


Утверждаю
и. о. заместителя директора
по УПР ГПОУ «ПК»
 Кокухина К. Н.
«15» 01 2025 года



МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
для обучающихся по выполнению практических работ
по дисциплине
ОП.06 «Электробезопасность»
по профессии
13.01.10 «Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования
(по отраслям)»

Методические указания разработаны на основе ФГОС по профессии 13.01.10 «Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования (по отраслям)».

Организация-разработчик: ГПОУ «Приаргунский государственный колледж»

Разработчик: Лопатина В.А. преподаватель

Рассмотрено
на заседании предметно-цикловой комиссии сельскохозяйственно-технологического
профиля

Протокол № 5 от « 15 » 01 2025 г.

Председатель ПЦК Лопатина Лопатина В.А.

Содержание

Тематическое планирование.....	4
Практическая работа №1.....	5
Практическая работа № 2.....	9
Практическая работа № 3.....	24
Практическая работа № 4.....	34
Практическая работа № 5.....	61
Практическая работа № 6.....	69
Литература.....	76

Тематическое планирование

Тема	Название практической работы	Количество часов
Тема 1.1. Система электробезопасности	Практическая работа №1 «Статистика электротравматизма. Бытовой электротравматизм.»	2
Тема 1.2. Основные методы защиты от поражения электрическим током	Практическая работа №2 «Меры по ограничению длительности воздействия электрического тока на организм человека. Меры, позволяющие снизить ток через тело человека до безопасного значения. Выравнивание и уравнивание потенциалов.»	2
Тема 1.3. Защитное отключение — УЗО	Практическая работа №3 Применение различных видов УЗО. Технические параметры типовых УЗО, проектирование электроустановок с применением УЗО. Основные нормируемые параметры УЗО.	2
Тема 1.4. Защита от перенапряжений	Практическая работа № 4 «Устройства защиты от импульсных перенапряжений. Защита зданий и сооружений любого назначения от импульсных перенапряжений», «Зоны молниезащиты прямого и непрямого воздействия молнии. Трехступенчатая схема включения защитных устройств», «Выбор типа применяемых УЗИП и схемы их установки. Параметры защитных устройств. Ограничитель перенапряжений АСТРО*ОПН-12/0,4.»	2
Тема 1.5. Противопожарная защита	Практическое занятие № 5 «Методы тушения электроустановок. Средства используемые для тушения возгораний электроустановок. Виды огнетушителей.»	2
Тема 1.6 Приемы оказания первой помощи при электропоражении	Практическая работа № 6 «Освобождение человека от действия электрического тока.» Порядок оказания доврачебной помощи при поражении электрическим током.»	4
		14

Каждая практическая работа выполняется индивидуально каждым студентом и оценивается преподавателем.

Оценка *«отлично»* выставляется, если работа выполнена самостоятельно, все задания выполнены качественно. Отчет по работе сдан в срок.

Оценка *«хорошо»* выставляется, если работа выполнена самостоятельно, все задания выполнены. Отчет по работе сдан в срок.

Оценка *«удовлетворительно»* выставляется, если работа выполнена. Отчет сдан.

Практическая работа №1

Тема: Изучить статистику электротравматизма, бытового травматизма.

Цель работы: Провести анализ электротравматизма, бытового травматизма. Выявить причины и последствия электротравматизма, бытового травматизма. Закрепить теоретические знания и умения по теме. особенности электрического тока как повреждающего фактора; наиболее частые причины электротравм; факторы, определяющие тяжесть электротравмы. Обучающийся должен знать основные понятия и причины электротравматизма.

Форма работы - индивидуальная.

Характер работы - частично-поисковый.

Краткие теоретические и справочно-информационные материалы по теме:

Количество электротравм

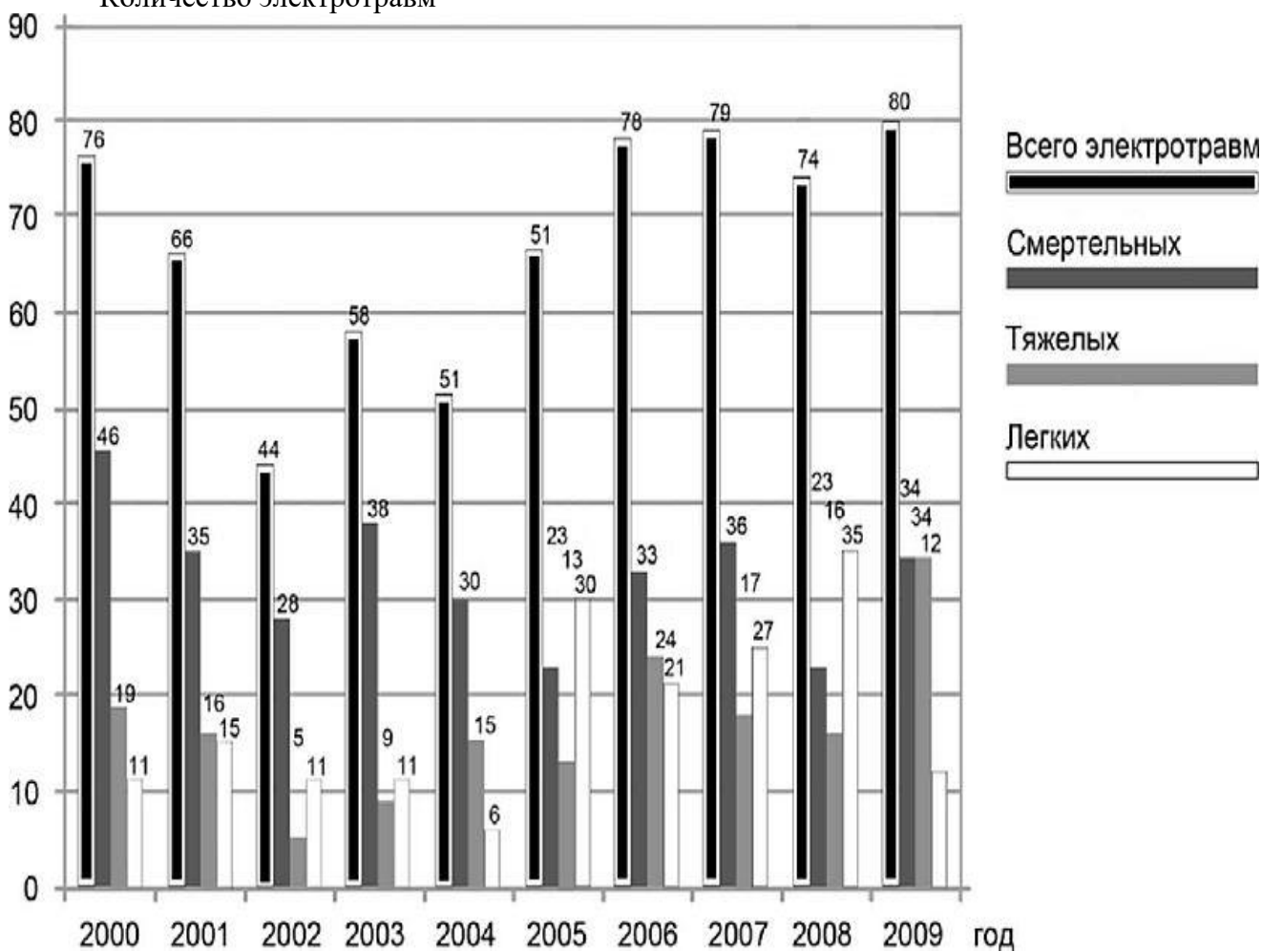
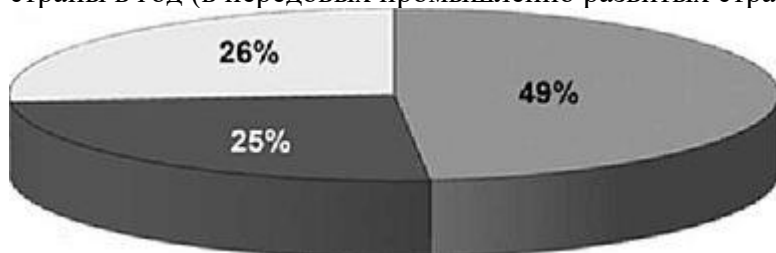


Рис. 1.4. Статистика электротравматизма в РФ, 2000-2009 гг.

Существует печальная статистика электротравматизма. В среднем электротравмы составляют 2% от общего числа травм, 12... 13% — смертельные электротравмы от общего числа смертельных случаев. Принято исчислять электротравматизм в расчете на 1 млн. жителей.

В России этот показатель составляет 8,8 смертельных электротравм на 1 млн. жителей страны в год (в передовых промышленно развитых странах — не более 2).



всего 671 электротравма
Смертельных »Тяжелых ?Легких

Рис. 1.5. Статистика электротравматизма за последние 10 лет

За предыдущее десятилетие почти половина (49%) несчастных случаев (рис. 1.4), связанных с электротравматизмом, привела к летальному исходу, а еще четверть (25%) — к тяжелым последствиям [27].

В последние годы наблюдается снижение количества погибших в результате электротравм с одновременным увеличением долей случаев с легкими и тяжелыми последствиями после воздействия тока на организм человека (рис. 1.5).

К наиболее неблагоприятным отраслям относятся: легкая промышленность, где электротравматизм составляет 17% от числа смертельных несчастных случаев, электротехническая промышленность — 14%, химическая — 12%, строительство, сельское хозяйство — по 40%, бытовые — примерно 40%.

Бытовой электротравматизм

К бытовому электротравматизму относятся все травмы, связанные с током, происходящие в быту, то есть в домовых, квартирных и коммунальных сетях.



Рис. 1.6. Опасные ситуации поражения током в бытовой сфере

Большинство бытовых электротравм связано с повреждением электропроводки, неправильным обращением с электроприборами (по неосведомленности или небрежности) и отсутствием надзора за детьми.

Причины возникновения электротравм:

1. Причины бытового электротравматизма кроются в существенных недостатках изоляции проводов переносного электрооборудования, в эксплуатации устаревших по конструкции штепсельных розеток и вилок, в продаже населению электрооборудования, неудачного по своей конструкции и обладающего недостаточно прочной электроизоляцией, наконец, в производстве ремонта сложного электрооборудования неквалифицированными работниками. Последнее, прежде всего, относится к кустарному ремонту телевизоров, радиоприемников, стиральных машин

2. Особенности электрического тока как повреждающего фактора

3. Бурное развитие электроэнергетики и широкое использование электричества в промышленности, сельском хозяйстве, на транспорте, в быту, в медицине определило проблему электротравматизма как весьма актуальную, что обуславливается тяжестью поражения и часто возникающей после этого инвалидностью. Несмотря на достижения по технике безопасности в области электроэнергетики электротравматизм имеет место. И хотя повреждения электрическим током составляет 2-2,5% прочих травм, по количеству летальных исходов и инвалидности они занимают одно из первых мест. Современные сведения об условиях поражения током и

патологии электротравм основываются на анамнезе несчастных случаев и опытов на животных. (Ажибаев К.А., Вигдорчик Н.А., Еллинек С., Каплан Н.Д., Френкель Г.Л. и др.).

4. Электрический ток, как причина травм отличается рядом особенностей, которые определяют его опасность как повреждающего фактора:

5. электрический ток незрим, не имеет ни запаха, ни цвета, действует бесшумно, а поэтому не обнаруживается органами чувств до начала его действия на организм.

6. электрическая энергия обладает способностью превращаться в другие виды энергии, ток вызывает механические, химические, термические поражения, а также оказывает биологический эффект;

7. невозможно без специальных приборов определить наличие напряжения в проводниках, а также пока электричество не превратится в иной вид энергии или пока человек не подвергнется действию тока;

8. электрический ток при определенных условиях может оказывать повреждающее действие не только при непосредственном соприкосновении с ним, но и через предметы, которые человек держит в руках и даже на расстоянии; разрядом через воздух и через землю (например, при падении провода высоковольтной сети на землю).

9. ток повреждает ткани не только в месте его входа и выхода, но и на всем пути прохождения через тело человека;

10. при действии электрического тока может наблюдаться несоответствие между тяжестью поражения и длительностью его воздействия, и даже случайное точечное прикосновение к токоведущей части электрической установки за долю секунды может вызвать значительные повреждения;

11. источником поражения могут быть даже предметы, никакого отношения к электрической установке не имеющие, даже сами пострадавшие пока они соприкасаются с проводником тока для тех, кто оказывает им помощь;

12. иногда даже сами средства электрозащиты – неискровые защитные, ограждающие, заземляющие приспособления могут стать источником повреждения;

13. защищаться от влияния электрического тока, обеспечивать его изоляцию следует не только со стороны электрического источника, но и со стороны земли и заземленных предметов.

Наиболее частые причины электротравм: (э)

1.а) на установках сильных токов высокого и низкого (до 250 в) напряжения и при прохождении электрического тока через токоведущие части (провода, трансформаторы, двигатели, находящиеся под напряжением);

2. несовершенство, неисправность защитных приспособлений, ограждений, изоляции, нарушение правил (мер) предосторожности;

3. неосторожность, небрежность, случайность;

4. неопытность, неосведомленность;

5. доступность электроустановок, отсутствие надзора за ними;

6. шалость, озорство;

7. самоубийство, убийство;

8. б) через временно выключенные из сети токоведущие части при:

9. неприятии всех мер к выключению из сети;

10. несогласованности в действиях (преждевременном включении тока);

11. в) через части установок и предметы, обычно не находящиеся под напряжением и не требующие мер предосторожности при:

12. повреждении изоляции;

13. прямом соприкосновении или соприкосновении через рот или иной проводник;

14. искровых разрядах;

15. блуждающих токах;

16. умышленном соединении с токоведущей частью предметов, не имеющих отношения к электросети, в целях охраны и защиты, в случае хулиганства, в целях убийства;

17. на установках слабых токов (телефон, телеграф) при:

18. разряде в них атмосферного электричества (удар молнии);

19. соприкосновении с проводами высокого напряжения или сильного тока;

20. индукции искрового разряда и проводов высокого напряжения и др.

Классификация электротравм:

1. Связанные с такими нарушениями нормальной работы электроустановок, при которых возникает электрическая цепь через тело человека;

2. При которых не возникает электрической цепи через тело человека (ожоги, падение с переломами);

3. Смешанные, при которых пострадавший испытывает перечисленные виды поражений одновременно.

4. Эта классификация позволяет выявить возможные очаги и причины поражения электротоком, электротравматизм (Э), возникающие и повторяющиеся у некоторых групп населения в аналогичных трудовых, бытовых, спортивных и других условиях и ситуациях).

Общая характеристика электротравмы:

1. Травма, вызванная воздействием на организм электрического тока, характеризующаяся нарушением анатомических соотношений и функций тканей и органов, проявляющаяся местной и общей реакцией организма. Э. может произойти: а) при непосредственном контакте тела с источником электрического тока; б) при дуговом контакте, когда человек находится в непосредственной близости от источника, но его не касается (рис. 1); в) при поражении вольтовой дугой; г) от «шагового напряжения». Напряжение шага или «шаговое напряжение» – разность потенциалов, находящихся друг от друга на расстоянии шага (0,8 м). Оно возникает на ограниченном участке земли ("электрический кратер"), по которому растекается электрический ток. Поражение в этом случае происходит, когда ноги человека касаются двух точек земли, имеющих различные электропотенциалы; оно возникает в случае, если на землю падает высоковольтный провод, при заземлении неисправного электрооборудования, разряде молнии на землю и др. Разность потенциалов будет тем больше, чем шире шаг (рис. 2).

2. Определенную опасность для человека могут представлять разряды от электрических органов некоторых крупных рыб. Электрические органы – парные образования, способные генерировать электрические разряды; служат для защиты, нападения, внутривидовой сигнализации и ориентации в пространстве. Развились в процессе эволюции. Разность потенциалов развиваемая на концах электрических органов может достигать 1200 В (электрический угорь), а мощность разряда в импульсе от 1 до 6 кВт. Разряды излучаются сериями залпов, форма, продолжительность и последовательность которых зависят от степени возбуждения и вида рыбы. Величина напряжения в разряде колеблется от 20 (электрические скаты) до 600 В (электрические угри), сила тока от 0,1 (электрический сом) до 50 А (электрические скаты). Рыбы, обладающие электрическими органами, переносят без вреда напряжения, которые убивают рыб, не имеющих электрических органов (электрический угорь – до 220 В).

3. Степень воздействия электрического тока на организм и тяжесть поражения им определяются: 1) физическими параметрами тока; 2) состоянием организма в момент поражения; 3) особенностями окружающей среды.

Контрольные вопросы:

4. Особенности электрического тока как повреждающего фактора.

5. Наиболее частые причины электротравм.

6. Факторы, влияющие на тяжесть электротравм: значение физических параметров электрического тока, реактивности организма, роль окружающей среды.

7. Механизм действия электрического тока. Специфическое и неспецифическое действие тока.

8. Механизмы нарушений функций при электротравме. Местные и общие явления при электротравме.

9. Причины смерти при электротравме. Сердечная, дыхательная, смешанная формы смерти, смерть от электрического шока.

10. Понятие «мнимой» смерти при электротравме.

11. Отдаленные последствия электротравмы.

12. Хронические электротравмы.

Практическая работа № 2

«Меры по ограничению длительности воздействия электрического тока на организм человека. Меры, позволяющие снизить ток через тело человека до безопасного значения. Выравнивание и уравнивание потенциалов.» **Цель работы:** Выполнение расчета координат центра тяжести простых и сложных плоских фигур аналитически и определение центра тяжести сложной фигуры методом подвешивания.

Теоретический материал

Электрозащитные меры

Классификация способов и средств электрозащиты

Защитные меры, в зависимости от трех сомножителей выражения (2.3), определяющего вероятность поражения Ph , делятся на три основных категории.

1. Организационные меры защиты (для квалифицированного персонала), определяющие $P(C)$ и снижающие вероятность прикосновения человека к проводящим частям электроустановки:

- инструктажи, обучение;
- соблюдение правил техники безопасности, инструкций;
- оформление работ нарядом-допуском, распоряжением или перечнем работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации;
- допуск к работе; надзор во время выполнения работы;
- оформление перерывов и переводов на новое рабочее место по окончании работ.

2. Организационно-технические меры, определяющие $P(D)$ и снижающие вероятность появления на проводящих частях электроустановки напряжения:

- подготовка рабочих мест, изоляция и ограждение токоведущих частей электрооборудования;
- применение блокировок;
- безопасные режимы работы сети, защитные средства;
- предупредительные плакаты, сигнализация;
- защитная изоляция, изолирование рабочего места;
- установка переносных заземлителей и др.

3. Технические меры защиты, определяющие $P(B/A)$ и снижающие вероятность того, что количество электричества (т. е. ток и длительность его протекания), проходящее через тело человека, превысит допустимое значение:

- автоматическое отключение питания (защитное зануление, защитное отключение);
- защитное заземление;
- уравнивание потенциалов;
- выравнивание потенциалов;
- двойная изоляция, изолирование рабочего места;
- сверхнизкое (малое) напряжение;
- защитное электрическое разделение сетей;
- контроль, профилактика изоляции, обнаружение ее повреждений, защита от замыканий на землю;
- защита от перехода напряжения с высшей стороны на низшую;
- молниезащита.

Перечисленные способы защиты представляет собой комплекс нормативно-технических документов, регламентированных Правилами устройства электроустановок (ПУЭ) [15].

По принципу реализации защитного действия все существующие технические меры делятся на три основные группы.

1. Меры, обеспечивающие недоступность для человека токоведущих частей электрооборудования.

2. Меры, позволяющие снизить возможное значение тока через тело человека до безопасного значения.

3. Меры, позволяющие ограничить длительность воздействия электрического тока на организм человека.

Эти способы и средства применяют отдельно или в сочетании. В зависимости от напряжения сети, рода тока, режима нейтрали трансформатора, возможных условий включения человека в цепь тока (двухфазное, однофазное

прикосновение к токоведущим частям электроустановки, прикосновение к металлическим нетокоевущим частям, которые могут оказаться под напряжением в аварийной ситуации, попадание под напряжение в зоне растекания тока и т. д.).

Основное правило защиты от поражения электрическим током может быть сформулировано следующим образом:

«Опасные токоведущие части не должны быть доступными, а доступные проводящие части не должны быть опасными:

- в нормальных условиях;
- при наличии неисправности».

Для обеспечения этого в любой электроустановке должны быть предусмотрены три уровня защиты:

- 1) основная защита;
- 2) защита при повреждении изоляции;
- 3) дополнительная защита.

Основная защита обеспечивается посредством исключения контакта между человеком и опасными токоведущими частями. Основная защита должна обеспечивать защиту при прямом и косвенном прикосновении. Некоторые токоведущие части полностью покрыты изоляцией, которая может быть удалена только в результате ее повреждения или разрушения самого защищаемого изделия. В других случаях основная изоляция может быть удалена только с использованием специальных инструментов.

Кроме того, от прямого контакта защищают изолирующие оболочки. В результате повреждения оболочки опасные токоведущие части ста-

новятся доступными для прямого прикосновения. Защита от таких видимых повреждений обеспечивается немедленным ремонтом поврежденного электрооборудования.

При повреждении изоляции должна обеспечиваться защита от поражения электрическим током при косвенном прикосновении.

Защиту при косвенном прикосновении следует выполнять во всех случаях, если напряжение в электроустановке превышает 50 В переменного тока и 120 В постоянного тока.

В помещениях с повышенной опасностью, особо опасных и в наружных установках выполнение защиты при косвенном прикосновении может потребоваться при более низких напряжениях, например, 25 В переменного и 60 В постоянного тока или 12 В переменного и 30 В постоянного тока, при наличии требований соответствующих глав ПУЭ [15].

Защита от прямого прикосновения не требуется, если электрооборудование находится в зоне системы уравнивания потенциалов, а наиболь-

шее рабочее напряжение не превышает 25 В переменного или 60 В постоянного тока в помещениях без повышенной опасности и 6 В переменного или 15 В постоянного тока – во всех случаях. Защита при повреждении изоляции между токоведущими частями,

находящимися под напряжением, и доступными прикосновению открытыми проводящими частями электрооборудования должна быть обеспечена посредством устройства автоматического отключения или с помощью мер защиты.

Защита при повреждении изоляции может включать одну защитную меру или более в сочетании с автоматическим отключением, в том числе – с использованием устройств защиты от сверхтоков и устройств защиты,

реагирующих на дифференциальный ток (УЗО):

- использование PEN-проводника;

- уравнивание потенциалов, в том числе местным защитным заземлением с использованием автоматической защиты для отключения сверхтоков (системы TT или IT);

- выравнивание потенциалов;
- постоянный и периодический контроль изоляции;
- двойная изоляция;
- электрическое разделение сетей (разделяющий трансформатор);
- безопасное сверхнизкое напряжение (БСНН);
- функциональное сверхнизкое напряжение (ФСНН).

- **Дополнительная защита** посредством использования УЗО применяется в качестве третьей и последней защитной меры для распределительных сетей. УЗО с током уставки не более 30 мА предотвращает возникновение фибрилляции сердца в результате протекания электрического тока

- через тело человека. Дополнительная защита должна применяться для переносных приборов, т. е. для сетей, питающихся от штепсельных розеток, или проложенных в помещениях с повышенной опасностью.

- Главная задача дополнительной защиты состоит в обеспечении защиты при случайном непреднамеренном прямом прикосновении к токоведущим частям. Более того, дополнительная защита должна предотвращать смертельные поражения электрическим током и в том случае, когда защитный проводник оборван или неправильно присоединен, а также при повреждении двойной изоляции.

- В электроустановках напряжением до 1 кВ устройство защитного отключения с номинальным током срабатывания, не превышающим 30 мА, рекомендуется применять в качестве дополнительной меры защиты от поражения электрическим током при прямом прикосновении в нормальном режиме работы электроустановки в случае недостаточности одной меры защиты или отказа других. Применение таких устройств не может быть единственной мерой защиты и не исключает необходимость применения

одной из мер основной защиты. Устройства защитного отключения могут применяться только в качестве дополнительной меры защиты от поражения электрическим током в нормальном режиме.

В электрических сетях систем заземления TN-S и TN-C-S устройство

защитного отключения с номинальным током срабатывания, не превышающим 30 мА, может быть применено в качестве основной защиты от поражения электрическим током при косвенном прикосновении. Такие случаи могут иметь место, когда электрическая сеть содержит оборудование с недостаточной изоляцией относительно сети с более высоким напряжением (реле, дистанционные переключатели, контакторы и т. п.).

Защита от прямого прикосновения должна быть обеспечена ограждениями и оболочками или изоляцией, соответствующей минимальному испытательному напряжению, требуемому для первичной цепи.

Если изоляция не выдерживает указанного напряжения, она должна быть усилена в процессе монтажа электрооборудования так, чтобы вы-

держивать испытательное напряжение 1,5 кВ переменного тока (действующее значение) в течение 1 мин.

Уравнивание потенциалов, Меры по ограничению длительности воздействия электрического тока на организм человека. Защитное зануление. Защитное отключение

Важное значение для обеспечения условий электробезопасности в конкретной электроустановке имеет выполнение системы уравнивания потенциалов. Правила выполнения системы уравнивания потенциалов определены стандартом ГОСТ Р 50571.3-94 (МЭК 264-4-41-92) [20] и п. п. 1.7.82, 1.7.82, 7.1.87, 7.1.88 ПУЭ 7-го изд. [17]. Эти правила предусматривают подсоединение всех подлежащих заземлению проводников к общей шине (рисунок 1).

К ЕМКОСТИ С КАТОДНОЙ ЗАЩИТОЙ ВОДОПРОВОД

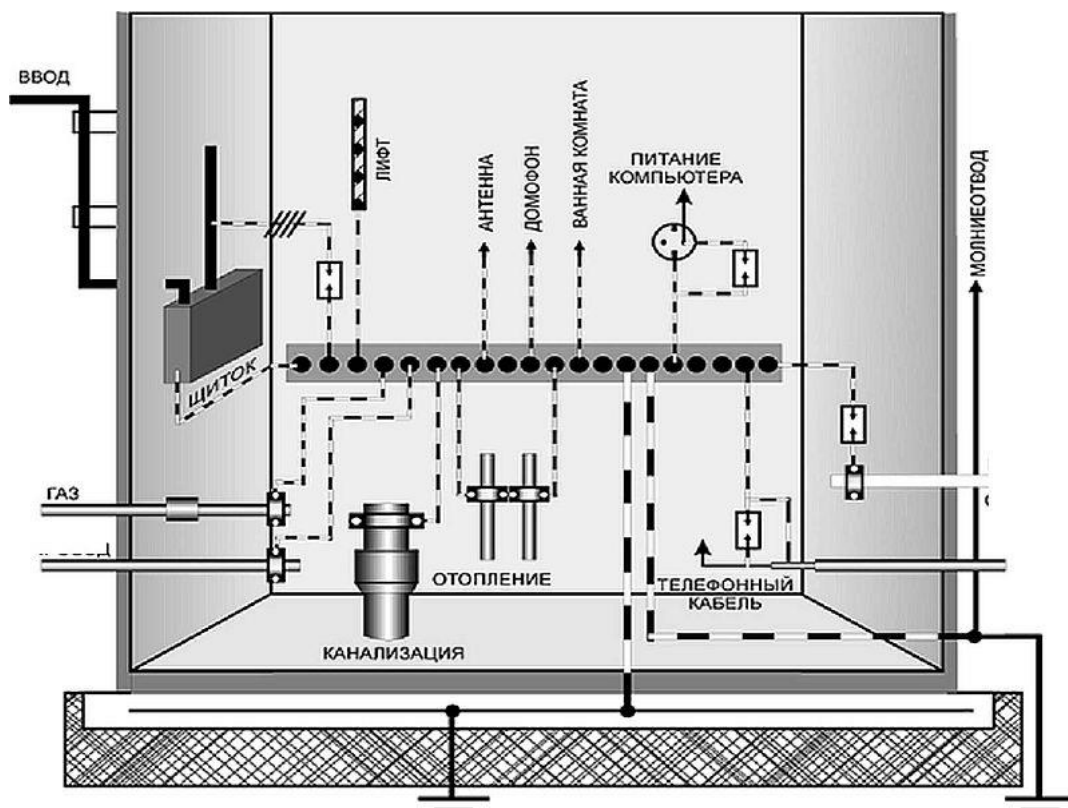


Рисунок 1- Пример выполнения системы уравнивания потенциалов

Такое решение позволяет избежать протекания различных непредсказуемых циркулирующих токов в системе заземления, вызывающих возникновение разности потенциалов на отдельных элементах электроустановки.

