МЧС РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Уральский институт Государственной противопожарной службы
Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны,
чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий»

Кафедра пожарной безопасности технологических процессов и производств

ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК

**Методические указания для самостоятельной работы
специальности 20.05.01 «Пожарная безопасность»
(очная форма обучения)**







Екатеринбург
2022

Пожарная безопасность электроустановок [Текст] : Методические указания для самостоятельной работы (очная форма обучения). Специальность 20.05.01 «Пожарная безопасность» / сост. И. Г. Сафронова, Н.В. Шнайдер. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2022. – 62 с.

Составители:

Сафронова И.Г., начальник кафедры пожарной безопасности технологических процессов и производств Уральского института ГПС МЧС России, кандидат педагогических наук, доцент.

Шнайдер Н.В., доцент кафедры пожарной безопасности технологических процессов и производств Уральского института ГПС МЧС России, кандидат психологических наук, доцент.

В методических указаниях даны рекомендации по самостоятельному изучению отдельных вопросов рабочей программы по дисциплине «Пожарная безопасность электроустановок», указана учебная, нормативная и методическая литература, кратко представлен учебный материал. Даны контрольные вопросы для закрепления изученного материала и подготовки к итоговой аттестации по дисциплине. Предназначены для обучающихся очной формы обучения по специальности 20.05.01 Пожарная безопасность (уровень специалитет).

Рассмотрены, одобрены и рекомендованы к изданию на заседании кафедры пожарной безопасности технологических процессов и производств Уральского института ГПС МЧС России, протокол № 13 от 09.06.2022.

© Уральский институт ГПС МЧС России, 2022
© Кафедра пожарной безопасности технологических процессов и производств, 2022

С О Д Е Р Ж А Н И Е

Глава 1. Основы пожарной безопасности применения электроустановок ... 4
Занятие 1/2. Характеристика типовых причин пожаров от электроустановок ……. 4
Занятие 1/9. Электрооборудование и окружающая среда 9
Глава 2. Пожарная безопасность электрических сетей 13
Занятие 2/7. Электроснабжение потребителей электроэнергии..... 13
Занятие 2/9. Защитные характеристики аппаратов защиты..... 19
Занятие 2/11. Защитная характеристика автоматических воздушных выключателей (автоматов)……...23
Глава 3. Пожарная безопасность силовых и осветительных электроустановок..... 28
Занятие 3/9. Электрическое освещение.……..28
Занятие 3/11. Заземление (зануление) электроустановок 33
Глава 5. Обеспечение пожарной безопасности при эксплуатации электроустановок..... 51
Занятие 6/3. Надзорная деятельность за электроустановками. Техника безопасности при обследовании электроустановок 51
Литература 61

Глава 1. Основы пожарной безопасности применения электроустановок

Занятие 1/2. Характеристика типовых причин пожаров от электроустановок.

Учебные вопросы

1. Большие переходные сопротивления.
2. Электрические искры и дуги.
3. Вихревые токи.

Литература

1. Сафронова И.Г., Смирнов Б.П., Субачев С.В. Основы пожарной безопасности применения электроустановок: учебное пособие, - с. 8-11.
2. Мыльников М.Т. Общая электротехника и пожарная профилактика в электроустановках, учебник. - с. 171-174.

При изучении данных причин пожаров необходимо понять их физическую сущность и пожарную опасность, которая связана с прохождением электрического тока и объясняется известными из электротехники законом Ома и законом Джоуля-Ленца. О каждой из причин пожаров необходимо иметь чёткое представление и уметь изложить её по следующему плану: определение причины и места возникновения, пожарная опасность и меры профилактики.

Большое переходное сопротивление – сопротивление, возникающее в местах перехода тока с одного проводника на другой, с проводника на

электрический аппарат, в размыкающихся контактах электрических аппаратов, при неудовлетворительном состоянии контактных соединений.

