МИНИCТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ**

**ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

(ДГТУ)

**В.Н. Черкасов, В.И. Зыков, А.Н. Петренко, В.Е. Мереняшев**

**ЛЕКЦИЯ № 1**

**ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**«Пожарная безопасность электроустановок»**

Специальность 20.05.01 «Пожарная безопасность»

Ростов-на-Дону

2022

**Учебные вопросы**

**1.Общие сведения об электроснабжении и электроустановках (ЭУ).**

**2. Общие сведения по проводам и кабелям.**

**Учебный вопрос №1: Общие сведения об электроснабжении и электроустановках (ЭУ)**

**Электроустановками называется** – совокупность машин, аппаратов, линий электропередачи 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.

**Электротехническое устройство** – устройство, в котором при работе его в соответствие с назначением производится, преобразуется, передается, распределяется или потребляется электрическая энергия.

**Электрооборудование** – совокупность электротехнических устройств и (или) изделий.

Электроустановки по условиям электробезопасности разделяются на электроустановки до 1 кВ и электроустановки выше 1 кВ (по действующему значению напряжения). **Статистика пожаров от электроустановок и причины пожароопасных отказов и загораний в электротехнических устройствах**

**Наиболее часто пожары от электротехнических устройств возникают** при их эксплуатации от таких пожароопасных явлений, как: короткие замыкания (КЗ), перегрузки и большие переходные сопротивления в местах соединений, ответвлений и подключений к клеммным устройствам потребителей.

**Электротехнические устройства можно объединить в группы по наиболее существенным признакам:** конструктивному исполнению, электрическим характеристикам, функциональному назначению. **Шесть основных групп** электроустановок охватывают практически все многообразие применяемых на практике электротехнических устройств. Это провода и кабели, электродвигатели; генераторы и трансформаторы; осветительная аппаратура, распределительные устройства, электрические аппараты пуска, переключения, управления и защиты; электронагревательные приборы, аппараты, установки; электронная аппаратура и ЭВМ.

**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, электроосветительные электротермические, электросварочные, и другие – потребляющие электрическую энергию электроприемники.

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 до 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, угрозу безопасности государства, повредить оборудование, привести к массовому браку продукции, а также к трудновосстанавливаемым нарушениям технологического процесса. Электроприемники этой категории должны питаться, по меньшей мере, от двух независимых источников, и обрыв питания допускается только на время автоматического переключения с основного вида на резервный.

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

Примерная схема электроснабжения объекта с электроприемниками особой группы приведена на рис. 1.1.

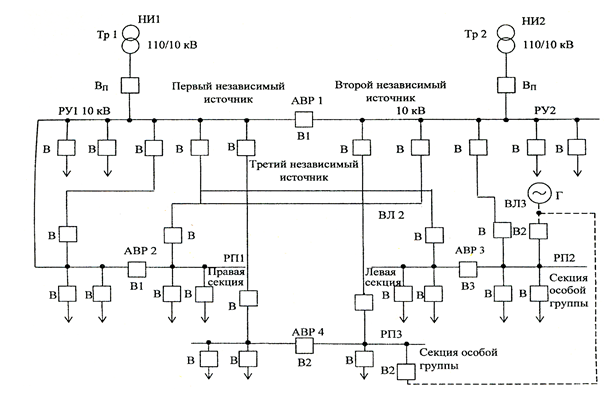


Рис. 1.1. Принципиальная схема электроснабжения объекта с потребителями

особой группы I категории

Подстанции глубокого ввода (ПГВ) питаются от двух независимых источников (НИ1) и (НИ2) – трансформаторов Тр1 и Тр2 110/10 кВ. Электроэнергия для дальнейшего распределения между потребителями поступает от указанных источников питания соответственно на распределительные устройства (РУ1) и (РУ2) напряжением 10 кВ. Шины РУ1 и РУ2 электрически могут быть связаны устройством автоматического включения резерва (АВР1) посредством масляного выключателя В1, который в нормальном режиме работы схемы находится в положении «выключено». Распределительные устройства ПГВ питают распределительные пункты РП1, РП2, РП3. Распределительные пункты РП2 и РП3 имеют секции электроснабжения потребителей особой группы. Для надежного электроснабжения потребителей особой группы в данной схеме применено многоступенчатое резервирование.

При отказе одного из двух независимых источников питания (НИ1 и НИ2) срабатывают устройства электрической защиты, аварийная цепь отключается выключателем Вп. Далее срабатывает устройство АВР1 и электрически соединяет шины РУ1 и РУ2 посредством включения выключателя В1. При полной потере питания от двух независимых источников НИ1 и НИ2 подстанцией глубокого ввода аварийное электроснабжение секций особой группы РП2 и РП3 после отключения поврежденных участков осуществляется вводом резервного источника питания Г, который находится в «горячем» резерве (включаются выключатели В2).