На рисунке 2 приведен пример выполнения системы уравнивания потенциалов в электроустановке жилого дома.

Водонагреватель

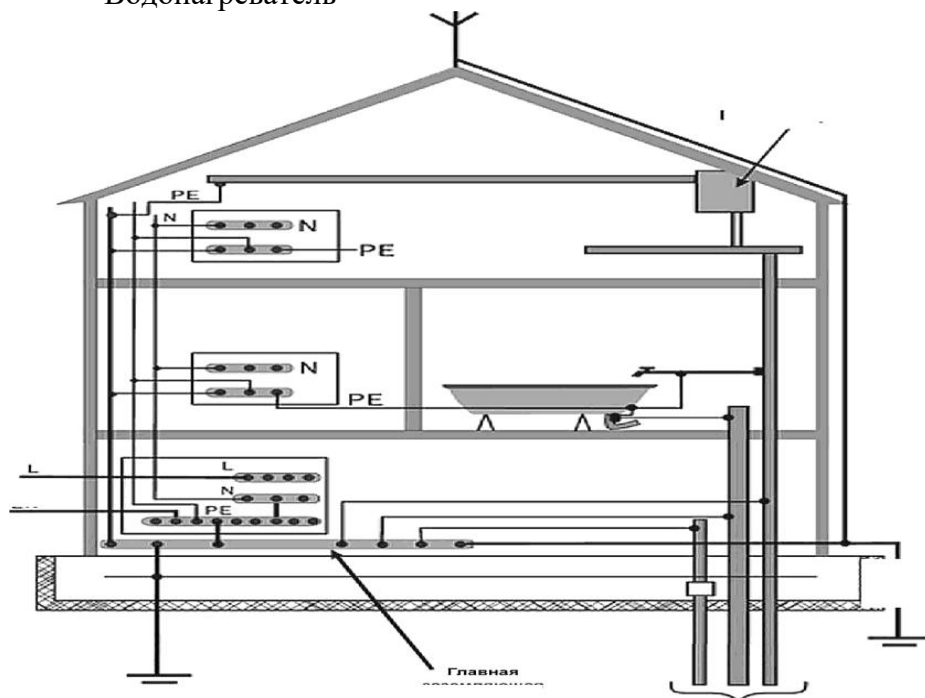


Рисунок 2- системы уравнивания потенциалов в электроустановке жилого дома.

Заземлитель

молниезащиты
заземлитель (арматура фундамента здания)
трубы водопровода, канализации, газа

Естественный
Металлические

Меры по ограничению длительности воздействия электрического тока на организм человека: Защитное зануление. Защитное отключение

Защита человека от поражения электрическим током путем ограничения длительности воздействия электрического тока осуществляется устройствами автоматического отключения источника питания.

Защита с помощью автоматического отключения источника питания — защитная мера, при которой: основная защита обеспечивается основной изоляцией между опасными токоведущими частями и открытыми проводящими частями, защита в условиях неисправности обеспечивается автоматическим отключением источника питания. На практике данная защита реализуется:

- защитным занулением;
- защитным отключением.

Защитное зануление.

Назначение, принцип действия, область применения
 Зануление — преднамеренное электрическое соединение открытых проводящих частей электроустановок с глухозаземленной нейтральной точкой генератора или трансформатора в сетях трехфазного тока, с глухоза-земленным выводом источника однофазного тока, с заземленной точкой источника в сетях постоянного тока, выполняемое в целях электробезопасности.

Зануление — согласно стандартам, есть «преднамеренное электрическое соединение с нулевым защитным проводником металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением». Для соединения открытых проводящих частей потребителя электроэнергии с глухозаземленной нейтральной точкой источника используется нулевой защитный проводник. Зануление как защитная мера применяется в сетях с глухо-заземленной нейтралью до 1кВ.

Назначение. Целью зануления является устранение опасности поражения человека (персонала) при повреждении изоляции — пробое на корпус оборудования одной из фаз сети. Указанная цель достигается в результате быстрого отключения максимальной токовой защитой участка сети, на котором произошло повреждение изоляции. Благодаря присоединению к нулевому проводу, а, следовательно, к нейтрали источника, всех нетоковедущих проводящих частей оборудования, однофазное замыкание на корпус превращается в однофазное короткое замыкание, вызывающее срабатывание максимальной токовой защиты (плавких вставок или автоматических выключателей).

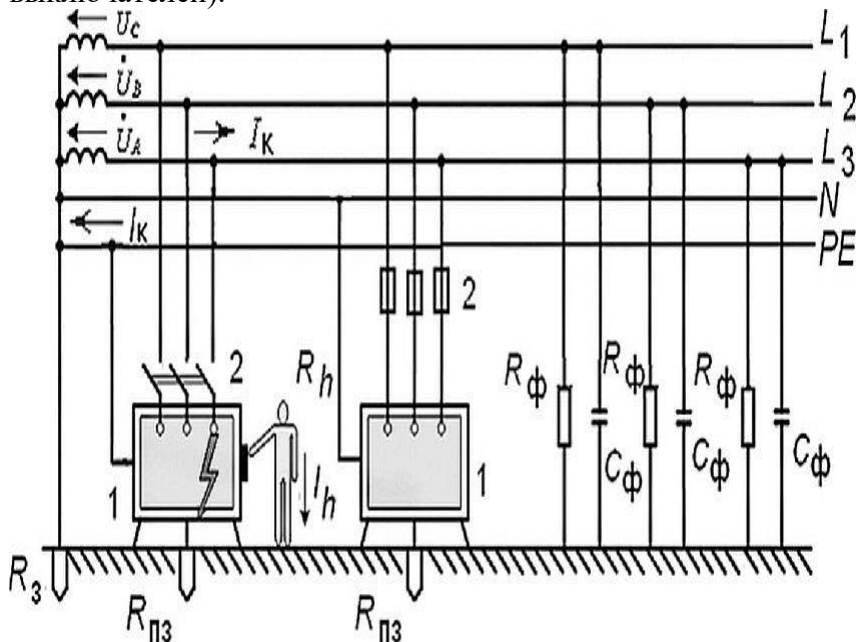


Рисунок 3- Принципиальная схема зануления в системе ТМ-Б: 1 — корпуса электроустановки (электродвигатель, трансформатор и т. п.);

2 — аппараты защиты от токов КЗ (предохранители); $R_{\text{пов}}$ — сопротивление повторного заземления; 2 — аппараты защиты от токов КЗ (предохранители и автоматические выключатели); $R_{\text{н}}$ — сопротивление заземления нейтрали обмотки источника тока

Принцип действия зануления. При замыкании фазного провода на за-нуленный корпус электропотребителя (рисунок 3) образуется цепь тока однофазного короткого замыкания (то есть, замыкания между фазным и нулевым защитным проводниками).

Ток однофазного короткого замыкания вызывает срабатывание максимальной токовой защиты, в результате чего происходит отключение поврежденной электроустановки от питающей сети. Кроме того, до срабатывания максимальной токовой защиты происходит снижение напряжения поврежденного корпуса относительно земли, что связано с защитным действием повторного заземления нулевого защитного проводника и перераспределением напряжений в сети при протекании тока короткого замыкания.

Таким образом, защитное зануление обеспечивает защиту от поражения электрическим током при замыкании на корпус за счет ограничения времени прохождения тока через тело человека и снижения напряжения прикосновения.

В качестве максимальной токовой защиты, обеспечивающей быстрое отключение электроустановки в аварийном режиме, могут использоваться плавкие предохранители и автоматические выключатели, устанавливаемые для защиты от токов короткого замыкания и др.

Назначение нулевого защитного проводника в схеме зануления — обеспечить необходимое для отключения установки значение тока однофазного короткого замыкания путем создания для этого тока цепи с малым сопротивлением.

Повторное заземление нулевого защитного проводника практически не влияет на время отключения электроустановки от сети. Однако при эксплуатации зануления могут возникнуть такие ситуации, когда повторное заземление нулевого защитного проводника необходимо, например, при обрыве нулевого защитного проводника. При применении системы ГАП рекомендуется выполнять повторное заземление *РЕ* — и *РЕИ* — проводников на вводе в электроустановки зданий, а также в других доступных местах.

Для повторного заземления нулевых защитных проводников следует в первую очередь использовать естественные заземлители.

В нулевом защитном проводнике запрещается ставить выключатели, предохранители и другие приборы, способные превышать 0,1 Ом. Присоединение должно быть доступно для осмотра.

Нулевые защитные провода и открыто проложенные нулевые защитные проводники должны иметь отличительную окраску: желтые полосы на зеленом фоне.

Расчет зануления имеет целью определить условия, при которых оно надежно выполняет возложенные на него задачи — быстро отключает поврежденную установку от сети и в то же время обеспечивает безопасность прикосновения человека к зануленному корпусу в аварийный период. В соответствии с этим зануление рассчитывают на отключающую способность. Наибольшее допустимое время защитного автоматического отключения питания. Значения времени отключения питания считаются достаточными для обеспечения электробезопасности, в том числе и в групповых цепях, питающих передвижные и переносные электро-приемники и ручной электроинструмент класса I. В цепях, питающих распределительные, групповые, этажные и другие щиты и щитки, время отключения не должно превышать 5 с. Полное сопротивление защитного проводника между главной заземляющей шиной и распределительным щитом или щитком не превышает значения, Ом:

$$50 \frac{Z_{\text{ц}}}{U},$$

(2.56)

где $Z_{\text{ц}}$ — полное сопротивление цепи «фаза — нуль», Ом; U — номинальное фазное напряжение сети, В;

50 — падение напряжения на участке защитного проводника между главной заземляющей шиной и распределительным щитом или щитком, В. К шине *РЕ* распределительного щита или щитка присоединена дополнительная система уравнивания потенциалов, охватывающая те же сторонние проводящие части, что и основная система уравнивания потенциалов.

Расчет зануления на отключающую способность заключается в определении параметров нулевого защитного проводника (длина, сечение, материал) и максимальной токовой защиты, при которых ток однофазного короткого замыкания, возникающий при замыкании фазного провода на зануленный корпус, вызвал бы срабатывание максимальной токовой защиты за установленное время. Измерение сопротивления петли фаза-ноль и токов коротких фазных замыканий проводится для определения времени срабатывания защитных устройств.

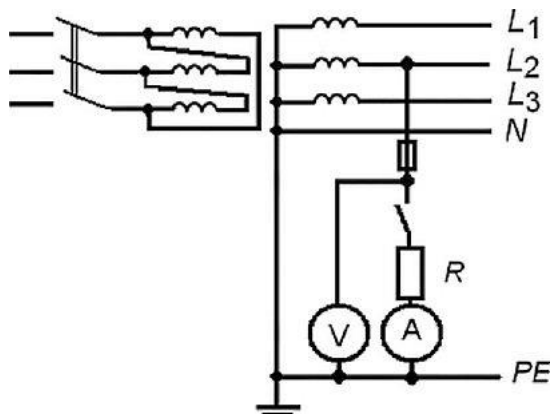


Рисунок 4- Схема измерения сопротивления петли «фаза-ноль»

Сопротивление петли фаза-ноль необходимо для расчета тока КЗ. От значения этого сопротивления зависит время срабатывания аппарата защиты. В качестве аппаратов защиты обычно применяются автоматические выключатели или предохранители (плавкие вставки). Время срабатывания автомата должно удовлетворять требованиям ПУЭ. Сопротивление петли фаза-ноль определяется длиной, сечением проводников, способом соединения участков, качеством прокладки линии, количеством болтовых соединений.

Для измерения сопротивления петли «фаза-ноль» системы *ТБ* существует несколько различных методов. Один из них основан на измерении сопротивления петли «фаза-ноль» способом падения напряжения (рисунок 4). Напряжение в испытываемой цепи измеряют с включенным и отключенным сопротивлением нагрузки *Я*, и сопротивление петли «фаза-ноль»

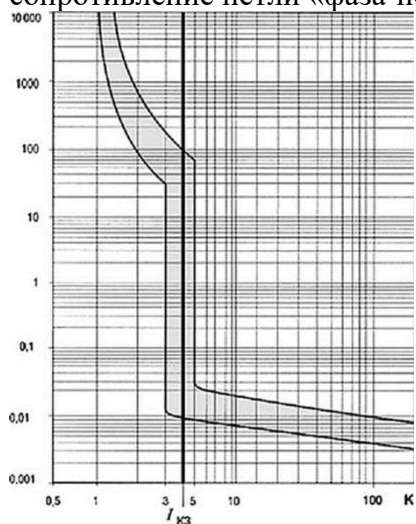


Рисунок 5 - Пример определения времени отключения аппаратом защиты КЗ

Метод падения напряжения на нагрузочном сопротивлении рекомендован приложением 01 стандарта ГОСТ Р 50571.16-99 «Приемо-сдаточные испытания» [61]. На времятоковой характеристике автоматического выключателя типа В отмечен рассчитанный или измеренный ток КЗ. В том случае, если значение этого тока при заданном соотношении с номинальным током автоматического выключателя (кратности) находится в указанной зоне, отключение происходит за время, меньшее одной секунды.

Цель расчета защитного заземления.

Основной целью расчета заземления является определить число заземляющих стержней и длину полосы, которая их соединяет.

Пример расчета заземления

Сопротивление растекания тока одного вертикального заземлителя (стержня):

$$R_0 = \frac{\rho_{\text{экс}}}{2\pi \cdot L} \left(\ln \left(\frac{2L}{d} \right) + 0.5 \ln \left(\frac{4T + L}{4T - L} \right) \right)$$

где – $\rho_{\text{экв}}$ - эквивалентное удельное сопротивление грунта, Ом·м; L – длина стержня, м; d – его диаметр, м; T – расстояние от поверхности земли до середины стержня, м.

В случае установки заземляющего устройства в неоднородный грунт (двухслойный), эквивалентное удельное сопротивление грунта находится по формуле:

$$\rho_{\text{экв}} = \frac{\Psi \cdot \rho_1 \cdot \rho_2 \cdot L}{(\rho_1(L - H + t_r) + \rho_2(H - t_r))}$$

где – Ψ - сезонный климатический коэффициент (таблица 2); ρ_1, ρ_2 – удельное сопротивления верхнего и нижнего слоя грунта соответственно, Ом·м (таблица 1); H – толщина верхнего слоя грунта, м; t - заглубление вертикального заземлителя (глубина траншеи) $t = 0.7$ м.

Так как удельное сопротивление грунта зависит от его влажности, для стабильности сопротивления заземлителя и уменьшения на него влияния климатических условий, заземлитель размещают на глубине не менее 0.7 м.

Удельное сопротивление грунта Таблица 1

Грунт	Удельное сопротивление грунта, Ом·м
	20
Торф	50
Почва (чернозем и др.)	60
	463
Глина	

Супесь	150
Песок при грунтовых водах до 5 м	500
Песок при грунтовых водах глубже 5 м	0
М	10 0

Заглубление горизонтального заземлителя можно найти по формуле:

$$T = \left(\frac{L}{2} \right) + t$$

Монтаж и установку заземления необходимо производить таким образом, чтобы заземляющий стержень пронизывал верхний слой грунта полностью и частично нижний.

Значение сезонного климатического коэффициента сопротивления грунта Таблица 2				
Климатическая зона				
Тип заземляющих электродов	I	II	III	IV
Стержневой (вертикальный)	1.8 ÷ 2	1.5 ÷ 1.8	1.4 ÷ 1.6	1.2 ÷ 1.4
Полосовой (горизонтальный)	4.5 ÷ 7	3.5 ÷ 4.5	2 ÷ 2.5	1.5
Климатические признаки зон				
низшая от -20+15 от -14+10 от -10 по С				
Средняя многолетняя температура (январь)		по С	0 по С до 0 по С	от 0 до +5 по С
Средняя многолетняя температура (июль)	высшая от +16 до от С	+18 до от +22 по С	+22 до от +24 по С	+24 до +18 по +26 по С

Количество стержней заземления без учета сопротивления горизонтального заземления находится по формуле:

$$n_0 = \frac{R_0 \cdot \psi}{R}$$

R_n - нормируемое сопротивление растеканию тока заземляющего устройства, определяется исходя из правил ПТЭЭП (Таблица 3).

Наибольшее допустимое значение сопротивления заземляющих устройств (ПТЭЭП) Таблица 3		
Удельное сопротивление грунта ρ , Ом·м	Характеристика электроустановки	Сопротивление заземляющего устройства, Ом
Искусственный заземлитель к которому		

присоединяется нейтрали генераторов и трансформаторов, а также повторные заземлители нулевого провода (в том числе во вводах помещения) в сетях с заземленной нейтралью на напряжение, В:	до 100	15
	свыше 100	$0.5 \cdot \rho$
660/380	до 100	30
	свыше 100	$0.3 \cdot \rho$
380/220	до 100	60
	свыше 100	$0.6 \cdot \rho$
220/127		
Как видно из таблицы нормируемое сопротивление для нашего случая должно быть не больше 30 Ом. Поэтому $R_{\text{н}}$ принимается равным $R_{\text{н}} = 30 \text{ Ом}$.		

Сопротивление растекания тока для горизонтального заземлителя:

$$R_{\Gamma} = 0.366 \left(\frac{\rho_{\text{экв}} \cdot \Psi}{L_{\Gamma} \cdot \eta_{\Gamma}} \right) \cdot \lg \left(\frac{2 \cdot L_{\Gamma}^2}{b \cdot t} \right)$$

L_{Γ} , b – (длина) и (ширина) заземлителя; Ψ – коэффициент сезонности горизонтального заземлителя; η_{Γ} – коэффициент спроса горизонтальных заземлителей (таблица 4).

Длину самого горизонтального заземлителя найдем исходя из количества заземлителей:

$$L_{\Gamma} = a \cdot (n_0 - 1)$$

- в ряд;
по контуру.

$$L_{\Gamma} = a$$

a – расстояние между заземляющими стержнями.

Определим сопротивление вертикального заземлителя с учетом сопротивления растеканию тока горизонтальных заземлителей:

$$R_{\text{В}} = \frac{R_{\Gamma} \cdot R_{\text{Н}}}{(R_{\Gamma} - R_{\text{Н}})}$$

Полное количество вертикальных заземлителей определяется по формуле:

$$n = \frac{R_0}{R_{\text{В}} \cdot \eta_{\text{В}}}$$

η_B – коэффициент спроса вертикальных заземлителей (таблица 4).

Коэффициент использования заземлителей

Таблица 4

Для горизонтальных заземлителей				Для вертикальных заземлителей			
Число электродов	По контуру			Число электродов	По контуру		
	Отношение расстояния между электродами к их длине a/L				Отношение расстояния между электродами к их длине a/L		
	1	2	3		1	2	3
4	0.45	0.55	0.65	4	0.69	0.78	0.85
5	0.4	0.48	0.64	6	0.62	0.73	0.8
8	0.36	0.43	0.6	10	0.55	0.69	0.76
10	0.34	0.4	0.56	20	0.47	0.64	0.71
20	0.27	0.32	0.45	40	0.41	0.58	0.67
30	0.24	0.3	0.41	60	0.39	0.55	0.65
50	0.21	0.28	0.37	100	0.36	0.52	0.62
70	0.2	0.26	0.35	-	-	-	-
100	0.19	0.24	0.33	-	-	-	-
Число электродов	В ряд			Число электродов	В ряд		
	Отношение расстояния между электродами к их длине a/L				Отношение расстояния между электродами к их длине a/L		
	1	2	3		1	2	3
4	0.77	0.89	0.92	2	0.86	0.91	0.94
5	0.74	0.86	0.9	3	0.78	0.87	0.91
8	0.67	0.79	0.85	5	0.7	0.81	0.87
10	0.62	0.75	0.82	10	0.59	0.75	0.81
20	0.42	0.56	0.68	15	0.54	0.71	0.78
30	0.31	0.46	0.58	20	0.49	0.68	0.77
50	0.21	0.36	0.49	-	-	-	-
65	0.2	0.34	0.47	-	-	-	-

Коэффициент использования показывает как влияют друг на друга токи растекания с одиночных заземлителей при различном расположении последних. При соединении параллельно, токи растекания одиночных заземлителей оказывают взаимное влияние друг на друга, поэтому чем ближе расположены друг к другу заземляющие стержни тем общее сопротивление заземляющего контура больше.

Полученное при расчете число заземлителей округляется до ближайшего большего.

Расчет заземляющих устройств

Расчет сводится к определению сопротивления растеканию тока заземлителя, которое зависит от проводимости грунта, конструкции заземлителя и глубины его заложения. Проводимость грунта характеризуется его удельным сопротивлением ρ (Ом*см): сопротивление между

противоположными сторонами кубиками грунта с ребрами 1см. Удельное сопротивление зависит от характера и строения грунта, его влажности, глубины промерзания и может колебаться в широких пределах. Обычно в расчет принимают следующие средние значения удельных сопротивлений грунта (Ом*см):

глина, садовая земля.....	$4 \cdot 10^3$	
чернозем.....	$5 \cdot 10^3$	
суглинок, каменистая глина.....	$10 \cdot 10^3$	щебень
с песком, каменистая почва.....	$20 \cdot 10^3$	
супесь.....	$30 \cdot 10^3$	песок с
галькой.....	$80 \cdot 10^3$	

При промерзании грунта электропроводность его ухудшается и удельное сопротивление возрастает. Поэтому в расчет нужно вводить поправку K_m - коэффициент сезонности, величина которого определяется в зависимости от климатической зоны. Коэффициент сезонности приведен в таблице:
табл.1. Значения коэффициента сезонности K_m

климатические зоны	средняя многолетняя температура, °С		продолжительность замерзания вод, сутки	коэффициент K_m
	низшая (январь)	высшая (июль)		
1	от -20 до -15	от +16 до +18	170...190	1,9/5,8
2	от -15 до -10	от +18 до +22	150	1,7/4,0
3	от -10 до 0	от +22 до +24	100	1,5/2,3
4	от 0 до +5	от +24 до +26	0	1,3/1,8

Числитель в последнем столбце - для вертикальных заземлителей с заложением их вершин на глубине 0,5...0,7м от поверхности земли; знаменатель - для горизонтальных заземлителей при глубине заложения 0,3...0,8м. При удельных сопротивлениях грунта более $20 \cdot 10^3$ Ом*см необходимо устанавливать углубленные заземлители или принимать меры для снижения величины ρ . Сопротивление (в Омах) одиночного вертикального заземлителя (из круглого стержня) растеканию тока определяется по формуле:

где ρ - удельное сопротивление грунта, Ом*см; K_m - коэффициент сезонности; l - длина заземлителя, см; d - диаметр стержня, см;

$$R_{0,в} = \frac{0,366}{l} \times \rho \times K_m \left(\log \frac{2 \times l}{d} + 0,5 \times \log \frac{4 \times t + l}{4 \times t - l} \right)$$

t - глубина заложения (от поверхности земли до середины длины стержня), см. Если вместо круглого стержня используется угловая сталь, то $d = 0,95b$, где b - ширина полок уголка. При ориентировочных расчетах сопротивление одиночного заземлителя можно с достаточной точностью определять как

$R_{0,в} \approx 0,003 \times \rho \times K_m$. Сопротивление (в Ом)

$$R'_r = \frac{0,366}{l_r} \times \rho \times K_m \times \log \frac{2 \times l_r^2}{b \times t}$$

горизонтального заземлителя:

где l_r - длина заземлителя, см; b - ширина полосового заземлителя, см; t - глубина его заложения, см. Сопротивление заземлителя из нескольких

электродов, соединенных полосой:

$$R_3 = \frac{R_в \times R_r}{R_в + R_r} \quad \text{Суммарное}$$

$$R_в = \frac{R_{0,в}}{n \times \eta_в}$$

сопротивление всех вертикальных электродов составит:

где n - число электродов; $\eta_в$ - коэффициент использования электрода, характеризующий степень использования его поверхности из-за экранирующего влияния соседних электродов (см. таблицу).

табл.2. Значения коэффициента использования количество вертикальных заземлителей отношение a/l (a - расстояние между заземлителями; l -длина заземлителя)

	1	2	3			
	$\eta_в$	η_r	$\eta_в$	η_r	$\eta_в$	η_r
4	0,69/0,74	0,45/0,77	0,78/0,83	0,55/0,89	0,85/0,88	0,70/0,92
6	0,62/0,63	0,40/0,77	0,73/0,77	0,48/0,83	0,80/0,83	0,64/0,88
10	0,55/0,59	0,34/0,62	0,69/0,75	0,40/0,75	0,76/0,81	0,56/0,82
20	0,47/0,49	0,27/0,42	0,64/0,68	0,32/0,56	0,71/0,77	0,45/0,68
30	0,43/0,43	0,24/0,31	0,60/0,65	0,30/0,46	0,68/0,75	0,41/0,58

В таблице числитель - значения при размещении вертикальных заземлителей по замкнутому контуру; в знаменателе - при расположении их в ряд. Для горизонтальных полос, связывающих вертикальные электроды, сопротивление растеканию тока с учетом экранирования определяется по

формуле: $R_{\Gamma} = \frac{R'_{\Gamma}}{\eta_{\Gamma}}$, где η_{Γ} - коэффициент использования горизонтальной полосы с учетом экранирующего влияния вертикальных электродов.

пример расчета заземления.

Выполнить контур защитного заземления цеховой подстанции с двумя трансформаторами 630 кВА на напряжении 10/0,4кВ. Протяженность электрически связанных кабельных линий 10кВ предприятия составляет 18 км. Грунт - суглинок, климатическая зона - 3.

Решение.

Ток однофазного короткого замыкания для сетей свыше 1000 В с

$$I_3 = U \times \left(\frac{l_{\text{в}}}{350} + \frac{l_{\text{к}}}{10} \right)$$

изолированной нейтралью определяется по формуле:

где U - междуфазное напряжение (в киловольтах); l_в и l_к - длины электрически связанных воздушных (l_в) и кабельных (l_к) линий сети данного напряжения (в километрах).

Отсюда находим значение тока однофазного короткого замыкания на

$$I_3 = \frac{10 \times 18}{10} = 18 \text{ А}$$

землю:

Сопротивление заземлителя растеканию тока на напряжении 10кВ

$$R_3 = \frac{250}{I_3}$$

определяется как:

Таким образом, $R_3 = 250 / 18 = 13,88$ Ом. В соответствии с ПУЭ сопротивление заземлителей у электроустановок напряжением 10кВ должно быть не более 10 Ом, а с напряжением 0,4/0,23кВ - не более 4 Ом. Расчетным принимается всегда сопротивление заземления для меньшего напряжения. Таким образом, принимаем $R_3 = 4$ Ом.

