположенные в помещениях, в которых при нормальном режиме работы оборудования выделяются переходящие во взвешенное состояние горючие пыли или волокна, способные образовывать с воздухом взрывоопасные смеси при концентрации 65 и менее граммов на кубический метр;
- **22-й класс** – зоны, расположенные в помещениях, в которых при нормальном режиме работы оборудования не образуются взрывоопасные смеси горючих пылей или волокон с воздухом при концентрации 65 и менее граммов на кубический метр, но возможно образование такой взрывоопасной смеси горючих пылей или волокон с воздухом только в результате аварии или повреждения технологического оборудования.

# Соотношение классификаций:

0 – В I;

1 – В I; В Iг;

2 – В Ia; В – Iг

20 и 21 – В II;

22 – В IIa

**Пожароопасная зона** – зона внутри и вне помещений, в пределах которой постоянно или периодически имеются (обрабатываются) горючие материалы, вещества при нормальном технологическом процессе или при его нарушениях

- **П-I** - зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются горючие жидкости с температурой вспышки 61 и более градуса Цельсия;
- **П-II** - зоны, расположенные в помещениях, в которых выделяются горючие пыли или волокна;
- **П-IIa** - зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются твердые горючие вещества в количестве, при котором удельная пожарная нагрузка составляет не менее 1 мегаджоуля на квадратный метр;
- **П-III** - зоны, расположенные вне зданий, сооружений, строений, в которых обращаются горючие жидкости с температурой вспышки 61 и более градуса Цельсия или любые твердые горючие вещества

**При определении размеров  
взрывоопасных и пожароопасных зон  
в помещениях необходимо учитывать:**

- взрывоопасные зоны классов 0 и 20 не должны, как правило, быть за пределами корпусов технологического оборудования;
- при расчетном избыточном давлении взрыва газовой взрывоопасной смеси, превышающем 5 кПа, взрывоопасная зона занимает весь объем помещения;
- взрывоопасная зона классов 21 и 22 занимает весь объем помещения;
- при расчетном избыточном давлении взрыва газовой взрывоопасной смеси, равном или менее 5 кПа, взрывоопасная зона занимает часть объема помещения и представляет собой цилиндр с радиусом и высотой, рассчитываемыми технологами согласно ГОСТ 12.1.004-91. При отсутствии исходных данных зону принимают в виде цилиндра с радиусом, равным 5 м. Высоту отсчитывают от пола помещения - для тяжелых газов и паров, от потолка помещения - для легких газов;

# ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ПО ПОЖАРОВЗРЫВООПАСНОСТИ И ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ

ФЗ-123 Статья 21. Классификация электрооборудования по пожаровзрывоопасности и пожарной опасности

В зависимости от степени пожаровзрывоопасности и пожарной опасности электрооборудование подразделяется на следующие виды:

- 1) электрооборудование без средств пожаровзрывозащиты;**
- 2) пожарозащищенное электрооборудование (для пожароопасных зон);**
- 3) взрывозащищенное электрооборудование (для взрывоопасных зон).**

# Классификация пожарозащитного электрооборудования

- Маркировка степени защиты оболочки электрооборудования осуществляется при помощи международного знака защиты (IP) и двух цифр, первая из которых означает защиту от попадания твердых предметов, вторая - от проникновения воды

# СТЕПЕНЬ ЗАЩИТЫ ПОЖАРОЗАЩИЩЕННОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ОТ ВНЕШНИХ ТВЕРДЫХ ПРЕДМЕТОВ

Таблица 4

Степень защиты пожарозащищенного электрооборудования от внешних твердых предметов

Первая цифра	Краткое описание степени защиты
0	нет защиты
1	защищено от внешних твердых предметов диаметром 50 и более миллиметров
2	защищено от внешних твердых предметов диаметром 12,5 и более миллиметра
3	защищено от внешних твердых предметов диаметром 2,5 и более миллиметра
4	защищено от внешних твердых предметов диаметром 1 и более миллиметра
5	пылезащищено; защищено от проникновения пыли в количестве, нарушающем нормальную работу оборудования или снижающем его безопасность
6	пыленепроницаемо; защищено от проникновения пыли

# СТЕПЕНЬ ЗАЩИТЫ ПОЖАРОЗАЩИЩЕННОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ОТ ПРОНИКНОВЕНИЯ ВОДЫ

Таблица 5

Степень защиты пожарозащищенного электрооборудования от проникновения воды

Вторая цифра	Краткое описание степени защиты
0	нет защиты
1	защищено от вертикально падающих капель воды
2	защищено от вертикально падающих капель воды, когда оболочка отклонена на угол не более 15 градусов
3	защищено от воды, падающей в виде дождя под углом не более 60 градусов
4	защищено от сплошного обрызгивания любого направления
5	защищено от водяных струй из сопла с внутренним диаметром 6,3 миллиметра
6	защищено от водяных струй из сопла с внутренним диаметром 12,5 миллиметра
7	защищено от воздействия при погружении в воду не более чем на 30 минут
8	защищено от воздействия при погружении в воду более чем на 30 минут

# ПРИМЕР ПОЖАРОЗАЩИЩЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

- IP-68

IP- электрооборудование  
пожарозащищенное

6- защищено от проникновения пыли

8- защищено от погружению в воду  
более чем на 30 минут

Т.о. данное электрооборудование  
пыле-влагонепроницаемое

# Классификация взрывозащищенного электрооборудования

Взрывозащищенное электрооборудование классифицируется по уровням взрывозащиты, видам взрывозащиты, группам и температурным классам.

Взрывозащищенное электрооборудование по **уровням взрывозащиты** подразделяется на следующие виды:

- 1) особо взрывобезопасное электрооборудование (**уровень 0**);
- 2) взрывобезопасное электрооборудование (**уровень 1**);
- 3) электрооборудование повышенной надежности против взрыва (**уровень 2**).

# Взрывозащищенное электрооборудование по уровням взрывозащиты

- **Особовзрывобезопасное** электрооборудование - это взрывобезопасное электрооборудование с дополнительными средствами взрывозащиты.
- **Взрывобезопасное** электрооборудование обеспечивает взрывозащиту как при нормальном режиме работы оборудования, так и при повреждении, за исключением повреждения средств взрывозащиты.
- Электрооборудование **повышенной надежности против взрыва** обеспечивает взрывозащиту только при нормальном режиме работы оборудования (при отсутствии аварий и повреждений).

**Взрывозащищенное  
электрооборудование по видам  
взрывозащиты подразделяется на  
оборудование, имеющее:**

- 1) взрывонепроницаемую оболочку (**d**);
- 2) заполнение или продувку оболочки под избыточным давлением защитным газом (**p**);
- 3) искробезопасную электрическую цепь (**i**);
- 4) кварцевое заполнение оболочки с токоведущими частями (**q**);
- 5) масляное заполнение оболочки с токоведущими частями (**o**);
- 6) специальный вид взрывозащиты, определяемый особенностями объекта (**s**);
- 7) любой иной вид защиты (**e**).

# Взрывозащищенное электрооборудование по допустимости применения в зонах

подразделяется на оборудование :

- с промышленными газами и парами (группа II и подгруппы IIA, IIB, IIC);
  - с рудничным метаном (группа I).
- I Рудничный метан (БЭМЗ более 1,0 мм)
- II Промышленные газы и пары
- IIA Промышленные газы и пары (более 0,9 мм)
- IIB Промышленные газы и пары (более 0,5 до 0,9 мм)
- IIC Промышленные газы и пары (до 0,5 мм)

**В зависимости от наибольшей допустимой температуры поверхности взрывозащищенное электрооборудование группы II подразделяется на следующие температурные классы:**

- 1) **T1** (450 градусов Цельсия);
- 2) **T2** (300 градусов Цельсия);
- 3) **T3** (200 градусов Цельсия);
- 4) **T4** (135 градусов Цельсия);
- 5) **T5** (100 градусов Цельсия);
- 6) **T6** (85 градусов Цельсия).

**Взрывозащищенное электрооборудование должно иметь маркировку. В приведенной ниже последовательности должны указываться:**

- 1) знак уровня взрывозащиты электрооборудования (2, 1, 0);
- 2) знак, относящий электрооборудование к взрывозащищенному (Ex);
- 3) знак вида взрывозащиты (d, p, i, q, o, s, e);
- 4) знак группы или подгруппы электрооборудования (I, II, IIA, IIB, IIC);
- 5) знак температурного класса электрооборудования (T1, T2, T3, T4, T5, T6).

# ПРИМЕР МАРКИРОВКИ ВЗРЫВОЗАЩИЩЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

## **1ExdIIBT4**

1 - уровень взрывозащиты

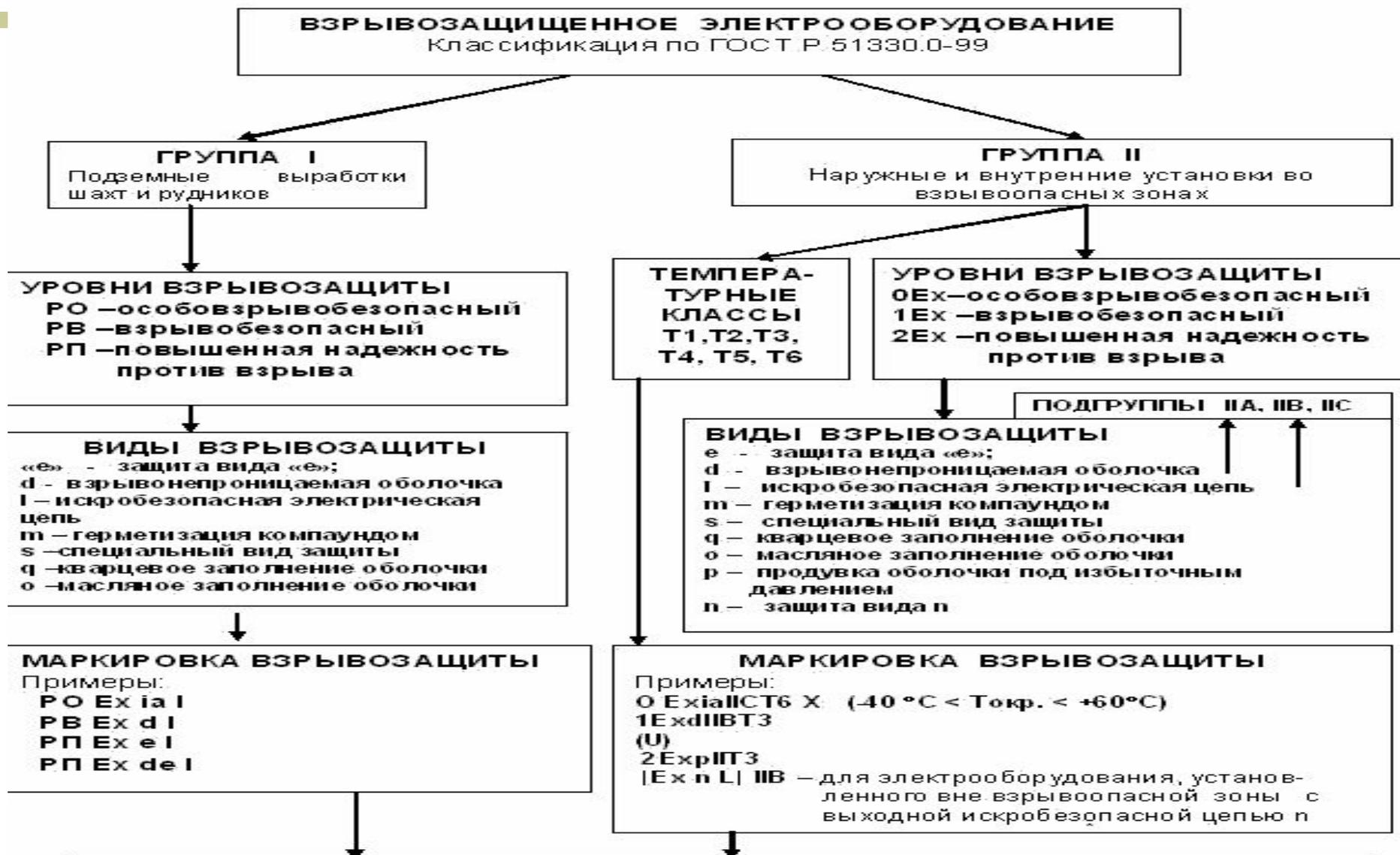
Ex - знак взрывозащищенного электрооборудования, изготовленного в соответствии со стандартом

d - вид взрывозащиты

IIB - категория взрывоопасной смеси

T4 - температурный класс

**Определяющим при выборе взрывозащищенного электрооборудования является его назначение, уровень и вид взрывозащиты. Эти характеристики устанавливаются по паспортным данным и маркировке.**



# ВЗРЫВОЗАЩИЩЕННОЕ И ПОЖАРОЗАЩИЩЕННОЕ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ



Взрывозащищенный светильник уровня защиты 2Ex предназначен для общего освещения взрывоопасных зон класса 2 и пожароопасных зон классов П-1, П-2



Оповещатель пожарный взрывопожарозащищенный  
Филин-Т 1ExdII BT6 IP54

# АППАРАТЫ ЗАЩИТЫ В ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ

- **Аппараты защиты предназначены для защиты электрических сетей, машин и аппаратов от аварийных режимов (например, коротких замыканий, перегрузок), угрожающих сохранности электрооборудования и безопасности персонала**
- **Наиболее часто применяемыми аппаратами защиты являются плавкие предохранители, воздушные автоматические выключатели (автоматы), реле и устройства защитного отключения (УЗО).**

# АППАРАТЫ ЗАЩИТЫ В ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ

- ***Плавким предохранителем*** называется устройство, в котором при токе, превышающем допустимое значение, расплавляется плавкий элемент плавкой вставки и размыкается электрическая цепь. Плавкий предохранитель состоит из плавкой вставки, поддерживающего ее контактного устройства и патрона (корпуса). Основной частью плавкой вставки является плавкий элемент. Плавкая вставка подлежит замене после срабатывания предохранителя.

# ПЛАВКИЕ ПРЕДОХРАНИТЕЛИ

- По конструкции плавких вставок предохранители бывают разборными и неразборными. Разборные допускают замену плавких элементов после срабатывания на месте эксплуатации без специального инструмента. У неразборных замене подлежит вся плавкая вставка.
- Различают предохранители с наполнителем, у которых дуга гасится в порошковом, зернистом или волокнистом веществе (тальк, кварцевый песок и т.д.), и без наполнителя, у которых гашение дуги происходит благодаря высокому давлению в патроне или движению газов.

# ПЛАВКИЕ ПРЕДОХРАНИТЕЛИ

- Действие плавких предохранителей основано на том, что электрический ток в плавкой вставке выделяет тепло. При нормальных условиях это тепло отводится в окружающую среду путем излучения, конвекции и теплопроводности (главным образом через контакты).
- Если количество выделяющегося во вставке тепла больше отводимого, избыток тепла будет повышать температуру вставки до тех пор, пока снова не будет достигнут тепловой баланс при новой температуре или вставка расплавится (перегорит).

# ПЛАВКИЕ ПРЕДОХРАНИТЕЛИ

По конструкции предохранители могут быть разделены на следующие типы:

- открытые (или пластинчатые).
- трубчатые
- однополюсные резьбовые (пробочные).

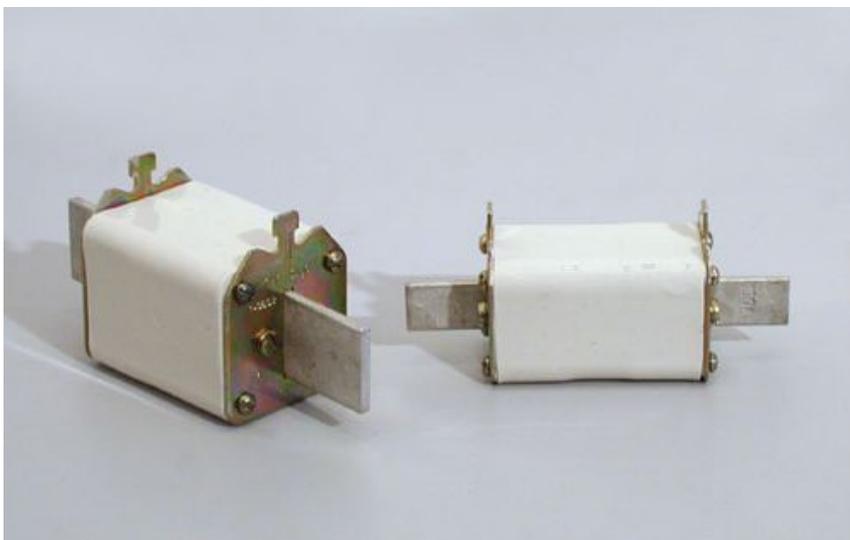
# ПЛАВКИЕ ПРЕДОХРАНИТЕЛИ

Открытые (пластинчатые) предохранители конструктивно просты и представляют собой открытую одиночную проволоку (или несколько параллельных проволок), впаянную в медные или латунные плоские наконечники.

Они не имеют дугогасительных устройств и поэтому обладают малой разрывной способностью. При расплавлении вставки образуется открытая дуга, разбрызгивается расплавленный металл, распространяются раскаленные и ионизированные газы. Все это опасно для обслуживающего персонала, а также увеличивает возможность пожара, особенно в пожароопасных помещениях.