Причины возникновения больших переходных сопротивлений:

- уменьшение контактного сечения в местах неудовлетворительного соединения проводов, кабелей, контактов электрических аппаратов;

- ослабление контактных соединений из-за вибрации и тряски оборудования;

- влияние высокой температуры, влажности и химически активных веществ на площадь соприкосновения контактов (окисление контактных соединений и образование оксидных полупроводниковых пленок).

Величина переходного сопротивления контактов зависит:

- от силы нажатия контактов;

- от материала, из которого изготовлены контакты;

- от геометрической формы и размеров контактов;

- от степени обработки поверхностей контактов;

- от степени окисления контактов.

Пожарная опасность больших переходных сопротивлений:

- нагрев мест с большим переходным сопротивлением до высокой температуры; большая вероятность искрения;

- воспламенение изоляции токоведущих частей электрооборудования, окружающей пожаро- и взрывоопасной среды.

В этом и состоит пожарная опасность переходных сопротивлений, которая усугубляется тем, что места с наличием переходного сопротивления трудно обнаружить приборами, а аппараты защиты электрических сетей и установок, даже правильно выбранные, не могут предупредить возникновение пожаров, так как ток в цепи не возрастает, а нагрев участка с переходным сопротивлением происходит только вследствие увеличения сопротивления.

Профилактика больших переходных сопротивлений:

- соединение, ответвление и оконцевание жил проводов и кабелей при помощи опрессовки, сварки, пайки или сжимов (болтовых, винтовых и т.п.);

- применение наконечников и специальных зажимов в местах оконцевания проводов и кабелей, определенной массы и поверхности охлаждения (для отвода тепла и рассеивания его в окружающую среду);

- применение пружинящих шайб или контргаек в местах, где электроустановки подвергаются вибрации или тряске;

- конструирование размыкающихся контактов таким образом, чтобы размыкание и замыкание их сопровождалось трением одного контакта по другому (для уменьшения влияния окисления на контактное сопротивление, в этом случае происходит их самоочистка от пленки окиси; контакты из меди, латуни, бронзы часто защищают от окисления покрытием тонким слоем олова, серебра);

- своевременная и качественная ревизия и ремонт контактных соединений в электроустановках и электрических сетях.

Электрическая дуга и искра – результат прохождения электрического тока через воздух.

Причины возникновения:

- при размыкании электрических цепей под нагрузкой (в местах разрыва цепи);

- при пробое изоляции (между проводниками);

- при работе электрических машин (между щетками и коллектором, между щетками и контактными кольцами);

- при наличии неудовлетворительных контактов в местах оконцевания и соединения проводов и кабелей, присоединения их к электрическим аппаратам.

Под действием электрического поля воздух между контактами ионизируется, и при достаточной величине напряжения происходит разряд, со-

провождающийся свечением воздуха и треском (тлеющий разряд). С увеличением напряжения тлеющий разряд переходит в искровой, а при достаточной мощности искровой разряд может быть в виде электрической дуги.

Искры и электрическая дуга, при наличии в помещениях легкогорючих веществ и взрывчатой системы, могут быть причиной пожара или взрыва.

Пожарная опасность:

- электрическая дуга – источник зажигания окружающей пожаро- и взрывоопасной среды (при энергии искры, превышающей минимальную энергию воспламенения газо-, паро- и пылевоздушной смеси);

- высокая температура электрической дуги (3000-4000 ºС), брызги расплавленного металла токоведущих частей – источник зажигания практически любой горючей среды.

Профилактика искрения и электрической дуги:

- выносить (по возможности) электрооборудование с искрящими частями из помещений с пожаро- и взрывоопасной средой;

- применение специальных кожухов, крышек, колпаков, исключающих воздействие искрящих частей на окружающую горючую среду;

- применение взрывозащищенного электрооборудования во взрывоопасных зонах;

- надежное и качественное соединение, ответвление и оконцевание проводников;

- своевременная ревизия и ремонт электроустановок (разъемные контакты магнитных пускателей, контакторов, реле; соединения проводов и кабелей; состояние щеток, коллекторов и контактных колец электрических машин).