После этих расчетов необходимо определиться с материалом заземлителей. Мы будем выполнять свои заземлители из круглых стальных электродов диаметром 12мм и длиной 5м. Размещаем электроды в ряд и соединяем их полосой из круглой стали диаметром 12мм. А эту полосу заложим на глубине 0,6м. Сопротивление одного электрода найдем по вышеприведенной формуле

Для суглинка $\rho = 10 \times 10^3 \text{ Ом} \cdot \text{м} = 0,008 \times \rho \times \text{Км}$ по значениям коэффициента сезонности в табл.1 $\text{Км} = 1,5$. Отсюда $R_{0,в} = 0,003 \times 10^3 \times 1,5 = 45$ Ом. Далее приняв отношение $a/l = 1$ по табл.2 определяем для $n=20$ коэффициент использования $\eta_{\Gamma} = 0,47$.

Находим суммарное сопротивление всех электродов по формуле

$$R_{\text{в}} = \frac{R_{0,в}}{n \times \eta_{\Gamma}}$$

Отсюда $R_{\text{в}} = 45 / (20 \times 0,47) = 4,8$ Ом.

Протяженность заземлителя $l_{\Gamma} = (n - 1) \cdot a = 19 \cdot 5 = 95\text{м}$.

$$R'_{\Gamma} = \frac{0,366}{l_{\Gamma}} \times \rho \times \text{Км} \times \log \frac{2 \times l_{\Gamma}^2}{b \times t}$$

Далее по формуле

находим сопротивление

$$R_{\Gamma} = \frac{R'_{\Gamma}}{\eta_{\Gamma}}$$

горизонтального заземлителя, а далее по формуле

соединительной полосы с учетом экранирования. η_{Γ} берем из табл.2 для ранее

принятых значений $n = 20$ и

$a/l = 1$. Это значение составит $\eta_r = 0,27$. Посчитав, получим $R_r = 22,6$ Ом.

$$R_z = \frac{R_b \times R_r}{R_b + R_r}$$

И, наконец, находим по формуле сопротивление нашего заземлителя из нескольких электродов, соединенных полосой, растекающую тока.

Получим $R_z = \frac{4,8 \times 22,6}{4,8 + 22,6} = 3,9$ Ом, что меньше минимально необходимой величины 4 Ом.

В заключение следует сказать, что подобная задача решается подбором материала и его количеством. Поэтому, если у вас величина получившегося контура получилась больше необходимого значения, следует взять стальные прутья или уголки большей длины и/или большего количества и снова пересчитать до получения необходимого результата.

Варианты для задания:

Выполнить расчет защитного заземления данной трансформаторной подстанции на напряжение 10/0,4кВ. Известна протяженность L электрически связанных кабельных линий 10кВ, тип почвы, климатическая зона.

№ кВА	Стр.,	Тип почвы	L, км	климатическая зона
1	250	песок	5	2
2	100	глина	8	3
3	160	глина	11	3
4	40	песок	4	2
5	63	щебень с песком	7	2
6	160	суглинок	9	3
7	400	песок	12	2
8	250	глина	10	3
9	25	песок	5	2
10	100	глина	7	3
11	40	щебень с песком	9	2
12	160	глина	8	3

Контрольные вопросы

1. Что такое защитное зануление (определение, принцип действия)?
2. Область применения защитного заземления и защитного зануления?
3. Почему зануление и заземление называются защитными?

Практическая работа №3

Применение различных видов УЗО. Технические параметры типовых УЗО

Тема: Защитное отключение — УЗО .

Цель работы: Изучение типов УЗО, применение, технические параметры, схемы.

Оборудование: УЗО типа М304-4, 40А, 30мА, трёхфазное, паспорт, методические указания.

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомится с теоретическими сведениями.
2. Начертить схемы:
дифференциальный трансформатор тока;
2) принцип действия УЗО.
3) схема стенда по проверке УЗО
3. Провести на стенде испытание УЗО, сделать вывод о соответствии тока срабатывания.
4. Ответить на контрольные вопросы.

Краткие теоретические сведения

ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ УЗО

Функционально УЗО можно определить как быстродействующий защитный выключатель, реагирующий на дифференциальный ток в проводниках, подводящих электроэнергию к защищаемой электроустановке.

Принцип действия УЗО дифференциального типа основан на применении электромагнитного векторного сумматора токов — дифференциального трансформатора тока. Сравнение текущих значений двух и более (в четырехполюсных УЗО — 4-х токов) по амплитуде и фазе наиболее эффективно, т.е. с минимальной погрешностью, осуществляется электромагнитным путем с помощью дифференциального трансформатора тока

Суммарный магнитный поток в сердечнике — Φ_{Σ} пропорциональный разности токов в проводниках, являющихся первичными обмотками трансформатора, i_L и i_N , наводит во вторичной обмотке трансформатора тока соответствующую ЭДС, под действием которой в цепи вторичной обмотки протекает ток $i_{\Delta nT}$, также пропорциональный разности первичных токов.

Следует отметить, что к магнитному сердечнику трансформатора тока электромагнитного УЗО предъявляются чрезвычайно высокие требования по качеству - высокая чувствительность, линейность характеристики намагничивания, температура и временная стабильность и т.д.

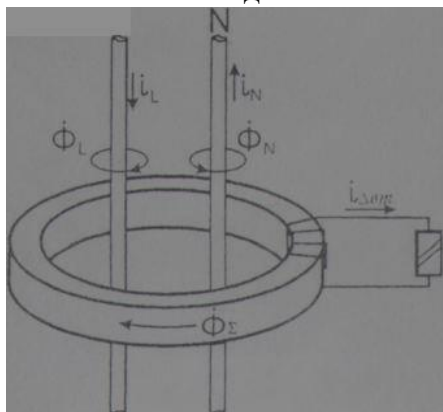
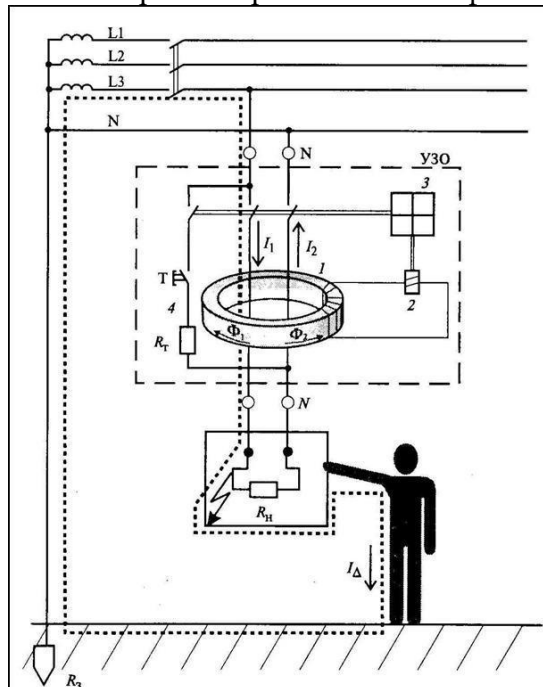


Рисунок 1- Дифференциальный трансформатор тока

По этой причине для изготовления сердечников трансформаторов тока, применяемых при производстве УЗО, используется специальное высококачественное аморфное (некристаллическое) железо.

Основные функциональные блоки УЗО представлены на рис. 2.

Важнейшим функциональным блоком УЗО является дифференциальный трансформатор тока 1. В абсолютном большинстве УЗО, производимых и эксплуатируемых в настоящее время во всем мире, в качестве датчика дифференциального тока используется именно трансформатор тока. В литературе по вопросам конструирования и применения УЗО этот трансформатор иногда называют трансформатором тока нулевой последовательности — ТТНП, хотя понятие «нулевая последовательность» применимо только к трехфазным цепям и используется при расчетах несимметричных режимов многофазных цепей.



Пусковой орган (пороговый элемент) 2 выполняется, как правило, на чувствительных магнитоэлектрических реле прямого действия или электронных компонентах.

Исполнительный механизм 3 включает в себя силовую контактную группу с механизмом привода. В нормальном режиме при отсутствии дифференциального тока — тока утечки, в силовой цепи по проводникам, проходящим сквозь окно магнитопровода трансформатора тока 1, протекает рабочий ток нагрузки. Проводники, проходящие сквозь окно магнитопровода, образуют встречно включенные первичные обмотки дифференциального трансформатора тока.

Если обозначить ток, протекающий по направлению к нагрузке как I_1 а от нагрузки как I_2 , то можно записать равенство:

$$I_1 = I_2.$$

Рисунок 2 - Принцип действия УЗО

Равные токи во встречно включенных обмотках наводят в магнитном сердечнике трансформатора тока равные, но векторно встречно направленные магнитные потоки Φ_1 и Φ_2

Результирующий магнитный поток равен нулю, ток во вторичной обмотке дифференциального трансформатора так же равен нулю. Пусковой орган 2 находится в этом случае в состоянии покоя.

При прикосновении человека к открытым токопроводящим частям или к корпусу электроприемника, на который произошел пробой изоляции, по фазному проводнику через УЗО кроме тока нагрузки I , протекает дополнительный ток-ток утечки (I_{Δ}), являющийся для трансформатора тока дифференциальным (разностным).

Неравенство токов в первичных обмотках ($I_1 + I_{\Delta}$ в фазном проводнике и I_2 , равный I_T в нулевом рабочем проводнике) вызывает небаланс магнитных потоков и, как следствие, возникновение во вторичной обмотке трансформированного дифференциального тока. Если этот ток превышает значение уставки порогового элемента пускового органа 2, последний срабатывает и воздействует на исполнительный механизм 3.

Исполнительный механизм, обычно состоящий из пружинного привода, спускового механизма и группы силовых контактов, размыкает электрическую цепь. В результате

защищаемая УЗО электроустановка обесточивается. Для осуществления периодического контроля исправности (работоспособности) УЗО предусмотрена цепь тестирования 4. При нажатии кнопки «Тест» искусственно создается отключающий дифференциальный ток. Срабатывание УЗО означает, что оно в целом исправно. ВИДЫ УЗО

По техническому исполнению существуют следующие виды УЗО

1. По назначению

- УЗО без встроенной защиты от сверх токов

- УЗО со встроенной защитой от сверх токов

2. По способу управления

- УЗО функционально независимое от напряжения

- УЗО функционально зависящее от напряжения

УЗО функционально зависящее от напряжения в свою очередь подразделяются:

- на устройства автоматически размыкающие силовые контакты при исчезновении напряжения с выдержкой времени или без нее. При восстановлении напряжения одни модели и их устройства автоматически повторно замыкают контакты в главной цепи, другие остаются в отключенном состоянии;

- на устройства не размыкающие силовые контакты при исчезновении напряжения. Имеются также два варианта исполнения устройств этой группы. В одном варианте при исчезновении напряжения устройство размыкает свои контакты, но сохраняет способность разомкнуть цепь при возникновении дифференциального тока. Во втором варианте, при отсутствии напряжения устройства не способны произвести отключение при возникновении дифференциального тока.

3 По способу установки

- УЗО, применяемые для стационарной установки при неподвижной электропроводке;

- УЗО, применяемые для подвижной установки (переносного типа) и шнурового присоединения.

4. По числу полюсов

- двухполюсные с двумя защищенными полюсами;

- четырехполюсные с четырьмя защищенными полюсами

5. По условиям регулирования отключающего дифференциального тока:

— УЗО с одним значением номинального отключающего дифференциального тока;

— УЗО с несколькими фиксированными значениями отключающего дифференциального тока.

6. По условиям функционирования при наличии составляющей постоянного тока:

• УЗО типа АС, реагирующие на синусоидальный переменный дифференциальный ток, медленно нарастающий, либо возникающий скачком;

• УЗО типа А, реагирующие как на синусоидальный переменный дифференциальный ток, так и на пульсирующий постоянный дифференциальный ток, медленно нарастающие, либо возникающие скачком.

7. По наличию задержки по времени:

— УЗО без выдержки времени — тип общего применения;

— УЗО с выдержкой времени — тип S (селективный). 8 . По способу защиты от внешних воздействий:

— УЗО защищенного исполнения, не требующие для своей эксплуатации защитной оболочки;

— УЗО незащищенного исполнения, для эксплуатации которых необходима защитная оболочка

9. По способу монтажа:

• УЗО поверхностного монтажа;

• УЗО утопленного монтажа;

• УЗО панельно-щитового монтажа.

10. По характеристике мгновенного расцепления (для УЗО со встроенной защитой от сверхтоков):

-- типа В;

- типа С;
- типа D.

Принципиальное значение при рассмотрении конструкции УЗО имеет разделение устройств по способу технической реализации на следующие два типа:

УЗО, функционально не зависящие от напряжения питания (электромеханические).

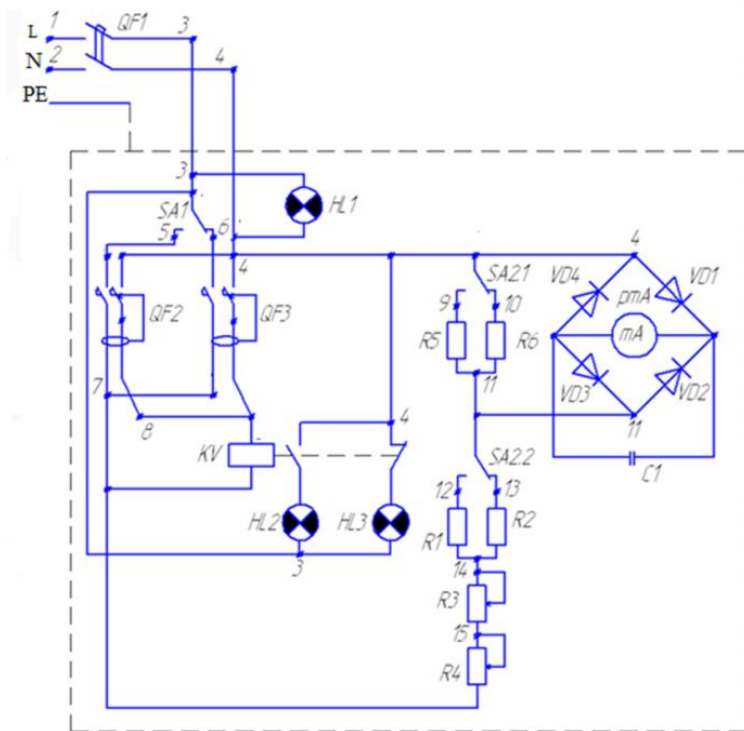


Рисунок 3- Схема стенда по проверке УЗО

Контрольные вопросы:

1. Что такое УЗО?
2. На чём основан принцип действия УЗО?
3. Какие основные элементы входят в УЗО?
4. Какие существуют виды УЗО по назначению?
5. Какие существуют виды УЗО по способу управления?
6. Какие существуют виды УЗО по способу установки?
7. Какие существуют виды УЗО по числу полюсов?
8. Какие существуют виды УЗО по условию регулирования отключающего дифференциального тока?
9. Какие существуют виды УЗО по наличию задержки по времени?
10. Какие существуют виды УЗО по способу защиты от внешних воздействий?
11. Какие существуют виды УЗО по способу монтажа?
12. Каково назначение дросселя в схеме, реагирующей на сопротивление изоляции?
13. Для чего должен быть удалён заземлитель реле от двигателя?
14. Почему для УЗО используется специальный магнитный сердечник трансформатора?

«Проектирование электроустановок с применением УЗО.

Основные нормируемые параметры УЗО»

Тема: Защитное отключение — УЗО .

Цель работы: Изучить основные требования к защитному отключению с целью обеспечения электробезопасности.

Основные требования к защитному отключению

Быстродействие. Длительность отключения поврежденного участка сети должна быть не более 0,2 с или не более величины, определенной из формулы $I_{доп} \cdot t \leq 50$, где $I_{доп}$ – предельно допустимый ток, не вызывающий смертельного поражения; $t \leq 1$ с

– длительность воздействия электрического тока. Время отключения складывается из времени работы реле защиты (0,01–0,02 с) и собственного времени отключающего коммутационного аппарата (0,01 с – для автомата с электромагнитным расцепителем, 0,2 с – для автомата с тепловым расцепителем, имеющим обратно зависимость от тока характеристики).

Надежность, отсутствие отказов, ложных срабатываний. Для этого в схеме должен осуществляться самоконтроль, сигнализирующий о неисправностях; предусматриваются кнопки для периодической проверки исправности схемы.

Высокая чувствительность. Входной сигнал по току не должен превышать нескольких миллиампер, а по напряжению – несколько десятков вольт.

Селективность, т. е. избирательность отключения только аварийного участка ближайшими к месту повреждения коммутационными аппаратами.

Рекомендации по применению УЗО

В жилых и общественных зданиях для повышения уровня электробезопасности цепей розеток и оборудования нужно использовать УЗО стокм срабатывания 30 мА. Для повышения уровня защиты от возгорания при замыкании требуется УЗО с током срабатывания 300 мА (ПУЭ 7).

В ванных и душевых помещениях требуется устанавливать УЗО с током срабатывания 10 мА, если на них выделено отдельная линия и током 30 мА в остальных случаях.

На строительных площадках в соответствии с требованием российского стандарта (ГОСТ Р50571.23-2000) должны быть

установлены в каждом распределительном щите для защиты цепей штепсельных розеток УЗО с током срабатывания до 30 мА.

На промышленных объектах для защиты цепей штепсельных розеток нужно устанавливать УЗО с током срабатывания не более 30 мА. Во всех вводно-распределительных щитах для защиты от пожаров должно быть установлено УЗО с номинальным отключающим дифференциальным током, не превышающим 0,5 А.

В сельскохозяйственных объектах для защиты цепей штепсельных розеток следует устанавливать УЗО с током срабатывания не более 30 мА. В животноводческих помещениях, в которых отсутствуют условия, требующие выравнивания потенциалов, должна быть выполнена защита при помощи УЗО с номинальным отключающим дифференциальным током не менее 100 мА, устанавливаемых во вводном щитке.

Принцип работы УЗО состоит в том, что оно постоянно контролирует входной сигнал и сравнивает его с наперед заданной величиной (уставкой). Если входной сигнал превышает уставку, то устройство срабатывает и отключает защищенную электроустановку от сети. В качестве входных сигналов устройств защитного отключения используют различные параметры электрических сетей, которые несут в себе информацию об условиях поражения человека электрическим током.

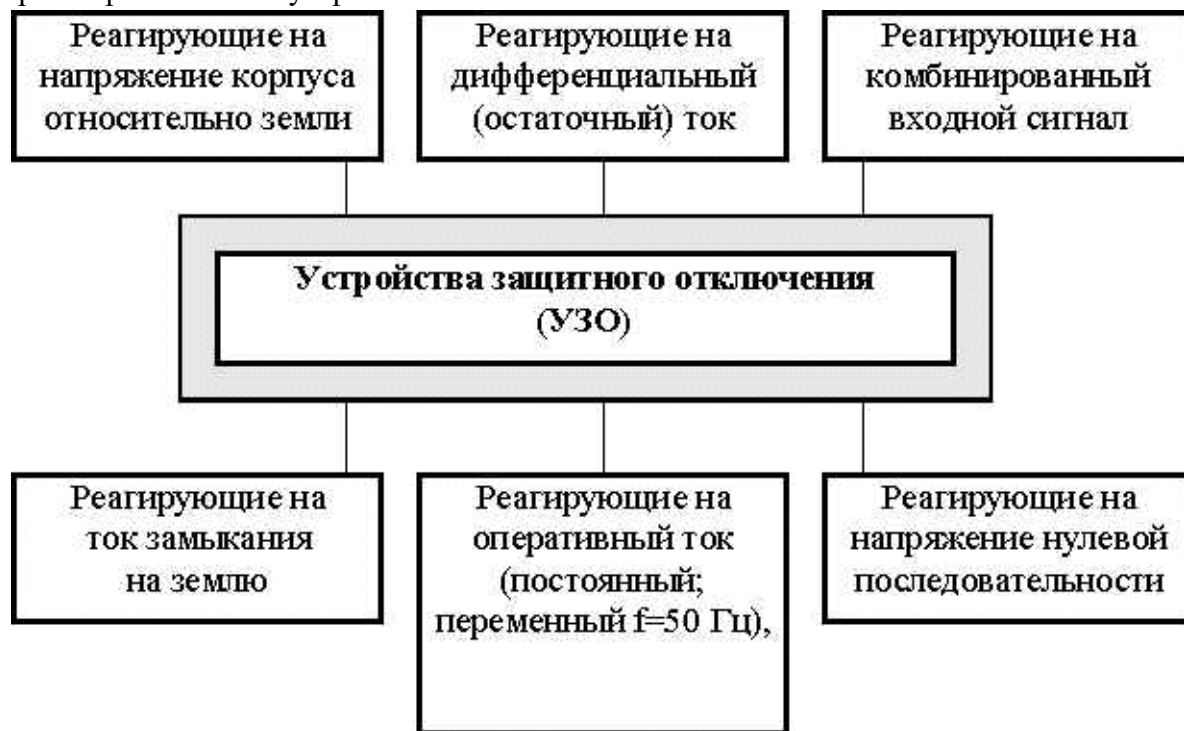
Иными словами защитное отключение заключается в том, что повреждение электроустановки приводит к изменениям в сети. Например, при замыкании фазы на землю изменяется напряжение фаз относительно земли – значение фазного напряжения будет стремиться к величине линейного напряжения. При этом возникает напряжение между нейтралью источника и землей, так называемое напряжение нулевой последовательности. Снижается общее сопротивление сети относительно земли при изменении сопротивления изоляции в сторону его уменьшения и т. д.

Все УЗО по виду входного сигнала классифицируют на несколько типов (рисунок 1).

Кроме того УЗО могут классифицироваться по другим критериям, например, по конструктивному исполнению.

Основными элементами любого устройства защитного отключения являются датчик, преобразователь и исполнительный орган.

Основными параметрами, по которым подбирается то или иное УЗО, являются: номинальный ток нагрузки, т. е. рабочий ток электроустановки, который протекает через нормально замкнутые контакты УЗО в дежурном режиме, номинальное напряжение, уставка, время срабатывания устройства.



Основные нормируемые параметры УЗО

Согласно ГОСТ Р 50807-95 нормируются следующие параметры УЗО:

– номинальное напряжение (U_n) – действующее значение напряжения, при котором обеспечивается работоспособность УЗО. $U_n \square 220, 380 \text{ В}$;

– номинальный ток нагрузки (I_n) – значение тока, которое УЗО может пропускать в продолжительном режиме работы.

$I_n = 6; 16; 25; 40; 63; 80; 100; 125 \text{ А}$;

– номинальный отключающий дифференциальный ток (I_{Dn}) – значение дифференциального тока, которое вызывает отключение УЗО при заданных условиях эксплуатации.

$I_{Dn} = 0,006; 0,01; 0,03; 0,1; 0,3; 0,5 \text{ А}$;

– номинальный неотключающий дифференциальный ток (I_{Dn0}) – значение дифференциального тока, которое не вызывает отключение УЗО при заданных условиях эксплуатации.

$I_{Dn0} \square 0,5 I_{Dn}$;

– предельное значение неотключающего сверхтока (I_{nm}) – минимальное значение неотключающего сверхтока при симметричной нагрузке двух и четырехполюсных УЗО или несимметричной нагрузке четырехполюсных УЗО. $I_{nm} \square 6 I_n$;

– сверхток – любой ток, который превышает номинальный ток нагрузки.

– номинальная включающая и отключающая способность (коммутационная способность) (I_m) – действующее значение ожидаемого тока, который УЗО способно включить, пропускать в течение своего времени размыкания и отключить при заданных

условиях эксплуатации без нарушения его работоспособности.

Минимальное значение $I_m \square 10I_n$ или 500 А (выбирается большее значение);

– номинальная включающая и отключающая способность по дифференциальному току (I_{Dm}) – действующее значение ожидаемого дифференциального тока, которое УЗО способно включить, пропускать в течение своего времени размыкания и отключить при заданных условиях эксплуатации без нарушения его работоспособности.

Минимальное значение $I_{Dm} \square 10I_n$ или 500 А (выбирается большее значение);

– номинальный условный ток короткого замыкания (I_{nc}) – действующее значение ожидаемого тока, которое способно выдержать УЗО, защищаемое устройством защиты от коротких замыканий, при заданных условиях эксплуатации, без необратимых изменений, нарушающих его работоспособность.

$I_{nc} = 3000; 4500; 6000; 10\ 000\ А;$

– номинальный условный дифференциальный ток короткого замыкания (I_{Dc}) – действующее значение ожидаемого дифференциального тока, которое способно выдержать УЗО, защищаемое устройством защиты от коротких замыканий при заданных условиях эксплуатации без необратимых изменений, нарушающих его работоспособность. $I_{Dc} = 3000; 4500; 6000; 10\ 000\ А.$

В ГОСТ Р 51326.1-99 содержится требование: «Изготовитель должен сообщить выдерживаемые УЗО значения интеграла Джоуля (I^2t) и пикового тока (I_p). В случае если они не определены, применяют минимальные значения (табл. 1)».

I_{nc} и I_{Dc}	$I_p, кА$ $I^2t,$ $кА^2 \times с$	$I_n = 16$	$16 < I_n < 32$	$32 < I_n < 40$	$40 < I_n < 63$	$63 < I_n < 80$	$80 < I_n < 125$
		3000	I_p	1,10	1,85	2,35	3,30
	I^2t	1,20	4,50	8,70	22,5	36,0	65,0
4500	I_p	1,15	2,05	2,70	3,90	4,80	5,60
	I^2t	1,45	5,00	9,70	25,0	40,0	72,5
6000	I_p	1,30	2,30	3,00	4,05	5,10	5,80
	I^2t	1,60	6,00	11,5	28,0	47,0	82,0

Номинальное время отключения T_n – промежуток времени между моментом внезапного возникновения отключающего дифференциального тока и моментом гашения дуги на всех полюсах. Стандартные значения максимально допустимого времени отключения УЗО типа АС при любом номинальном токе нагрузки и заданных нормами значениях дифференциального тока не должны превышать приведенных в табл. 2.

Максимальное время отключения, установленное в табл. 2, распространяется также на УЗО типа А. При этом испытания УЗО типа А проводят при значениях токов $I_{Dn}, 2I_{Dn}, 5I_{Dn}$ и 500 А с коэффициентом 1,4 (при $I_{Dn} > 0,01\ А$) и с коэффициентом 2 (при $I_{Dn} \square \square 0,01\ А$).

Таблица 2 - максимально допустимое время отключения уЗО

Время отключения $T_n, с$			
$I_{\Delta n}$	$2I_{\Delta n}$	$5I_{\Delta n}$	500 А
0,3	0,15	0,04	0,04

Стандартные значения допустимого времени отключения и неотключения для

УЗО типа S при любом номинальном токе нагрузки свыше 25 А и значениях номинального дифференциального тока свыше 0,03 А не должны превышать приведенных в таблице 3.

Дифференциальный ток	I_{Dn}	$2I_{Dn}$	$5I_{Dn}$	500 А
Максимальное время отключения	0,5	0,2	0,15	0,15
Минимальное время неотключения	0,13	0,06	0,05	0,04

Таблица 3-значения номинального дифференциального тока

В качестве примера исполнения УЗО, отвечающего всем требованиям ГОСТ Р 50807-95, в таблице 4 приведены техниче-ские характеристики АСТРО-УЗО производства ОПЗ МЭИ. На рисунке 1 показан внешний вид УЗО.