# ПЛАВКИЕ ПРЕДОХРАНИТЕЛИ

Трубчатые предохранители изготавливаются либо с закрытыми фибровыми трубками, либо с закрытыми стеклянными или фарфоровыми трубками, заполняемыми мелкозернистым песком.



Предохранители с закрытыми фибровыми трубками типа ПР-2 используются в установках постоянного и переменного тока напряжением 220 В (короткие) и 500 В (длинные), рассчитаны на номинальные токи от 6 до 1000 А. Эти предохранители устанавливаются в различные распределительные устройства (щиты, шкафы, ящики

# ПЛАВКИЕ ПРЕДОХРАНИТЕЛИ

- Однополюсные резьбовые (пробочные) предохранители типов Ц-27, Ц-33, ПРС, ПД, ПДС и другие применяются в тех случаях, когда требуется очень малые габариты распределительных устройств.



# **АВТОМАТИЧЕСКИЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ (АВТОМАТЫ)**

- Автомат состоит из корпуса, подвижных и неподвижных контактов, дугогасительных камер, механизма управления, механизма свободного расцепления и расцепителя.
- Механизм управления обеспечивает моментное замыкание и размыкание контактов с постоянной скоростью, не зависящей от скорости движения кнопки или рычага. Он может представлять собой рычаг с рукояткой или кнопку включения и отключения, по положению которых определяется коммутационное положение контактов автомата.

# АВТОМАТИЧЕСКИЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ (АВТОМАТЫ)

- Основным узлом, обеспечивающим автоматическое срабатывание автомата при ненормальном режиме, является расцепитель.
- В автоматах наиболее часто используются расцепители максимального тока, которые срабатывают при токе, превышающем ток установки.



В зависимости от встраиваемых расцепителей максимального тока автоматы изготавливаются с электромагнитным расцепителем **М**, тепловым расцепителем **Т** и комбинированным расцепителем **МТ** (т.е. электромагнитным и тепловым).

# АВТОМАТИЧЕСКИЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ (АВТОМАТЫ)

AM3-125S 2фазн. 380/660V

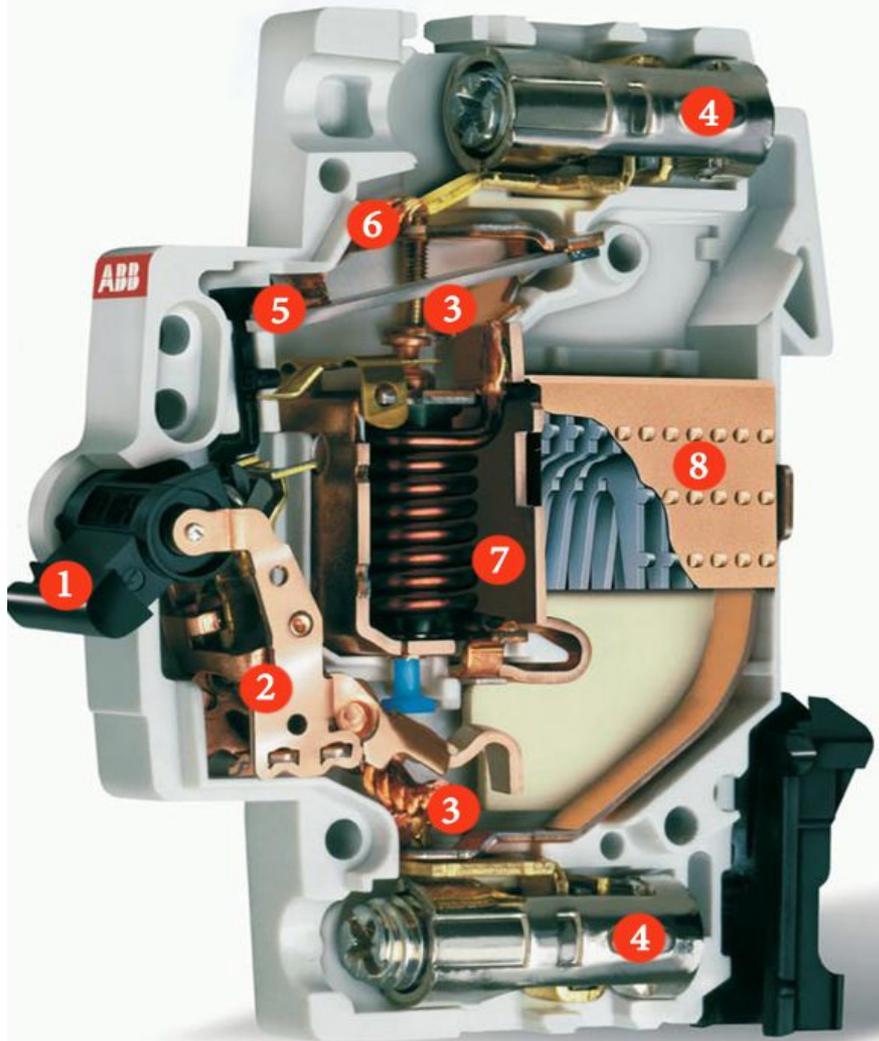


[ZIP-2002.ru](http://ZIP-2002.ru)



[Bulskan.ru](http://Bulskan.ru)

# АВТОМАТИЧЕСКИЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ (АВТОМАТЫ)



- 1 — ручка взвода;
- 2 — механизм включения;
- 3 — контакты;
- 4 — клеммы подключения;
- 5 — биметаллическая пластина теплового расцепителя;
- 6 — калибровочный винт;
- 7 — катушка электромагнитного расцепителя
- 8 — дугогасительная камера)

# ТЕПЛОВЫЕ РЕЛЕ



- Тепловые реле обычно применяются для защиты электродвигателей с длительным режимом работы (рабочий период составляет не менее 30 мин) от опасного нагрева при длительных перегрузках.
- Тепловое реле состоит из четырех основных элементов: нагревателя, включаемого последовательно в защищаемую от перегрузки сеть; биметаллической пластинки из двух спрессованных металлических пластин с различными коэффициентами линейного расширения; системы рычагов и пружин; контактов

# ТЕПЛОВЫЕ РЕЛЕ

- **Нагрев биметаллического элемента теплового реле может производиться за счет тепла, выделяемого в пластине током нагрузки. Очень часто нагрев биметалла производится от специального нагревателя, по которому протекает ток нагрузки. Лучшие характеристики получаются при комбинированном нагреве, когда пластина нагревается и за счет тепла, выделяемого током, проходящим через биметалл, и за счет тепла, выделяемого специальным нагревателем, также обтекаемым током нагрузки.**
- **Прогибаясь, биметаллическая пластина своим свободным концом воздействует на контактную систему теплового реле.**

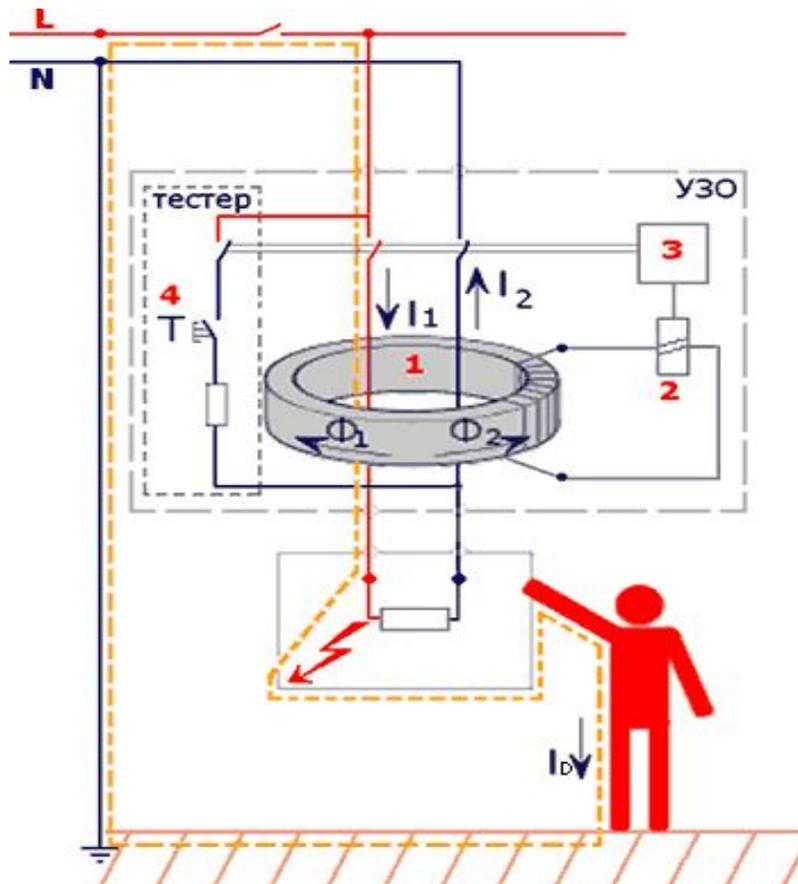
# УСТРОЙСТВО ЗАЩИТНОГО ОТКЛЮЧЕНИЯ (УЗО)

- Устройство защитного отключения далее УЗО, предназначено для защиты человека от поражения электрическим током, а также от возникновения пожара, который может возникнуть при утечки электрического тока, вследствие плохой изоляции или плохого соединения электроустановок (ЭУ).

# УСТРОЙСТВО ЗАЩИТНОГО ОТКЛЮЧЕНИЯ (УЗО)

- **УЗО должно сработать, то есть, разомкнуть контакты, тем самым полностью прекратить подачу напряжения на защищаемую линию, при условии:**
  - 1. Прикосновения человека к нетоковедущим частям ЭУ оказавшимся под напряжением вследствие пробоя изоляции.**
  - 2 Прикосновении человека к токоведущим частям ЭУ, находящимся под напряжением.**
  - 3 Возникновения (дифференциального) тока утечки на корпус ЭУ или землю для предотвращения пожара.**

# УСТРОЙСТВО ЗАЩИТНОГО ОТКЛЮЧЕНИЯ (УЗО)



1 Дифференциальный трансформатор тока  
(измеряет баланс токов между входящими в него проводниками)  
2 Пусковой элемент  
(служит для управления исполнительным механизмом).

3 Исполнительный механизм  
(предназначен для аварийного отключения электроцепи, контролируемой УЗО).

4 Кнопка «Тест» для контроля исправности УЗО

$I_1$  —  $I_2$  направление тока относительно нагрузки

$I_D$  — ток утечки

$\Phi_1$  -  $\Phi_2$  магнитные потоки

# УСТРОЙСТВО ЗАЩИТНОГО ОТКЛЮЧЕНИЯ (УЗО)

- Как только происходит утечка на защищаемой (контролируемой) линии равная значению срабатывания УЗО (как правило, от 10 до 30 мА), то нарушатся равенство в первичных обмотках трансформатора. Вследствие этого возникает электромагнитное поле в первичных и вторичных катушках, которое образует связь по напряжению. То есть, во вторичной обмотке возникает напряжение срабатывания реле из которого состоит пусковой элемент воздействие, которого на исполнительный механизм и отключает контактную группу, обесточивая, таким образом, защищаемую линию.

# УСТРОЙСТВО ЗАЩИТНОГО ОТКЛЮЧЕНИЯ (УЗО)

- Из всех известных средств защиты от электрического тока УЗО является единственным устройством, обеспечивающим защиту человека от поражения током, даже в случае прямого прикосновения к токоведущим частям.
- УЗО предотвращает возгорания и пожары, возникающие вследствие длительного протекания токов утечки и развивающихся из них токов короткого замыкания.
- УЗО производит отключение потребителей электрической энергии при возникновении в них токов утечки, величина которых значительно меньше токов короткого замыкания. Поэтому УЗО предупреждают нагрев проводников, обеспечивая также пожарную безопасность.

Т.о. **устройство защитного отключения** представляет быстросрабатывающий выключатель, автоматически отключающий контролируемую электроустановку от сети при возникновении в ней тока утечки на землю.

# УСТРОЙСТВО ЗАЩИТНОГО ОТКЛЮЧЕНИЯ (УЗО)



# Требования к аппаратам защиты

Аппараты защиты должны удовлетворять следующим требованиям.

- 1. Не нагреваться сверх допустимой для них температуры в условиях нормальной эксплуатации.
- 2. Не отключать электроустановки при кратковременных перегрузках (пусковые токи, «пики» токов технологических нагрузок, токи при самозапуске и т.п.).

**Электроустановки и  
электрические сети  
напряжением до 1000 В**

**Занятие 3 «ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ  
Распределительные устройства»**

# ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ

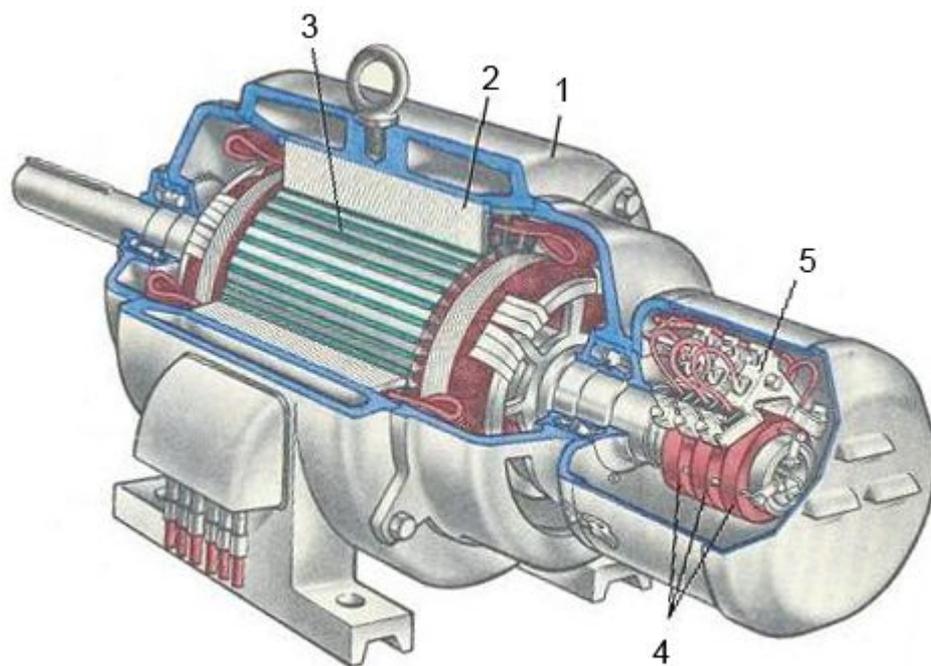
- **Электродвигатель** – машина, преобразующая электрическую энергию в механическую. В зависимости от рода потребляемого тока электродвигатели подразделяются на электродвигатели переменного и постоянного тока.
- Электродвигатели переменного тока делятся на асинхронные, синхронные и коллекторные.

# ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ

- Асинхронный электродвигатель — это работающие от сети переменного тока электромашины, у которых частота вращения ротора не совпадает с частотой вращения магнитного поля статора.
- Основа двигателя – обмотки статора и магнитопровод ротора, остальные детали исполняют конструктивную роль, обеспечивая необходимую прочность, охлаждение, крепление и т.п.
- На обмотку статора подается напряжение, в результате чего ток, протекающий в ней, создает вращающееся магнитное поле. Это поле, в свою очередь, оказывает действие на обмотку ротора, на которую наводится электродвижущая сила. Под действием ЭДС в обмотке ротора возникает ток, создающий собственное электромагнитное поле, которое взаимодействует с магнитным полем статора. В результате на каждый зубец магнитопровода начинает действовать сила, создающая вращающий электромагнитный момент, под действием которого ротор начинает вращаться.

# ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ

Асинхронные машины делятся на 2 типа:



1 – станина, 2 – обмотка статора, 3 – ротор, 4 – контактные кольца, 5 – щетки

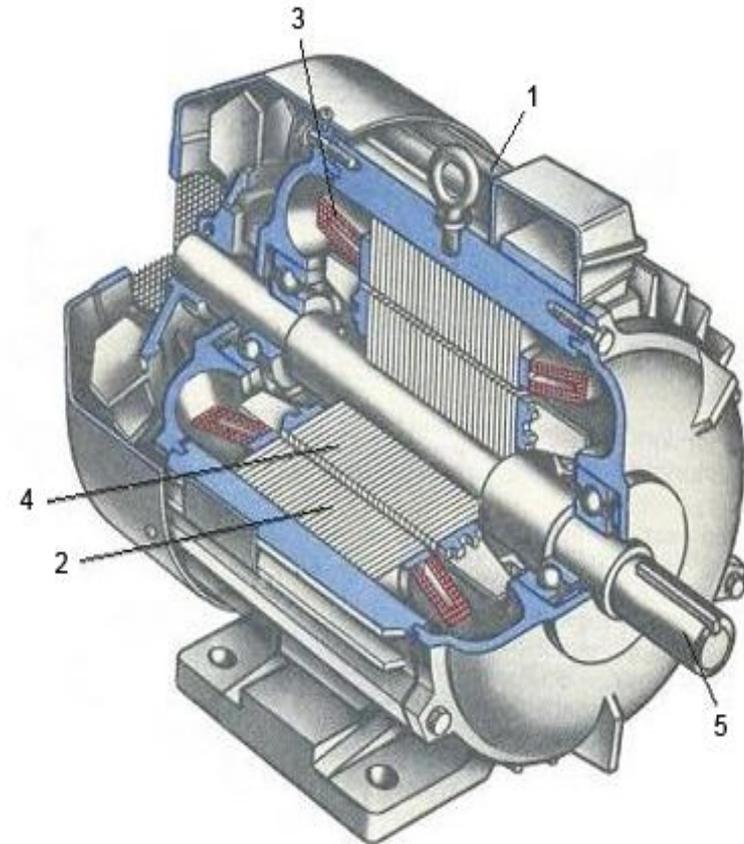
1. Электродвигатели с фазным ротором.