Вихревые токи **–** это токи, которые индуктируются в массивных металлических частях электрооборудования при пересечении их магнитным полем.

Причины возникновения:

- движение массивных проводников в магнитном поле (например, пересечение сердечником ротора магнитного поля статора в двигателях, генераторах);

- пересечение вращающимся магнитным полем сердечников статора и ротора (двигатели, генераторы);

- пересечение неподвижного сердечника трансформатора, электромагнита (магнитного пускателя, реле) переменным магнитным полем.

Пожарная опасность вихревых токов:

- разогрев до высокой температуры сердечников и обмоток трансформаторов, двигателей, генераторов, магнитных пускателей и т.п.;

- «пожар стали» магнитопровода электрической машины по причине нарушения изоляции между листами стали и чрезмерного нагрева этих частей магнитопровода вихревыми токами;

- разрушение и ускоренное «старение» от высокой температуры изоляции обмоток электрических машин и аппаратов, возможное ее воспламенение.

Профилактика вихревых токов:

- изготовление сердечников электрических генераторов, двигателей, трансформаторов и аппаратов не сплошными, а из отдельных штампованных листов электротехнической стали толщиной 0,35-0,5мм, изолированных один от другого (уменьшение индуктированной ЭДС и величины вихревых токов);

- применение легированной стали с добавлением до 4% кремния (увеличение электрического сопротивления стали и уменьшение величины вихревых токов).

Контрольные вопросы

1. Большие переходные сопротивления (определение).
2. Причины и места возникновения больших переходных сопротивлений в электроустановках.
3. Пожарная опасность больших переходных сопротивлений.
4. Профилактика больших переходных сопротивлений.
5. Электрическая дуга, электрическая искра (определение).
6. Причины и места возникновения электрических искр и дуг в электроустановках.
7. Пожарная опасность образования электрических искр и дуг в электроустановках.
8. Предупреждение образования электрических искр и дуг в электроустановках.
9. Вихревые токи (определение).
10. Причины и места возникновения вихревых токов в электроустановках.
11. Пожарная опасность вихревых токов.
12. Профилактические мероприятия по предупреждению образования вихревых токов в электроустановках.

Занятие 1/9. Электрооборудование и окружающая среда

Учебные вопросы

1. Опасность воздействия окружающей среды на электрооборудование.
2. Опасность воздействия пожароопасных явлений в электроустановках на окружающую пожароопасную и взрывоопасную среду.
3. Классификация помещений.

Литература

1. Сафронова И.Г., Смирнов Б.П., Субачев С.В. Основы пожарной безопасности применения электроустановок: учебное пособие. - с. 12-14.
2. Правила устройства электроустановок (ПУЭ): 1.1.5-1.1.12.

Отдельные факторы окружающей среды (высокая температура воздуха, влага, химически активные вещества, технологическая пыль и т.п.), воздействуя на токоведущие части, изоляцию и другие конструктивные части электрооборудования, могут аварийно выводить его из строя.

Пожароопасные явления в электроустановках (высокая температура отдельных частей, искрение и другие), вызванные ранее изученными причинами (короткие замыкания, перегрузки, большие переходные сопротивления и др.), могут привести к воспламенению окружающей пожароопасной или взрывоопасной среды (к пожарам и взрывам).

Чтобы исключить или свести до минимума пагубное взаимодействие окружающей среды и электроустановок, необходимо выбирать электрооборудование в соответствии с условиями окружающей среды. Для этого необходимо классифицировать среду, которая окружает электроустановки, классифицировать электроустановки по исполнению и с учётом требований нормативных документов выбирать электрооборудование для той или иной среды.

Помещения, в которых устанавливается электрооборудование, подразделяются на 8 классов в зависимости от физико-химических свойств имеющейся в них среды, отрицательно воздействующей на электроустановки. Помещением называется пространство, огражденное со всех сторон стенами (в том числе с окнами и дверями), с покрытием (перекрытием) и полом. Пространство под навесом и пространство, ограниченное сетчатыми или решетчатыми ограждающими конструкциями, не являются помещениями.