Рисунок 1- Внешний вид УЗО

Наименование параметра	Номинальное значение
Номинальное напряжение U_n , В	220, 380
Частота f_n , Гц	50
Номинальный ток нагрузки I_n , А	16, 25, 40, 63, 80
Номинальный отключающий дифференциальный ток (уставки) $I_{\Delta n}$, мА	10, 30, 100, 300
Номинальный неотключающий дифференциальный ток $I_{\Delta n0}$	$0,5 I_{\Delta n0}$
Номинальная включающая и отключающая (коммута-ционная) способность I_m , А	1500
Номинальный условный ток короткого замыкания (тер-мическая стойкость) при последовательно включенной плавкой вставке 63 А I_{nc} , А	10000
Номинальное время отключения при номинальном дифференциальном токе T_n , не более, мс	30
Диапазон рабочих температур, °С	-25 -+40
Максимальное сечение подключаемых проводов, мм ² Срок службы:	25, 50
электрических циклов, не менее механических циклов, не менее	4000, 10000
Номинальный неотключающий дифференциальный ток $I_{\Delta n0}$	

Выбор УЗО

Согласно классификации УЗО делятся на типы, реагирующие на:

- напряжение корпуса относительно земли; – ток замыкания на землю;
- напряжение нулевой последовательности; – оперативный ток
- и т. д.

УЗО, предназначенные для отключения электроустановок при прикосновении человека к частям, находящимся под напряжением, должны иметь такие характеристики, чтобы при их использовании ток, протекающий через человека $I_{\text{ч}}$ (или $U_{\text{нр}}$), и продолжительность воздействия тока $\square \square$ в интервале до 1 с не превышали допустимых значений.

Выбор уставки производится исходя из условий обеспечения безопасности с помощью расчётных зависимостей, связывающих входной сигнал УЗО с параметрами электрической сети и тела человека. Рассчитанные величины уставок следует скорректировать до рекомендуемых значений.

Для сетей с глухозаземлённой нейтралью стандартные значения уставок составляют 0,002, 0,006, 0,01, 0,02, 0,03, 0,1, 0,3, 0,5, 1 А (для селективных УЗО ещё 2 и 5 А).

Для сетей с изолированной нейтралью при выборе уставки следует пользоваться следующими рекомендациями. Для селективных УЗО рекомендуются следующие значения уставок: при напряжении сети до 1000 В – 0,025 А и свыше 1000 В – 0,3, 0,5, 0,75, 1,5 А.

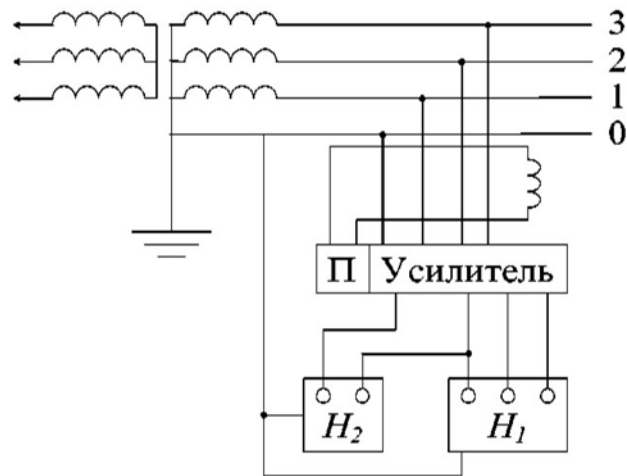
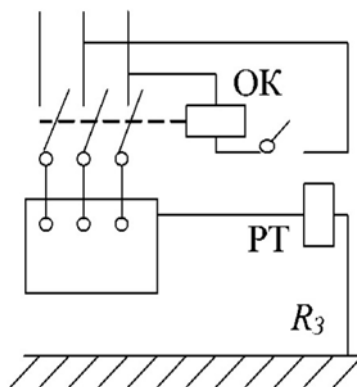


Схема подключения УЗО:

H2-трехфазный потребитель

H1-однофазный потребитель

Устройство, реагирующее на ток замыкания на землю рекомендуется применять в установках, корпуса которых изолированы от земли и между которыми нет электрической связи. Это – ручной электрифицированный инструмент, передвижные установки и т. д. Напряжение питающей сети и режим нейтрали могут быть любыми.



Принципиальная схема УЗО, реагирующего на ток замыкания на землю: R_3 – заземление корпуса; ОК – отключающая катушка автоматического выключателя; РТ – реле тока

Пример решения задачи
по оценке электропоражения током

Задача. Подобрать типовое реле в УЗО, работающем на токе замыкания на землю, и используемое для обеспечения электробезопасности персонала в установке, питающейся от трёхфазной четырёхпроводной сети с заземлённой нейтралью.

Решение

Представим схему УЗО на токе замыкания на землю в указанных условиях (рис. 16).

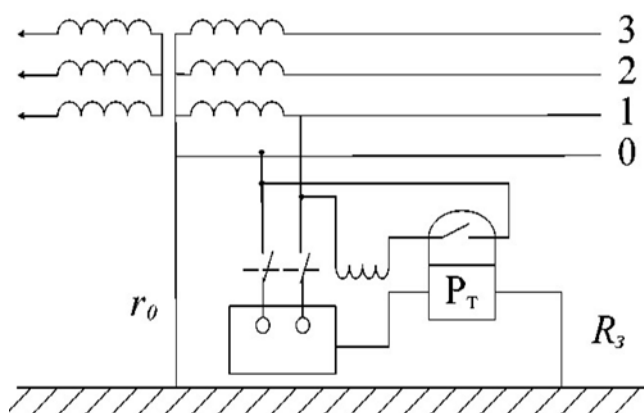


Рис. 16. Схема УЗО на токе замыкания на землю в указанных условиях: $U = 380/220$ В; $Z_p = 32$ Ом; $R_3 = 10$ Ом

Для подбора типового реле тока необходимо знать ток срабатывания реле (табл. 9), который, согласно формуле, равен току уставки, т. е. I_{cp}

$$I_{уст}$$

Ток уставки

$$I = \frac{U_{пр.доп}}{Z_p + R_3},$$

где $U_{пр.доп}$ – предельно допустимое напряжение прикосновения. При продолжительном воздействии тока (более 1 с) оно не должно превышать 42 В (табл. 5);

$Z_p = 32$ Ом – полное сопротивление обмотки реле; $R_3 = 10$ Ом – сопротивление заземления

Тогда

$$I_y \square\square_{42} \square_{42} A.$$

Вывод. Согласно приложению (табл. 9), подходящим для заданных условий будет реле типа РТ40/2 при параллельном соединении обмоток.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Дайте определение защитному отключению в электро-установках.
2. Пояснить, что такое селективность защитного отключения.
3. Перечислите основные требования к защитному отключению.
4. Где применяют защитное отключение? 5. Опишите принцип работы УЗО?
6. На какие типы по условиям функционирования дифференциальные УЗО подразделяются?
7. Где и в каких системах применяют УЗО дифференциального типа?
8. Перечислите основные параметры УЗО дифференциального типа?
9. Перечислите основные параметры УЗО согласно ГОСТ Р 50807-95

Тема 1.4. Защита от перенапряжений Практическая работа № 4

«Устройства защиты от импульсных перенапряжений. Защита зданий и сооружений любого назначения от импульсных перенапряжений»

Цель работы: Изучить устройства защиты от импульсных перенапряжений. Защиту зданий и сооружений импульсных перенапряжений.

Теоретический материал

Молния является наиболее мощным естественным источником электромагнитных возмущений. Большинство зданий, сооружений и их внутреннее оборудование так или иначе объединены между собой кабельными коммуникациями, водопроводными трубами, через систему заземления и т.д. Поэтому молния и связанные с ней электромагнитные поля оказывают сильное влияние не только на электрооборудование пораженного объекта, но и на оборудование, размещенное поблизости.

В городских условиях удар молнии наиболее вероятен в линии электропередачи, вышки сотовой связи, трубы промышленных предприятий, отдельно стоящие высокие здания или мачты освещения. Однако вопросы молниезащиты актуальны и для жилых и офисных зданий средней высоты.

Существует мнение, что для борьбы с перенапряжениями при ударах молнии достаточно наличия усиленного заземляющего устройства (ЗУ). Однако наиболее распространенными являются индуктированные перенапряжения, то есть связанные не с проникновением тока молнии через ЗУ, а с распространением помех через электромагнитное поле. Именно в результате воздействия индуктированных перенапряжений нередко повреждается оконечное оборудование, подключенное к протяженным кабельным линиям, проходящим поблизости от молниеотводов.

Основным способом защиты оконечного электрооборудования объекта является применение устройств защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП). Особенно актуально применение УЗИП в тех случаях, когда такие мероприятия, как экранирование, заземление и т.п., оказываются недостаточно эффективными, слишком затратными или технически нереализуемыми.

Импульсное перенапряжение

Перенапряжением в электротехническом устройстве называется напряжение между двумя точками электротехнического устройства, значение которого превышает наибольшее рабочее значение напряжения.

Перенапряжения опасны тем, что могут привести к электрическому пробоя изоляции и возникновению тока КЗ.

Перенапряжения делятся на две группы:

➤ **временное перенапряжение** – это повышение напряжения в электрической сети выше 110% номинального напряжения продолжительностью более 10 мс, возникающее в системе электроснабжения при коммутации или коротких замыканиях;

➤ **импульсное перенапряжение** – это кратковременное увеличение напряжения длительностью от единиц наносекунд до десятков микросекунд, максимальное значение которого многократно превышает значение номинального напряжения электрической сети, вслед за которым напряжение восстанавливается до первоначального или близкого к нему уровня (чрезвычайно высокое напряжение между фазами или фазой и землёй с длительностью до 1 мс). В быту это явление называют «скачки напряжения». **Источниками возникновения импульсных перенапряжений** могут являться:

удары молний, коммутационные процессы в электрических сетях (см. **Рисунок 1**).

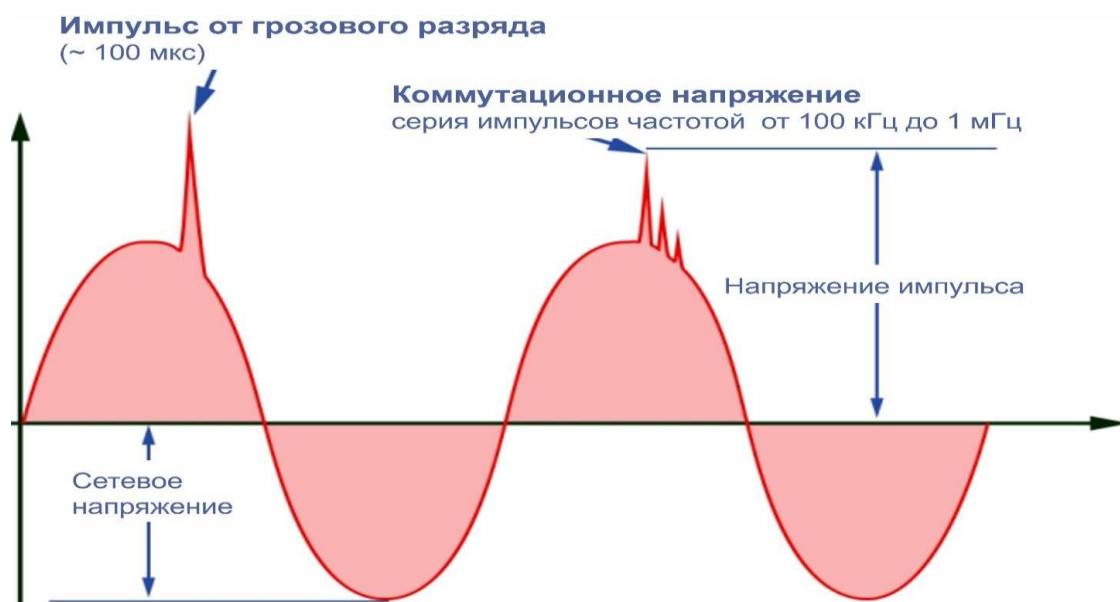


Рисунок 1- Примеры импульсных перенапряжений разного характера

Как и где возникают импульсные перенапряжения

Импульсные перенапряжения могут возникать из-за внутренних и внешних причин по отношению к защищаемой линии:

внутренние источники импульсных перенапряжений – это коммутация мощной реактивной нагрузки, дуговые разряды, возникающие при коммутации или в результате пробоя изоляции, электростатические разряды.

внешние перенапряжения возникают по причинам, не связанным с процессами в электросети или подключённой нагрузкой, а в результате внешних воздействий: при прямых ударах молнии в провода линий электропередач или при ударах молнии в землю, в непосредственной близости к электроустановке, возле кабелей, ЛЭП и других элементов сети.

Выделяют и другие виды перенапряжений

Перенапряжения, которые возникают при включениях и отключениях чего-либо, называют

ещё **коммутационными перенапряжениями**. Они возникают при внезапных изменениях параметров сети или переключениях в схеме.

Коммутационное импульсное перенапряжение в сети может быть вызвано отключением или переключением индуктивных нагрузок, таких как электродвигатели и трансформаторы, а также сварочными работами.

Например, при отключении разделительного трансформатора тока мощностью всего 1 кВА 230/400 В запасённая в обмотке трансформатора энергия «выбрасывается» в сеть в виде высоковольтного импульса напряжением свыше 2000 В!

На практике, при распределении электроэнергии, используются трансформаторы значительно больших мощностей (см. **Рисунок 3**).

Соответственно и значение импульса перенапряжения при их отключении, может в десятки раз превышать приведённый в примере.



Рисунок 2- Коммутационное импульсное перенапряжение



Рисунок 3- Разделительный трансформатор

Особенно часто при отключении мощного электродвигателя мы видим дугу в контакторах или рубильниках. Это и есть выброс в электрическую сеть запасённой в электромагнитном поле катушек энергии в виде высоковольтного импульса.

Коммутации в распределительных сетях, установках и оборудовании могут вызывать очень опасные переходные напряжения.

Поэтому УЗИП защищают чувствительное оборудование не только от последствий грозовых разрядов, но и от помех данного типа.



Рисунок 4- Типичная форма коммутационных перенапряжений

Грозовое импульсное перенапряжение

К наиболее разрушительным последствиям в электрических сетях с выходом из строя электропроводки и электроприборов могут привести импульсные перенапряжения, связанные с грозовыми разрядами. (см. Рисунок 5).

Разрушающее воздействие на электросеть может оказать как прямое попадание молнии в линию электропередачи, так и не прямое, иначе косвенное (дерево, соседнее здание, водонапорная башня и т.д.), в радиусе до полутора километров!



7 Рисунок 5- Грозовой разряд

Единственный способ отвести всю начальную энергию импульса на вводе – установить УЗИП на каждом уровне распределения.

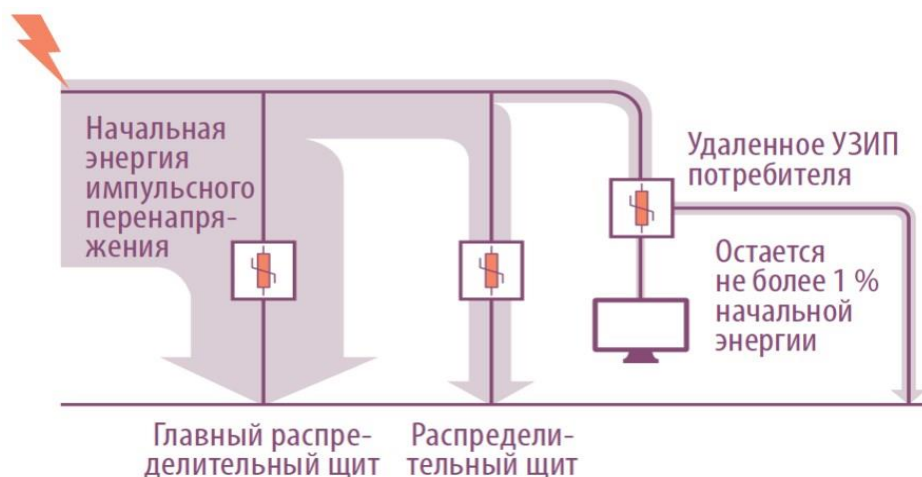


Рисунок 6- Установка УЗИП

Последствия импульсного перенапряжения

Импульсные перенапряжения могут влиять по-разному на электронное оборудование (список последствий в порядке уменьшения важности):

Разрушения:

- Электрический пробой полупроводниковых переходов
- Разрушение элементов заземления
- Разрушение дорожек печатных плат или контактов
- Разрушение симисторов/тиристоров фронтом напряжения

Сбои в работе оборудования:

- Случайное срабатывание затворов тиристоров и симисторов
- Стирание памяти
- Ошибки или блокировка информационных программ
- Ошибки в данных или их передачи

Прямое попадание молнии в линию электропередачи чаще всего приводит к разрушительным последствиям для потребителей электроэнергии и электрических сетей

Рисунок

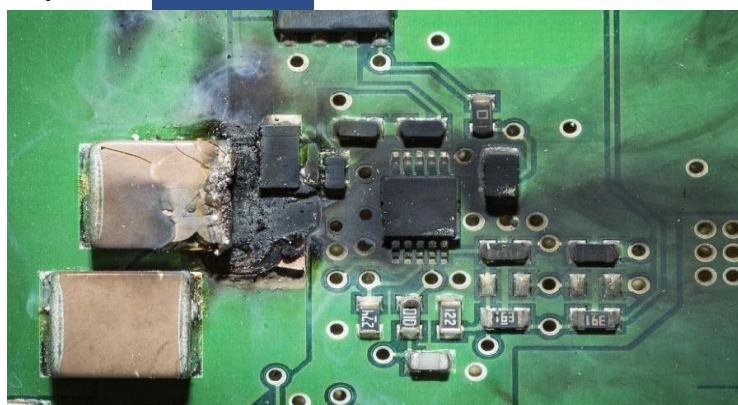


Рисунок 7. Последствия импульсного перенапряжения

сгоревшие электронные устройства вырванные из стен электроприёмников электрические провода.

Зоны молниезащиты

Стандарты определяют зоны молниезащиты с точки зрения прямого и непрямого воздействия молнии

Зона 0А: зона внешней среды объекта, все точки которой могут подвергаться воздействию прямого удара молнии (иметь непосредственный контакт с каналом молнии) и возникающего при этом электромагнитного поля.

Зона 0В: зона внешней среды объекта, точки которой не подвергаются воздействию прямого удара молнии (ПУМ), так как находятся в пространстве, защищённом системой внешней молниезащиты. Однако в данной зоне имеется воздействие неослабленного электромагнитного поля.

Зона 1: внутренняя зона объекта, точки которой не подвергаются воздействию прямого удара молнии. В этой зоне токи во всех токопроводящих частях имеют значительно меньшее значение по сравнению с зонами 0А и 0В. Электромагнитное поле также снижено за счет экранирующих свойств конструкций.

Последующие зоны (Зона 2, и т.д.): если требуется дальнейшее снижение импульсов тока или электромагнитного поля в местах размещения чувствительного оборудования, то необходимо проектировать последующие зоны защиты. Критерий защиты для последующих зон определяется общими требованиями по ограничению внешних воздействий, влияющих на защищаемую систему.

Существует общее правило, по которому с увеличением номера защитной зоны уменьшается влияние электромагнитного поля и импульсов тока. На границах раздела отдельных зон необходимо обеспечить присоединение к системе уравнивания потенциалов всех металлических элементов конструкции, экранированных оболочек, кабельростов и т.п.

На рисунке 8 приводится пример разделения защищаемого объекта на несколько зон. Кабели электропитания, связи и другие металлические коммуникации должны входить в защитную Зону 1 в одной точке и своими экранированными оболочками или металлическими частями подключаться к главной заземляющей шине на границе раздела Зон 0А - 0В и Зоны 1.

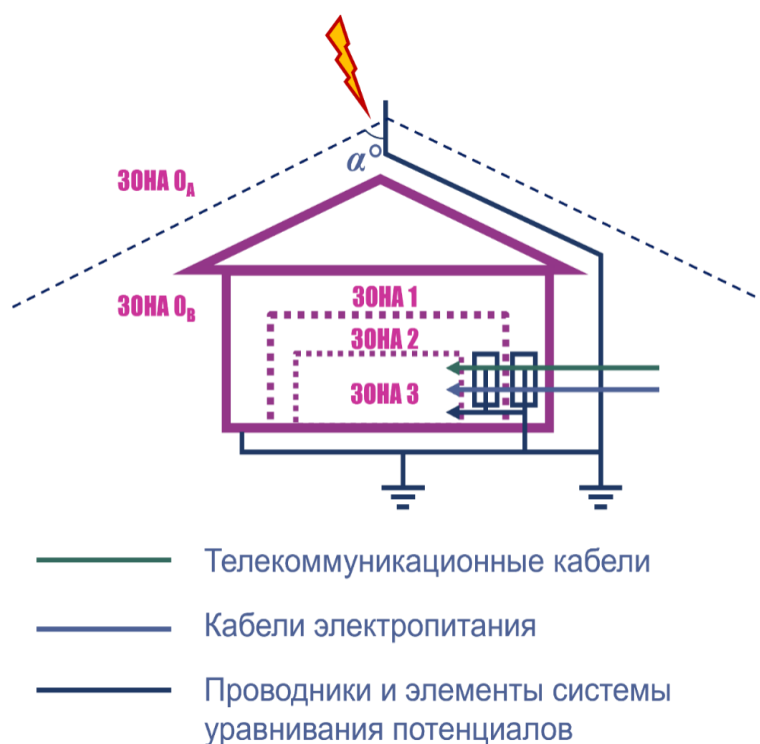


Рисунок 8- Зоны молниезащиты

Виды защиты

Для защиты электросетей и электроустановок от импульсных перенапряжений используют различные **ограничители импульсных перенапряжений**.

В зависимости от места установки это может быть:

1. Разрядник — электрический аппарат, предназначенный для ограничения перенапряжений. Обычно устанавливается на подстанциях, линиях электропередач, телефонных линиях, в сетевых фильтрах. Изначально он выполнялся по технологии искрового промежутка, позже начали применять разрядники на основе полупроводников и металл-оксидных варисторов.

2. Ограничители перенапряжений (ОПН), они же устройства защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП). Самый распространённый вид защиты в быту, основной элемент ограничителей — варисторы. Устанавливаются во вводных и распределительных электрощитах.

Также могут использоваться разделительные трансформаторы, защитные диоды и другие. Например, рекомендуемый УЗИП для частного дома рекомендуется установка I+II+III класса защиты

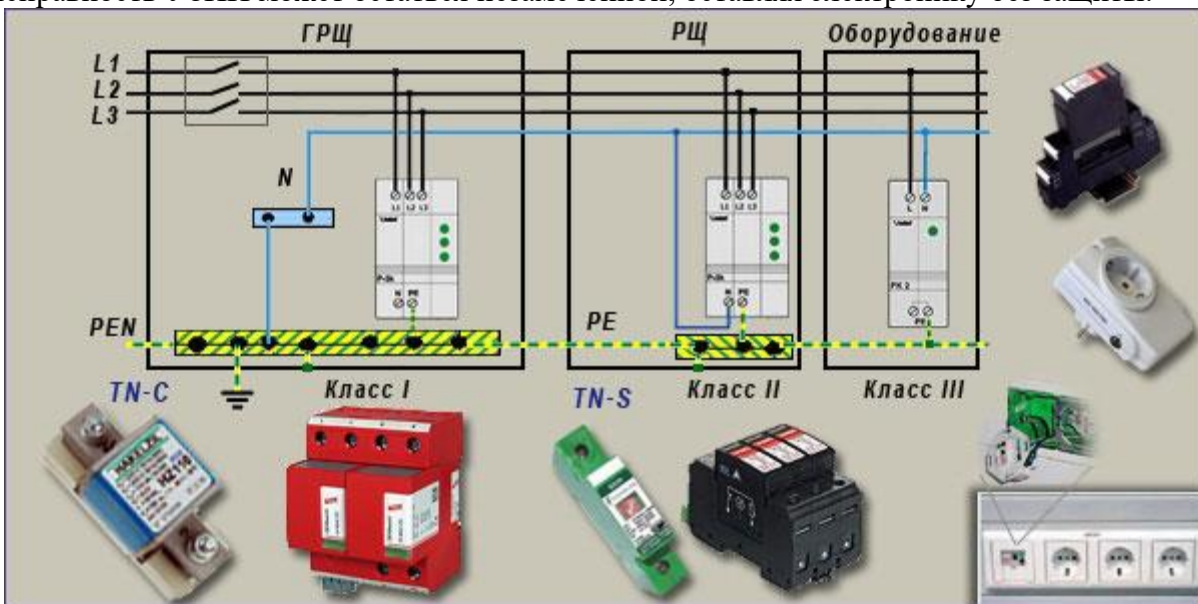
Назначение Класс защитного устройства	Место установки	Основные требования, предъявляемые к устройству	Импульсный ток, пропускаемый устройством при срабатывании
Для защиты от прямых ударов молнии в здание, мачту, ЛЭП (категория перенапряжения IV).	На вводе в здание (во вводном щите) или в главном распределительном щите.	– Защита от импульсных перенапряжений с большой энергией (прямых ударов молний, мощных бросков напряжений в режимах короткого замыкания). – Требуется защита от прямого прикосновения. – Отсутствие риска возгорания устройства защиты или короткого замыкания в линии в случае его выхода из строя в результате перегрузки.	В соответствии с требованиями: - 1 класс защиты УЗИП - E DIN VDE 0675-6/A1/03-96 (таблица 4) (при импульсе 10/350 мкС $I_{imp} = 0,5 - 50$ кА) - IEC 1643 - 1 (37A/44/CDV:1996-03)
Для защиты электросети от коммутационных помех, как вторая ступень защиты при ударе молнии (категория перенапряжения III).	Распределительные щиты.	– Защита от синфазных перенапряжений (между фазой и землей, нейтралью и землей). – Требуется защита от прямого прикосновения. – Отсутствие риска возгорания устройства защиты или короткого замыкания в линии в случае его выхода из строя в результате перегрузки.	В соответствии с требованиями: - УЗИП 2 класса защиты - E DIN VDE 0675-6/11-89 (таблица 6) (при импульсе 8/20 мкС $I_{sn} = 5$ кА) - IEC 1643-1 (37A/44/CDV:1996-03)
Для защиты потребителей от остаточных бросков напряжений,	Розетки, оконечные защитные устройства (фильтры и т.п.)	– Защита от дифференциальных перенапряжений (между фазой и нейтралью). – Требуется защита от	В соответствии с требованиями: - УЗИП 3 класса защиты - E DIN VDE 0675-6/11-89 (таблица 6) (при

фильтрация помех
(категория
перенапряжения II).

прямого прикосновения. – импульсе 8/20 мкс I_{sn}
Отсутствие риска = 1,5 кА) - IEC 1643-1
возгорания устройства (37A/44/CDV:1996-03)
защиты или короткого
замыкания в линии в
случае его выхода из
строя в результате
перегрузки.

Основой любых типов УЗИП являются системы заземления и выравнивания потенциалов внутри здания, поэтому любые мероприятия по защите должны начинаться с проверки этих систем.