Данный тип двигателей имеет трехфазную (или многофазную) обмотку ротора, соединенную по схеме "звезда". Обмотка выведена на контактные кольца, вращающиеся вместе с ротором, по которым скользят металлографитовые щетки.

# ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ

## 2. Электродвигатели с короткозамкнутым ротором.

Данный тип двигателей имеет короткозамкнутую обмотку ротора, состоящую из медных или алюминиевых стержней замкнутых с двух торцов кольцами. Часто данную конструкцию обмотки называют "беличья клетка".



1 – станина, 2 – сердечник статора, 3 – обмотка статора, 4 – сердечник ротора с короткозамкнутой обмоткой, 5 – вал

*Трехфазные асинхронные электродвигатели широко используются в любых типах производств, приводя в движение различные механизмы (конвейеры, подъемники, строительная техника, вентиляция, насосы)*

# ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ

- **Синхронные** электродвигатели применяются в электроприводах, где требуется постоянная частота вращения  $n$  (об/мин)
- Синхронные электродвигатели в настоящее время широко применяются для самых различных видов привода, работающего с постоянно скоростью: для крупных вентиляторов, компрессоров, насосов, генераторов постоянного тока и т.д. В большинстве случаев эти двигатели выполняются явнополюсными, мощностью 40 – 7500 кВт, для скоростей вращения 125 – 1000 об/мин.



- Самый простой и распространенный пуск синхронного двигателя – асинхронный пуск. Пуск двигателя состоит из двух этапов: первый этап – асинхронный набор скорости при отсутствии возбуждения постоянным током и второй этап – втягивание ротора в синхронизм после включения постоянного тока возбуждения.

# ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ

- **Коллекторные** электродвигатели переменного тока, в основном маломощные, используются для привода электрифицированного инструмента, бытовой техники, медицинского оборудования и т.п., т.е. в тех случаях, когда для их питания необходим однофазный и реже трехфазный переменный ток.

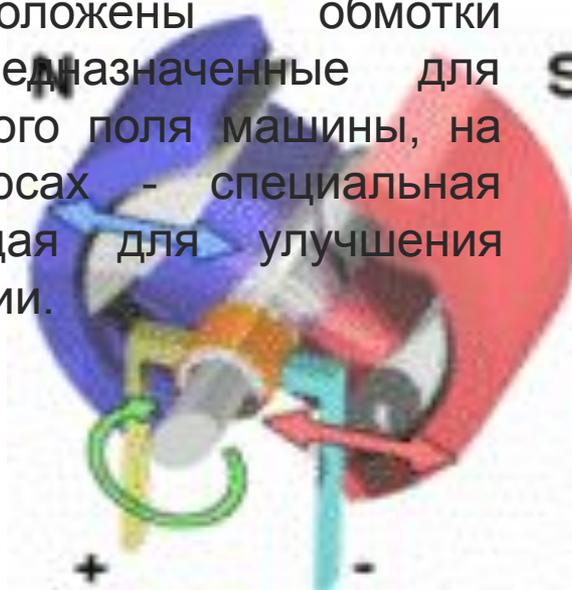


# ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ

- Электродвигатели постоянного тока применяют в тех электроприводах, где требуется большой диапазон регулирования скорости, большая точность поддержания скорости вращения привода, регулирования скорости вверх от номинальной.

## постоянного тока состоят из индуктора и якоря, разделенных воздушным зазором.

**Индуктор** электродвигателя постоянного тока служит для создания неподвижного магнитного поля машины и состоит из станины, главных и добавочных полюсов. Станина служит для крепления основных и добавочных полюсов и является элементом магнитной цепи машины. На главных полюсах расположены обмотки возбуждения, предназначенные для создания магнитного поля машины, на добавочных полюсах - специальная обмотка, служащая для улучшения условий коммутации.

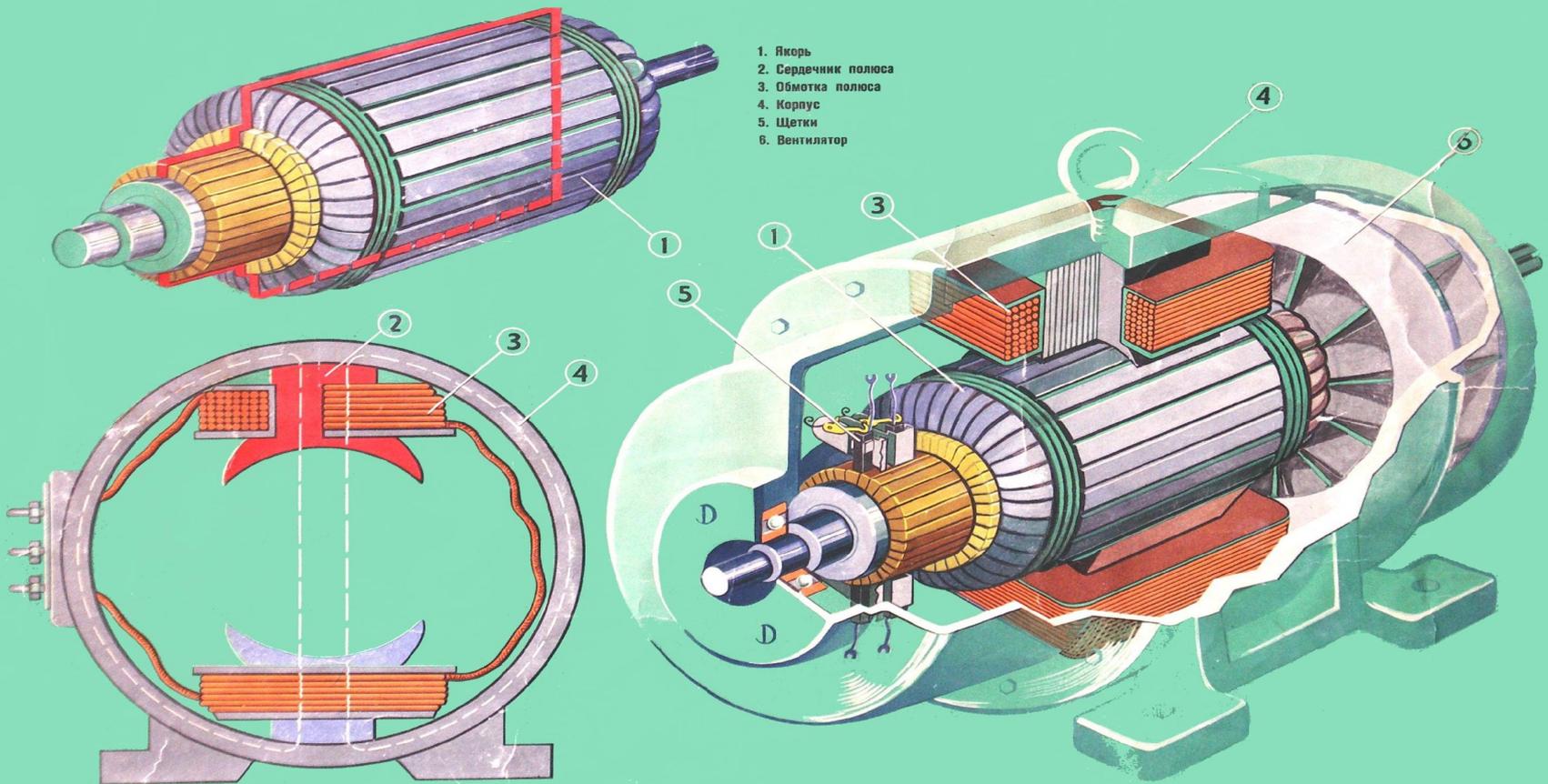


**Якорь** электродвигателя постоянного тока состоит из магнитной системы, собранной из отдельных листов, рабочей обмотки, уложенной в пазы, и коллектора служащего для подвода к **рабочей обмотке постоянного тока**.

**Коллектор** представляет собой цилиндр, насаженный на вал двигателя и избранный из изолированных друг от друга медных пластин. На коллекторе имеются выступы-петушки, к которым припаяны концы секций обмотки якоря. Съем тока с коллектора осуществляется с помощью щеток, обеспечивающих скользящий контакт с коллектором.

# Электродвигатели ПОСТОЯННОГО ТОКА

## ДВИГАТЕЛЬ ПОСТОЯННОГО ТОКА



# ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ

ПТЭЭП п.2.5.16. Электродвигатели должны быть немедленно отключены от сети в следующих случаях:

- при несчастных случаях с людьми;
- появлении дыма или огня из корпуса электродвигателя, а также из его пускорегулирующей аппаратуры и устройства возбуждения;
- поломке приводного механизма;
- резком увеличении вибрации подшипников агрегата;
- нагреве подшипников сверх допустимой температуры, установленной в инструкции завода-изготовителя.
- В эксплуатационных инструкциях могут быть указаны и другие случаи, при которых электродвигатели должны быть немедленно отключены, а также определен порядок устранения аварийного состояния и пуска электродвигателей.

# РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

- **Распределительное устройство (РУ (РУ) —** электроустановка, служащая для приёма и распределения электрической энергии.
- **Распределительное устройство содержит набор коммутационных аппаратов** **Распределительное устройство** содержит набор коммутационных аппаратов, сборные и соединительные шины, вспомогательные устройства РЗА и средства учёта и измерения.

# РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА



## Открытые распределительные устройства (ОРУ)

распределительные устройства, у которых силовые проводники располагаются на открытом воздухе без защиты от воздействия окружающей среды. Обычно в виде ОРУ выполняются распределительные устройства на напряжение от 27,5 кВ.

# РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА



## Закрытые распределительные устройства (ЗРУ)

— распределительные устройства, оборудование которых устанавливается в закрытых помещениях, либо защищено от контакта с окружающей средой специальными кожухами (в т. ч. в шкафах наружного исполнения КРУН). Обычно такие распределительные устройства применяют на напряжения до 35 кВ.

В ряде случаев необходимо применение ЗРУ и на более высоких напряжениях (серийно выпускается оборудование на напряжение до 800 кВ). Применение ЗРУ высоких напряжений обосновано: в местности с агрессивной средой (морской воздух, повышенное запыление), холодным климатом, при строительстве в стесненных условиях, в городских условиях для снижения уровня шума и для архитектурной эстетичности.

# РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА



Комплектное распределительное устройство (КРУ) — распределительное устройство, собраное из типовых унифицированных блоков (т. н. ячеек) высокой степени готовности, собранных в заводских условиях. На напряжении до 35 кВ ячейки изготавливают в виде шкафов, соединяемых боковыми стенками в общий ряд. В таких шкафах элементы с напряжением до 1 кВ выполняют проводами в твердой изоляции, а элементы от 1 до 35 кВ — проводниками с воздушной изоляцией.

Для напряжений выше 35 кВ воздушная изоляция не применима, поэтому элементы, находящиеся под высоким напряжением помещают в герметичные камеры, заполненные элегазом. Ячейки с элегазовыми камерами имеют сложную конструкцию, внешне похожую на сеть трубопроводов. КРУ с элегазовой изоляцией сокращённо обозначают КРУЭ.

# РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

## Область применения КРУ

Комплектные распределительные устройства могут использоваться как для внутренней, так и для наружной установки (в этом случае их называют КРУН). КРУ широко применяются в тех случаях, где необходимо компактное размещение распределительного устройства. В частности, КРУ применяют на электрических станциях, городских подстанциях, для питания объектов нефтяной промышленности (нефтепроводы, буровые установки), в схемах энергопотребления судов.

КРУ, у которого все аппараты размещены в одном отсеке, называется камерой сборной одностороннего обслуживания (КСО). Как правило, КСО действительно одностороннего обслуживания, чаще всего имеет открытые сборные шины, задняя стенка отсутствует.

**Электроустановки и  
электрические сети  
напряжением до 1000 В**

**Занятие 4  
«ТРАНСФОРМАТОРЫ»**

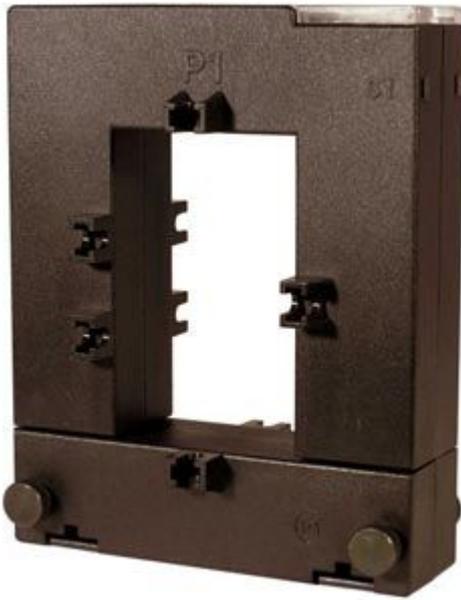
# ТРАНСФОРМАТОРЫ

- **Трансформатор** (от лат. *transformo* — преобразовывать) — электрический аппарат — преобразовывать) — электрический аппарат, состоящий из набора индуктивно связанных обмоток на каком-либо магнитопроводе — преобразовывать) — электрический аппарат, состоящий из набора индуктивно связанных обмоток на каком-либо магнитопроводе или без него и предназначенный для преобразования посредством электромагнитной индукции одной или нескольких систем переменного тока в одну или несколько других систем переменного тока без изменения частоты тока
- Трансформатор осуществляет преобразование напряжения переменного тока и/или гальваническую развязку в самых различных областях применения -

# ТРАНСФОРМАТОРЫ

- Основными частями конструкции трансформатора являются:
- магнитная система (магнитопровод)
- обмотки
- система охлаждения

# ТРАНСФОРМАТОРЫ



Магнитопровод  
силового  
трансформатора

Магнитная система (магнитопровод) трансформатора — комплект элементов (чаще всего пластин) электротехнической стали или другого ферромагнитного материала, собранных в определённой геометрической форме, предназначенный для локализации в нём основного магнитного поля трансформатора. Магнитная система в полностью собранном виде совместно со всеми узлами и деталями, служащими для скрепления отдельных частей в единую конструкцию, называется ОСТОВОМ трансформатора.

Часть магнитной системы, на которой располагаются основные обмотки трансформатора, называется — стержень

Часть магнитной системы трансформатора, не несущая основных обмоток и служащая для замыкания магнитной цепи, называется — ярмо.

# ТРАНСФОРМАТОРЫ

- Основным элементом обмотки является **ВИТОК** — электрический проводник, или ряд параллельно соединённых таких проводников (многопроволочная жила), однократно обхватывающий часть магнитной системы трансформатора, электрический ток которого совместно с токами других таких проводников и других частей трансформатора создаёт магнитное поле трансформатора и в котором под действием этого магнитного поля наводится электродвижущая сила.
- **Обмотка** — совокупность витков, образующих электрическую цепь, в которой суммируются ЭДС, наведённые в витках. В трёхфазном трансформаторе под обмоткой обычно подразумевают совокупность обмоток одного напряжения трёх фаз, соединяемых между собой.