Классификация помещений и их краткая характеристика приведены в ПУЭ 1.1.5. – 1.1.12.

Электропомещения – помещения, доступные только для квалифицированного обслуживающего персонала, в которых расположены электроустановки.

Сухие помещения – помещения, в которых относительная влажность воздуха не превышает 60 %.

Влажные помещения – помещения, в которых пары или конденсирующаяся влага выделяются лишь кратковременно в небольших количествах, а относительная влажность воздуха более 60 %, но превышает 75 %.

Сырые помещения – помещения, в которых относительная влажность воздуха длительно превышает 75 %.

Особо сырые помещения – помещения, в которых относительная влажность воздуха близка к 100 % (потолок, стены, пол и предметы, находящиеся в помещении, покрыты влагой).

Жаркие помещения – помещения, в которых под воздействием различных тепловых излучений температура превышает постоянно или периодически (более 1 сут.) +35 °С.

Пыльные помещения – помещения, в которых по условиям производства выделяется технологическая пыль в таком количестве, что она может оседать на проводах, проникать внутрь машин, аппаратов и т.п.

Помещения с химически активной или органической средой – помещения, в которых постоянно или в течение длительного времени содержатся агрессивные пары, газы, жидкости, образуются отложения или плесень, разрушающие изоляцию и токоведущие части электрооборудования.

Условия среды должны быть учтены при выборе электрооборудования для различных классов помещений (например, по паспортным данным электрооборудования).

Контрольные вопросы

1. Необходимость классификации среды, окружающей электроустановки, по физико-химическим свойствам, по пожарной и взрывной опасности.

2. Характеристика и примеры отдельных классов помещений:

2.1. Электропомещения.

2.2. Сухие помещения.

2.3. Влажные помещения.

2.4. Сырые помещения.

2.5. Особо сырые помещения.

2.6. Жаркие помещения.

2.7. Пыльные помещения.

2.8. Помещения с химически активной или органической средой.

3. Порядок выбора электрооборудования для того или иного класса помещений.

Глава 2. Пожарная безопасность электрических сетей

Занятие 2/7. Электроснабжение потребителей электроэнергии

Учебные вопросы

1. Категории электроприёмников и обеспечение надёжности электроснабжения.
2. Классификация помещений в отношении опасности поражения людей электрическим током.

Литература

1. Черкасов В.Н., Зыков В.И. Обеспечение пожарной безопасности электроустановок: учебное пособие. - с. 13-19.
2. Правила устройства электроустановок. 1.1.13, 1.2.17-1.2.21.
3. СП 6.13130-2013 Свод правил. Системы противопожарной защиты. Электрооборудование. Требования пожарной безопасности.

Промышленные предприятия работают на переменном трехфазном токе. Группы электроприемников постоянного тока питаются от преобразовательных подстанций с полупроводниковыми выпрямителями, чаще всего с использованием мощных тиристоров. Так как выпрямительные агрегаты питаются от сети трехфазного тока, то они, в свою очередь, являются электроприемниками трехфазного тока.

Электроустановки напряжением до 1 кВ выполняются как с глухозаземленной, так и с изолированной нейтралью, а установки постоянного тока – с глухозаземленной и изолированной нулевой точками.

По требованиям обеспечения надежности электроснабжения электроприемники делятся на три категории. Нарушение электроснабжения элек-

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

Примеры:

- светильники аварийного и эвакуационного освещения зрелищных предприятий (театров, цирков, кинотеатров, концертных залов, филармоний) при вместимости зрительного зала 800 и более человек;
- электродвигатели пожарных насосов, автоматическая пожарная сигнализация и система незадымления зрелищных предприятий (театров, цирков, кинотеатров, концертных залов, филармоний) при вместимости зрительного зала 800 и более человек;

- электроприёмники лечебно-профилактических учреждений, от бесперебойности работы которых непосредственно зависит жизнь людей (например, пункты неотложной медицинской помощи, операционные и родильные отделения);
- водопроводные насосные станции в городах с числом жителей более 50 тысяч человек;
- электродвигатели и другие электроприёмники противопожарных устройств, лифты, эвакуационное и аварийное освещение, огни сетевого ограждения в жилых и общественных зданиях, гостиницах высотой 17 этажей и более; гостиниц более чем на 1000 мест и учреждений с количеством работающих более 2000 человек независимо от этажности;
- ЭВМ вычислительных центров, решающих комплекс задач и проблем управления отдельными отраслями.