- Бытовая электроника подвержена риску повреждения от электромагнитных импульсов, вызванных грозовыми разрядами даже на значительном расстоянии. Кроме того, опасность представляют импульсы, возникающие при переключении индуктивных нагрузок.
- Для противодействия этим угрозам разработаны специальные устройства защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП). В зависимости от требуемых характеристик, УЗИП могут включать в себя разрядники или варисторы.
- УЗИП классифицируются по уровням защиты от I до III. Для защиты на уровне вводного щита жилого дома обычно применяются устройства I класса. Существуют также комбинированные УЗИП, обеспечивающие защиту нескольких классов одновременно.
- Эффективность УЗИП напрямую зависит от правильности их установки и подключения. Неверный монтаж может полностью нивелировать защитные свойства устройства.
- УЗИП подвержены износу и могут выходить из строя. При отсутствии регулярных проверок неисправность УЗИП может остаться незамеченной, оставляя электронику без защиты.



Практическое задание: изучить устройство УЗИП

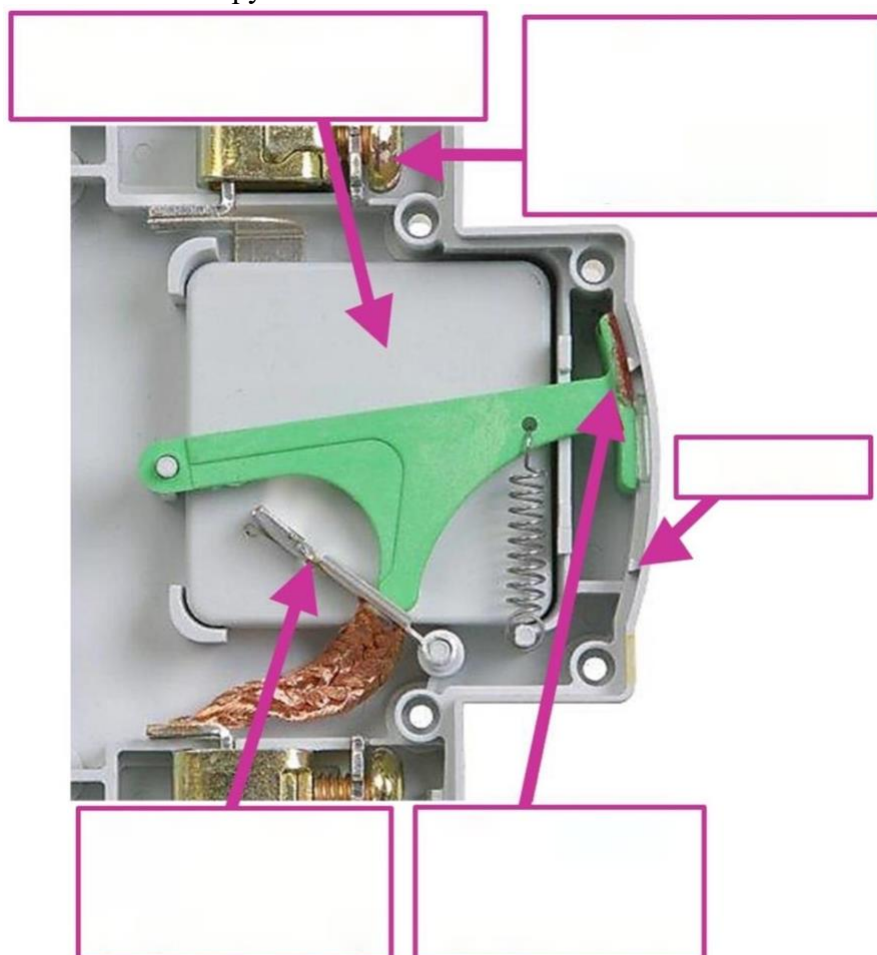


1.Расшифруйте маркировку УЗИП:

2. Укажите защитные элементы УЗИП, принадлежащие к элементам, ограничивающим напряжение:

- варисторы
- воздушные искровые разрядники
- лавинные диоды
- газовые разрядники
- ограничительные диоды
- тиристоры (кремниевые управляемые выпрямители)
- симисторы

3. Укажите конструктивные элементы УЗИП.



Контрольные вопросы

1. Перечислить виды перенапряжений
2. От каких перенапряжений защищают разрядники
3. Чем осуществляется защита электрооборудования подстанций от прямых ударов молнии
4. Искровые (защитные) промежутки применяются: 5.
5. Какую функцию выполняют разрядники
6. Расшифруйте аббревиатуру ОПН
7. Расшифруйте аббревиатуру УЗИП

«Зоны молниезащиты прямого и непрямого воздействия молнии.

Тема 1.4. Защита от перенапряжений

Цель работы: Изучить средства и способы молниезащиты

Теоретический материал

Требования к выполнению всего комплекса мероприятий по молниезащите объектов I, II и III категорий и конструкциям молниеотводов изложены в § 2 и 3 РД 34.21.122-87.

Молниезащита представляет собой комплекс мероприятий, направленных на предотвращение прямого удара молнии в объект или на устранение опасных последствий, связанных с прямым ударом; к этому комплексу относятся также средства защиты, предохраняющие объект от вторичных воздействий молнии и заноса высокого потенциала.

Средством защиты от прямых ударов молнии служит молниеотвод — устройство, рассчитанное на непосредственный контакт с каналом молнии и отводящее ее ток в землю. Молниеотводы разделяются на отдельно стоящие, обеспечивающие растекание тока молнии минуя объект, и установленные на самом объекте. При этом растекание тока происходит по контролируемым путям так, что обеспечивается низкая вероятность поражения людей (животных), взрыва или пожара.

Установка отдельно стоящих молниеотводов исключает возможность термического воздействия на объект при поражении молниеотвода; для объектов с постоянной взрывоопасностью, отнесенных к I категории, принят этот способ защиты, обеспечивающий минимальное количество опасных воздействий при грозе. Для объектов II и III категорий, характеризующихся меньшим риском взрыва или пожара, в равной мере допустимо использование отдельно стоящих молниеотводов и установленных на защищаемом объекте. Молниеотвод состоит из следующих элементов: молниеприемника, опоры, токоотвода и заземлителя. Однако на практике они могут образовывать единую конструкцию, например металлическая мачта или ферма здания представляет собой молниеприемник, опору и токоотвод одновременно.

МОЛНИЕЗАЩИТА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Различают два рода воздействия молнии: первичное, связанное с прямым ударом; вторичное, вызванное электромагнитной и электростатической индукцией и заносом высоких потенциалов через металлические коммуникации в сооружения при разряде облака.

В результате этих явлений могут возникать пожары, взрывы, разрушения конструкций, поражения людей, перенапряжение на проводах электрической сети, повреждения электрического и электронного оборудования.

Последствиями удара молнии могут быть взрывы и выделение опасных продуктов — радиоактивных и ядовитых химических веществ, а также бактерий и вирусов.

Категории молниезащиты зданий. Значительную опасность представляет атмосферное статическое электричество, эффективным средством защиты от которого является молниезащита.

39

Для всех жилых, административных и производственных зданий молниезащита должна выполняться согласно «Инструкции по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций» СО 153–34.21.122–2003. Исходя из вероятности поражения защищаемого объекта молнией, масштаба возможных разрушений и ущерба, устанавливаются три категории зданий и сооружений (I, II, III).

Классификация взрывоопасных и пожароопасных зон проводится по ГОСТ Р 51330.9–99 «Электрооборудование взрывозащищенное. Классификация взрывоопасных зон», Федеральному закону № 123–ФЗ от 22.07.2008 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»:

К I категории относят здания и сооружения (или их части), в которых имеются взрывоопасные зоны классов В-I и В-II:

В-I – зоны, расположенные в помещениях, в которых при нормальном режиме работы оборудования выделяются горючие газы или пары легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ), образующие с воздухом взрывоопасные смеси, например при загрузке или разгрузке технологических аппаратов, хранении или переливании ЛВЖ, находящихся в открытых емкостях, и т.п.;

В-II – 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 г/м³ и менее.

Ко II категории относят здания и сооружения (или их части), в которых имеются взрывоопасные зоны классов В-Ia, В-Iб. В таких сооружениях опасные смеси появляются лишь при аварии или неисправностях в технологическом процессе.

Кэтой же категории принадлежат наружные технологические установки и открытые склады, содержащие взрывоопасные газы и пары, горючие и ЛВЖ (газгольдеры, цистерны и резервуары, сливоналивные эстакады и т. п.), относимые к взрывоопасным зонам класса В-Іг.

Кэтой же категории принадлежат зоны, расположенные в помещениях, в которых при нормальном режиме работы

оборудования не образуются взрывоопасные смеси горючих пылей или волокон с воздухом при концентрации 65 г/м³ и менее, но возможно образование такой взрывоопасной смеси горючих пылей или волокон с воздухом только в результате аварии или повреждения оборудования – В-Іа.

В III категорию входят:

1) здания и сооружения с пожароопасными зонами классов П-І,

П-ІІ, П-Іа:

зоны класса П-І – зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются горючие жидкости с температурой вспышки выше 61 °С;

зоны класса П-ІІ – зоны, расположенные в помещениях, в которых выделяются горючие пыль или волокна с нижним концентрационным пределом воспламенения более 65 г/м³ к объему воздуха;

зоны класса П-Іа – зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются твердые горючие вещества;

2) открытые склады твердых горючих веществ и наружные технологические установки, в которых применяют или хранят горючие жидкости с температурой вспышки паров выше 61 °С, относимые по ПУЭ к классу П-ІІІ;

3) здания и сооружения III, IV и V степеней огнестойкости, в которых отсутствуют производства с зонами, относимыми по ПУЭ к классам пожаро- и взрывоопасным;

4) жилые и общественные здания, возвышающиеся на 25 м и более над средней высотой окружающих зданий в радиусе 400 м, а также отдельно стоящие здания высотой более 30 м, удаленные от других зданий на 400 м и более;

5) дымовые трубы предприятий и котельных, водонапорные башни, вышки различного назначения высотой более 15 м и др.

При грозе, во время ударов молнии в различные промышленные, транспортные и другие объекты, находящиеся вдали от производственных зданий и сооружений, возможно проникновение (занос) электростатических потенциалов в здание по внешним металлическим сооружениям и коммуникациям – эстакадам, монорельсам и канатам подвесных дорог, по трубопроводам,

оболочкам кабелей и т.д.

Для приема электрического разряда молнии и отвода её в землю применяют устройства, называемые молниеотводами.

Молниеотвод состоит из:

1) несущей части – опоры. Представляет собой вертикальную конструкцию (столб или мачту) или часть сооружения, предназначенную для закрепления молниеприемника и токоотвода;

2) молниеприемников – могут быть специально установленными либо их функции выполняют конструктивные элементы защищаемого объекта; в последнем случае они называются естественными молниеприемниками. Это дымовые и другие трубы, дефлекторы, кровля, сетка и другие металлические конструкции, возвышающиеся над сооружением;

3) токоотвода (спуск) – часть молниеотвода, предназначенная для отвода тока молнии от молниеприемника к заземлителю;

4) заземлителя (проводящая часть или совокупность соединенных между собой проводящих частей, находящихся в электрическом контакте с землей непосредственно или через промежуточную проводящую среду).

По типу молниеприемников молниеотводы делят на:

1) стержневые (представляют собой вертикальные стержни или мачты);

2) тросовые (горизонтальные стальные провода, закрепленные на двух и более опорах, по каждой из которых прокладывают токоотвод к отдельному заземлителю, чаще всего применяют для защиты зданий большой длины и высоковольтных линий);

3) сеточные (молниеприемником служит металлическая сетка, присоединяемая токоотводом к заземлителю).

По числу совместно действующих молниеприемников молниеотводы делят на:
одиночные;
двойные;
многократные.

По месту расположения различают молниеотводы:
отдельно стоящие;
изолированные от защищаемого здания;
не изолированные от защищаемого здания.

Зона защиты молниеотвода – это часть пространства,

примыкающая к молниеотводу, внутри которого здание, сооружение защищено от прямых ударов молнии с определенной степенью надежности. Защитное действие молниеотвода основано на свойстве молнии поражать наиболее высокие и хорошо заземленные металлические сооружения. Исходя из вероятности поражения защищаемого объекта молнией, масштаба возможных разрушений и ущерба, устанавливают два типа (А, Б) зон защиты объектов от прямых ударов молнии. Зона защиты типа А обеспечивает перехват на пути к защищаемому объекту не менее 99,5 % молний, типа Б – не менее 95 %.

Здания и сооружения I категории должны быть защищены от прямых ударов молнии, от электрической и электромагнитной индукции, от заноса высокого потенциала через подземные и наземные коммуникации. Молниеотводы предусматриваются с зонами защиты типа А.

Здания и сооружения II категории должны быть защищены от прямых ударов молнии; вторичных ее воздействий и заноса высоких потенциалов по коммуникациям только в местностях со средней интенсивностью грозовой деятельности более 10 ч в год. Тип зоны защиты молниеотводов зависит от показателя n : тип А берется при $n > 1$, тип Б – при $n \leq 1$, n – количество поражений молнией в год.

Здания и сооружения III категории подлежат молниезащите в местностях с грозовой деятельностью 20 ч и более в год, зона защиты молниеотводов – типа Б. Все здания и сооружения III категории защищают от прямых ударов молнии и заноса высоких потенциалов через наземные металлические коммуникации.

Наружные установки защищают только от прямых ударов молнии. Уровни защиты от ударов молнии определяются в зависимости от параметров тока молнии по ГОСТ Р МЭК 62305–1–2010 «Менеджмент риска. Защита от молнии».

Конструкции молниеотводов и требования к сопротивлению заземляющего устройства. Для зданий категории молниезащиты I и II используют отдельно стоящие стержневые или тросовые молниеотводы (см. рис. 12). Эти молниеотводы должны заземляться на заземляющие устройства симпульсным сопротивлением не более 10 Ом.

Для здания категории II молниезащита выполняется путем наложения молниеприемной сетки на плоскую неметаллическую кровлю или посредством использования в качестве молниеприемника металлической кровли здания. Эти молниеприемники применяются для большинства жилых зданий и пожароопасных производств: П-I; П-II; П-Ia, за исключением зданий, в которых размещены взрывоопасные производства В-Ia; В-Iб; В-Iг; В-IIa. Молниеприемная сетка должна быть выполнена из стальной проволоки диаметром 6–8 мм и уложена непосредственно на кровлю или под слой негорючих утеплителей или гидроизоляции (керамзит, минеральная вата, пенобетон и др.). Сетка должна иметь ячейки площадью не более 36 м² (6х6 м). Сетка должна быть соединена тоководами с заземляющим устройством. Тоководы выполняются из проволоки диаметром не менее 6 мм или из металлической полосы сечением не менее 48 мм². Сетка через каждые 25 м периметра здания соединяется с заземляющим устройством при помощи тоководов. Для зданий III категории молниезащита выполняется в виде металлической сетки, укладываемой на плоской кровле, с размером ячейки не более 150 м² (12х12 м) и сечением проволоки не менее 6 мм². Защита объектов III категории от прямых ударов молнии организуется так же, как для объектов II категории, но требования к заземлителям ниже: импульсное электросопротивление каждого заземлителя не должно превышать 20 Ом, а при защите дымовых труб, водонапорных башен, пожарных вышек – 50 Ом.

Контрольные вопросы

1. Укажите, в чем заключается опасное действие молнии на здания, сооружения, промышленные коммуникации.

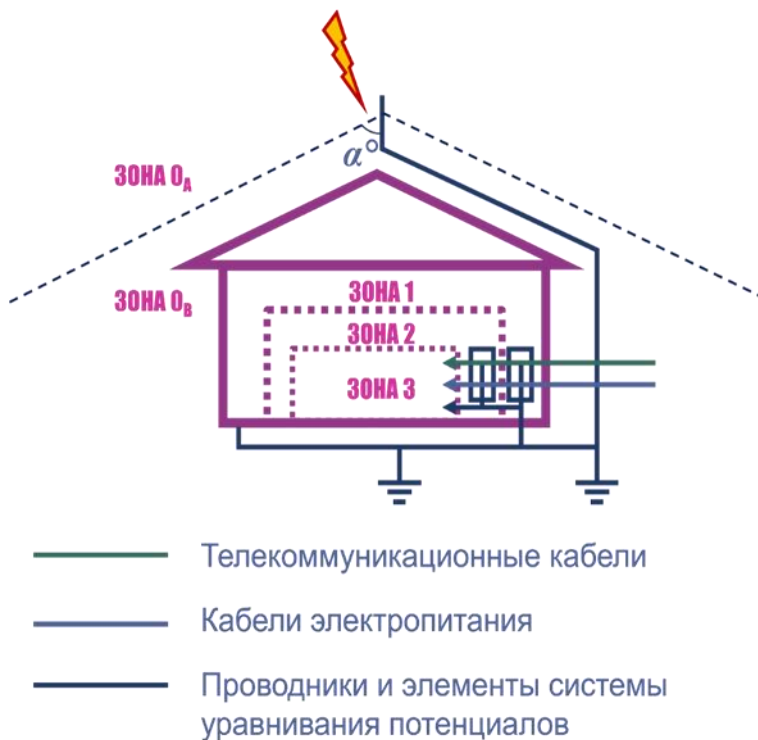
2. Укажите, какие категории молниезащиты зданий существуют согласно «Инструкции по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций».

3. Укажите, какие типы молниеотводов существуют согласно «Инструкции по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций».

4. Что такое зона защиты молниеотвода?

5. Какие конструктивные элементы зданий и сооружений могут рассматриваться как естественные молниеприемники?

6. Укажите, в чем заключается методика расчета молниезащит



Защитное действие молниеотвода основано на "свойстве молнии с большей вероятностью поражать более высокие и хорошо заземленные предметы по сравнению с расположенными рядом объектами меньшей высоты. Поэтому на молниеотвод, возвышающийся над защищаемым объектом, возлагается функция перехвата молний, которые в отсутствие молниеотвода поразили бы объект. Количественно защитное действие молниеотвода определяется через вероятность прорыва — отношение числа ударов молнии в защищенный объект (числа прорывов) к общему числу ударов в молниеотвод и объект. Существует несколько способов оценки вероятности прорыва, основанных на разных физических представлениях о процессах поражения молнией. В РД 34.21.122—87 использованы результаты расчетов по вероятностной методике, связывающей вероятность поражения молниеотвода и объекта с разбросом траекторий нисходящей молнии без учета вариаций ее токов. Согласно принятой расчетной модели невозможно создать идеальную защиту от прямых ударов молнии, полностью исключая прорывы на защищаемый объект. Однако на практике осуществимо взаимное расположение объекта и молниеотвода, обеспечивающее низкую вероятность прорыва, например 0,1 и 0,01, что соответствует уменьшению числа поражений объекта примерно в 10 и 100 раз по сравнению с незащищенным объектом. Для большинства современных объектов при таких уровнях защиты обеспечивается малое количество прорывов за весь срок их службы.

Выше рассматривалось производственное здание высотой 20 м и размерами в плане 100 x 100 м, расположенное в местности с продолжительностью гроз 40—60 ч в год; если это здание защищено молниеотводами с вероятностью прорыва 0,1, в него можно ожидать не более одного прорыва за 50 лет. При этом не все прорывы в равной степени опасны для защищаемого объекта, например воспламенения возможны при больших токах или переносимых зарядах, которые встречаются не в каждом разряде молнии. Следовательно, на данный объект можно ожидать одно опасное воздействие за срок, заведомо превышающий 50 лет или для большинства промышленных объектов II и III категорий не более одного опасного воздействия за все время их существования. При

вероятности прорыва 0,01 в то же здание можно ожидать не более одного прорыва за 500 лет — период, намного превышающий срок службы любого промышленного объекта. Такой высокий уровень защиты оправдан только для объектов I категории, представляющих постоянную угрозу взрыва.

Выполняя серию расчетов вероятности прорыва в окрестности молниеотвода, можно построить поверхность, являющуюся геометрическим местом положения вершин защищаемых объектов, для которых вероятность прорыва — постоянное значение. Эта поверхность является внешней границей пространства, называемого зоной защиты молниеотвода; для одиночного стержневого молниеотвода эта граница — боковая поверхность кругового конуса, для одиночного троса — двускатная плоская поверхность.

Обычно зону защиты обозначают по максимальной вероятности прорыва, соответствующей ее внешней границе, хотя в глубине зоны вероятность прорыва существенно уменьшается.

Расчетный метод позволяет построить для стержневых и тросовых молниеотводов зону защиты с произвольным значением вероятности прорыва, т.е. для любого молниеотвода (одиночного или двойного) можно построить произвольное количество зон защиты. Однако для большинства народнохозяйственных зданий достаточный уровень защиты можно обеспечить, пользуясь двумя зонами, с вероятностью прорыва 0,1 и 0,01.

Примеры исполнения молниезащиты различных объектов* (рис. П4.2-п4.Э)

* Разработаны ВНИПИ Тяжпромэлектропроект, институтом Гипротрубопровод и ГИАП,

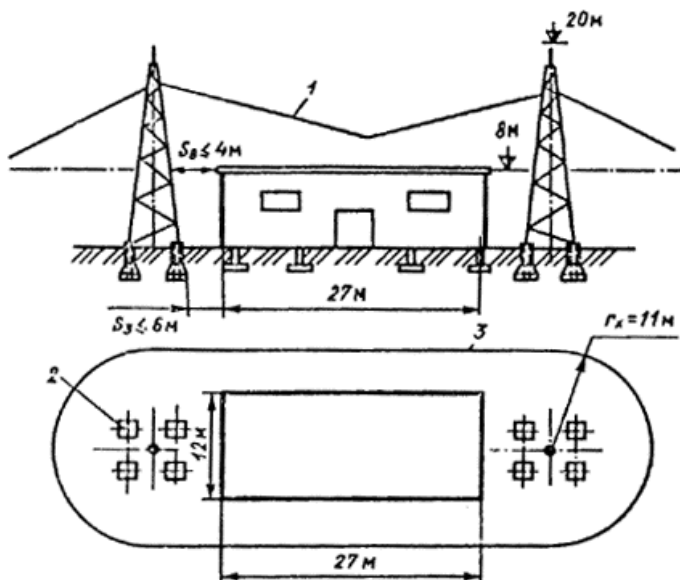
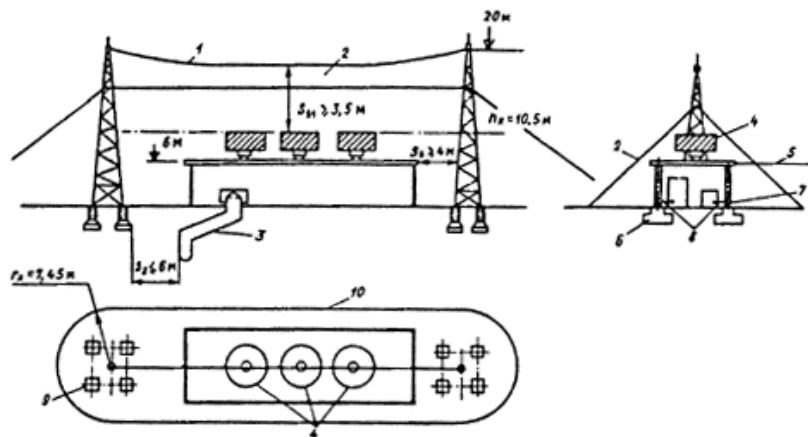


Рис. П4.2. Молниезащита здания I категории отдельно стоящим двойным стержневым молниеотводом ($\rho = 300 \text{ Ом}\cdot\text{м}$, $S_B \leq 4 \text{ м}$, $S_3 \leq 6 \text{ м}$):

1 — граница зоны защиты; 2 — заземлители-подножки фундамента; 3 — зона защиты на отметке 8,0 м



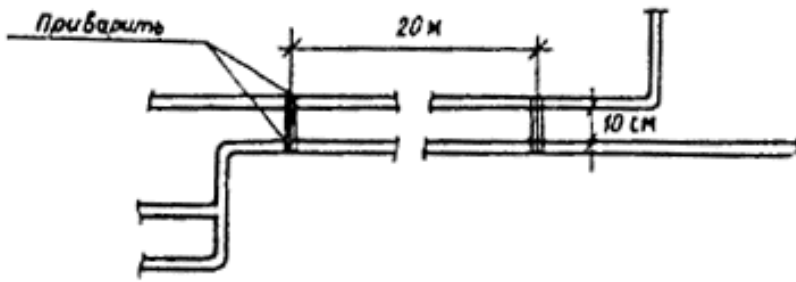


Рис. П4.3. Молниезащита здания I категории отдельно стоящим тросовым молниеотводом ($\rho = 300$ Ом·м, $S_a \leq 4$ м, $S_3 \leq 6$ м, $S_{в1} \geq 3,5$ м):

1 — трос; 2 — граница зоны защиты; 3 — ввод подземного трубопровода; 4 — граница распространения взрывоопасной концентрации; 5 — соединения арматуры, выполняемые сваркой; 6 — железобетонный фундамент; 7 — закладные элементы для присоединения оборудования; 8 — заземляющий проводник из стали 4x40 мм; 9 — заземлители — железобетонные подножки; 10 — граница зоны защиты на отметке 10,5 м

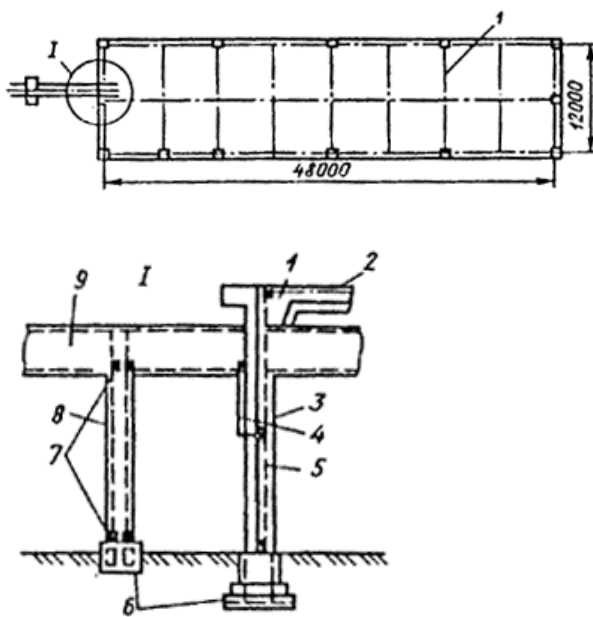


Рис П4.4. Молниезащита здания II категории сеткой, уложенной на кровлю под гидроизоляцию:

1 — молниеприемная сетка; 2 — гидроизоляция здания; 3 — опора здания; 4 — стальная перемычка; 5 — арматура колонны; 6 — заземлители, железобетонные фундаменты; 7 — закладная деталь; 8 — опора эстакады; 9 - технологическая эстакада

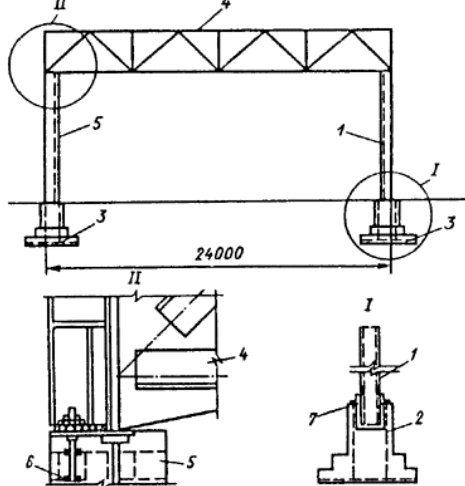


Рис. П4.5. Молниезащита здания II категории с металлическими фермами (в качестве токоотводов и заземлителей использована арматура железобетонных колонн и фундаментов):