К ***электроприемникам II категории*** относятся такие потребители, перерыв питания которых приводит к резкому снижению выпуска продукции, длительным простоям механизмов, транспорта.

Эти электроприемники можно питать от одной воздушной линии электропередач напряжением 6 кВ и выше, осуществляя резервирование на пониженном напряжении, а также от одного трансформатора, если есть централизованное резервирование трансформаторов на складе внутри объекта или на небольшом расстоянии от него

**К электроприемникам III** категории относятся все остальные потребители.

Основным элементом схемы электроснабжения являются электрические сети, которые по конфигурации разделяются на разомкнутые и замкнутые. Разомкнутые электрические сети делятся на радиальные и магистральные (рис. 1.2); замкнутые электрические сети – на двусторонние, кольцевые, двойные магистральные, сложнозамкнутые (рис. 1.3).

.

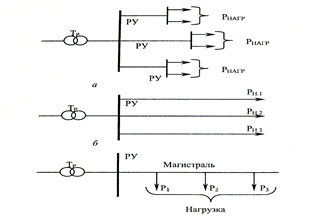


Рис. 1.2. Конфигурация разомкнутых электрических сетей:

а - распределенная радиальная; б - сосредоточенная радиальная; в – магистральная

Магистральной сетью называется схема питания нескольких главных или цеховых подстанций от одной магистрали с общим отключающим аппаратом со стороны питания. Магистральные сети осуществляют дробление подстанций наиболее экономичным образом, особенно при применении в качестве магистралей линий электропередачи или токопроводов.

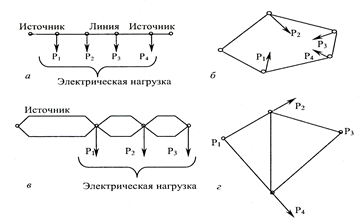


Рис. 1.3. Конфигурация замкнутых электрических сетей:

а –двухсторонняя; б -кольцевая; в – двойная магистральная; г - сложнозамкнутая

Радиальные сети (см. рис. 1.2а, б) могут применяться в случаях, когда магистральные сети не дают экономического эффекта или не удовлетворяют заданнным требованиям, например, при питании:

крупных сосредоточенных нагрузок, в частности, если питание производится кабельными линиями или линиями, пропускная способность которых недостаточна для одновременного питания нескольких подстанций;

средних и крупных обособленных нагрузок;

ударных и резко колеблющихся нагрузок (электропечных подстанций, прокатных станов и т.п.).

Радиальные сети обладают большей гибкостью и удобством в эксплуатации, поскольку место повреждения может быть обнаружено быстрее и проще.

Радиальные сети бывают одноступенчатые, когда территория предприятия невелика и распределяемая мощность также мала, двухступенчатые, когда применяются промежуточные распределительные пункты, питающие радиальные сети другой ступени. В таком случае освобождаются более крупные подстанции, например: главные понизительные подстанции (ГПП), от большего числа присоединений.

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 [1].

**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 до 1 кВ 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

**Вопрос№ 2: Общие сведения по проводам и кабелям**

Для передачи электрической энергии непосредственно к потребителям широко используются провода и кабели.

**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.

На рис. 1.4 приведены конструкции силовых электрических кабелей.

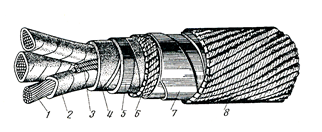


Рис. 1.4. Конструкция силового электрического кабеля:

1 - токоведущая жила; 2 - фазная изоляция (бумага, пропитанная маслом, или теплостойкая резина); 3 - джутовый заполнитель;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

Провода и кабели маркируются в зависимости от того, из каких металлов выполнены токоведущие жилы. В обозначении маркировки первая буква «А» означает, что токопроводящая жила алюминиевая (например, АВВГ). Если маркировка начинается с другой буквы (например, ВВГ), то это означает, что жила у кабеля медная.

Изоляция у проводов и кабелей может быть из резины (знак «Р»), ПВХ пластикатов разных марок (знак «В»), полиэтилена (знак «П»). У кабелей старых марок изоляция может быть из специальной кабельной бумаги, пропитанной маслами и смолами. В этом случае знак, обозначающий материал изоляции отсутствует и это подтверждает, что изоляция из кабельной бумаги.

Если для примера расшифровать маркировку кабелей марок ВВГ, ВВБ, ВВБГ и КВВГ, то данную маркировку следует понимать следующим образом:

- отсутствие буквы «А» на первом месте означает, что жила кабеля медная;

- первая буква «В» означает, что изоляция из ПВХ пластиката;

- вторая буква «В» означает, что защитная оболочка тоже из ПВХ пластиката;

- буква «Г» означает, что кабель голый, т.е. других защитных покровов нет;

- буква «Б» означает, что кабель бронированный, т.е. поверху защитной оболочки наложена броня из стальной ленты;

- буква «Г» после буквы «Б» означает, что на броне отсутствует защитный покров, например, из джута, пропитанного маслами и смолами.