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

Электроприемники этой категории должны питаться по меньшей мере от двух независимых источников, и обрыв питания допускается только на время автоматического переключения с основного вида на резервный.

Независимым источником питания электроприёмника или группы электроприёмников называется источник питания, на котором сохраняется напряжение в пределах, регламентированных настоящими правилами (ПУЭ) для послеаварийного режима, при исчезновении его на другом или других источниках питания этих электроприёмников.

К числу независимых источников питания относятся две секции или системы шин одной или двух электростанций и подстанций при одновременном соблюдении следующих двух условий:

1) каждая из секций или систем шин в свою очередь имеет питание от независимого источника питания;

2) секции (системы) шин не связаны между собой или имеют связь, автоматически отключающуюся при нарушении нормальной работы одной из секций (систем) шин.

Для электроснабжения особой группы электроприёмников I категории должно предусматриваться дополнительное питание от третьего независимого взаимно резервирующего источника питания.

В качестве третьего независимого источника питания для особой группы электроприёмников и в качестве второго независимого источника питания для остальных электроприёмников I категории могут быть использованы местные электростанции, электростанции энергосистем (в

частности, шины генераторного напряжения), специальные агрегаты бесперебойного питания, аккумуляторные батареи и т.п.

К электроприемникам ***II категории*** относятся такие, перерыв питания которых приводит к резкому снижению выпуска продукции, длительным простоям механизмов, транспорта. Эти электроприемники можно питать от одной воздушной линии электропередач напряжением 6 кВ и выше, осуществляя резервирование на пониженном напряжении, а также от одного трансформатора, если есть централизованное резервирование трансформаторов на складе внутри объекта или на небольшом расстоянии от него. Для этой категории можно применять автоматическое резервирование, если это не требует больших затрат. Электроприёмники II категории рекомендуется обеспечивать электроэнергией от двух независимых взаимно резервирующих источников питания. Для электроприёмников II категории при нарушении электроснабжения от одного из источников питания допустимы перерывы электроснабжения на время, необходимое для включения резервного питания действиями дежурного персонала или выездной оперативной бригады.

Примеры:

- светильники аварийного и эвакуационного освещения зрелищных предприятий (театров, цирков, кинотеатров, концертных залов, филармоний) при вместимости зрительного зала менее 800 человек;
- электродвигатели пожарных насосов, автоматическая пожарная сигнализация и система незадымления зрелищных предприятий (театров, цирков, кинотеатров, концертных залов, филармоний) при вместимости зрительного зала менее 800 человек;
- жилые дома с электроплитами;

- жилые дома высотой 6 этажей и выше с газовыми плитами или плитами на твёрдом топливе;
- общежития вместимостью от 50 человек и более;
- здания учреждений с количеством работающих от 50 до 2000 человек;
- детские и медицинские учреждения, аптеки;
- крытые спортивные предприятия с количеством мест в зале от 300 до 800;

К электроприемникам ***III категории*** относятся все остальные потребители, не подходящие под определения I и II категорий.

Для электроприёмников III категории электроснабжение может выполняться от одного источника питания при условии, что перерывы электроснабжения, необходимые для ремонта или замены поврежденного элемента системы электроснабжения, не превышают 1 сут.

Необходимая надежность системы электроснабжения обеспечивается выбором способа резервирования питания приемников электроэнергии. Резервирование должно выполняться с минимальными затратами средств и электрооборудования, в зависимости от характера и масштаба производства.