1 — арматура колонны; 2 — арматура фундамента; 3 — заземлитель; 4 — стальная ферма; 5 — железобетонная колонна; 6 — анкерные болты, привариваемые к арматуре; 7 — закладная деталь

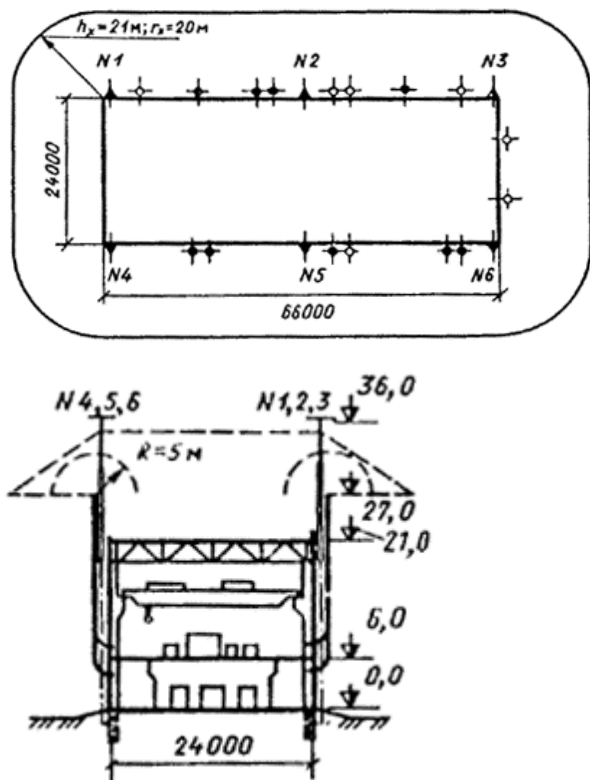


Рис. П4.6. План цеха компрессии азотоводородной смеси (относится к взрывоопасным с зоной класса В-1а) :

Условные обозначения: Δ — стержневой молниеотвод (№ 1-6); — — — — токоотводящая металлическая полоса; \bigcirc — газоотводные трубы для отвода в атмосферу газов невзрывоопасной концентрации; \bullet — то же взрывоопасной концентрации

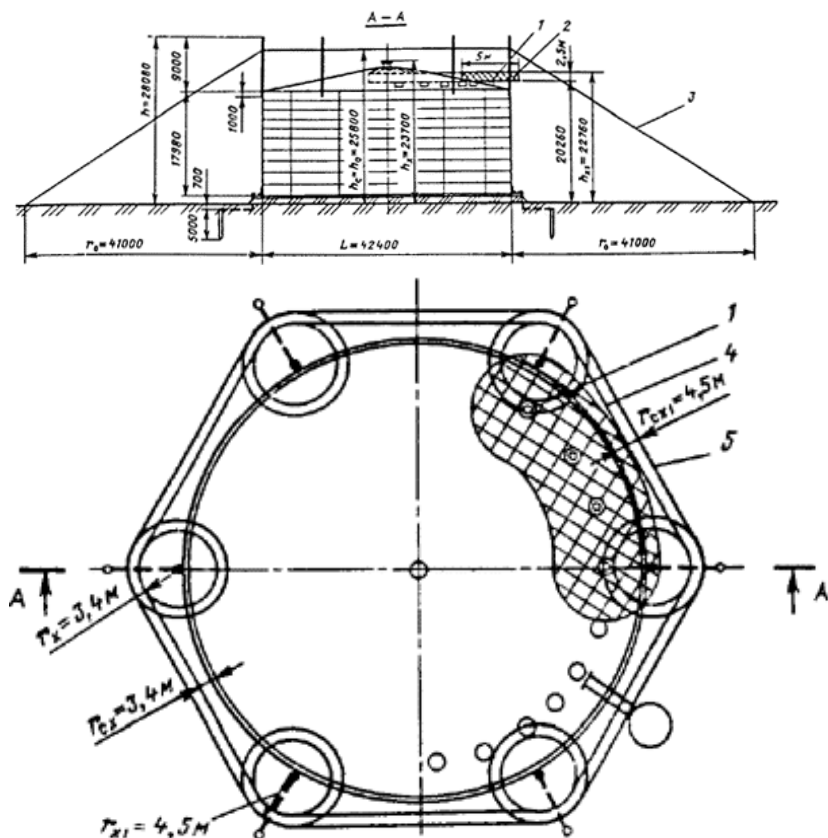


Рис. П4.7. Молниезащита металлического резервуара вместимостью 20 тыс. м³ со сферической крышей:

1 — дыхательный клапан; 2 — область выброса газов взрывоопасной концентрации; 3 — граница зоны защиты; 4 — зона защиты на высоте $h_x = 23,7\text{ м}$; 5 - то же на высотах $h_x = 22,76\text{ м}$

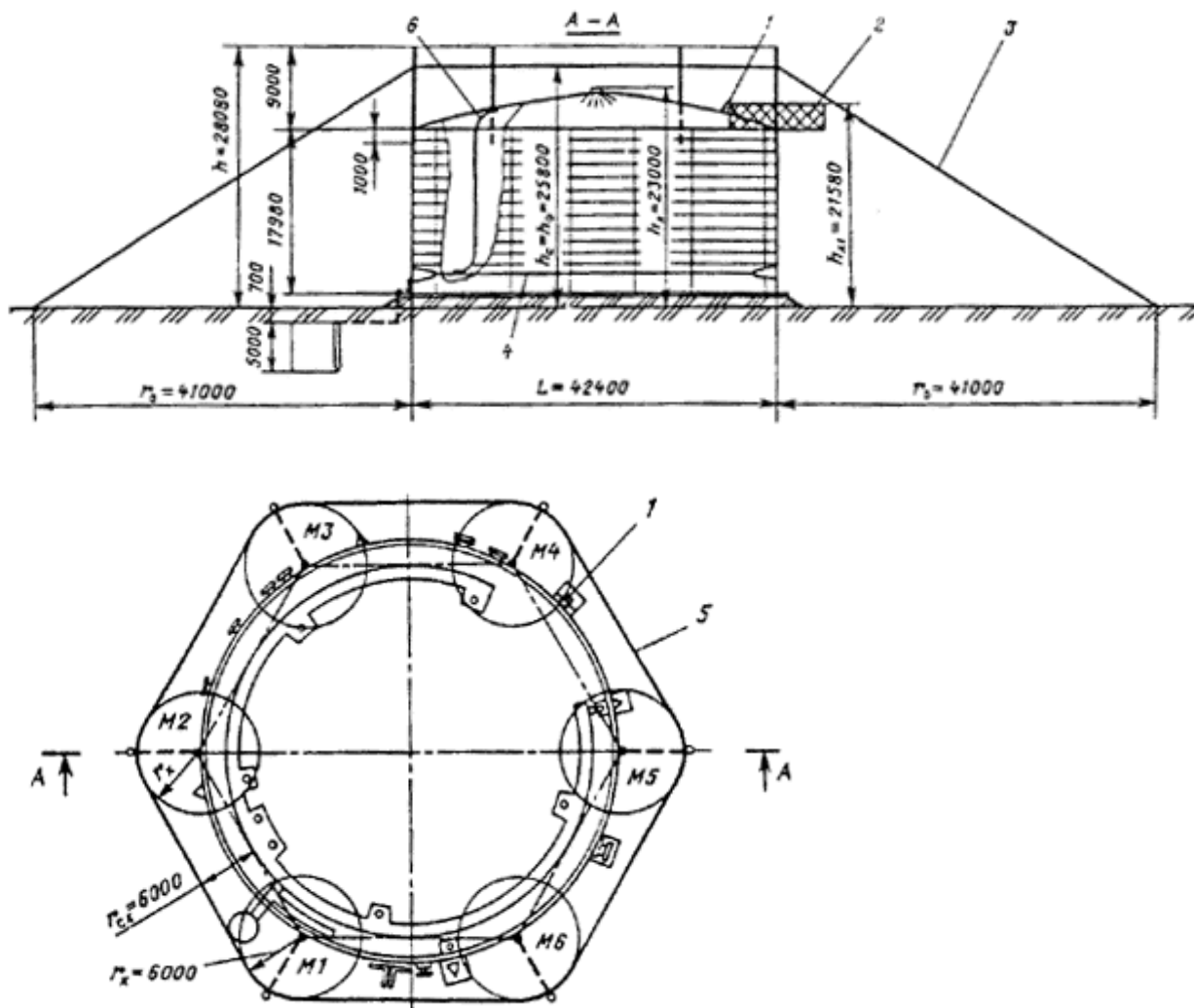


Рис. П4.8. Молниезащита металлического резервуара вместимостью 20 тыс. м³ со сферической крышей и понтоном:

1 — клапан аварийного выброса газов; 2, 3 - то же, что на рис. 4.7; 4 - понтон; 5 — зона защиты на высоте $h_x = 23\text{ м}$; 6 - гибкий кабель

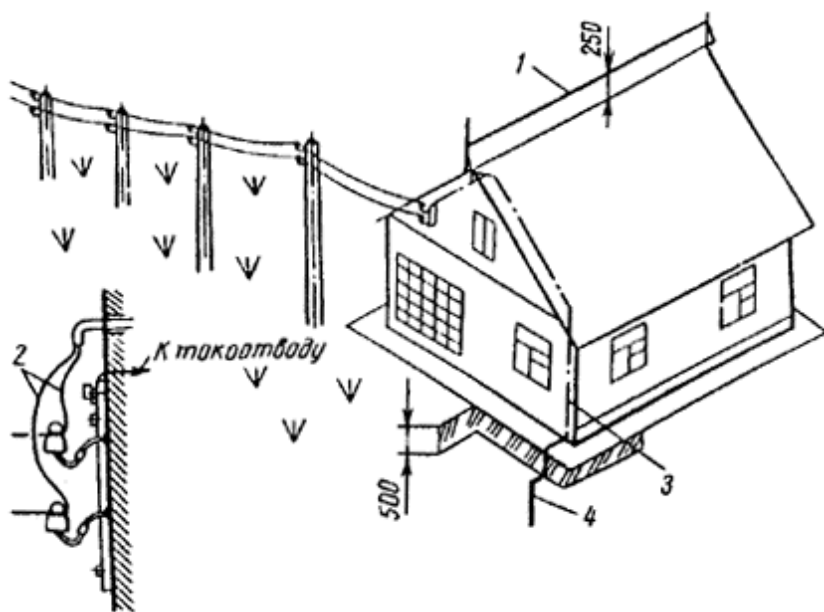


Рис. П4.9. Молниезащита сельского дома тросовым молниеотводом, установленным на крыше:

1 — тросовый молниеприемник; 2 — ввод воздушной линии электропередачи (ВЛ) и заземление крюков ВЛ на стене; 3 — токоотвод; 4 — заземлитель

Контрольные вопросы

1. Укажите, в чем заключается опасное действие молнии на здания, сооружения, промышленные коммуникации.

2. Укажите, какие категории молниезащиты зданий существуют согласно «Инструкции по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций».

3. Укажите, какие типы молниеотводов существуют согласно «Инструкции по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций».

4. Что такое зона защиты молниеотвода?

5. Какие конструктивные элементы зданий и сооружений могут рассматриваться как естественные молниеприемники?

6. Укажите, в чем заключается методика расчета молниезащит

Литература:

- Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений (РД 34.21.122-87).
- Временные указания по применению УЗО в электроустановках зданий (Письмо Госэнергонадзора России от 29.04.97 № 42-6/9-ЭТ разд.6, п. 6.3).
- ПУЭ (7-е изд., п. 7.1.22).
- ГОСТ Р 50571.18-2000, ГОСТ Р 50571.19-2000, ГОСТ Р 50571.20-2000.

«Выбор типа применяемых УЗИП и схемы их установки. Параметры защитных устройств. Ограничитель перенапряжений АСТРО*ОПН-12/0,4 Тема 1.4. Защита от перенапряжений

Цель работы: Изучение типа применяемых УЗИП и схемы их установки. Параметры защитных устройств. Ограничитель перенапряжений АСТРО*ОПН-12/0,4

Теоретическая часть

НАЗНАЧЕНИЕ УЗИП

Устройство защиты от импульсных перенапряжений (далее **УЗИП**) предназначены для защиты электрических сетей и подключенного к ним электрооборудования от импульсных перенапряжений и отвода импульсов тока (см. **Рисунок 9**), вызванных прямым или косвенным воздействием грозовых разрядов или коммутационными переключениями в системах электроснабжения, неисправностями и авариями систем электроснабжения.

УЗИП защищает участок сети ограниченной длины, которая определяется параметрами волны воздействующего перенапряжения и типом кабельной линии.

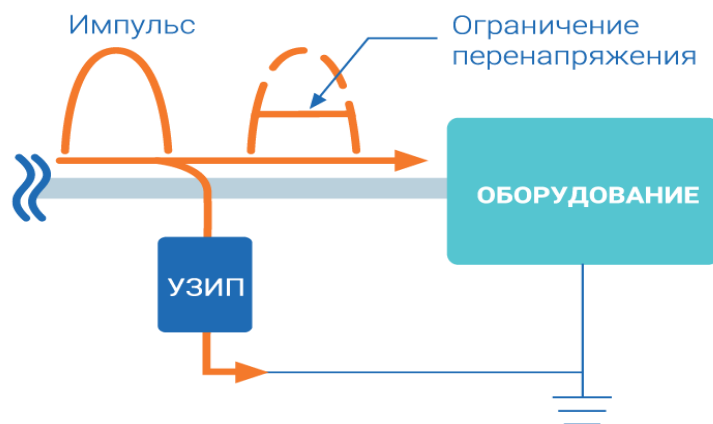


Рисунок 1- Применение УЗИП

Необходимо применять УЗИП для защиты размещенного на конструкциях с

молниеотводами прожекторного оборудования, систем вентиляции и видеонаблюдения на кровлях зданий.

УЗИП является эффективным решением в случае возникновения как поперечных помех, возникающих между проводами, так и продольных помех, возникающих между каждым проводом и землей. А возможность защитить с помощью одного УЗИП сразу несколько присоединений делает применение этих устройств обоснованным и привлекательным не только с технической, но и с экономической точки зрения.

Данные устройства предназначены для подключения к силовым цепям переменного тока частотой 50-60 Гц или постоянного тока и к оборудованию на номинальное напряжение до 1000 В переменного тока или 1500 В постоянного тока.

УЗИП является укомплектованным устройством с собственными средствами присоединения и это устройство содержит по крайней мере один нелинейный элемент. Кроме основных элементов УЗИП могут дополнительно включать в себя индикаторы состояния, разъединители,

плавкие предохранители, катушки индуктивности, резисторы, конденсаторы и другие элементы.

ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ УСТРОЙСТВ ЗАЩИТЫ ОТ ИМПУЛЬСНЫХ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ

Функции УЗИП в силовых системах:

» при отсутствии импульсных перенапряжений УЗИП не должно оказывать заметного влияния на рабочие характеристики системы, в которую УЗИП включено;

» при возникновении импульсных перенапряжений УЗИП отвечает на импульсы понижением полного сопротивления и, пропуская импульсный ток через себя, ограничивает напряжение до его защитного уровня. Токвые импульсы могут вызвать прохождение через УЗИП силового сопровождающего тока;

» при возникновении импульсных перенапряжений УЗИП после подавления импульсов восстанавливает состояние высокого полного сопротивления и прерывает любой силовой сопровождающий ток.

СИСТЕМЫ И ЗАЩИЩАЕМОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

При оценке электрооборудования с точки зрения применяемого УЗИП следует учитывать два фактора:

характеристики низковольтной силовой распределительной системы (в том числе ожидаемые уровни и типы перенапряжений и токов), в которой будет использован УЗИП;

характеристики оборудования, которому требуется защита. **КЛАССИФИКАЦИЯ**

УСТРОЙСТВ ЗАЩИТЫ ОТ ИМПУЛЬСНЫХ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ

УЗИП классифицируют по следующим параметрам: **числу вводов:**

» **одновводное УЗИП:** УЗИП без последовательно включённого полного сопротивления между выводами.

Одновводное УЗИП может иметь отдельные вводной и выводной выводы. Такие УЗИП подключаются параллельно защищаемой линии (см. рисунок 2) **Рисунок 10**.



Рисунок 2- УЗИП одновводные: общее обозначение а), одновводное УЗИП с отдельными

В первом случае ток нагрузки не проходит через УЗИП, во втором случае ток нагрузки через УЗИП проходит. В этом случае превышение температуры под нагрузкой и максимально допустимый ток нагрузки могут быть определены как для двухвводного УЗИП.

- **двухвводное УЗИП:** УЗИП с включённым последовательно между отдельными вводными и выводными выводами специальным полным сопротивлением. УЗИП этого типа могут подключаться в защищаемую линию последовательно. Измеренное предельное напряжение может быть выше на вводах, чем на выводах. Поэтому защищаемое оборудование следует подсоединять к выводным зажимам. (см.рисунок 3)

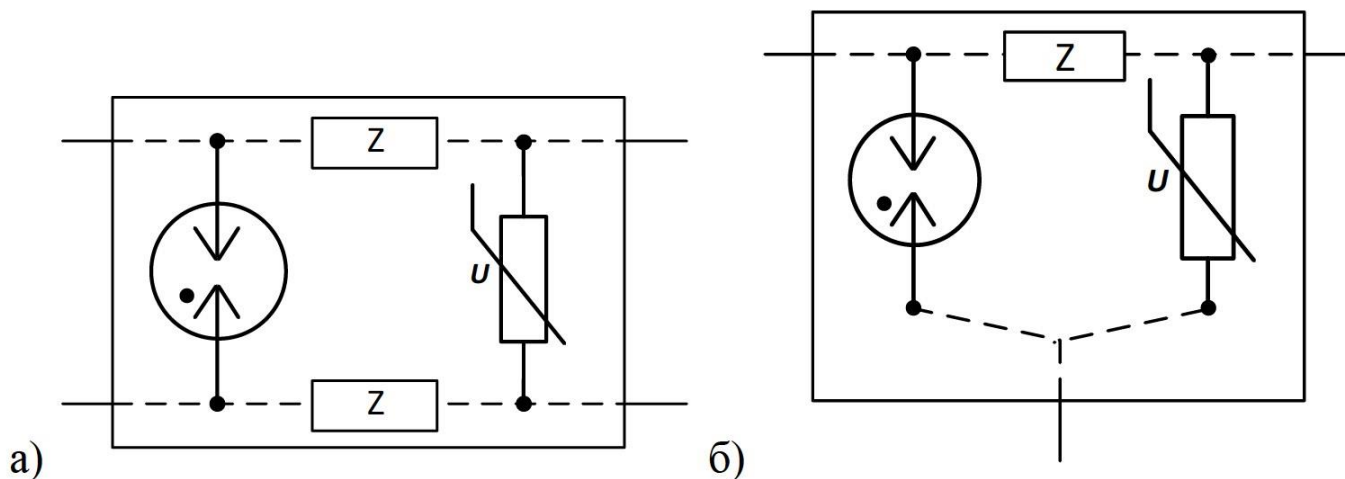


Рисунок 3- УЗИП двухвводные: с четырьмя выводами а), с тремя выводами б)

» **типу конструкции (нелинейного элемента):** коммутирующие напряжение, ограничивающие напряжение, комбинированного типа:

УЗИП коммутирующего типа: УЗИП, которое в отсутствие перенапряжения сохраняет высокое полное сопротивление, но может мгновенно изменить его на низкое в ответ на скачок напряжения.

Общим примером элементов, служащих коммутирующими устройствами, являются разрядники (газонаполненные, открытого типа, угольные, искровые промежутки), такие УЗИП иногда называют «разрядники». Ещё одним примером УЗИП коммутирующего типа являются тиристоры (кремниевые выпрямители), управляемые тиристоры.

- **УЗИП ограничивающего типа:** УЗИП, которое в отсутствие перенапряжения сохраняет высокое полное сопротивление, но постепенно снижает его с возрастанием волны тока и напряжения.

Общим примером элементов, служащих нелинейными устройствами, являются **варисторы и защитные диоды** (ограничительные стабилитроны, супрессоры или TVS-диоды). Такие УЗИП иногда называют «ограничители».

Условное обозначение варистора приведено на рисунке 4 Условное обозначение супрессора, который ещё называют **ограничительным стабилитроном** приведено на рисунке 5

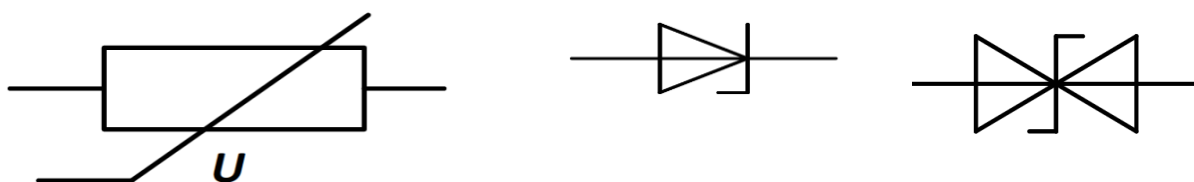


Рисунок 4- Условное обозначение варистора

- **УЗИП комбинированного типа:** УЗИП, содержащие элементы как коммутирующего, так и ограничивающего типов, которые могут коммутировать и

ограничивать напряжение, а также выполнять обе функции; их действие зависит от характеристик подаваемого напряжения. Примеры типичных УЗИП комбинированного типа, показаны на рисунке (см. **Рисунок 14**).

УЗИП, испытываемое по классу II, которое в условиях превышения импульсным током значения номинального разрядного тока I_n меняет свою характеристику на намеренное состояние внутреннего короткого замыкания.

классу испытаний: класса I, класса II и/или класса III

внутренней установки или наружной установки; **наружное расположение** означает расположение вне дополнительных оболочек, помещений и т. п. Поэтому такие УЗИП подвержены воздействию внешних условий.

Внутреннее расположение означает расположение внутри дополнительных оболочек, помещений и т. п. Поэтому такие УЗИП подвергаются воздействию внутренних условий.

доступности: доступные, недоступные (недоступное означает невозможность доступа без помощи специального инструмента к частям, находящимся под напряжением);

» **способу установки:** стационарные или переносные;

» **разъединителю.**

Разъединитель УЗИП – это устройство, предназначенное для отсоединения УЗИП или его части от силовой системы. Данное разъединительное устройство не обладает способностью к разъединению для безопасности. Оно предназначено для предупреждения устойчивой неисправности системы и применяется для указания о повреждении УЗИП.



Его применяют для предупреждения о необходимости замены УЗИП. Индикаторы состояния могут быть локальными или дистанционными, и могут подавать электрические, видео или аудиосигналы.

Выходной контакт – это контакт, включённый в цепь, отдельную от главной цепи УЗИП, подключённый к разъединителю или индикатору состояния.

» **защите от сверхтока:** с защитой, без защиты;

» **степени защиты, обеспечиваемой оболочками** (код IP);

» **диапазону температур:** с нормальным диапазоном, с расширенным диапазоном.

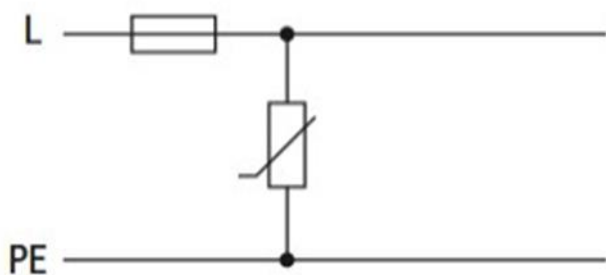
с нормальным диапазоном: составляет от минус 5°C до плюс 40°C. Нормальный диапазон относительной влажности составляет от 5% до 90%.

ТИПЫ УЗИП

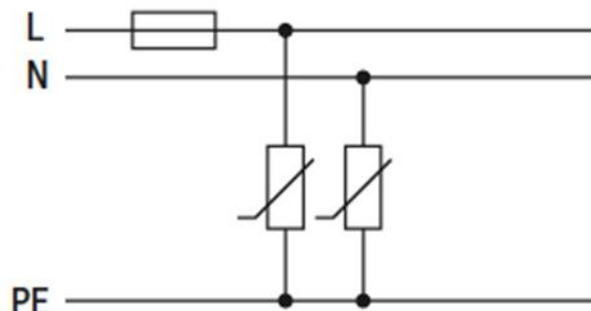
Форма и амплитуда импульсного перенапряжения зависят не только от источника помех, но и от параметров самой сети.

Не существует двух одинаковых случаев импульсного перенапряжения для производства и испытания устройств защиты введена стандартизация ряда характеристик тока, напряжения и формы импульса перенапряжения для различных случаев применения.

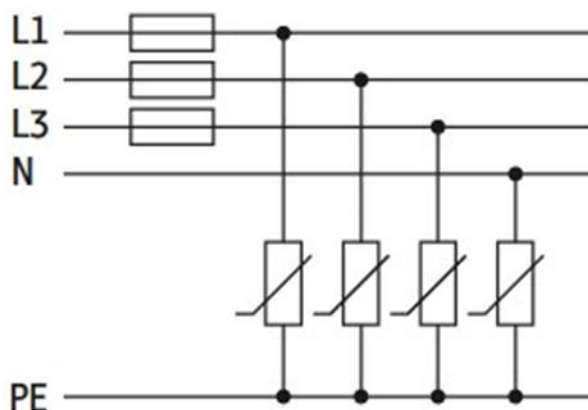
однополюсный УЗИП:



двухполюсный УЗИП:



четырёхполюсный УЗИП:



ГОСТ Р 50571.19 вводит понятие «импульсного выдерживаемого напряжения, требуемого для оборудования», иначе говоря, стойкости изоляции к импульсным перенапряжениям.

По стойкости изоляции электротехническое оборудование, предназначенное для использования в сетях 220/380 В, делится на 4 категории (IV, III, II, I). Классификация каждой категории определяется так называемыми максимально выдерживаемыми импульсными перенапряжениями (защитные уровни), допускаемые для подключённого оборудования. Например, для сети TN-C 220/380 В перенапряжение на вводе в объект не должно превысить уровень 6 кВ, после главного распределительного щита - 4 кВ, на выходах вспомогательных распределителей 2,5 кВ и для оборудования подключаемого непосредственно к электророзеткам - 1,5 кВ.

Защитные устройства класса I устанавливаются на вводе в здание (во вводном щите, ГРЩ или же специальном боксе) после вводного автомата (на границе Зоны 0 и Зоны 1). Защитные устройства класса II - во вторичных распределительных щитах (например, в щитах в выпрямительной, этажных или других щитах). Желательно размещать их до групповых автоматов. Точка размещения этого класса устройств может находиться на границе Зоны 1 и Зоны 2. Возможно размещение этих устройств в Зоне 1 вместе с устройствами класса I (этот вариант будет рассмотрен ниже).

Защита класса III может устанавливаться также в распределительных щитах или непосредственно возле потребителя (защитная Зона 3). При расстояниях более 10-15 метров от места установки УЗИП до потребителя желательно установить дополнительное устройство III класса в непосредственной близости от защищаемого оборудования, чтобы гарантированно устранить возможные наводки на указанных длинах кабеля.

Одним из основных параметров защитных устройств является уровень защиты (U_p), это максимальное значение падения напряжения на защитном устройстве при протекании через него импульсного тока разряда. Параметр характеризует способность устройства ограничивать

появляющиеся на его клеммах перенапряжения. Обычно определяется при протекании номинального импульсного разрядного тока (I_n).