# ТРАНСФОРМАТОРЫ

Работа трансформатора основана на двух базовых принципах:

- 1. Изменяющийся во времени электрический ток<sup>1</sup>. Изменяющийся во времени электрический ток создаёт изменяющееся во времени магнитное поле<sup>1</sup>. Изменяющийся во времени электрический ток создаёт изменяющееся во времени магнитное поле (электромагнетизм)
- 2. Изменение магнитного потока, проходящего через обмотку, создаёт ЭДС<sup>2</sup>. Изменение магнитного потока, проходящего через обмотку, создаёт ЭДС в этой обмотке (электромагнитная индукция)

На одну из обмоток, называемую *первичной обмоткой*, подаётся напряжение от внешнего источника. Протекающий по первичной обмотке переменный ток создаёт переменный магнитный

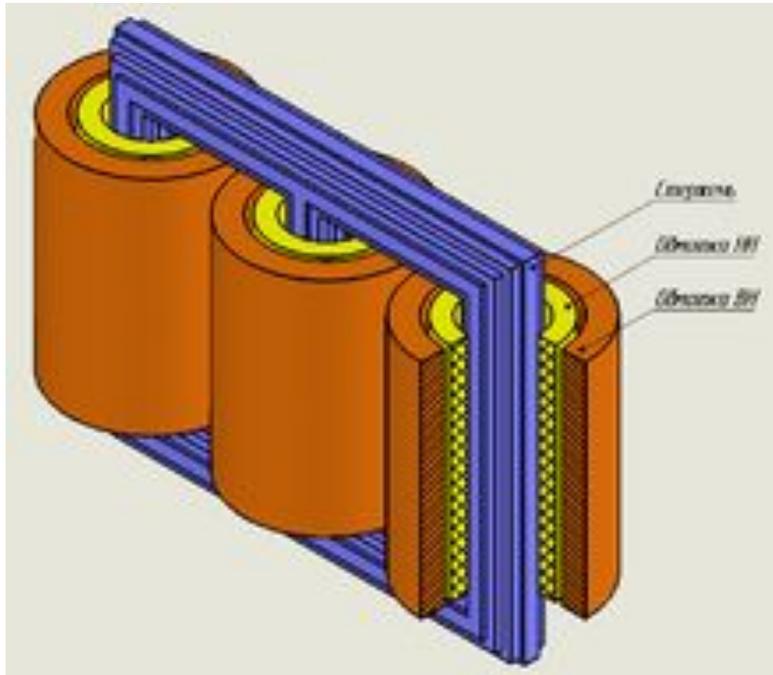
# ТРАНСФОРМАТОРЫ

В практической конструкции трансформатора производитель выбирает между тремя различными базовыми концепциями:

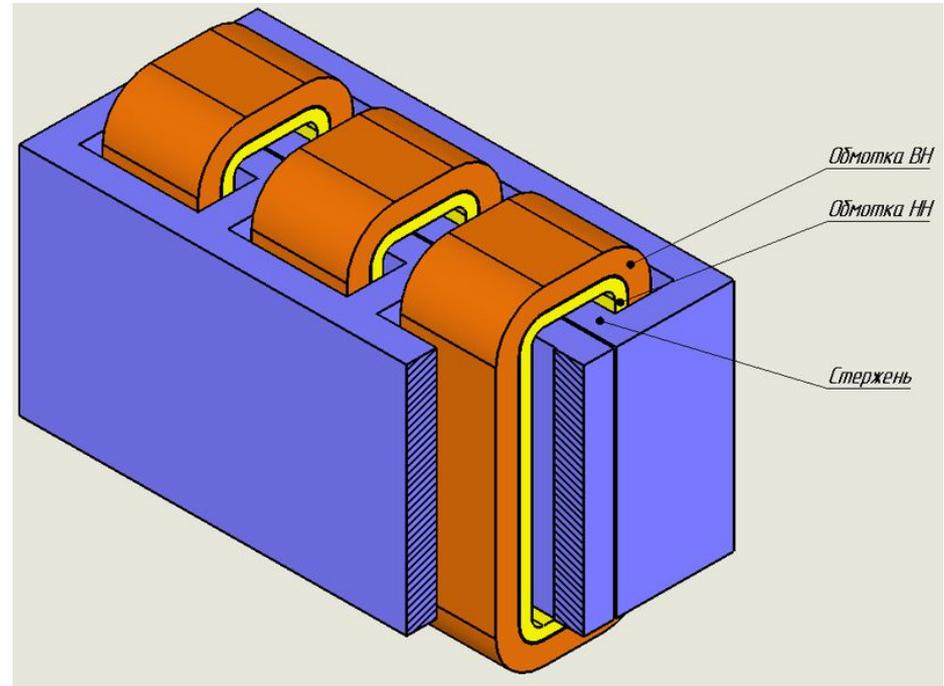
- Стержневой
- Броневой
- Тороидальный

Любая из этих концепций не влияет на эксплуатационные характеристики или эксплуатационную надёжность трансформатора, но имеются существенные различия в процессе их изготовления. Каждый производитель выбирает концепцию, которую он считает наиболее удобной с точки зрения изготовления, и стремится к применению этой концепции на всём объёме производства.

# ТРАНСФОРМАТОРЫ



Стержневой тип  
трёхфазных  
трансформаторов



Броневой тип  
трёхфазных  
трансформаторов

# Виды трансформаторов



Тороидальные трансформаторы

# Виды трансформаторов

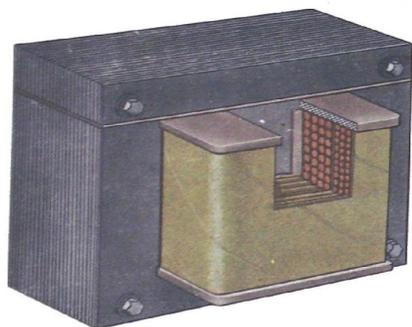
- Силовой трансформатор — трансформатор, предназначенный для преобразования электрической энергии в электрических сетях и в установках, предназначенных для приёма и использования электрической энергии.

# Виды трансформаторов

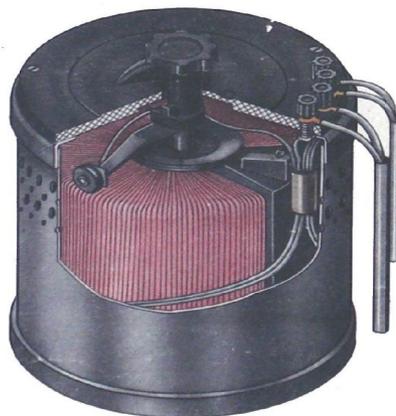
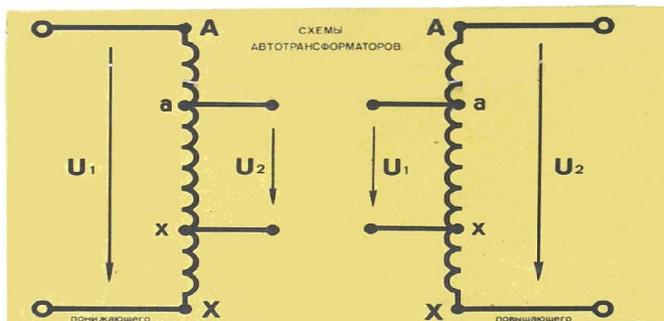
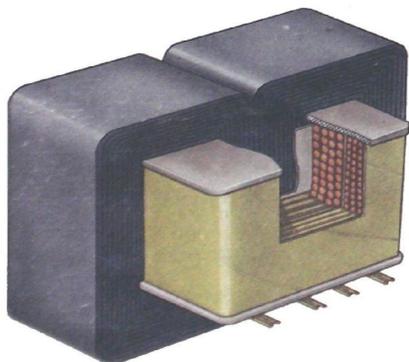
- Автотрансформатор — вариант трансформатора, в котором первичная и вторичная обмотки соединены напрямую, и имеют за счёт этого не только электромагнитную связь, но и электрическую. Обмотка автотрансформатора имеет несколько выводов (как минимум 3), подключаясь к которым, можно получать разные напряжения.
- Преимуществом автотрансформатора является более высокий КПД, поскольку лишь часть мощности подвергается преобразованию — это особенно существенно, когда входное и выходное напряжения отличаются незначительно. Недостатком является отсутствие электрической изоляции (гальванической развязки) между первичной и вторичной цепью. Применение автотрансформаторов экономически оправдано вместо обычных трансформаторов для соединения эффективно заземленных сетей с напряжением 110 кВ и выше при коэффициентах трансформации не более 3-4.

# Виды трансформаторов

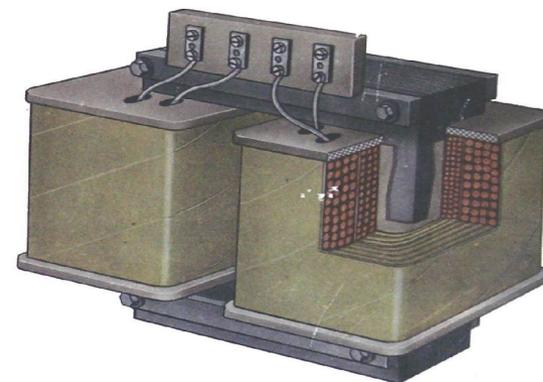
## АВТОТРАНСФОРМАТОРЫ



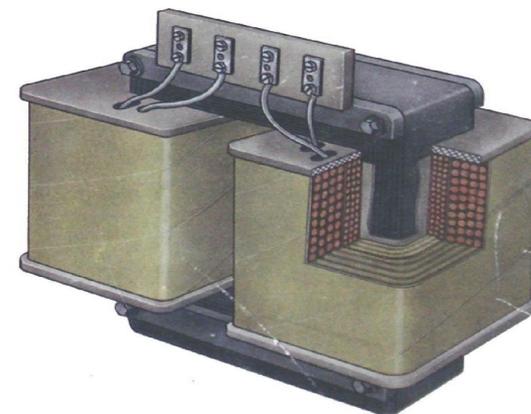
ТРАНСФОРМАТОРЫ БРОНЕВОГО ТИПА



ЛАТР



ТРАНСФОРМАТОРЫ СТЕРЖНЕВОГО ТИПА



# Виды трансформаторов

- Трансформатор тока — трансформатор, питающийся от источника тока. Типичное применение — для снижения первичного тока до величины, используемой в цепях измерения, защиты, управления и сигнализации.
- Номинальное значение тока вторичной обмотки 1А , 5А. Первичная обмотка трансформатора тока включается в цепь с измеряемым переменным током, а во вторичную включаются измерительные приборы.

# Виды трансформаторов

1



**Трансформаторы тока** предназначены для передачи сигнала измерительной информации измерительным приборам и применяются в схемах учета электроэнергии и схемах измерения в установках переменного **тока** частоты 50 Гц с номинальным.

# Виды трансформаторов

- Трансформатор напряжения — трансформатор, питающийся от источника напряжения.
- Типичное применение — преобразование высокого напряжения в низкое в цепях, в измерительных цепях и цепях РЗА. Применение трансформатора напряжения позволяет изолировать логические цепи защиты и цепи измерения от цепи высокого напряжения.

## Трансформаторы напряжения серии НТАМИ.



elec.ru

## Трансформаторы напряжения Нтми-6(10)



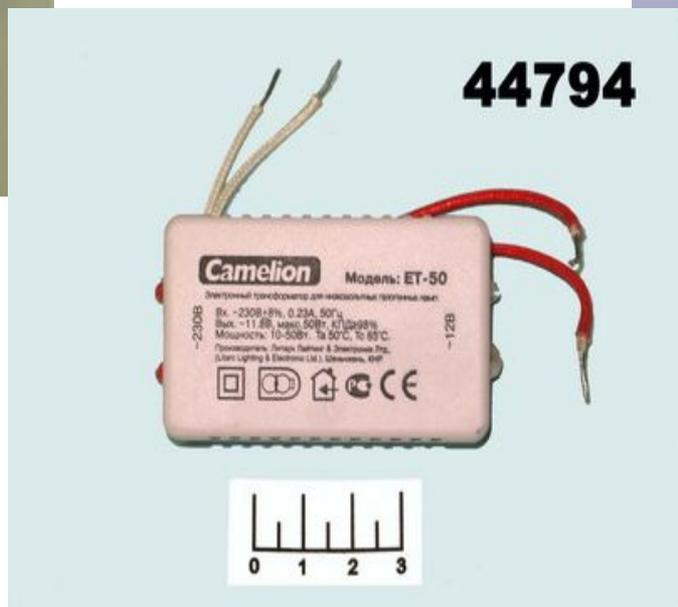
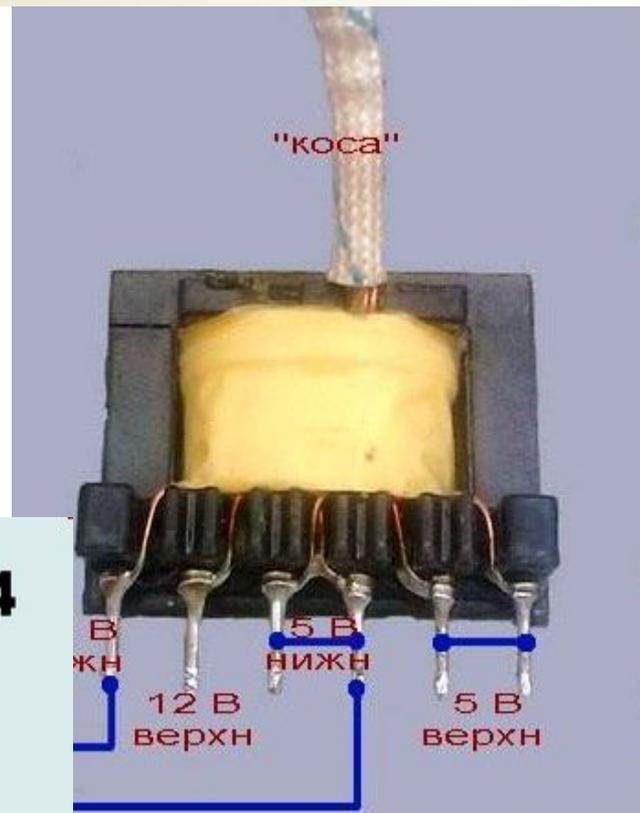
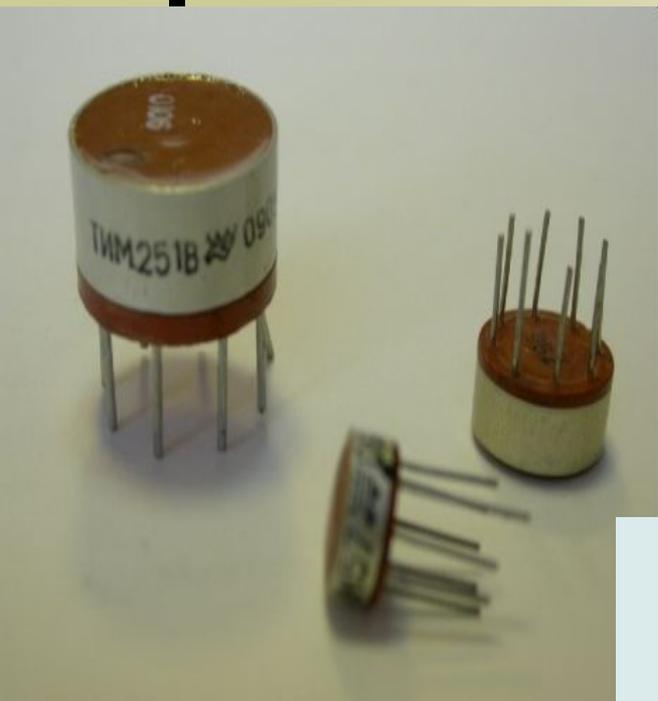
<http://aifalina-tenno.tiu.ru/>

Трансформатор напряжения  
трехфазный предназначен  
для преобразования  
переменного напряжения сети  
380В в переменное 36В (42В,  
220В)

# Виды трансформаторов

- Импульсный трансформатор — это трансформатор, предназначенный для преобразования импульсных сигналов с длительностью импульса до десятков микросекунд с минимальным искажением формы импульса.
- В большинстве случаев основное требование, предъявляемое к ИТ заключается в неискажённой передаче формы трансформируемых импульсов напряжения; при воздействии на вход ИТ напряжения той или иной формы на выходе желательно получить импульс напряжения той же самой формы, но, быть может, иной амплитуды или другой полярности.

# Импульсные трансформаторы



# Виды трансформаторов

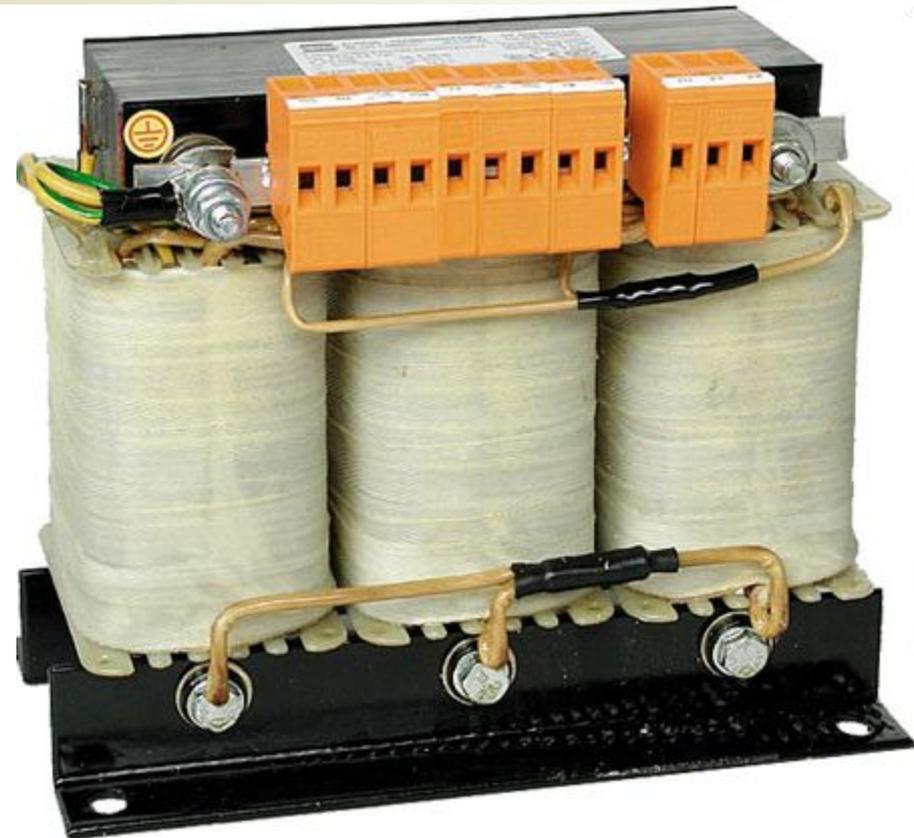
- Разделительный трансформатор — трансформатор, первичная обмотка которого электрически не связана со вторичными обмотками.
- Силовые разделительные трансформаторы предназначены для повышения безопасности электросетей, при случайных одновременных прикасаниях к земле и токоведущим частям или нетокведущим частям, которые могут оказаться под напряжением в случае повреждения изоляции. Сигнальные разделительные трансформаторы обеспечивают гальваническую развязку электрических цепей

# Разделительные трансформаторы

elec.ru



Медицинский разделительный трансформатор,



Трехфазные разделительные трансформаторы ET3S

# Виды трансформаторов

- Согласующий трансформатор - трансформатор, применяемый для согласования сопротивления различных частей (каскадов) электронных схем при минимальном искажении формы сигнала. Одновременно согласующий трансформатор обеспечивает создание гальванической развязки между участками схем.