У кабеля марки АВВГ, буква «А» указывает на то, что жила алюминиевая. А у кабеля марки КАВВГ или КВВГ, КАВВБГ буква «К» означает, что этот кабель контрольный и, как правило, многожильный.

Максимально допустимый ток нагрузки Iдоп на провода и кабели зависит от многих факторов, например, от сечения жилы; марки; способа прокладки, температуры среды и др. Величина Iдоп определяется по табличкам в ПУЭ [4]. В ряде случаев в каталожных данных на современные кабельные изделия такие таблицы приводятся на серии конкретных марок кабелей.

Для питания электроэнергией мощных потребителей в «тяжелых» условиях и средах, как правило, используются кабели.

по условиям пожаро- и взрывобезопасности [1, 2, 4, 6] во взывооопасных зонах 0, 1 и 2 должны использоваться провода и кабели только с медными жилами. Во взрывоопасных зонах остальных классов допускается применять провода и кабели с алюминиевыми жилами в том случае, если соединения и оконцевания производятся пайкой, сваркой или опрессовкой и если у машин, аппаратов и приборов есть вводные устройства и контактные зажимы, предназначенные для присоединения проводов и кабелей с алюминиевыми жилами.

Провода и кабели должны иметь изоляцию, соответствующую напряжению сети, а защитные оболочки – условиям и способу прокладки. В пожаро- и взрывоопасных зонах изоляция провода и кабеля должна соответствовать номинальному напряжению сети, но быть не ниже 660 В.

Во взрывоопасных зонах всех классов допускается применение проводов и кабелей с резиновой, полихлорвиниловой и бумажной изоляцией. В пожароопасных зонах для электропроводок рекомендуется применять провода и кабели (бронированные и небронированные) с алюминиевыми и медными жилами, оболочками и покровами из материалов, не поддерживающих горения. Применение проводов и кабелей с полиэтиленовой изоляцией и оболочкой запрещается в пожаро- и взрывоопасных зонах всех классов.

Применение кабелей из сшитого полиэтилена и этиленпропиленовой резины, не имеющих индекса «НГ», не допускаются.

Современные кабельные изделия имеют сложное устройство и маркировку. Для примера рассмотрим конструкцию и маркировку одного из кабелей марки ПвБбШнг на 1000 В (см. рис. 1.5) – силовой кабель с медными жилами, с изоляцией – из силанольносшитого полиэтилена с защитным покровом типа БбШв (пониженной горючести).

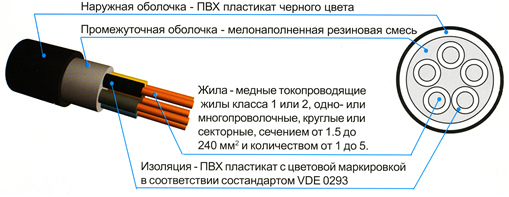


Рис. 1.5. Конструктивные особенности силового электрического кабеля

пониженной горючести

Конструкция кабельного изделия включает в себя следующие элементы:

1. Токопроводящая жила – медная, однопроволочная или многопроволочная, круглой или секторной формы;

2. Изоляция – из силанольносшитого полиэтилена (изолированные многожильные кабели имеют отличительную расцветку, причем изоляция нулевых жил выполняется голубого цвета);

3. Скрутка – изолированные жилы кабеля скручены; кабели выполняются четырехжильными и имеют все жилы одинакового сечения или одну жилу меньшего сечения (нулевую). Номинальные сечения нулевых жил (меньшего сечения) зависит от сечения фазной жилы (например, 6/4, 10/6, 16/10, 25/16, 35/16, 50/25, 70/35 и т.д.);

4. Внутренняя оболочка – накладывается поверх скрученных жил из мелонаполненнойневулканизированной резиновой смеси с заполнением промежутков между жилами;

5. Поясная изоляция – в кабелях с защитным покровом типа ВбШввыпрессована из ПВХ пластиката или материала изоляции, или другого равноценного материала;

6. Защитный покров – типа ВбШв состоит: броня из двух стальных лент, наложенных таким образом, чтобы верхняя лента перекрывала зазоры между витками нижней ленты; защитный шланг, выпрессованный из ПВХ пластиката, в кабелях марки ПвБбШнг из ПВХ пластиката пониженной горючести. Такие кабели применяются для грунтовой прокладки в кабельных сооружениях. Срок службы таких кабелей 30 лет.

Требования пожарной безопасности к электропроводкам, как результат многолетних исследований и нормативных обобщений, приводятся в монографии [5], где подробно рассмотрены: нормативные требования; рекомендации по выбору, выполнению и применению электропроводок; преимущественные области применения кабельных изделий в зависимости от показателей их пожарной безопасности, а также приводятся примеры основных типов кабелей нового поколения с улучшенными противопожарными свойствами.