При выборе УЗИП необходимо обращать внимание на следующие параметры: U_n – номинальное рабочее напряжение – это номинально действующее напряжение сети, для работы в которой предназначено защитное устройство; U_c и I_c — максимально длительное рабочее напряжение и максимально длительный рабочий ток; U_T — временное перенапряжение; I_n — номинальный разрядный ток (только для испытаний классов I и II); I_{max} — для испытаний класса II, I_{imp} — для испытаний класса I, U_{oc} — для испытаний класса III; U_p — уровень напряжения защиты (или защитный уровень напряжения) – это максимальное значение падения напряжения на защитном устройстве при протекании через него импульсного тока разряда. Параметр характеризует способность устройства ограничивать появляющиеся на его клеммах напряжения.

Существуют две основных схемы включения УЗИП в электрическую сеть (см. рисунок 8)

Рисунок

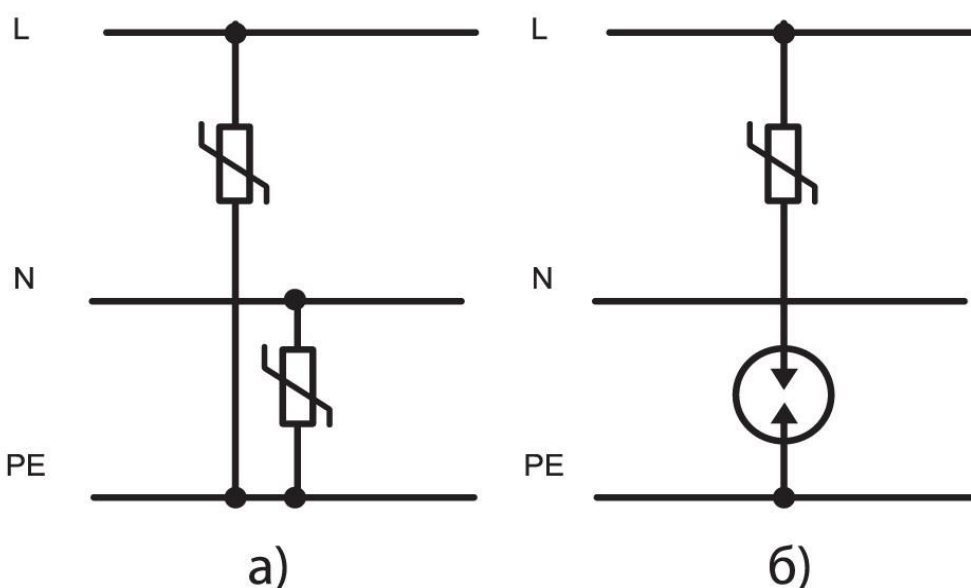


Рисунок 8- Схемы включения УЗИП:

а) для защиты от синфазных перенапряжений; б) - для защиты от противофазных перенапряжений

Схема (а) предназначена, в первую очередь, для защиты от синфазных (продольных) перенапряжений (провод - земля), схема (б), соответственно, от противофазных (поперечных) перенапряжений (провод - провод).

Более высокую опасность для защищаемого оборудования представляют собой противофазные (поперечные) перенапряжения (на клеммах электроприёмников L/N), по сравнению с продольными перенапряжениями (на клеммах электроприёмников L/PE и N/PE). При проектировании различных ступеней защиты возможно комбинирование этих схем.

Типичная конструкция и компоновка

В соответствии со стандартами устройства защиты от перенапряжений переменного тока оснащаются внешними и внутренними выключателями для обеспечения полной безопасности в случае неисправности.

Общее устройство представлено в Приложении (см. Приложение 9). Необходимы два типа устройств:

- ▶ внутреннее устройство отключения термической защиты отсоединит УЗИП от сети переменного тока в случае теплового пробоя. В таком случае, индикатор (механический или световой) на передней панели защитного устройства предупреждает пользователя о неисправности и необходимости замены неисправного УЗИП;

- » внешнее устройство отключения электричества (предохранители или автоматы) для отключения УЗИП от сети переменного тока в случае внутреннего короткого замыкания, например, из-за чрезмерного импульсного тока.

Основные защитные элементы, используемые в УЗИП, принадлежат к двум категориям:

- ✓ элементам, ограничивающим напряжение: варисторы, лавинные или ограничительные диоды и т. д.;

- ✓ элементам, коммутирующим напряжение: воздушные искровые разрядники, газовые разрядники, тиристоры (кремниевые управляемые выпрямители), симисторы и т. д.

Типичные конструкции УЗИП на основе этих элементов представлены на рисунке 8. УЗИП ограничивающего типа – отдельный элемент, ограничивающий напряжение (см. Рисунок 8а);

- ✓ УЗИП коммутирующего типа – отдельный элемент, коммутирующий напряжение (см. Рисунок 8 в);

- ✓ УЗИП комбинированного типа – комбинация элементов, ограничивающих и коммутирующих напряжение (см рисунок 9. Рисунок 22

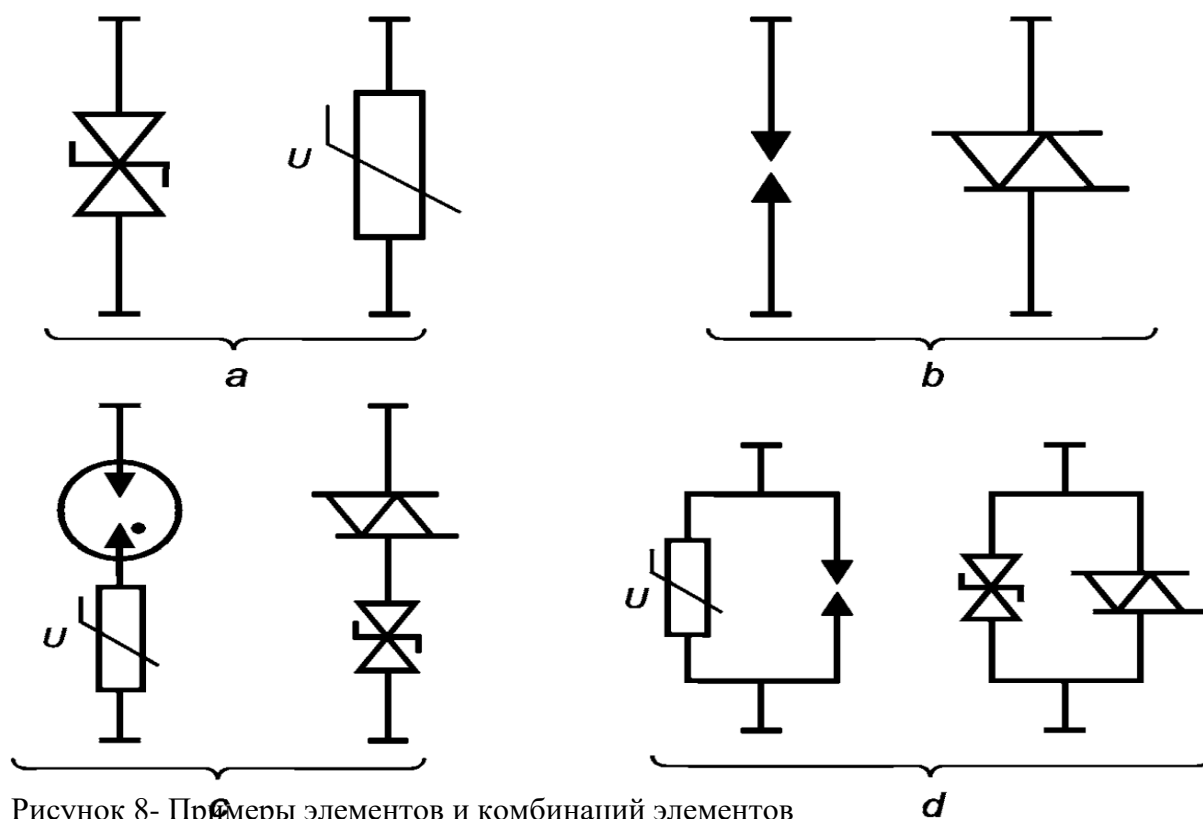


Рисунок 8- Примеры элементов и комбинаций элементов
 а — элементы, ограничивающие напряжения; b — элементы, коммутирующие напряжение; c — элементы, ограничивающие напряжение, в последовательном соединении с элементами, коммутирующими напряжение; d — элементы, ограничивающие напряжение, в параллельном соединении с элементами, коммутирующими напряжение

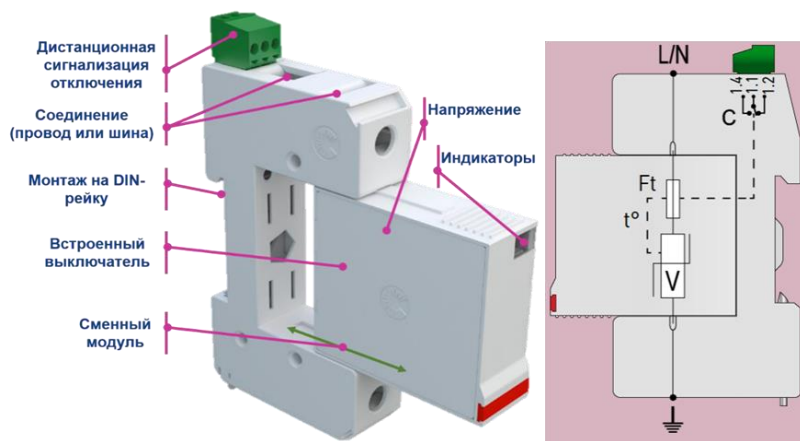


Рисунок 10- УЗИП со сменным модулем:

V : Варистор; Ft : Плавкий предохранитель; t° : Терморазмыкатель; C : Контакт дистанционной сигнализации

Они могут дополнительно включать в себя индикаторы состояния, разъединители, плавкие предохранители, катушки индуктивности, конденсаторы и другие элементы.

Кроме того, УЗИП может быть сконструировано как однофазное или двухфазное устройство.

В зависимости от модификации УЗИП может быть оснащен сухим перекидным контактом, рассчитанным на ток 0,5 А, что позволяет дистанционно контролировать состояние устройства защиты.

Сменный модуль маркируют цветной этикеткой соответствующего Типа (Черный = Тип 1; Красный = Тип 2; Синий = Тип 2 маломощный или Тип 3) и указывают рабочее напряжение, чтобы избежать неправильного применения.

Ограничитель перенапряжений АСТРО*ОПН-12/0,4

Начиная с 1999 г. ГП ОПЗ МЭИ серийно производит ограничители волновых перенапряжений типа АСТРО*ОПН-12/0,4 (рис. 11.5).

АСТРО*ОПН-12/0,4 предназначен для защиты от грозовых и коммутационных перенапряжений в электроустановках жилых, общественных, административных и бытовых зданий при воздушном вводе. АСТРО*ОПН-12/0,4 представляет собой разрядник без искровых промежутков, активная часть которого состоит из металлооксидного нелинейного резистора (МНР) с высоконелинейной вольтамперной характеристикой.

Защитное действие ОПН заключается в пропускании импульсного тока на заземляющее устройство, что обеспечивает снижение перенапряжений до безопасного значения, при котором не происходит пробоя изоляции электрооборудования.

В табл. 11.2 приведены его основные технические данные. Ограничитель перенапряжений нелинейный АСТРО*ОПН-12/0,4 предназначен для защиты от грозовых и коммутационных перенапряжений электроустановок, в сетях 380/220 В переменного тока частоты 50 Гц. Ограничители ОПН предназначены для внутренней установки климатического исполнения УХЛ 4.

Габаритные и установочные размеры АСТРО*ОПН-12/0,4 приведены на рис. 11.6.

Подключение АСТРО*ОПН-12/0,4 в схемах электроустановок зданий приведено на рис. В ПУЭ п. 7.1.22. содержится следующее требование: "...При воздушном вводе должны устанавливаться ограничители импульсных перенапряжений."

Во "Временных указаниях по применению УЗО в электроустановках зданий" (И. П. от 29.04.97 № 42-6/9-ЭТ) в п.6.3 имеется требование: "При выборе схемы электроснабжения, распределительных щитков и собственно типов УЗО следует обратить особое внимание на необходимость установки ограничителей перенапряжений (ОПН) (разрядников) при воздушном вводе."

Предлагаемое использование АСТРО*опн-12/0,4 в электроустановках зданий позволит выполнить вышеуказанные предписания.

№	Наименование параметра	Номинальное значение
1	Напряжение U_n , В	220/380
2	Наибольшее допустимое напряжение ОПН $U_{эфф.}$, В	400
3	Номинальный разрядный ток 8/20 мкс, кА	10
4	Остающееся напряжение при импульсе тока, не более: В	
	– 250 А, 8/20 мкс (U_{250})	1000
	– 250 А, 30/60 мкс ($0,995 U_{250}$)	995
	– 2 500 А, 8/20 мкс ($1,18 U_{250}$)	1180
	– 5 000 А, 8/20 мкс ($1,26 U_{250}$)	1260
	– 5 000 А, 1/2,5 мкс ($1,35 U_{250}$)	1350
	– 10 000 А, 8/20 мкс ($1,35 U_{250}$)	1350
5	Классификационное напряжение $U_{кл}$ (амплитудное значение синусоидального напряжения частоты 50 Гц при амплитудном значении тока через ОПН 1,5 мА), В	710
6	Максимальный разрядный ток (4/10 мкс), кА	50
7	Максимальная энергия, поглощаемая при коммутационном перенапряжении, кДж	0,8

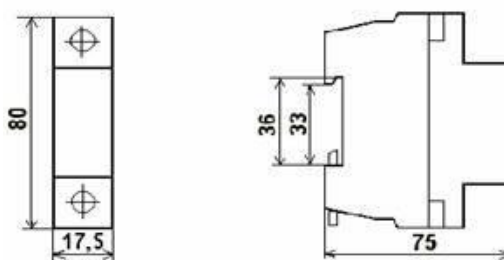


Рис. 11- Габаритные и установочные размеры АСТРО*ОПН-12/0,4

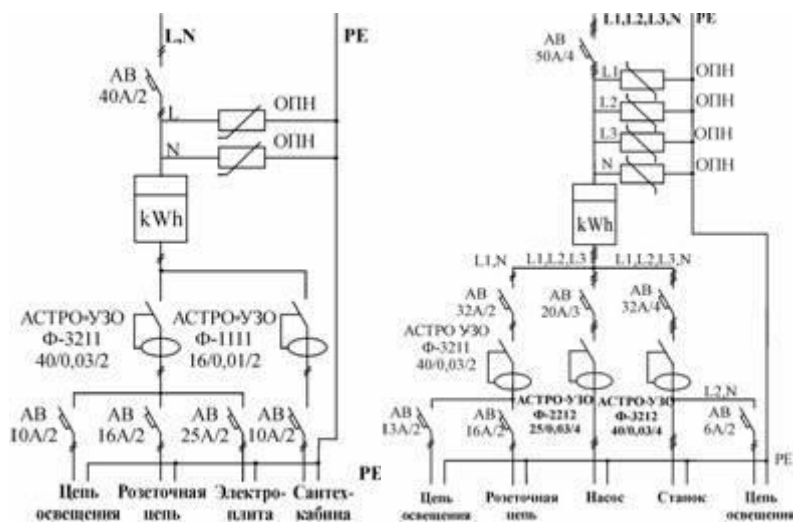


Рисунок 12- Подключение АСТРО*ОПН-12/0,4 в схемах электроустановок зданий

Монтаж, подключение и пуск в эксплуатацию устройства должны осуществляться только квалифицированным электротехническим персоналом. Устройство крепится с помощью защелки на стандартную (ДИН 50022) монтажную рейку 35 мм.

ОПН не требует специальной подготовки к эксплуатации кроме внешнего осмотра, подтверждающего отсутствие видимых повреждений корпуса, загрязнения его поверхности и коррозии электродов. Потребителем могут быть проведены предмонтажные испытания одним из перечисленных ниже способов на чистых и сухих ОПН при температуре окружающего воздуха и ОПН от плюс 5°C до плюс 35°C.

Значение напряжения при протекании через ОПН постоянного тока 1мА не должно быть ниже 730В.

В качестве источника напряжения может быть использован любой аппарат, допускающий плавный подъем напряжения до 1000 В с измерением его действующего значения.

Для измерения тока утечки один из выводов ограничителя соединяется с выводом испытательной установки, а второй вывод присоединяется к заземлению через измерительный прибор класса точности не ниже 4.

ОПН не подлежат ремонту эксплуатирующими организациями и не требуют какого-либо обслуживания и контроля в эксплуатации.

Ограничитель представляет собой разрядник без искровых промежутков, активная часть которых состоит из металлооксидных нелинейных резисторов (МНР) с высоконелинейной вольт-амперной характеристикой.

Защитное действие ограничителя перенапряжений основано на протекании через него при появлении опасных перенапряжений (в силу высоконелинейной вольт-амперной характеристики МНР), импульсного тока на заземляющее устройство, что обеспечивает снижение перенапряжений до безопасного значения, при котором не происходит пробоя изоляции электрооборудования.

Контрольные вопросы

1. Укажите защитные элементы УЗИП, принадлежащие к элементам, ограничивающим напряжение:

- варисторы
- воздушные искровые разрядники
- лавинные диоды
- газовые разрядники
- ограничительные диоды
- тиристоры (кремниевые управляемые выпрямители)
- симисторы

2. Установите соответствие между цветом маркера сменного модуля и типом УЗИП (ответ запишите в виде «1-б»):

- а Тип 1
- б Тип 2 маломощный или Тип 3 в Тип 2

Практическое занятие №5

«Методы тушения электроустановок. Средства используемые для тушения возгораний электроустановок. Виды огнетушителей.»

Тема 5. Противопожарная защита

Цель работы: Изучение методов тушения электроустановок. Средства используемые для тушения возгораний электроустановок. Виды огнетушителей.»

Теоретический материал

Тушение пожаров электрооборудования. Находящееся, под напряжением горящее электрооборудование перед тушением необходимо как можно быстрее обесточить. Если же напряжение сразу снять не удалось, для тушения находящегося под напряжением электрооборудования следует использовать сухие углекислотные или аэрозольные огнетушители, воздушно-механическую пену, приготовленную на пресной воде, и асбестовые коврики. Применение других средств запрещается.

Лица, участвующие в тушении горящего электрооборудования, находящегося под напряжением, должны работать в диэлектрических перчатках, а также в ботах или галошах и по возможности находиться на резиновых ковриках.

Если горящее электрооборудование обесточено, то его можно тушить с помощью любых огнегасительных средств. Однако во избежание порчи электрооборудования тушить его рекомендуется по возможности углекислотой, а при ее отсутствии - воздушно-механической пеной, приготовленной на пресной воде или пресной водой. При этом необходимо учитывать, следующее:

- углекислота не влияет на снижение сопротивления изоляции электрооборудования;
- воздушно-механическая пена и пресная вода снижает сопротивление изоляции, поэтому после их применения электрооборудование требует тщательной просушки;
- при применении морской воды или химической пены электрооборудование может быть выведено из строя.

При пожаре в помещениях с аккумуляторными батареями следует немедленно прекратить их зарядку, батареи отключить, с помощью вентиляторов создать усиленную тягу из помещения, чтобы предотвратить взрыв, газовой смеси, и тушить пожар матами, асбестовыми ковриками, воздушно-механической пеной на пресной, воде, сухой углекислотой. Морская вода разлагает электролит.

Средства тушения пожаров.

Средства тушения пожаров состоят из:

- стационарные системы пожаротушения:

- системы пожаротушения;

- нестационарные средства тушения пожаров:

Стационарные и переносные средства пожаротушения.

Водопожарная система состоит из насосов (основных и аварийного), трубопроводов, пожарных кранов (рожек), рукавов и стволов.

Система пенотушения состоит из емкости для хранения пенообразователя, подводящих трубопроводов, смесительного устройства и пеногенераторов.

Углекислотные системы подразделяются на:

- высокого давления, когда CO_2 хранится под давлением 60 атм. в специальных баллонах 40-50 л;
- низкого давления - углекислый газ содержится в изотермической цистерне при температуре около минус $20^{\circ}C$ и давлением несколько выше атмосферного.

От станции по специальным трубопроводам CO_2 подается в помещение, где распыляется с помощью выходных головок.

Системы пускаются в действие следующим образом: водопожарная (насосы) и пенотушения - вручную с места размещения насосов и цистерн для пенообразователя, и дистанционно с мостика и ЦПУ; системы объемного тушения пускаются только вручную из помещений, станции.

Машинные, грузовые, производственные, коридоры жилых помещений и некоторые другие помещения оснащаются следующими нестационарными средствами и установками пожаротушения:

1. Передвижные огнетушители - это, в основном, пенные огнетушители с резервуаром объемом 45-136 л., куда заливается раствор воды с пенообразователем. Резервуар монтируется на раме с колесами для перемещения. Для пуска огнетушитель снабжен баллончиками с CO₂ или воздухом под давлением. Огнетушитель снабжен шлангом длиной до 10 м и пеногенератором ГСП-10 или ценным стволом. Реже применяются передвижные углекислотные и порошковые огнетушители.

2. Ручные (переносные) огнетушители - это пенные (ОХП №10), углекислотные (ОУ-8) и порошковые (ОП) огнетушители. Емкость баллонов пенных огнетушителей около 10 л, углекислотных - 8 л, порошковых от 2 до 12 л. Приводятся в действие огнетушители при поднесении их к очагу горения на возможно близкое расстояние (от 2 до 3 м).

3. Переносной пенный комплект - состоит из емкости (около 20 л) для хранения ПО, пеносмесителя с всасывающим ПО шлангом, 2-х рукавов (до пеносмесителя и после него) и пеногенератора или пенного ствола. Такими комплектами оснащаются МП, насосные, помещения приема топлива, многие грузовые помещения (обычно судов типа РО-РО).

Для тушения небольших очагов пожара применяются переносные средства пожаротушения - огнетушители. Огнетушители имеют небольшой запас огнетушащего вещества и ограниченное время действия. Поэтому все работники должны иметь практически навыки по эффективному использованию огнетушителей.

Все огнетушители должны иметь буквенное и цифровое обозначение. Буквы обозначают классы пожара, которые можно тушить данным огнетушителем, а арабские цифры обозначают относительную эффективность - чем больше цифра, тем выше эффективность огнетушителя при тушении данного класса пожара.

По виду огнетушащего вещества огнетушители подразделяются на:

- водяные;
- пенные;
- углекислотные;
- порошковые и хладоновые (аэрозольные).

По принципу действия огнетушители подразделяются на огнетушители с выталкивающим средством в баллоне и огнетушители под давлением. Огнетушители для тушения электроустановок. Горящие электроустановки, находящиеся под напряжением, это сложнейшая экстремальная ситуация, которая относится к категории «крайне аварийной». Поэтому существует правило, которое гласит, что тушить электроустановки, а также электрические кабельные разводки, надо только после их полного обесточивания. А это не всегда возможно, потому что первая реакция на возникновение пожара является самой эффективной. Чем быстрее приступили к ликвидации возгорания, тем меньше неприятных последствий. Поэтому вопрос, каким огнетушителем можно тушить электроустановки, сегодня звучит чаще остальных.



Требования к выбору огнетушителей

Необходимо обозначить, что существует свод правил под номером 9.13130.2009, в котором четко написано, каким огнетушителем можно тушить электроустановки до 100В и выше. Здесь три основных пункта, которые нужно знать тем, кто пытается разобраться в данном вопросе.

1. Огнетушители порошковые можно применять для тушения электрических установок, находящихся под напряжением не выше 1000 В.
2. Углекислотные модели можно применять, если электрические установки работают с напряжением ниже 10 000 В.
3. Использовать углекислотные средства пожаротушения можно и для установок под напряжением до 1000 В, если в составе огнетушащего вещества находится менее 0,0006% водяных паров, а выброс вещества производится на расстояние не более 3 м.

Остальные огнетушители можно применять для тушения электрического оборудования, если оно полностью обесточено.



Но в своде правил под название «Огнетушители» есть и другие позиции, которые можно взять за основу выбора.

1. В этом документе указывается, что порошковыми огнетушителями можно тушить электроустановки под напряжением свыше 1000 В. Но только в том случае, если приборы прошли испытание в соответствии с двумя государственными стандартами под номером Р51017 и Р51057.

2. Что касается углекислотных тушащих средств, то если в состав прибора входит раструб, изготовленный из металла, то таким прибором нельзя тушить электроустановки, находящихся под действием электрического тока.

3. Также можно использовать пенные и водяные огнетушители для тушения электроустановок, находящихся под напряжением до 1000 В, если они прошли испытания в соответствии с ГОСТами, обозначенными выше. При этом **аттестацию приборам может проводить только аккредитованная лаборатория.**

Обратите внимание, что во всех пунктах присутствует значение вольтажа. Получается так, что выбор огнетушащего средства будет зависеть от того, а знаете ли вы, под каким напряжением находится то или иное электрооборудование. Именно поэтому на производствах обязательно на оборудовании, щитах, ящиках, подстанциях и трансформаторных указывается значения вольтажа.



Конечно, оптимальный вариант – полностью обесточить установки. Это дает возможность не только применения огнетушителей любого типа, но обезопасить людей от ударов тока, плюс сократить сроки тушения огня. Но даже здесь придется учитывать некоторые позиции, к примеру, если возгорание произошло внутри помещения объемом не более 40 м³, то велика вероятность, что порошок и углекислотные пары заполнят собой пространство, что скажется на состоянии людей.

Тушение электрической проводки

Причины, почему горят кабели и провода, много: механическое воздействие, приведшее к излому изоляции, перепад напряжения, истирание изоляционного слоя, температурные перепады и прочее. Все это приводит к короткому замыканию, которое собой представляет мощнейший импульс, приводящий к повышению температуры.

Конечно, идеальное решение при горении проводки – отключить электроэнергию. В таком случае кабели можно тушить не только огнетушителями, но и подручными средствами: песком, водой, грунтом. Если отключить питание возможности нет, то придется использовать огнетушащие приборы: углекислотный, если напряжение в проводе больше 1000 В, порошковые, если меньше данного показателя.

Внимание! Гасить пламя огня горящего провода или кабеля нельзя пенным огнетушителем. Потому что пена при взаимодействии с пластиком начинает выделять в окружающий воздух ядовитые продукты химической реакции.



Тушение электрического оборудования

Электроустановки от электрического оборудования в плане пожарной безопасности мало чем отличаются. Поэтому здесь используются те же правила, а ответ на вопрос, какие средства пожаротушения в электроустановках до и выше 1000 вольт можно использовать, остается тем же.

Единственное надо отметить, что электрическое оборудование промышленного назначения, сюда входят всевозможные генераторы, трансформаторы, реакторные установки, обычно обеспечиваются автоматическими системами пожаротушения. Они моментально срабатывают, если в электрической сети оборудования изменяются заданные параметры. При этом в автоматическом режиме отключается и питание электроустановок. То есть, здесь все по максимуму безопасно.

Электрическое оборудование приходится тушить своими руками. Поэтому в данном случае важно знать, какие огнетушители можно применять для тушения электрооборудования.

Принцип выбора все тот же, а именно в соответствии с правилами, которые были обозначены выше.



Чем тушить электроустановку

Начнем с того, что щитовая – это небольших размеров помещение, в которой сгруппированы участки подачи, контроля и управления всеми электросетями внутри объекта. В многоквартирных домах аналогом является распределительный щит, находящийся на лестничной клетке. Что в него входит, знает каждый. Промышленные щитовые от этой мало чем отличаются, просто это более насыщенная различными приборами и электрическими приспособлениями комната. Кстати, **вход в нее лицам, не имеющим доступ, запрещен.**

Итак, какие огнетушители должны быть в электрощитовой. Все опять-таки будет зависеть от напряжения, которым питается объект, и которое распределяется через щитовой отсек. Если это не более 1000 вольт, то подойдут порошковые модели, если свыше 1000В, то надо использовать углекислотные.