# Согласующие трансформаторы



# Применение трансформаторов

- Наиболее часто трансформаторы применяются в **электросетях** и в источниках питания различных приборов.

# Применение трансформаторов

## Применение в электросетях

- При передаче электроэнергии на большое расстояние выгодно использовать очень большие напряжения и небольшие токи. Из соображений безопасности и для уменьшения массы изоляции в быту желательно использовать не столь большие напряжения. Поэтому для наиболее выгодной транспортировки электроэнергии в электросети многократно применяют трансформаторы: сначала для повышения напряжения генераторов на электростанциях При передаче электроэнергии на большое расстояние выгодно использовать очень большие напряжения и небольшие токи. Из соображений безопасности и для уменьшения массы изоляции в быту желательно использовать не столь большие напряжения. Поэтому для наиболее выгодной транспортировки электроэнергии в электросети многократно применяют трансформаторы: сначала для повышения напряжения генераторов на электростанциях перед транспортировкой электроэнергии, а затем для понижения напряжения линии электропередач до приемлемого для потребителей уровня.
- Поскольку в электрической сети три фазы для

# Применение трансформаторов

- В очень мощных трансформаторах электросетей выделяется большая мощность в виде тепла (например, для типичной мощности блока электростанции 1 ГВт на трансформаторе может выделяться мощность до нескольких мегаватт). Поэтому трансформаторы электросетей используют специальную систему охлаждения: *трансформатор помещается в баке, заполненном трансформаторным маслом или специальной негорючей жидкостью*. Масло циркулирует под действием конвекции или принудительно между баком и мощным радиатором. Иногда масло охлаждают водой.
- «Сухие» трансформаторы используют при относительно малой мощности (до 16000 кВт).

# Применение трансформаторов



Трансформаторы маслянные ТМ, ТМГ предназначены для работы в электросетях напряжением 6 или 10кВ в открытых электроустановках в условиях умеренного климата и служат для понижения высокого напряжения питающей электросети до установленного уровня потребления.



Трехфазные сухие трансформаторы ТС/ТС3 - сухой/сухой с защитным кожухом класса напряжения 0,66 кВ, класса напряжения 10 кВ предназначены для преобразования электроэнергии у потребителей в условиях умеренно-холодного климата в помещениях с искусственно регулируемыеми климатическими условиями (от плюс 35оС до плюс 1оС).

# Применение трансформаторов

## Применение в источниках электропитания

- Компактный сетевой трансформатор  
Для питания разных узлов электроприборов требуются самые разнообразные напряжения. Блоки электропитания в устройствах, которым необходимо несколько напряжений различной величины содержат трансформаторы с несколькими вторичными обмотками или содержат в схеме дополнительные трансформаторы.

# Применение трансформаторов

- В схемах питания современных радиотехнических и электронных устройств (например в блоках питания персональных компьютеров) широко применяются высокочастотные импульсные трансформаторы. В импульсных блоках питания переменное напряжение сети сперва выпрямляют. В импульсных блоках питания переменное напряжение сети сперва выпрямляют, а затем преобразуют при помощи инвертора. В импульсных блоках питания переменное напряжение сети сперва выпрямляют, а затем преобразуют при помощи инвертора в высокочастотные импульсы. Система управления с помощью широтно-импульсной модуляции (ШИМ) позволяет стабилизировать напряжение. После чего импульсы высокой частоты подаются на импульсный трансформатор, на выходе с которого, после выпрямления и фильтрации получают стабильное

# Другие применения трансформатора

- Разделительные трансформаторы (трансформаторная гальваническая развязка (трансформаторная гальваническая развязка). Нейтральный провод электросети может иметь контакт с «землёй», поэтому при одновременном касании человеком фазового провода (а также корпуса прибора с плохой изоляцией) и заземлённого предмета тело человека замыкает электрическую цепь, что создаёт угрозу поражения электрическим током. Если же прибор включён в сеть через трансформатор, касание прибора одной рукой вполне безопасно, поскольку вторичная цепь трансформатора никакого контакта с землёй не имеет.
- Измерительные трансформаторы. Применяют для измерения очень больших или очень маленьких переменных напряжений и токов в цепях РЗиА.
- Измерительно-силовые трансформаторы. Имеют широкое применение в схемах генераторов переменного тока малой и средней мощности (до мегаватта), например, в дизель-генераторах. Такой трансформатор представляет собой измерительный трансформатор тока с первичной обмоткой, включённой последовательно с нагрузкой генератора.
- Согласующие трансформаторы применяются для подключения низкоомной нагрузки к каскадам электронных устройств применяются для подключения низкоомной нагрузки к каскадам электронных устройств, имеющим высокое входное

**Электроустановки и  
электрические сети  
напряжением до 1000 В**

**Занятие 5: «ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ  
ИСТОЧНИКИ СВЕТА»**

# ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ИСТОЧНИКИ СВЕТА

- По принципу преобразования электрической энергии в энергию видимых излучений источники света делятся на две группы: тепловые (в основном лампы накаливания) и газоразрядные (ртутные трубчатые люминесцентные лампы низкого давления и ртутные лампы высокого давления с исправленной цветностью типа ДРЛ). К последней группе относятся металлогалогенные лампы (ДРИ, ДРИЗ) и натриевые лампы высокого давления (ДНаТ), а также мощные дуговые ксеноновые трубчатые лампы, типа ДКсТ (только для наружного освещения).

# ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ИСТОЧНИКИ СВЕТА

- **ла́мпа накали́вания** — электрический источник света — электрический источник света, в котором тело накала (тугоплавкий проводник — электрический источник света, в котором тело накала (тугоплавкий проводник), помещённое в прозрачный вакуумированный или заполненный инертным газом сосуд, нагревается до высокой температуры за счёт протекания через него электрического тока, в результате чего излучает в широком спектральном диапазоне, в том числе видимый свет. В качестве тела накала в настоящее время используется в основном спираль из сплавов на основе вольфрама.
- В лампе накаливания используется эффект нагревания проводника (тела накаливания) при протекании через него электрического тока (тепловое действие тока )

# ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ИСТОЧНИКИ СВЕТА

- В современных лампах накаливания применяют материалы с максимальными температурами плавления — вольфрам ( $3410\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) в современных лампах накаливания применяют материалы с максимальными температурами плавления — вольфрам ( $3410\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) и, очень редко, осмий ( $3045\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).
- В лампах накаливания излучение происходит от накаливаемого до высокой температуры ( $2500\text{-}3000\text{ K}$ ) вольфрамового тела в стеклянной колбе, в которой создан вакуум или находится инертный газ. Лампы различают по мощности ( $15\text{-}1500\text{ Вт}$ ), напряжению ( $12\text{-}220\text{ В}$ ), световому потоку, конструктивному исполнению и др.

# ЛАМПЫ НАКАЛИВАНИЯ

**Лампы накаливания** делятся на две группы:

- **общего назначения** - для общего и местного освещения в быту и промышленности, а также для наружного освещения;
- **специальные** - обладающие особым конструктивным исполнением, большой точностью, стабильностью световых и электрических параметров и другими особенностями, определяемыми спецификой их применения (например, вибростойкость, тепло- и холодостойкость и т.д.):

# ЛАМПЫ НАКАЛИВАНИЯ

## специальные

■ **лампы местного освещения**, конструктивно аналогичные лампам общего назначения, но рассчитанные на низкое (безопасное) рабочее напряжение — 12, 24 или 36 (42) В.

Область применения — ручные (переносные) светильники, а также светильники местного освещения в производственных помещениях

■ **иллюминационные лампы**, выпускаемые в окрашенных колбах.

Назначение — иллюминационные установки различных типов. Как правило, лампы этого вида имеют малую мощность (10—25 Вт).;

■ **зеркальные лампы накаливания** имеют колбу специальной формы, часть которой покрыта отражающим слоем (тонкая плёнка термически распылённого алюминия). Основное назначение зеркальных ЛН — локализованное местное освещение;

■ **сигнальные лампы** используются в различных светосигнальных приборах. Это лампы малой мощности, рассчитанные на длительный срок службы. Сегодня вытесняются светодиодами;

■ **транспортные лампы** — чрезвычайно широкая группа ламп, предназначенных для работы на различных транспортных средствах (автомобилях, мотоциклах и тракторах, самолётах и вертолётах, локомотивах и вагонах железных дорог и метрополитенов, речных и морских судах).. Рассчитаны на питание от бортовой электрической сети транспортных средств (6—220 В);

■ **прожекторные лампы** обычно имеют большую мощность (до 10 кВт, ранее выпускались лампы до 50 кВт) и высокую световую отдачу. Используются в световых приборах различного назначения (осветительных и светосигнальных).

# ЛАМПЫ НАКАЛИВАНИЯ

- Лампы накаливания состоят из колбы, цоколя и вольфрамовой моноспирали или биспиралы. Биспиралы применяют в лампах с большими тепловыми потерями (т.е. в газонаполненных от 40 Вт и выше). Наполнение колб ламп криптоном или смесью азота и аргона позволяет снизить испарение вольфрама и довести его температуру до предельной, но несколько увеличивает тепловые потери. Световая отдача газонаполненных ламп поэтому выше, чем у пустотных.

- В маркировке ламп буквы означают: **В** - вакуумная, **Г** - газонаполненная, **Б** - биспиральная, **К** - криптоновая. Основными характеристиками ламп накаливания являются: номинальные напряжения  $U_n$  В, мощность  $P_n$  Вт и световой поток  $F_n$  лм (люмен), а также световая отдача  $H = F_n/P_n$  лм/Вт и средний срок службы (примерно 1000 ч).

- На характеристики лампы накаливания существенно влияет величина рабочего напряжения. При напряжении, большем номинального, увеличивается ток в лампе, температура нити накала и световой поток, излучаемый лампой. Одновременно уменьшается срок ее службы из-за более быстрого разрушения вольфрамовой спирали. При понижении напряжения уменьшается световой поток лампы и ее светоотдача.

# Преимущества и недостатки ламп накаливания

## Преимущества:

- **налаженность в массовом производстве**
- **малая стоимость**
- **небольшие размеры**
- **отсутствие пускорегулирующей аппаратуры**
- **быстрый выход на рабочий режим**
- **невысокая чувствительность к сбоям в питании и скачкам напряжения**
- **отсутствие токсичных компонентов и как следствие отсутствие необходимости в инфраструктуре по сбору и утилизации**
- **возможность работы на любом роде тока**
- **нечувствительность к полярности напряжения**
- **возможность изготовления ламп на самое разное напряжение (от долей вольта до сотен вольт)**
- **отсутствие мерцания и гудения при работе на переменном токе**
- **непрерывный спектр излучения**
- **приятный и привычный в быту спектр**
- **не боятся низкой и повышенной температуры окружающей среды, устойчивы к конденсату**

# Преимущества и недостатки ламп накаливания

## Недостатки:

- низкая световая отдача
- относительно малый срок службы
- хрупкость, чувствительность к удару и вибрации
- бросок тока при включении (примерно десятикратный)
- при термоударе или разрыве нити под напряжением возможен взрыв баллона
- резкая зависимость световой отдачи и срока службы от напряжения
- лампы накаливания представляют пожарную опасность. Через 30 минут после включения ламп накаливания температура наружной поверхности достигает в зависимости от мощности следующих величин: 25 Вт-100 °С, 40 Вт — 145 °С, 75 Вт — 250 °С, 100 Вт — 290 °С, 200 Вт — 330 °С. При соприкосновении ламп с текстильными материалами их колба нагревается ещё сильнее. Солома, касающаяся поверхности лампы мощностью 60 Вт, вспыхивает примерно через 67 минут.
- нагрев частей лампы требует термостойкой арматуры светильников
- световой коэффициент полезного действия ламп накаливания, определяемый как отношение мощности лучей видимого спектра к мощности, потребляемой от электрической сети, весьма мал и не превышает 4 %.

# ЛАМПЫ НАКАЛИВАНИЯ

- 23 ноября 2009 года Д. А. Медведев подписал принятый ранее Государственной думой и утвержденный Советом федерации закон «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»
- Согласно документу, с 1 января Согласно документу, с 1 января 2011 года на территории страны не допускается продажа электрических ламп накаливания мощностью 100 Вт и более, а также запрещается размещение заказов на поставку ламп накаливания любой мощности для государственных и муниципальных нужд;
- с 1 января с 1 января 2013 года с 1 января 2013 года может быть введен запрет на электролампы мощностью 75 Вт и более, а с 1

# Газоразрядные лампы

- Газоразрядная лампа — источник света, излучающий энергию в видимом диапазоне. Физическая основа — электрический разряд в парах металлов. В последнее время принято называть газоразрядные лампы разрядными лампами.
- Применяются:
  - газоразрядные лампы высокого давления — ГРЛВД
  - газоразрядные лампы низкого давления — ГРЛНД
- Подавляющее большинство разрядных ламп работают в парах ртути. Обладают высокой эффективностью преобразования электрической энергии в световую. Эффективность измеряется отношением люмен. Подавляющее большинство разрядных ламп работают в парах ртути. Обладают высокой эффективностью преобразования электрической энергии в световую. Эффективность измеряется отношением люмен/Ватт. Подавляющее большинство разрядных ламп работают в парах ртути. Обладают высокой эффективностью преобразования электрической энергии в световую. Эффективность измеряется отношением люмен/Ватт. Наибольшей эффективностью, на сегодняшний день, обладают лампы разрядные в парах натрия (ДНаТ). Подавляющее

# Газоразрядные лампы

- Большинство из них представляет собой запаянную стеклянную колбу цилиндрической, сферической или иной формы с впаянными электродами. Обычно колба заполнена либо инертным газом, либо газом и небольшим количеством металла (например, ртути, натрия, кадмия).
- Если к электродам приложить достаточное напряжение (называемое напряжением зажигания), между ними возникает электрический разряд, который вызовет свечение газа.

# Газоразрядные лампы низкого давления



Наиболее широко для освещения применяются **люминесцентные трубчатые лампы низкого давления** (около  $1,3 \cdot 10^2$  Па). Люминесцентная лампа представляет собой запаянную с обоих концов стеклянную трубку, внутренняя поверхность которой покрыта люминофором (люминофоры - твердые или жидкие вещества, способные излучать свет под действием различного рода возбуждений). Из трубки откачан воздух, и она заполнена аргоном при давлении 400 Па с добавлением капельки ртути (60-120 мг), которая при нагревании превращается в ртутные пары.

# Газоразрядные лампы низкого давления



Внутри трубки на ее концах в стеклянных ножках впаяны электроды с вольфрамовой биспиральной нитью, покрытой слоем оксидов щелочноземельных металлов (бария, кальция, стронция), способствующих более интенсивному излучению электронов. Электроды присоединены к контактным штырькам, закрепленным в цоколе.

Когда к противоположным электродам подводится напряжение определенной величины, возникает электрический разряд в газовой среде лампы, с выделением теплоты, под действием которой ртуть испаряется. Такой разряд сопровождается мощным ультрафиолетовым излучением, часть которого люминофор преобразует в видимое излучение. Выбором и качеством люминофора определяется цвет излучаемого света и эффективность работы лампы.

# Газоразрядные лампы низкого давления

- Люминесцентные лампы дугового разряда подразделяют на лампы общего и специального назначения.
- Их условное обозначение состоит из нескольких букв и чисел. Первая буква (**Л**) характеризует принадлежность лампы к данному виду, следующие буквы означают либо цвет излучения, либо особенности спектра излучения: **Б** - белая; **Д** - дневная; **Е** - естественная; **ТБ** - тепло-белая; **ХБ** - холодно-белая; **Ф** - фотосинтетическая; **УФ** - ультрафиолетовая;
- **К, Ж, Р, З, Г** - соответственно красная, желтая, розовая, зеленая, голубая; **Ц** - с улучшенной цветопередачей. Далее следуют буквы, означающие конструктивные особенности ламп: **А** - амальгамная; **Б** - быстрого пуска; **К** - кольцевая; **Р** - рефлекторная; **У**-образная; **Щ** - щелевая.
- Число после букв означает номинальную мощность в ваттах, а следующее число - отличительную особенность лампы по сравнению с базовой моделью.