Какие виды огнетушителей можно использовать для тушения загорания бытовых электроприборов под напряжением

Итак, напряжение в бытовой сети может быть 220 или 380 вольт. То есть, это меньше 1000 В. Поэтому, основывая на все те же правила, отвечаем, что для этого подойдут огнетушители порошковые и углекислотные. Это в том случае, если бытовые приборы не отключены от напряжения. Если вы успели отключить питание, скажем через распределительный щит, то гасить пламя можно любыми средствами.

Требования к эксплуатации огнетушителей

Выбор огнетушителей

1 Количество, тип и ранг огнетушителей, необходимых для защиты конкретного объекта, устанавливаются исходя из категории защищаемого помещения, величины пожарной нагрузки, физико-химических и пожароопасных свойств обращающихся горючих материалов, характера возможного их взаимодействия с ОТВ, размеров защищаемого объекта и т.д.

2 В зависимости от заряда порошковые огнетушители применяют для тушения пожаров классов АВСЕ, ВСЕ или класса D.

3 Порошковыми огнетушителями запрещается (без проведения предварительных испытаний по ГОСТ Р 51057 или ГОСТ Р 51017) тушить электрооборудование, находящееся под напряжением выше 1000 В.

4 Для тушения пожаров класса D огнетушители должны быть заряжены специальным по-рошком, который рекомендован для тушения данного горючего вещества, и оснащены специальным успокоителем для снижения скорости и кинетической энергии порошковой струи. Параметры и количество огнетушителей определяют исходя из специфики обращающихся пожароопасных материалов, их дисперсности и возможной площади пожара.

5 При тушении пожара порошковыми огнетушителями необходимо применять

дополнительные меры по охлаждению нагретых элементов оборудования или строительных конструкций.

6 Не следует использовать порошковые огнетушители для защиты оборудования, которое может выйти из строя при попадании порошка (некоторые виды электронного оборудования, электрические машины коллекторного типа и т.д.).

7 Порошковые огнетушители из-за высокой запыленности во время их работы и, как следствие, резко ухудшающейся видимости очага пожара и путей эвакуации, а также раздражающего действия порошка на органы дыхания не рекомендуется применять в помещениях малого объема (менее 40 м³).

8 Необходимо строго соблюдать рекомендованный режим хранения и периодически проверять эксплуатационные параметры порошкового заряда (влажность, текучесть, дисперсность).

9 Углекислотные огнетушители запрещается применять для тушения пожаров электрооборудования, находящегося под напряжением выше 10 кВ.

10 Углекислотные огнетушители с содержанием паров воды в диоксиде углерода более 0,006 % масс. и с длиной струи ОТВ менее 3 м запрещается применять для тушения электрооборудования, находящегося под напряжением выше 1000 В.

11 Углекислотный огнетушитель, оснащенный раструбом из металла, не должен использоваться для тушения пожаров электрооборудования, находящегося под напряжением.

12 Порошковые и углекислотные огнетушители с насадками или раструбами, изготовленными из диэлектрических материалов, из-за возможного образования разрядов статического электричества не допускается применять на объектах безыскровой или слабой электризации (ГОСТ 12.2.037, ГОСТ 12.1.018).

Размещение огнетушителей

1 Огнетушители следует располагать на защищаемом объекте в соответствии с требованиями ГОСТ 12.4.009 (раздел 2.3) таким образом, чтобы они были защищены от воздействия прямых солнечных лучей, тепловых потоков, механических воздействий и других неблагоприятных факторов (вибрация, агрессивная среда, повышенная влажность и т. д.). Они должны быть хорошо видны и легкодоступны в случае пожара. Предпочтительно размещать огнетушители вблизи мест наиболее вероятного возникновения пожара, вдоль путей прохода, а также около выхода из помещения. Огнетушители не должны препятствовать эвакуации людей во время пожара.

2 Для размещения первичных средств пожаротушения в производственных и складских помещениях, а также на территории защищаемых объектов должны оборудоваться пожарные щиты (пункты).

3 В помещениях, насыщенных производственным или другим оборудованием, заслоняющим огнетушители, должны быть установлены указатели их местоположения. Указатели должны быть выполнены по ГОСТ 12.4.026 и располагаться на видных местах на высоте 2,0 — 2,5 м от уровня пола, с учетом условий их видимости (ГОСТ 12.4.009).

4 Расстояние от возможного очага пожара до ближайшего огнетушителя определяется требованиями правил [3], оно не должно превышать 20 м для общественных зданий и сооружений; 30 м — для помещений категорий А, Б и В; 40 м — для помещений категорий В и Г; 70 м — для помещений категории Д.

5 Рекомендуется переносные огнетушители устанавливать на подвесных кронштейнах или в специальных шкафах. Огнетушители должны располагаться так, чтобы основные надписи и пиктограммы, показывающие порядок приведения их в действие, были хорошо видны и обращены наружу или в сторону наиболее вероятного подхода к ним.

Техническое обслуживание огнетушителей

1 Огнетушители, введенные в эксплуатацию, должны подвергаться техническому обслуживанию, которое обеспечивает поддержание огнетушителей в постоянной готовности к использованию и надежную работу всех узлов огнетушителя в течение всего срока эксплуатации. Техническое обслуживание включает в себя периодические проверки, осмотры, ремонт, испытания и перезарядку огнетушителей.

2. Периодические проверки необходимы для контроля состояния огнетушителей, контроля места установки огнетушителей и надежности их крепления, возможности свободного подхода к ним, наличия, расположения и читаемости инструкции по работе с огнетушителями.

3 Техническое обслуживание огнетушителей должно проводиться в соответствии с инструкцией по эксплуатации и с использованием необходимых инструментов и материалов лицом, назначенным приказом по предприятию или организации, прошедшим в установленном порядке проверку знаний нормативно-технических документов по устройству и эксплуатации огнетушителей и параметрам ОТВ, способным самостоятельно проводить необходимый объем работ по обслуживанию огнетушителей.

4 Огнетушители, выведенные на время ремонта, испытания или перезарядки из эксплуатации, должны быть заменены резервными огнетушителями с аналогичными параметрами.

5 Перед введением огнетушителя в эксплуатацию он должен быть подвергнут первоначальной проверке, в процессе которой производят внешний осмотр, проверяют комплектацию огнетушителя и состояние места его установки (заметность огнетушителя или указателя места его установки, возможность свободного подхода к нему), а также читаемость и доходчивость инструкции по работе с огнетушителем. В ходе проведения внешнего осмотра контролируется:

- отсутствие вмятин, сколов, глубоких царапин на корпусе, узлах управления, гайках и головке огнетушителя;

- состояние защитных и лакокрасочных покрытий; - наличие четкой и понятной инструкции;

- состояние предохранительного устройства;

- исправность манометра или индикатора давления (если он предусмотрен конструкцией огнетушителя), наличие необходимого клейма и величина давления в огнетушителе закачного типа или в газовом баллоне;

- масса огнетушителя, а также масса ОТВ в огнетушителе (последнюю определяют расчетным путем);

- состояние гибкого шланга (при его наличии) и распылителя ОТВ (на отсутствие механических повреждений, следов коррозии, литейного облоя или других предметов, препятствующих свободному выходу ОТВ из огнетушителя);

- состояние ходовой части и надежность крепления корпуса огнетушителя на тележке (для передвижного огнетушителя), на стене или в пожарном шкафу (для переносного огнетушителя).

Результат проверки заносят в паспорт огнетушителя и в журнал учета огнетушителей (4.5.4, приложение Г).

6 Ежеквартальная проверка включает в себя осмотр места установки огнетушителей и подходов к ним, а также проведение внешнего осмотра огнетушителей .

7 Ежегодная проверка огнетушителей включает в себя внешний осмотр огнетушителей по осмотру места их установки и подходов к ним.

Требования безопасности

1 При техническом обслуживании огнетушителей необходимо соблюдать требования безопасности, изложенные в нормативно-технической документации на данный тип огнетушителя.

2 Запрещается:

- эксплуатировать огнетушитель при появлении вмятин, вздутий или трещин на корпусе огнетушителя, на запорно-пусковой головке или на накидной гайке, а также при нарушении герметичности соединений узлов огнетушителя или при неисправности индикатора давления;
- производить любые работы, если корпус огнетушителя находится под давлением вытесняющего газа или паров ОТВ;

Практическая часть:

Изучение устройства огнетушителя на огнетушителе

Контрольные вопросы:

1. Что относится к первичным средствам пожаротушения?
2. Что должен иметь каждый огнетушитель, установленный на объекте защиты?
3. Назовите сроки проверок (осмотров) первичных средств пожаротушения?
4. Из чего состоят периодические проверки первичных средств пожаротушения?
5. Можно ли тушить пожары на электрооборудовании, находящемся под напряжением до 0,4 кВ?
6. Какие требования безопасности должен выполнить персонал при тушении электрооборудования, находящегося под напряжением распыленной струей воды?
7. Назовите меры безопасности при обесточивании (отключении) электроустановок, находящихся под напряжением при возникновении пожара в жилом секторе?

Практическая работа №6

«Освобождение человека от действия электрического тока.»

Тема 1.6 Приемы оказания первой помощи при поражении электрическим током

Цель работы: Изучение порядка освобождения человека от действия электрического тока.

Теоретическая часть

Освобождение работника от действия электрического тока

При поражении работника электрическим током необходимо как можно скорее освободить его от поражающего действия тока, так как от продолжительности этого действия зависит тяжесть электротравмы.

Прикосновение к токоведущим частям, находящимся под напряжением, вызывает непроизвольное судорожное сокращение мышц, которое может привести к полному прекращению деятельности органов дыхания и кровообращения. Пострадавший, как правило, держит провод руками и его пальцы сжимаются так сильно, что высвободить провод из рук становится невозможным. Поэтому первым действием работника оказывающего помощь должно быть отключение той части электроустановки, которой касается пострадавший. Отключение электрооборудования производится с помощью выключателей, рубильника или другого отключающего аппарата, а также путём снятия или вывёртывания предохранителей (пробок), разъёма штепсельного соединения (рисунок 1,а).

Если пострадавший находится на высоте, главная задача - как можно быстрее спустить пострадавшего с высоты, чтобы приступить к оказанию помощи в более удобных и безопасных условиях (на земле, на площадке). *Нельзя тратить время на оказание первой помощи на высоте!*

При отключении электроустановки может одновременно погаснуть электрический свет. В связи с этим при отсутствии дневного освещения необходимо позаботиться об освещении от другого источника (включить аварийное освещение, аккумуляторные фонари и т.п.).

Если отключить электроустановку быстро нельзя, необходимо принять другие меры к освобождению пострадавшего от действия электрического тока. Не допустимо прикасаться к

пострадавшему без средств защиты. Спасатель должен следить и за тем, чтобы самому не оказаться в контакте с токоведущей частью или под напряжением шага.

Для освобождения пострадавшего от токоведущих частей спасателю можно пользоваться канатом, палкой, доской или каким-либо другим сухим предметом, не проводящим электрический ток. Можно оттянуть его за одежду (если она сухая), например, за воротник, избегая при этом прикосновения к окружающим металлическим предметам и частям тела пострадавшего, не прикрытого одеждой (рисунок 1, б).

Если оттаскивать пострадавшего за ноги, спасатель не должен касаться его обуви или одежды без хорошей изоляции своих рук, так как обувь и одежда могут быть сырыми и являться проводниками электрического тока.

Для изоляции рук спасатель, при необходимости, может применять диэлектрические перчатки или обмотать руку шарфом, натянуть на руку рукав пиджака, накинуть на пострадавшего простую сухую материю. Можно также изолировать себя, встав на резиновый коврик, сухую доску или свёрток одежды и т.п.

При отделении пострадавшего от токоведущих частей рекомендуется действовать одной рукой, держа вторую в кармане или за спиной, чтобы не образовать дополнительную электрическую цепь через себя.

Если электрический ток проходит в землю через пострадавшего, и он сжимает в руке провод, проще прервать ток, отделив пострадавшего от земли, соблюдая при этом меры предосторожности как по отношению к самому себе, так и по отношению к пострадавшему. Можно также перекусить электропроводку инструментом с изолированными рукоятками (кусачками, пассатижами и т. п.). Перекусывать провода электрической сети необходимо поочередно, стоя по возможности на сухих досках, деревянной лестнице и т. п. Можно воспользоваться и неизолированным инструментом, обернув его рукоятку сухой материей.



а). б).

Рисунок 1 – Освобождение пострадавшего от действия электротока: а) – путем отключения электроустановки; б) – отбрасыванием провода доской

Для отделения пострадавшего от токоведущих частей, находящихся под напряжением выше 1кВ, следует надеть диэлектрические перчатки и боты и действовать штангой или изолирующими клещами (рисунок 2).

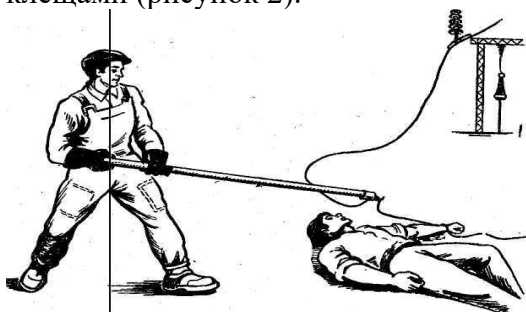


Рисунок 2 – Освобождение пострадавшего от действия электротока отбрасыванием провода изолирующей штангой

Замкнуть провода воздушной линии электропередачи накоротко можно методом «наброса» неизолированного провода, согласно специальной инструкции.

Провод должен иметь достаточное сечение, чтобы он не перегорел при прохождении через него тока короткого замыкания. Перед тем как произвести наброс, один конец провода надо надёжно заземлить (присоединить его к телу металлической опоры, заземляющему спуску и др.).

Для удобства наброса на провода воздушной линии электропередачи на свободный конец проводника необходимо прикрепить груз. Набрасывать проводник надо так, чтобы он не коснулся людей, в том числе оказывающего помощь и пострадавшего. Если пострадавший касается одного провода, то часто достаточно заземлить только этот провод. Необходимо оттащить пострадавшего за одежду не менее чем на 8 метров от места касания проводом земли.

Контрольные вопросы(формулировка правил)

1.1. Правила освобождения пострадавшего от действия электрического тока при напряжении свыше 1000 В

1. Правило 1
2. Правило 2
3. Правило 3
4. Правило 4
5. Правило 5
6. Правило 6
7. Правило 7

1.2. Правила освобождения пострадавшего от действия электрического тока при напряжении до 1000

8. Правило 1
9. Правило 2
10. Правило 3
11. Правило 4
12. Правило 5
13. Правило 6

Литература:

8. (Инструкция по ОПП при НС «ГАЛО Бубнов», 2007)

«Порядок оказания доврачебная помощи при поражении электрическим током.»

Тема 1.6 Приемы оказания первой помощи при поражении электрическим током

Цель работы: Изучение «Порядока оказания доврачебная помощи при поражении электрическим током.» (изучить основные признаки нарушения жизненно важных функций человека, общие принципы и приёмы оказания первой помощи; уметь освобождать проходимость верхних дыхательных путей и выполнять искусственное дыхание, а также закрытый массаж сердца.)

Теоретическая часть

Первая помощь пострадавшему от электрического тока - это комплекс мероприятий, направленных на восстановление или сохранение жизни и здоровья работнику, осуществляемых персоналом организации (взаимопомощь) или самим пострадавшим (самопомощь). Одним из важнейших положений оказания первой помощи является ее срочность: чем быстрее она оказана, тем больше надежды на благоприятный исход. Поэтому такую помощь современно может оказать тот, кто находится рядом с пострадавшим.

Основными условиями при оказании первой помощи пострадавшим от электрического тока и при других несчастных случаях являются спокойствие, находчивость, быстрота действий, знания и умение спасателя оказывающего помощь. Эти качества воспитываются и могут быть выработаны в процессе учёбы и специальной подготовки, которая должна проводиться наряду с

профессиональным обучением. Каждый работник должен уметь оказать помощь так же квалифицировано, как выполнять свои профессиональные обязанности.

Работник (студент), оказывающий первую помощь должен знать:

- основные признаки нарушения жизненно важных функций человека;
- общие принципы первой помощи и её приёмы применительно к характеру полученного пострадавшим повреждения;
- основные способы переноски и эвакуации пострадавших.

Спасатель, оказывающий первую помощь должен уметь:

- оценивать состояние пострадавшего от электрического тока и определять, в какой помощи в первую очередь он нуждается;
- обеспечивать свободную проходимость верхних дыхательных путей;
- выполнять искусственное дыхание «изо рта в рот» (изо рта в нос) и закрытый массаж сердца и оценивать их эффективность;
- использовать подручные средства при переноске, погрузке и транспортировке пострадавших;
- определять целесообразность вывоза пострадавшего машиной скорой помощи или попутным транспортом;
- пользоваться аптечкой первой медицинской помощи.

Последовательность оказания первой помощи

При оказании первой помощи пострадавшему от воздействия электрического тока необходимо:

- остановить воздействие на организм повреждающих факторов, угрожающих здоровью и жизни, т.е. освободить пострадавшего от действия электрического тока;
- оценить состояние человека;
- определить характер и тяжесть электротравмы, а также последовательность мероприятий по его спасению;
- выполнить необходимые мероприятия по спасению пострадавшего в порядке срочности (восстановить проходимость дыхательных путей, провести искусственное дыхание, наружный массаж сердца);
- поддерживать основные жизненные функции пострадавшего до прибытия медицинского работника;
- вызвать врача либо принять меры для транспортировки пострадавшего в ближайшее лечебное учреждение.

Спасение пострадавшего от действия электрического тока в большинстве случаев зависит от быстроты освобождения его от воздействия тока, а также от быстроты и правильности оказания ему первой помощи. Промедление при оказании помощи может повлечь за собой гибель пострадавшего.

При поражении электрическим током смерть часто бывает клинической («мнимой»), поэтому никогда не следует отказываться от оказания помощи пострадавшему и считать его мёртвым из-за отсутствия дыхания, сердцебиения, пульса. Прекратить реанимационные мероприятия и вынести заключения о смерти пострадавшего имеет право только врач.

Весь персонал факультета и студенты должны периодически проходить инструктаж по оказанию первой медицинской помощи, а также пройти обучение на тренажерах приёмам освобождения от электрического тока и выполнения реанимационных мероприятий. Занятия должны проводить инженер по технике безопасности, или преподаватель факультета, прошедшие специальную подготовку и имеющие право обучать персонал и студентов университета оказанию первой помощи.

Первая помощь пострадавшему от электрического тока

После освобождения пострадавшего от действия электрического тока необходимо оценить его состояние (приложение 1).

При твердых практических навыках, владея собой, квалифицированный спасатель за время менее 1 мин способен оценить состояние пострадавшего и решить, в каком объеме и порядке следует оказывать ему помощь.

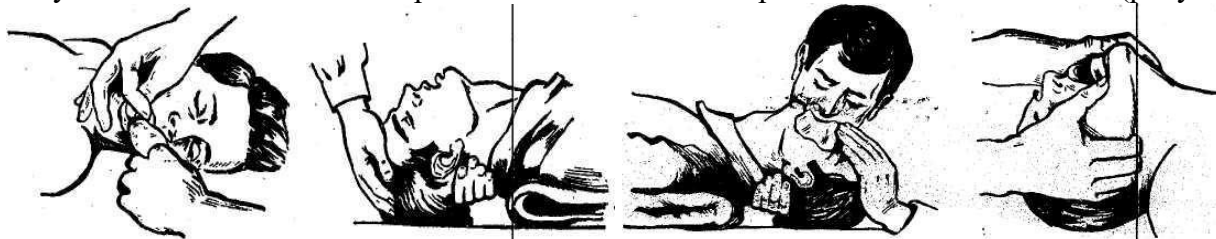
Цвет кожных покровов и наличие дыхания (по подъему и опусканию грудной клетки) оценивают визуально. Нельзя тратить драгоценное время на прикладывание ко рту и носу зеркала, блестящих металлических предметов. Об утрате сознания так же, как правило, судят визуально, и чтобы окончательно убедиться в его отсутствии, можно обратиться к пострадавшему с вопросом о самочувствии.

Пульс на сонной артерии прощупывают подушечками второго, третьего и четвертого пальцев руки, располагая их вдоль шеи между кадыком (адамово яблоко) и кивательной мышцей и слегка прижимая к позвоночнику. Приемы определения пульса на сонной артерии очень легко отработать на себе или своих близких.

Ширину зрачков при закрытых глазах определяют следующим образом: подушечки указательных пальцев кладут на верхние веки обоих глаз и, слегка придавливая их к глазному яблоку, поднимают вверх. При этом глазная щель открывается и на белом фоне видна округлая радужка, а в центре ее округлой черные зрачки, состояние которых (узкие или широкие) оценивают по тому, какую площадь радужки они занимают.

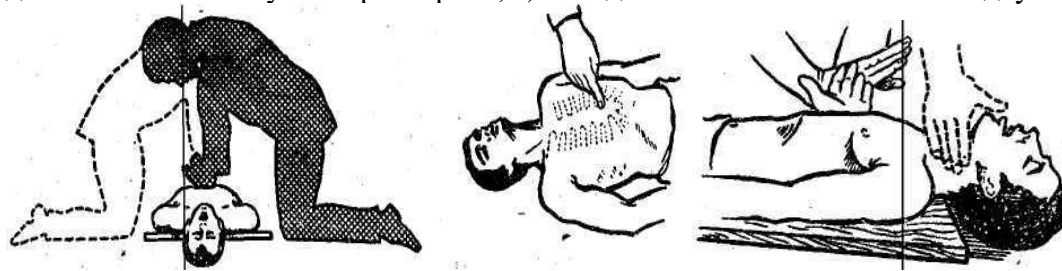
Как правило, степень нарушения сознания, цвет кожных покровов и состояние дыхания оценивают одновременно с прощупыванием пульса за время не более 1 мин. Осмотр зрачков проводят за 1-3 секунды.

Если пострадавший дышит очень редко и судорожно, но у него прощупывается пульс, необходимо сразу же начать делать искусственное дыхание. Не обязательно, чтобы при проведении искусственного дыхания пострадавший находился в горизонтальном положении (рисунок 3, 4, 5).



а). б). в). г).

Рисунок 3 – Порядок оказания первой помощи пострадавшему: *а)* – очищение рта и глотки; *б)* – положение головы при проведении искусственного дыхания; *в)* – проведение искусственного дыхания по способу «изо рта в рот»; *г)* – выдвижение нижней челюсти двумя руками.



а). б). в).

Рисунок 4 – Порядок проведения реанимационных мероприятий: *а)* – положение оказывающего помощь при проведении наружного массажа сердца; *б)* – место расположения рук при проведении наружного массажа сердца; *в)* – правильное положение рук при проведении наружного массажа сердца и определение пульса на сонной артерии (пунктир).



а) б).

Рисунок 5 –Порядок проведения реанимационных мероприятий: а) – проведение искусственного дыхания и наружного массажа сердца одним лицом; б) - проведение искусственного дыхания и наружного массажа сердца двумя лицами

Приступив к реанимации, нужно позаботиться о вызове врача или скорой медицинской помощи. Это должен сделать не оказывающий помощь, который не может прервать ее оказание, а кто-то другой.

Если пострадавший в сознании, но до этого был в обмороке с сохранившимся устойчивым дыханием и пульсом, его следует уложить на подстилку из одежды; расстегнуть одежду, стесняющую дыхание. Необходимо создать приток свежего воздуха; согреть тело, если холодно; обеспечить прохладу, если жарко; создать полный покой, непрерывно наблюдая за пульсом и дыханием; удалить лишних людей.

Если пострадавший находится в бессознательном состоянии, необходимо наблюдать за его дыханием и в случае нарушения дыхания из-за западания языка выдвинуть нижнюю челюсть вперед, взявшись пальцами за его углы, и поддерживать ее в таком положении, пока не прекратится западание языка.

При возникновении у пострадавшего рвоты необходимо повернуть его голову и плечи налево для удаления рвотных масс.

Ни в коем случае нельзя позволять пострадавшему двигаться, а тем более продолжать работу, так как отсутствие видимых тяжелых повреждений от электрического тока или других причин (падения и т. п.) еще не исключает возможности последующего ухудшения его состояния. Только врач может решить вопрос о состоянии здоровья пострадавшего.

Переносить пострадавшего в другое место следует только в тех случаях, когда ему продолжает угрожать опасность или когда оказание помощи на месте невозможно (например, на высоте).

Ни в коем случае нельзя зарывать пострадавшего в землю, так как это принесет только вред и приведет к потерям дорогих для его спасения минут.

При поражении молнией оказывается та же помощь, что и при поражении электрическим током.

В случае невозможности вызова врача на место происшествия необходимо обеспечить транспортировку пострадавшего в ближайшее лечебное учреждение. Перевозить пострадавшего можно только при удовлетворительном дыхании и устойчивом пульсе. Если состояние пострадавшего не позволяет его транспортировать, необходимо продолжать оказывать помощь.

Универсальная схема оказания первой помощи на месте происшествия

1. Если нет сознания и нет пульса на сонной артерии – *приступить к реанимации;*
2. Если нет сознания, но есть пульс на сонной артерии – *вернуть на живот и очистить ротовую полость;*
3. При артериальном кровотечении – *наложить жгут;*
4. При наличии ран – *наложить повязки;*
5. Если есть признаки переломов костей конечностей - *наложить транспортные шины.*

Контрольные вопросы

1. Что такое первая помощь пострадавшему от электрического тока?
2. Что является основными условиями оказания первой помощи пострадавшим?
3. Что должен уметь работник (студент), оказывающий первую помощь при поражении электрическим током?
4. Какая последовательность оказания первой помощи?
5. От чего зависит спасение пострадавшего от действия электрического тока?
6. Назовите порядок действия при отсутствии у пострадавшего сознания и пульса? (Инструкция по ОПП при НС «ГАЛО Бубнов», 2007)
7. Назовите признаки клинической смерти? (Инструкция по ОПП при НС «ГАЛО Бубнов», 2007)
8. Назовите признаки биологической смерти? (Инструкция по ОПП при НС «ГАЛО Бубнов», 2007)

9. Назовите признаки комы? (Инструкция по ОПШ при НС «ГАЛО Бубнов», 2007)
10. Правила проведения непрямого массажа сердца и без вентиляционной реанимации. (Инструкция по ОПШ при НС «ГАЛО Бубнов», 2007)

С инструктором отработать практические навыки на тренажере «Гоша»

Литература

1. **Основные источники:** Грунтович, Н. В. Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования: учебное пособие / Н.В. Грунтович. — Минск: Новое знание; Москва: ИНФРА-М, 2023. — 271 с.: ил. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-006952-4. Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1930705>

2. Полуянович, Н. К. Монтаж, наладка, эксплуатация и ремонт систем электроснабжения промышленных предприятий / Н. К. Полуянович. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2023. — 396 с. — ISBN 978-5-507-46250-6. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/303443>

3. Сибикин, Ю. Д. Монтаж, эксплуатация и ремонт электрооборудования промышленных предприятий и установок: учебное пособие / Ю. Д. Сибикин, М. Ю. Сибикин. - 3-е изд. стер. - Москва; Берлин: Директ-Медиа, 2020. - 463 с. - ISBN 978-5-4499-0766-0. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1870844>

Дополнительные источники

1. Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/298523>