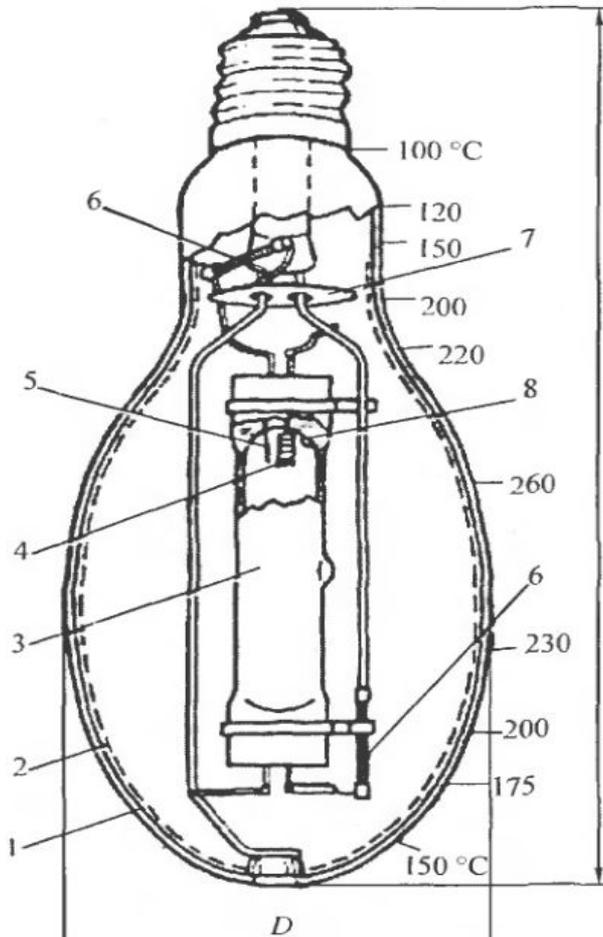
# Газоразрядные лампы низкого давления

- Люминесцентные лампы общего назначения имеют международную маркировку **T12** и представляют собой трубчатые конструкции диаметром 38 мм. Лампы предназначены для общего освещения закрытых помещений, а также для наружных установок, питаемых от сети переменного тока напряжением 230 В частотой не менее 50 Гц.
- В настоящее время ведущими мировыми производителями светотехнической продукции освоен выпуск новых люминесцентных ламп (международная маркировка **T5**), имеющих диаметр разрядной трубки 16 мм и обладающих рядом преимуществ по сравнению с аналогичными лампами предыдущих поколений, в частности с более высокой световой отдачей (до 104 лм/Вт), сроком службы (до 16 тыс. ч), пониженным содержанием ртути (3 мг) и др

# Газоразрядные лампы

- Для зажигания и горения ламп необходимо включение последовательно с ними пускорегулирующих аппаратов.
- Существуют стартерные и бесстартерные ПРА, причем в первых начальный подогрев электродов обеспечивается кратковременным замыканием контактов стартера, включенного параллельно лампе, во вторых - подачей на электроды напряжения от специальных устройств, построенных на базе схем умножения напряжения, накальных трансформаторов и т. п.

# Газоразрядные лампы высокого давления



1 - внешняя стеклянная колба; 2 - слой люминофора; 3 - разрядная трубка из кварцевого стекла; 4 - рабочий электрод; 5 - зажигающий электрод; 6 - ограничительные резисторы в цепи зажигающего электрода; 7 - экран; 8 - ртуть;

Лампы типа ДРЛ. Дуговая ртутная люминесцентная лампа состоит из кварцевой трубки (горелки), расположенной в стеклянной колбе, внутренняя поверхность которой покрыта тонким слоем люминофора, способного преобразовывать ультрафиолетовое излучение, сопровождающее дуговой разряд в трубке, в видимый свет, пригодный для освещения. В трубку, выполненную из кварцевого стекла, впаяны два основных вольфрамовых электрода, покрытых активированным слоем и подсоединенных к центральной части цоколя лампы, и два дополнительных электрода (зажигающих). В трубке имеется капля ртути (25-165 мг). После откачки воздуха для поддержания стабильности свойств люминофора колба заполняется чистым инертным газом (аргоном).

# Лампы типа ДРЛ

- При подаче определенной величины напряжения к электродам лампы в трубке возникает электрический разряд, сопровождающийся ультрафиолетовым излучением ртутных паров с синеватым оттенком. Указанное излучение, воздействуя на люминофор, вызывает его свечение, имеющее красный цвет. Суммарный цвет светового излучения лампы складывается из излучений ртутного разряда и люминофора, приближаясь к белому.
- Благодаря наличию внешней колбы, светотехнические характеристики лампы типа ДРЛ практически не чувствительны к температуре окружающего воздуха в отличие от люминесцентных ламп низкого давления. Они надежно работают при температуре окружающего воздуха от -30 до +40 °С. Влияние температуры окружающего воздуха сказывается в основном на напряжении зажигания лампы и времени ее разгорания
- Срок службы ламп равен 12-20 тыс. ч. Лампы включаются через индуктивные ПРА.

# Лампы типа ДРЛ

- Преимуществом ламп ДРЛ по сравнению с люминесцентными лампами низкого давления является их компактность при высокой единичной мощности,
- существенным недостатком — плохая цветопередача их излучения, позволяющая применять лампы ДРЛ только при отсутствии каких-либо требований к различению цветов а также значительные пульсации светового потока Процесс разгорания ламп после включения длится 5-7 мин. В случае хотя бы мгновенного перерыва питания лампы гаснут и начинают вновь разгораться только после остывания, когда пары ртути сконденсируются и давление в разрядной трубке упадет до первоначального значения (в течение примерно 10 мин).

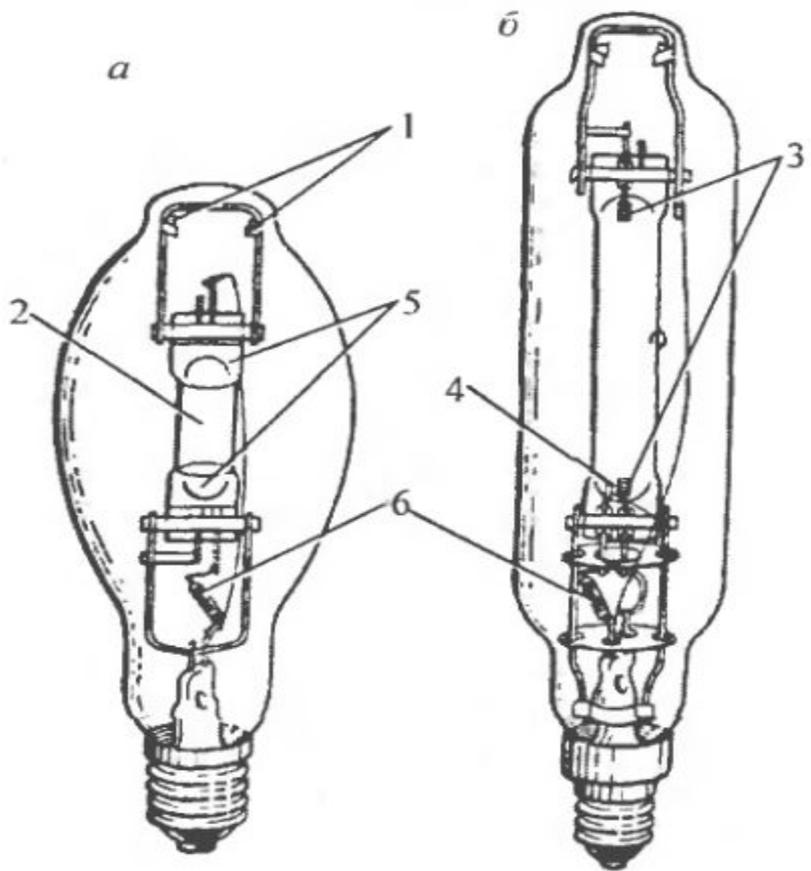
# Лампы типа ДРЛ

- В маркировке типов ламп буквы и числа обозначают: **ДР** - дуговая ртутная, **Л** - люминесцентная, первое число - номинальная мощность в ваттах, в скобках указывается так называемое красное отношение, в процентах - доля излучения в красной части спектра в общем потоке излучения, через дефис - номер разработки.
- Лампы типа ДРЛ с красным отношением 6 % рекомендуется использовать для освещения улиц и автострад, 10 % - для наружного и внутреннего освещения промышленных объектов с высоким уровнем зрительных работ, 12 % и более - для внутреннего освещения промышленных предприятий.
- Для освещения помещений производственных и общественных зданий, в которых выполняются работы, требующие повышенного цветоразличения, могут применяться лампы типа ДРЛ мощностью 50. 80 и 125 Вт, имеющие долю красного излучения 15 %

# Лампы типа ДРЛ



# Металлогалогенные лампы



- 1 - пружинящие распорки; 2 - разрядная трубка; 3 - основные электроды; 4 - зажигающий электрод; 5 - утепляющее покрытие; 6 - ограничительное термостойкое сопротивление

Металлогалогенные лампы (МГЛ) типа ДРИ (дуговые ртутные с излучающими добавками) появились в результате развития и усовершенствования ламп ДРЛ. Устройство ламп типа ДРИ практически такое же, как и ламп типа ДРЛ. В прозрачной колбе находится разрядная трубка, с обеих сторон которой впаяны электроды. В основании колбы установлен экран. В качестве внешней колбы применяется либо стандартная колба лампы ДРЛ без люминофорного покрытия (в типе лампы указана модификация 5), либо колба цилиндрической формы (модификация 6). Лампы модификации 5 предназначены для работы в любом положении, а модификации 6 — преимущественно в горизонтальном.

# Металлогалогенные лампы

- В лампах типа ДРИ в разрядную трубку помимо ртути и аргона (или другого инертного газа) дополнительно вводят галоидные соединения различных металлов (обычно с йодом, так как иодиды металлов практически не взаимодействуют с кварцевым стеклом). Эти соединения в горячей зоне распадаются на атомы йода и металла. Из горячей зоны они перемещаются в холодную к стенкам и воссоединяются в первоначальное состояние. Таким образом, в лампе осуществляется замкнутый цикл.
- Излучаемый свет зависит от используемого металла, что позволяет отказаться от люминофора. Например, введение иодида таллия дает зеленоватый цвет, натрия — желтоватый цвет, а индия - голубоватый оттенок света. В лампах типа ДРИ в качестве галогенидов широко используются иодиды натрия.
- Лампы ДРИ имеют световую отдачу до 90 лм/Вт, внешне отличаются от ламп ДРЛ только отсутствием люминофора на колбе и дают достаточно белый свет.

# Металлогалогенные лампы



# Ксеноновые лампы

- В этих лампах дуговой разряд происходит в тяжелом инертном газе ксеноне, в результате чего испускаются лучи в близкой к ультрафиолетовой, видимой и близкой к инфракрасной областям спектра электромагнитного излучения. Излучаемый свет имеет ровный белый цвет и хорошую цветопередачу. Различают ксеноновые лампы с естественным и водяным охлаждением (трубчатые), а также сверхвысокого давления с естественным и принудительным воздушным или водяным охлаждением (шаровые).
- Электрический дуговой разряд в ксеноновой лампе возникает при высоком напряжении зажигания (до 50 кВ). При этом время разгорания лампы составляет менее секунды, Из довольно большой серии ксеноновых ламп в осветительных установках получили применение дуговые ксеноновые трубчатые лампы с воздушным охлаждением типа ДКсТ и лампы с водяным охлаждением типа ДКсТВ.

# Ксеноновые лампы

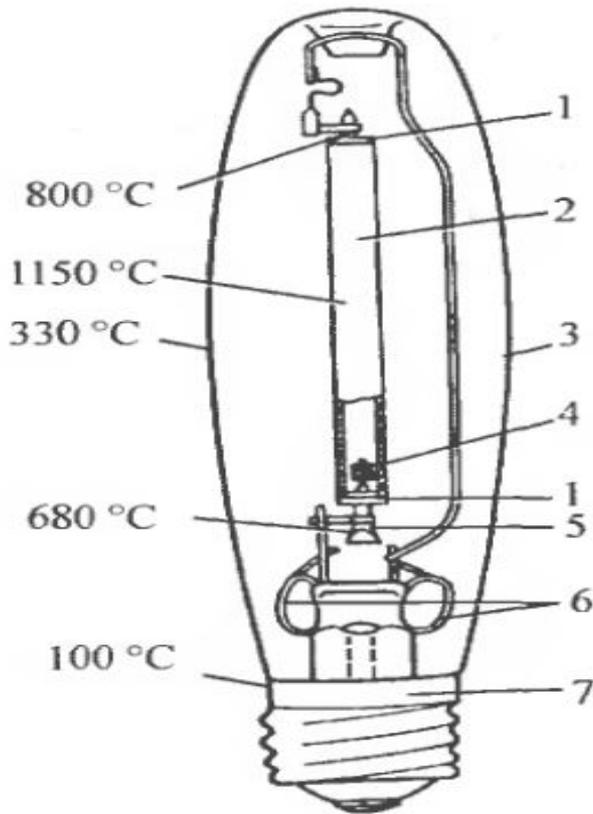


<http://posrednik.prom.ua>

# Ксеноновые лампы

- В отличие от других газоразрядных ламп эти лампы работают без балласта в виде ПРА, а зажигаются с помощью специального пускового устройства. Область применения ламп ограничивается вредным для людей избытком в их спектре ультрафиолетовых излучений. Помимо большой единичной мощности, достоинством ламп является тот факт, что их излучение по цветности наиболее близко к естественному дневному свету, хотя по сфере применения ламп это достоинство обычно не реализуется. Температура внешней среды не оказывает существенного влияния на зажигание и горение лампы.
- В маркировке ламп буквы и числа означают: **Д** — дуговая, **Кс** — ксеноновая, **Т** - трубчатая, **Ш** - шаровая, **В** - с водяным охлаждением, **М** - металлическая, **РБ** - разборная, число - мощность в ваттах

# Натриевые лампы высокого давления



Натриевые лампы высокого давления (НЛВД) типа ДНаТ представляют собой горелку из светопропускающей поликристаллической керамики (окись алюминия), полость которой заполнена ксеноном с добавками натрия, придающего излучаемому свету желто-оранжевый оттенок, и ртути в виде амальгамы (амальгама — металлическая система, в состав которой в качестве одного из компонентов входит ртуть). Горелка размещена в колбе, которая имеет цилиндрическую или эллиптическую форму и оснащена резьбовым цоколем. При работе лампы дуговой разряд в горелке осуществляется в парах ртути и натрия, что способствует его стабилизации.

1 - керамическая заглушка; 2 — керамическая светопропускающая трубка; 3 — внешняя колба из тугоплавкого стекла; 4 - электрод; 5 - ниобиевый штенгель; 6 - бариевый геттер (газопоглотитель); 7 - цоколь

# **Натриевые лампы высокого давления**

- Натриевые лампы высокого давления малочувствительны к температуре окружающей среды и работоспособны при ее изменении в диапазоне от -60 до +40 °С.
- Колебания напряжения электрической сети существенно сказываются на световых и электрических параметрах натриевых ламп. Кроме того, эти лампы требуют соблюдения установленного положения горения: цоколем вверх или вниз с нормированным отклонением от вертикального положения. Световая отдача ламп достигает 140 лм/Вт при сроке службы до 20000 ч.
- Цветовые характеристики натриевых ламп высокого давления относительно невысокие: лампа излучает свет желто-оранжевого цвета и обладает плохой цветопередачей. Улучшение качества цветопередачи при использовании натриевых ламп может быть достигнуто за счет их совместного применения с ртутными люминесцентными лампами высокого давления.

# Натриевые лампы высокого давления



# Достоинства и недостатки газоразрядных ламп

## Преимущества

- Высокая эффективность ламп.  
Если, например, лампы накаливания 220 В и мощностью 100-300 Вт имеют световую отдачу около 15 лм/Вт, то люминесцентные лампы типа ЛБ40 мощностью 40 Вт имеют световую отдачу 78 лм/Вт. Температура стеклянной трубки не превышает 50 °С, что делает их менее пожароопасными по сравнению с лампами накаливания
- Длительный срок службы по сравнению лампами накаливания в среднем 12000 часов и экономичность.

# Достоинства и недостатки газоразрядных ламп

## Недостатки

- высокая стоимость
- большие размеры
- необходимость пускорегулирующей аппаратуры
- долгий выход на рабочий режим
- высокая чувствительность к сбоям в питании и скачкам напряжения
- наличие токсичных компонентов и как следствие необходимость в инфраструктуре по сбору и утилизации
- невозможность работы на любом роде тока
- невозможность изготовления ламп на самое разное напряжение (от долей вольта до сотен вольт)
- наличие мерцания и гудения при работе на переменном токе промышленной частоты
- прерывистый спектр излучения
- непривычный в быту спектр

# СВЕТОДИОДНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ

- Светодиод или светоизлучающий диод-полупроводниковый прибор полупроводниковый прибор с электронно-дырочным переходом или контактом металл-полупроводник, создающий оптическое излучение при пропускании через него электрического тока.
- Излучаемый свет лежит в узком диапазоне спектра, его спектральные характеристики зависят в том числе от химического состава использованных в нём полупроводников
- Светодиодная лампа — осветительный прибор устанавливаемый в существующий светильник, изначально предназначенный для установки существующих ламп (люминесцентных — осветительный прибор устанавливаемый в существующий светильник, изначально предназначенный для установки существующих ламп (люминесцентных, накаливания — осветительный прибор устанавливаемый в существующий светильник, изначально предназначенный для установки существующих ламп (люминесцентных, накаливания, галогенных — осветительный прибор устанавливаемый в существующий

# СВЕТОДИОДНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ



# СВЕТОДИОДНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ

- Светодиодное освещение — одно из перспективных направлений технологий искусственного освещения — одно из перспективных направлений технологий искусственного освещения основанное на использовании светодиодов — одно из перспективных направлений технологий искусственного освещения основанное на использовании светодиодов в качестве источника света. Активное использование данных источников света в России началось только в начале двухтысячных, хотя подсветка из светодиодной ленты стала применяться еще в начале 90-х прошлого века.
- Развитие светодиодного освещения непосредственно связано с технологической эволюцией светодиода. Разработаны так называемые сверхъяркие

# ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ СВЕТОДИОДОВ

## Преимущества

- Экономично используют энергию по сравнению с предшествующими поколениями электрических источников света — дуговых, накальных и газоразрядных.  
Так, световая отдача светодиодных систем уличного освещения с резонансным источником питания достигает **120 люменов** на **ватт**. Так, световая отдача светодиодных систем уличного освещения с резонансным источником питания достигает 120 люменов на **ватт**. Так, световая отдача светодиодных систем уличного освещения с резонансным источником питания достигает 120 люменов на ватт, что сравнимо с отдачей **натриевых газоразрядных ламп**. Так, световая отдача светодиодных систем уличного освещения с резонансным источником питания достигает 120 люменов на ватт, что сравнимо с отдачей натриевых газоразрядных ламп — 150-220 люмен на ватт. Люминесцентные лампы имеют световую отдачу 60-100 люмен на ватт, а лампы накаливания — 10-24 люмен на ватт (включая **галогенные**).
- средний срок службы светодиодных систем освещения

# ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ СВЕТОДИОДОВ

## Преимущества

- Возможность получать различные спектральные характеристики без применения светофильтров (как в случае ламп накаливания).
- Безопасность использования.
- Малые размеры.
- Высокая прочность.
- Отсутствие ртутных паров (в отличие от газоразрядных люминесцентных ламп Отсутствие ртутных паров (в отличие от газоразрядных люминесцентных ламп и других приборов), что исключает отравление ртутью при переработке и при эксплуатации.
- Малое ультрафиолетовое Малое ультрафиолетовое и инфракрасное излучение.
- Незначительное тепловыделение (для маломощных устройств).
- Антивандальность.
- Среди производителей именно светодиодные источники света считаются наиболее функционально-перспективным направлением как с точки зрения энергоэффективности, так и

# ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ СВЕТОДИОДОВ

## Недостатки

- Основной недостаток — высокая цена. Отношение цена/люмен у сверхъярких светодиодов в 50 — 100 раз больше, чем у обычной лампы накаливания.
- Низкая предельная температура: мощные осветительные светодиоды требуют внешний радиатор для охлаждения, Осветительный светодиод мощностью 10 Ватт требует пассивный радиатор размером как у микропроцессора Pentium 4 без вентилятора. Такой большой радиатор не только удорожает конструкцию, но и с трудом может быть вписан в формат бытовых осветительных приборов.
- Для питания одиночного светодиода от питающей сети необходим низковольтный источник питания постоянного тока, тоже с радиатором, что дополнительно увеличивает объём светильника, а его наличие дополнительно снижает общую надёжность и требует дополнительной защиты.
- Высокий коэффициент пульсаций светового потока при питании напрямую от сети промышленной частоты без сглаживающего

# ПРИМЕНЕНИЕ СВЕТОДИОДОВ

- Светодиодные технологии освещения благодаря эффективному расходу электроэнергии и простоте конструкции нашли широкое применение в светильниках, прожекторах. Светодиодные технологии освещения благодаря эффективному расходу электроэнергии и простоте конструкции нашли широкое применение в светильниках, прожекторах, светодиодных лентах, декоративной светотехнике и даже в компактных осветительных приборах — ручных фонариках. Светодиодные осветительные приборы подразделяются на уличные и интерьерные. Сегодня их применяют для подсветки зданий, автомобилей, улиц и рекламных конструкций, фонтанов, тоннелей и мостов. Данное освещение используют для подсветки производственных и офисных помещений, домашнего интерьера и мебели.

Светодиодное Светодиодное освещение применяется в светотехнике для создания дизайнерского освещения в специальных современных дизайн-проектах. Надёжность светодиодных источников света позволяет использовать их в труднодоступных для частой замены местах (встроенное потолочное освещение, внутри натяжных потолков и т. д.).

Декоративная светодиодная подсветка в основном применяется для праздничной иллюминации. Для чего используется новогоднее

# Электроустановки и электрические сети напряжением до 1000 В

## Занятие 6: «ОСВЕТИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И СВЕТИЛЬНИКИ

# ОСВЕТИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И СВЕТИЛЬНИКИ

- **Светильник** — прибор, перераспределяющий свет лампы (ламп) и обеспечивающий угловую концентрацию светового потока.
- Основной задачей светильника является рассеивание света и освещение зданий, их внутренних помещений, прилегающих к зданиям территорий, улиц и пр. Светильники также могут выполнять декоративную функцию и функцию сигнализации.

# ОСВЕТИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И СВЕТИЛЬНИКИ

- Светильник состоит из источника света и осветительной арматуры, перераспределяющей световой поток. Она также предохраняет глаза от чрезмерной яркости источника света, а лампу - от механических повреждений, защищает полости расположения источника света и патрона от воздействия окружающей среды и т.д.

# ОСВЕТИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И СВЕТИЛЬНИКИ

Светильники классифицируются :

## по светотехническим функциям

- осветительные приборы
- светосигнальные приборы

## по условиям эксплуатации

- световые приборы для помещений
- световые приборы для открытых пространств (уличные, садово-парковые и пр.)
- световые приборы для экстремальных сред

## по типу лампы

- с лампой накаливания
- с разрядной лампой
- с лампами смешенного света
- светодиодные

## по возможности перемещения при эксплуатации

- стационарные
- переносные
- передвижные

# ОСВЕТИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И СВЕТИЛЬНИКИ

Светильники классифицируются :

## по способу питания лампы

- сетевые
- с индивидуальным источником питания
- комбинированного питания

## по способу охлаждения

- с естественным охлаждением
- с принудительным охлаждением

## внутри помещений по месту установки

- настенный светильник
- потолочный светильник
- напольный (венчающий) светильник
- настольный светильник
- подвесной светильник
- встраиваемый светильник

## по степени защиты от пыли и воды

Все светильники классифицируются по степени защиты от окружающей среды. Для обозначения степени защиты применяются буквы «IP» и следующие за ним две цифры.

# ОСВЕТИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И СВЕТИЛЬНИКИ

- Использование общепромышленных светильников общего назначения во взрывоопасных зонах за небольшим исключением недопустимо. В них необходимо применять взрывозащищенные светильники.

Взрывозащита светильников основывается на одном виде или сочетании нескольких видов:

- взрывонепроницаемости (взрывонепроницаемая оболочка),
- повышенной надежности против взрыва (защита вида «е»),
- заполнении всего либо части объема оболочки воздухом или инертным газом под избыточным давлением или прозрачными жидкостями, а также на применении устройств, обеспечивающих автоматическое отключение электродов лампы при разрушении колбы (электромеханическая или пневматическая блокировка). Поэтому такие светильники могут иметь следующие виды взрывозащиты:  
взрывонепроницаемая оболочка, защита вида «е» (повышенной надежности против взрыва) и специальный вид взрывозащиты.

# Взрывозащищенные светильники



Светильники серии EV для ламп накаливания и энергосберегающих ламп предназначены для освещения помещений промышленных предприятий, открытых промышленных площадок, и других мест, где возможно присутствие взрывоопасных сред. Светильники состоят из алюминиевого корпуса со встроенным патроном и термостойкого ударопрочного боросиликатного колпака, крепящегося к корпусу с помощью резьбы. Область применения - взрывоопасные зоны помещений и наружных установок, шахты и рудники, опасные по газу или пыли, согласно маркировке взрывозащиты

# Взрывозащищенные светильники



Светильник светодиодный сверхъяркий SA-TIGER-M Изделие состоит из корпуса, изготовленного из коррозионностойкого модифицированного алюминиево-кремниевого сплава, плафонов из ударопрочного поликарбоната и кабельных вводов с кабелем для подключения, длиной 5 метров 3x1,5мм<sup>2</sup>.

Область применения - взрывоопасные зоны помещений и наружных установок согласно маркировке взрывозащиты

# ПРОЖЕКТОРЫ

- **Прожектор** состоит из источника света (лампы, дающей ненаправленный, или направленный под широким углом свет) и **рефлектора** состоит из источника света (лампы, дающей ненаправленный, или направленный под широким углом свет) и рефлектора и/или **линзы** состоит из источника света (лампы, дающей ненаправленный, или направленный под широким углом свет) и рефлектора и/или линзы, концентрирующих свет в нужном направлении. В качестве рефлектора обычно используется **параболическое** состоит из источника света (лампы, дающей ненаправленный, или направленный под широким углом свет) и рефлектора и/или линзы, концентрирующих свет в нужном направлении. В качестве рефлектора обычно используется параболическое, либо **гиперболическое** состоит из источника света (лампы, дающей ненаправленный, или направленный под широким углом свет) и рефлектора и/или линзы, концентрирующих свет в нужном направлении. В качестве рефлектора обычно используется параболическое, либо гиперболическое (в случае использования совместно с

# ПРОЖЕКТОРЫ



**Прожектор дальнего действия**



**Прожектор заливающего света**



**Прожектор осветительно-сигнальный ПР-12 М**

# ПРОЖЕКТОРЫ

Виды прожекторов:

- **дальнего действия** (используются в военном деле), подающие круглые, чуть вытянутые, в форме конуса, световые пучки света, вырабатываемые стеклянными параболоидными отражателями диаметром до 3 м.
- **заливающего света** (для освещения зданий, стадионов (для освещения зданий, стадионов, сцен и пр.)
- **сигнальные** (для передачи информации).
- **акцентные** (для акцентного освещения различных объектов)

# ФАРЫ

- **Фара** (от греческого «**Фарос** (от греческого «Фарос») — источник **направленного света** (от греческого «Фарос») — источник направленного света, установленный на **транспортном средстве**, предназначенный для освещения окружающей местности, дороги.  
Количество фар может колебаться от одной (**мотоцикл**Количество фар может колебаться от одной (мотоцикл, **мопед**Количество фар может колебаться от одной (мотоцикл, мопед, **велосипед**Количество фар может колебаться от одной (мотоцикл, мопед, велосипед), до нескольких десятков (крупный **авиалайнер**Количество фар может колебаться от одной (мотоцикл, мопед, велосипед), до нескольких десятков (крупный авиалайнер). Её мощность может колебаться от единиц **ватт** до нескольких киловатт
- Фара состоит из источника света, отражателя (рефлектора), **рифлёного** Фара состоит из источника света, отражателя (рефлектора), рифлёного **стекла** Фара состоит из источника света, отражателя (рефлектора), рифлёного стекла (рассеивателя света) и **корпуса** Фара состоит из источника света, отражателя (рефлектора), рифлёного стекла (рассеивателя света) и корпуса с держателем

# ФАРЫ

- Практически любое транспортное средство оборудуется фарами (в случае двух фар они должны располагаться симметрично продольной оси транспортного средства). На многих автомобилях есть противотуманные фары.
- Специальные автомобили имеют фары-искатели, которые могут поворачиваться в различных направлениях (прожектор).
- На тракторах и других рабочих транспортных средствах фары устанавливают также сзади, для возможности наблюдать за прицепными машинами и орудиями.
- Большую популярность на обычных серийных автомобилях у производителей автомобилей набирают фары головного света, использующие в виде источника света сверхяркие светодиоды. Большим плюсом светодиодов является сверхнизкое энергопотребление и очень большой ресурс работы, составляющий от 30000 до 100000 часов. К примеру, у обычной автомобильной галогенной лампы ресурс равен 2000 часов.

# ФАРЫ

## Маркировка автомобильных фар

- На автомобили устанавливают фары с применением следующих типов источников света:
- Лампы накаливания: «С» — ближнего, «R» — дальнего, «CR» — двухрежимного света (ближний и дальний).
- Галогенные лампы накаливания: «НС» — ближнего, «НР» — дальнего, «НСR» — двухрежимного света.
- Газоразрядные лампы: «DC» — ближнего, «DR» — дальнего, «DCR» — двухрежимного света.

# ФАРЫ



# СИСТЕМЫ И ВИДЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ОСВЕЩЕНИЯ

## Системы электрического освещения:

- общее, предназначенное для освещения помещения (или части его) с относительно равномерной освещенностью или для локализованного освещения;
- местное, предназначенное для освещения только рабочих мест (стационарное или переносное);
- комбинированное, представляющее совокупность общего и местного освещения

## Виды освещения:

- рабочее, обеспечивающее надлежащие условия видения при работе. Разновидностью рабочего освещения является охранное освещение, служащее для обеспечения условий видения вдоль границ охраняемой территории;
- аварийное, служащее для временного продолжения работы;

# СИСТЕМЫ И ВИДЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ОСВЕЩЕНИЯ

- Аварийное освещение разделяется на освещение безопасности и эвакуационное
- Освещение безопасности предназначено для продолжения работы при аварийном отключении рабочего освещения в помещениях и на открытых пространствах в случаях, когда отключение рабочего освещения и связанное с этим нарушение нормальной работы персонала может вызвать взрыв, пожар, отравление газами, длительное расстройство технологического процесса, нарушение работы таких объектов, как электростанции, узлы радиопередачи, водоснабжения, теплофикации.

# СИСТЕМЫ И ВИДЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ОСВЕЩЕНИЯ

Эвакуационное освещение предназначено для освещения путей эвакуации и должно применяться:

- в производственных помещениях с постоянной работой персонала, если при отключении рабочего освещения возникнет опасность травматизма из-за продолжения работы оборудования или наличия мест, опасных для прохода людей;
- в производственных помещениях с числом работающих более 50 человек, независимо от признаков, указанных в пункте «а»;
- в основных проходах или на лестницах, служащих для эвакуации людей из производственных или общественных зданий, где работают или пребывают более 50 человек;
- в отдельных непроизводственных помещениях, где одновременно могут находиться более 100 человек (большие аудитории, зрительные залы, красные уголки и т.п.);
- в дошкольных и образовательных учреждениях независимо от числа лиц, пребывающих в здании;
- на лестницах жилых зданий, имеющих более 6 этажей.

# АВАРИЙНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ



# Эвакуационное освещение



# СИСТЕМЫ И ВИДЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ОСВЕЩЕНИЯ

- Светильники рабочего освещения и светильники освещения безопасности в производственных и общественных зданиях и на открытых пространствах должны питаться от **независимых** источников.
- Светильники и световые указатели эвакуационного освещения в производственных зданиях с естественным освещением и в общественных и жилых зданиях должны быть присоединены к сети, **не связанной** с сетью рабочего освещения, начиная от щита подстанций (распределительного пункта освещения) или, при наличии только одного ввода, начиная от вводного распределительного устройства.
- Светильники аварийного освещения должны **отличаться** от светильников рабочего освещения типом или размером, или же на них должны быть нанесены **специальные знаки**.
- Аварийное освещение должно создавать освещенность для эвакуации по линиям основных проходов на уровне пола и на ступенях лестниц не менее 0,5 лк.
- Сеть охранного освещения, как правило, следует выполнять **раздельно** от остальной сети наружного освещения.

# ЗАЗЕМЛЕНИЕ И ЗАНУЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК

- Для защиты людей от поражения электрическим током при повреждении изоляции должна быть применена, по крайней мере, одна из следующих защитных мер: заземление, зануление, защитное отключение, разделяющий трансформатор, малое напряжение, двойная изоляция, выравнивание потенциалов. Основными из них являются заземление, зануление и выравнивание потенциалов.

# ЗАЗЕМЛЕНИЕ И ЗАНУЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК



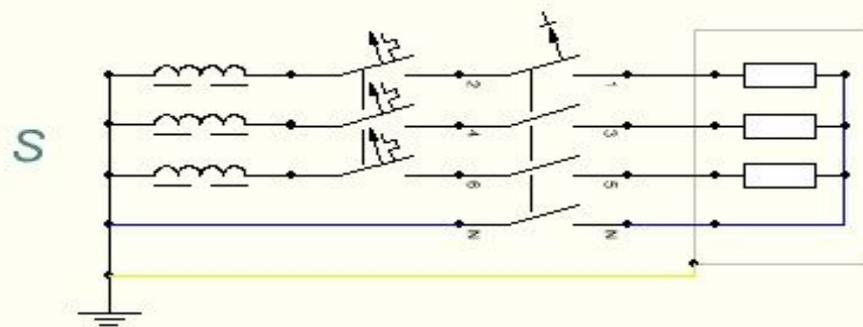
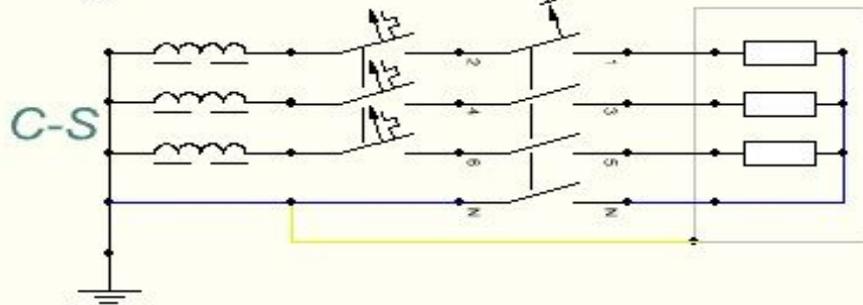
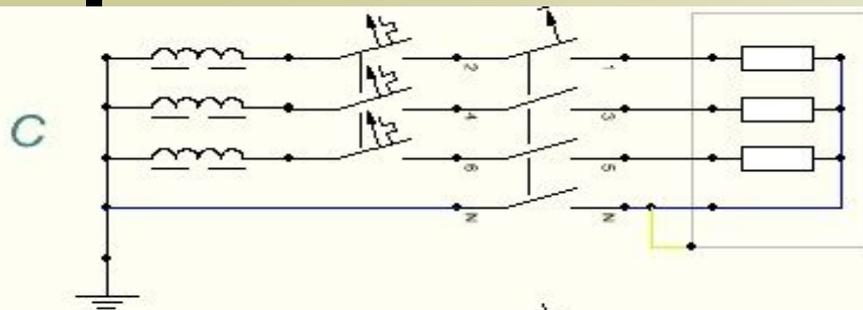
- Заземлением всей установки или ее части называется преднамеренное гальваническое соединение с заземляющим устройством.
- Совокупность заземлителя и заземляющих проводников называется заземляющим устройством.

# ЗАЗЕМЛЕНИЕ И ЗАНУЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК

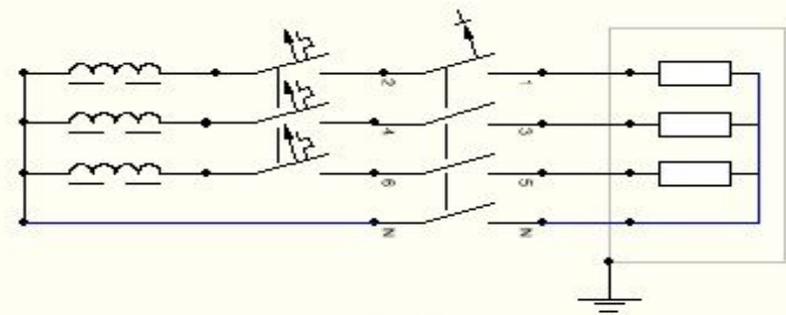
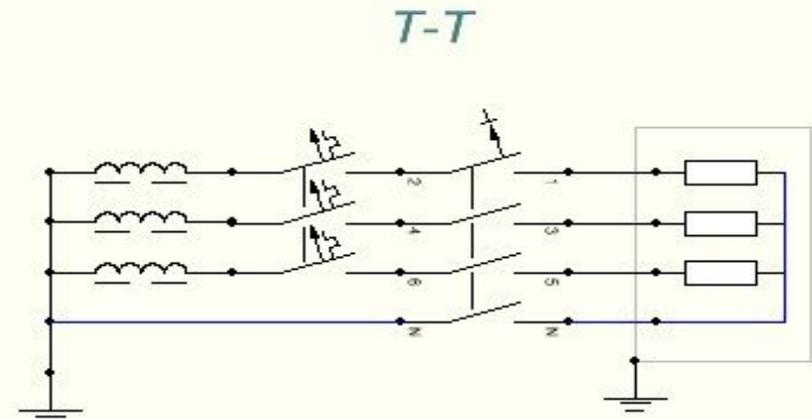
- **Занулением** в электроустановках напряжением до 1000 В называется преднамеренное соединение частей электроустановки, нормально не находящихся под напряжением, с глухозаземленной нейтралью генератора или трансформатора в сетях трехфазного тока, с глухозаземленной средней точкой источника в сетях постоянного тока.
- **Выравнивание потенциала** – метод снижения напряжения прикосновения и шага между точками электрической цепи, к которым возможно одновременное прикосновение или на которых может одновременно стоять человек. Выравнивание потенциала осуществляется электрическим соединением металлических конструкций, находящихся вблизи электроустановки с ее корпусом, а также формированием зоны растекания путем использования специальных заземляющих устройств.

# ЗАЗЕМЛЕНИЕ И ЗАНУЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК

## ВИДЫ ЗАЗЕМЛЕНИЙ



TN



I-T

# ЗАЗЕМЛЕНИЕ И ЗАНУЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК

- Различают сети с изолированной нейтралью, когда нейтраль трансформатора к заземляющему устройству непосредственно не присоединена или присоединена через аппараты с большим сопротивлением (например, через трансформаторы напряжения), и сети с глухим заземлением нейтрали, когда нейтраль трансформатора или генератора присоединена к заземляющему устройству непосредственно или через малое сопротивление (например, через трансформатор тока).
- Токи замыканий на землю при неблагоприятных условиях (горючая среда, обрыв заземляющих проводников или их отсутствие, плохие контакты, искровые промежутки и т.п.) могут вызвать пожар или взрыв. Поэтому заземление и зануление следует рассматривать как средство электробезопасности и пожарной безопасности

# **ЗАЗЕМЛЕНИЕ И ЗАНУЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК**

- **Заземление или зануление применяют во всех случаях при напряжении 380 В (и выше) переменного и 440 В и выше постоянного тока.**
- **В помещениях с повышенной опасностью, особо опасных, в наружных установках эти защитные меры применяют при напряжениях выше 42 В переменного и 110 В постоянного тока.**

# ЗАЗЕМЛЕНИЕ И ЗАНУЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК

- Заземлять или занулять необходимо следующие части электроустановок: корпуса трансформаторов; рамы и приводы выключателей и других коммутационных аппаратов; вторичные обмотки измерительных трансформаторов; каркасы распределительных щитов и щитков, пультов и щитов управления, шкафов с электрооборудованием.
- Зануляют также металлические оболочки и броню кабелей, проводов, металлические кабельные конструкции и муфты, стальные трубы электропроводки, тросы, на которых подвешены провода, кожухи шинопроводов, короба и лотки, арматуру железобетонных опор и проволоочные оттяжки любых опор, а также все другие металлоконструкции, связанные с установкой электрооборудования.



# ЗАЗЕМЛЕНИЕ И ЗАНУЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК

- ПУЭ не требуют заземлять или занулять что-либо в помещениях без повышенной опасности поражения электрическим током, в частности в жилых и общественных помещениях с деревянными или пластиковыми полами, если номинальное напряжение электрооборудования 220 В и ниже. Зануление здесь только повысило бы опасность при случайном прикосновении одновременно к токоведущим частям и к зануленным, т. е. к связанному с землей корпусу электрооборудования.
- Не требуется также занулять в кухнях, ванных комнатах и туалетах квартир металлические корпуса стационарно установленного осветительного электрооборудования и переносных электроприборов и машин мощностью до 1,3 кВт (стиральные и швейные машины, холодильники, утюги и т. п.).

# ЗАЗЕМЛЕНИЕ И ЗАНУЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК

Для заземлений и занулений электроприемников  
рекомендуется применять:

- отдельные жилы кабелей и провода электропроводок (четвертая жила, четвертый и третий провод),
- открыто проложенные проводники, преимущественно стальные; металлические конструкции различного назначения; алюминиевые оболочки кабелей (но не броню).
- Защитными проводниками, в частности, могут служить: металлические конструкции зданий (фермы, колонны и т. п.); металлические конструкции производственного назначения (подкрановые пути, каркасы распределительных устройств, шахты лифтов и подъемников и т. п.); стальные трубы, металлические короба и лотки электропроводов; металлические стационарные открыто положенные трубопроводы всех назначений, кроме трубопроводов для горючих газов и жидкостей, канализации, центрального отопления и бытового водоснабжения. Они могут служить единственными защитными проводниками только в том случае, если удовлетворяют требованиям ПУЭ в отношении сечения или проводимости, а также если обеспечена их непрерывность.

# ЗАЗЕМЛЕНИЕ И ЗАНУЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК

Если естественных заземлителей нет или их использование не дает нужных результатов, применяют *искусственные заземлители* – вертикально забитые стержни (электроды) из круглой или угловой стали из газопроводных (некондиционных) труб, а также горизонтально проложенные стальные полосы или круглую сталь. Стержни из круглой стали для вертикальных заземлителей рекомендуются диаметром 10 мм и длиной 5 м. Применяют также угловую сталь 50 x 50 x 5 мм длиной 3 м. Используются трубы диаметром 50 мм и длиной 2,5 - 3 м. Чтобы уменьшить колебания сопротивлений заземлителей, связанные с изменениями внешней температуры и влажности грунта, их располагают ниже уровня земли на 0,5-0,8 м. Еще меньше подвергаются атмосферным влияниям углубленные заземлители из полосовой или круглой стали, закладываемые на дно котлованов при сооружении фундаментов зданий цехов, подстанций и т.д.

- Горизонтальные полосовые заземлители из полосовой стали шириной 30 - 50 мм и толщиной не менее 4 мм применяют для связи вертикальных заземлителей и в качестве самостоятельных. Рекомендуемая глубина их погружения 0,5 - 0,8 м.

- Перед расчетом заземляющих устройств рекомендуется измерять удельное сопротивление грунта в реальных условиях на площадке, предназначенной для сооружения заземлителя.

# **Электроустановки и электрические сети напряжением до 1000 В**

**Занятие 7: «Переносные  
электроинструменты и  
светильники, ручные  
электрические машины,  
разделительные  
трансформаторы**

# Переносные электроинструменты

- **Классы переносного электроинструмента**
- **0** - электроприемники, имеющие рабочую изоляцию, не имеющие элементов для заземления.
- **I** - электроприемники, имеющие рабочую изоляцию и элемент для заземления. Провод для присоединения к источнику питания должен иметь заземляющую жилу и вилку с заземляющим контактом. Обозначение у заземляющего контакта - **PE** или **белозеленые полосы** или **слово «земля» в кружке**

**При работе с классом I применяются: перчатки, боты, галоши, коврики**

**При подключении инструмента I класса через УЗО электрозащитные средства можно не применять.**

**К работе с переносным инструментом и ручными электрическими машинами I класса в помещениях с повышенной опасностью должен допускаться персонал, имеющий 2 группу по электробезопасности**

# Переносные электроинструменты

- **II** - имеющие двойную или усиленную изоляцию и не имеющие элементов для заземления.  
**Обозначение - двойной квадрат**
- **III** - электроприемники для работы при безопасном сверхнизком напряжении, не имеющие ни внешних, ни внутренних электрических цепей, работающих при другом напряжении. **Обозначение - ромб с III**  
**(Сверхнизкое (малое) напряжение - не превышающее 50 В переменного или 120 В постоянного напряжения.)**

# КЛАССЫ ЭЛЕКТРИФИЦИРОВАННОГО ИНСТРУМЕНТА ПО ТИПУ ЗАЩИТЫ ОТ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ



**I КЛАСС**



**ИМЕЕТ ОСНОВНУЮ ИЗОЛЯЦИЮ  
И ЗАЩИТНЫЙ (ЗАЗЕМЛЯЮЩИЙ) ПРОВОД**



**II КЛАСС**



**ИМЕЕТ ДВОЙНУЮ  
(ОСНОВНУЮ И ДОПОЛНИТЕЛЬНУЮ)  
ИЗОЛЯЦИЮ**

**ЗАЗЕМЛЯТЬ  
ЗАПРЕЩАЕТСЯ**



**III КЛАСС**



**ПИТАНИЕ - БЕЗОПАСНОЕ  
СВЕРХНИЗКОЕ НАПРЯЖЕНИЕ:**



- номинальное напряжение не более 42 В между проводниками и землей



- при трехфазном питании не более 24 В между проводниками и нейтралью

Напряжение холостого хода не превышает соответственно 50 и 29 В

# Правила работы с переносным инструментом

- Класс переносного электроинструмента и ручных электрических машин должен соответствовать категории помещения и условиям производства работ с применением в отдельных случаях электрозащитных средств
- В помещениях с повышенной опасностью и особо опасных переносные электрические светильники должны иметь напряжение не выше **50 В**.
- При работах в особо неблагоприятных условиях (колодцах выключателей, отсеках КРУ, барабанах котлов, металлических резервуарах и т. п.) переносные светильники должны иметь напряжение не выше **12 В**.
- Подключение вспомогательного оборудования (трансформаторов, преобразователей частоты, устройств защитного отключения и т. п.) к электрической сети и отсоединение его от сети должен выполнять электротехнический персонал, имеющий группу III, эксплуатирующий эту электрическую сеть.

# Правила работы с переносным инструментом

Перед началом работ с ручными электрическими машинами, переносными инструментами и светильниками следует:

- определить по паспорту класс машины или инструмента
- проверить комплектность и надежность крепления деталей
- убедиться внешним осмотром в исправности кабеля, его защитной трубки и штепсельной вилки
- проверить четкость работы выключателя
- выполнить (при необходимости) тестирование УЗО
- проверить работу инструмента на холостом ходу
- у машин I класса проверить исправность цепи заземления

# Правила работы с переносным инструментом

- Не допускается использовать в работе ручные электрические машины, переносные электроинструменты и светильники с относящимся к ним вспомогательным оборудованием, имеющие дефекты и не прошедшие периодической проверки (испытания).
- При пользовании электроинструментом, ручными электрическими машинами, переносными светильниками их провода и кабели должны по возможности подвешиваться.
- Непосредственное соприкосновение проводов и кабелей с горячими, влажными и масляными поверхностями или предметами не допускается.
- Не допускается натягивать, перекручивать и перегибать кабель, ставить на него груз, а также допускать пересечение его с тросами, кабелями, шлангами газосварки.
- При обнаружении каких-либо неисправностей работа с ручными электрическими машинами, переносными электроинструментом и светильниками должна быть немедленно прекращена.

# Правила работы с переносным инструментом

- Выдаваемые и используемые в работе ручные электрические машины, переносные электроинструмент и светильники, вспомогательное оборудование должны быть учтены в организации (структурном подразделении), проходить проверку и испытания в сроки и объемах, установленных ГОСТом, техническими условиями на изделия, действующими объемом и нормами испытания электрооборудования и аппаратов электроустановок.
- Для поддержания исправного состояния, проведения периодических испытаний и проверок ручных электрических машин, переносных электроинструмента и светильников, вспомогательного оборудования распоряжением руководителя организации должен быть назначен ответственный работник, имеющий группу III.
- При исчезновении напряжения или перерыве в работе электроинструмент и ручные электрические машины должны отсоединяться от электрической сети.

## Работникам, пользующимся электроинструментом и ручными электрическими машинами, не разрешается

- передавать ручные электрические машины и электроинструмент, хотя бы на непродолжительное время, другим работникам;
- разбирать ручные электрические машины и электроинструмент, производить какой-либо ремонт;
- держаться за провод электрической машины, электроинструмента, касаться вращающихся частей или удалять стружку, опилки до полной остановки инструмента или машины;
- устанавливать рабочую часть в патрон инструмента, машины и изымать ее из патрона, а также регулировать инструмент без отключения его от сети;
- работать с приставных лестниц: для выполнения работ на высоте должны устраиваться прочные леса или подмости;
- вносить внутрь барабанов котлов, металлических резервуаров и т. п. переносные трансформаторы и преобразователи частоты.

**При использовании разделительного трансформатора необходимо руководствоваться следующим:**

- от разделительного трансформатора разрешается питание только одного электроприемника;
- заземление вторичной обмотки разделительного трансформатора не допускается;
- корпус трансформатора в зависимости от режима нейтрали питающей электрической сети должен быть заземлен или занулен. В этом случае заземление корпуса электроприемника, присоединенного к разделительному трансформатору, не требуется.

# Характерные неисправности электроинструмента

- повреждение штепсельного соединения, кабеля или его защитной трубки
- повреждение крышки щеткодержателя
- нечеткая работа выключателя
- искрение щеток на коллекторе, сопровождающееся появлением кругового огня на поверхности
- вытекание смазки из редуктора
- появление дыма или запаха горячей изоляции
- появление повышенного шума, стука или вибрации

# Правила работы с переносным инструментом

- Для поддержания исправного состояния, проведения периодических проверок переносных и передвижных электроприемников распоряжением руководителя потребителя должен быть назначен ответственный работник, имеющий 3 группу по электробезопасности. Работник должен вести журнал регистрации, инвентарного учета, периодической проверки и ремонта переносных передвижных электроприемников.
- Периодичность проверки переносных и передвижных электроприемников, вспомогательного оборудования к ним - не реже 1 раза в 6 мес. Результаты проверки отражают в журнале регистрации, инвентарного учета, периодической проверки и ремонта переносных передвижных электроприемников.

# Правила работы с переносным инструментом

В периодическую проверку входит:

- внешний осмотр
- проверка работы на холостом ходу в течение не менее 5 минут
- измерение сопротивления изоляции
- проверка исправности цепи заземления

Ремонт переносных электроприемников должен проводиться специализированной организацией, после ремонта эл приемники должны быть подвергнуты испытаниям (повышенным напряжением промышленной частоты: для инструмента мощностью до 1 кВт - 900 В, более 1 кВт - 1350 В в течение 1 мин)

# [ КОНЕЦ ЗАНЯТИЯ ]

Презентация рассмотрена на заседании  
цикла специальных дисциплин

Протокол № \_\_\_\_\_

от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.