Выбор способа резервирования производится с учетом:
- категории приёмников электроэнергии в отношении требований бесперебойности работы. Определение категории производится по приёмнику, а не по цеху в целом. Группы приёмников электроэнергии, требующие разную надежность питания, рассматриваются как объекты с разными условиями резервирования;
- полного использования перегрузочной способности электрооборудования в аварийных режимах;
- наличия резервирования в технологической части;

- возможности автоматического (или ручного) отключения менее ответственных приёмников электроэнергии, например, III категории.

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

ПУЭ. 1.1.13. В отношении опасности поражения людей электрическим током различаются:

-помещения без повышенной опасности, в которых отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность;

-помещения с повышенной опасностью, характеризующиеся наличием в них одного из следующих условий, создающих повышенную опасность: сырость или токопроводящая пыль; токопроводящие полы; высокая температура; возможность одновременного прикосновения человека к металлоконструкциям зданий, имеющим соединение с землёй, технологическим аппаратам, механизмам и т.п., с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования, с другой;

-особо опасные помещения, характеризующиеся наличием одного из следующих условий, создающих особую опасность: особая сырость; химически активная или органическая среда; одновременно два или более условий повышенной опасности;

-территория открытых электроустановок в отношении опасности поражения людей электрическим током приравнивается к особо опасным помещениям.

Контрольные вопросы

1. Категории электроприёмников по надёжности электроснабжения.

1.1. Первая категория.

1.2. Вторая категория.

1.3. Третья категория.

2. Классификация помещений в отношении опасности поражения людей электрическим током.

Занятие 2/9. Защитная характеристика плавких вставок предохранителей.

Учебные вопросы

1. Защитная характеристика плавких вставок предохранителей.

Литература

1. Сафронова И.Г., Смирнов Б.П., Субачев С.В. Пожарная безопасность электроустановок. Лабораторный практикум (учебное пособие). - с. 23-25.
2. Черкасов В.Н., Зыков В.И. Обеспечение пожарной безопасности электроустановок: учебное пособие. - с. 71-82, 82-99.

Аппараты защиты электроустановок служат для ограничения времени действия токов короткого замыкания и перегрузки.

Наиболее распространенными из аппаратов защиты являются: плавкие предохранители, автоматические воздушные выключатели (автоматы) и тепловые реле магнитных пускателей.

Плавкий предохранитель состоит из корпуса (патрона), контактного устройства и плавкой вставки. Предохранители бывают разборными и неразборными, с наполнителем и без наполнителя.

Принцип действия плавких предохранителей основан на расплавлении плавкой вставки при прохождении по ней тока больше номинального (номинального тока плавкой вставки).

К основным параметрам предохранителей относятся:

$U_{н.пр.}$ − номинальное напряжение предохранителя, В. Наибольшее напряжение в электрической сети, при котором предохранитель может применяться;

$I_{н.пр.}$ – номинальный ток предохранителя, А. Ток, указанный на предохранителе и равный наибольшему из номинальных токов плавких вставок, предназначенных для данного предохранителя. На этот ток рассчитаны все токоведущие и контактные части предохранителя;

$I_{н.вст.}$ – номинальный ток плавкой вставки, А. Наибольший ток плавкой вставки, на который она рассчитана для длительной работы, при котором плавкая вставка не перегревается и не расплавляется;

$I_{пр.пр.}$ – предельный ток отключения предохранителя, А. Наибольшее значение тока короткого замыкания в сети, при котором гарантируется надежная работа предохранителя, т.е. дуга гасится без каких-либо повреждений патрона.

Предохранители обладают защитной характеристикой, представляющей собой зависимость времени полного отключения электрической цепи от отношения протекающего по вставке тока к номинальному току плавкой вставки (рис. 1).

Защитная характеристика позволяет определить надежность защиты элементов электроустановок плавкими предохранителями от токов коротких замыканий или перегрузки. Для этого на совмещенном графике необходимо сопоставить защитную характеристику предохранителя и тепловую характеристику защищаемого элемента электроустановки (провода, кабеля, обмотки статора электродвигателя и т.п.).

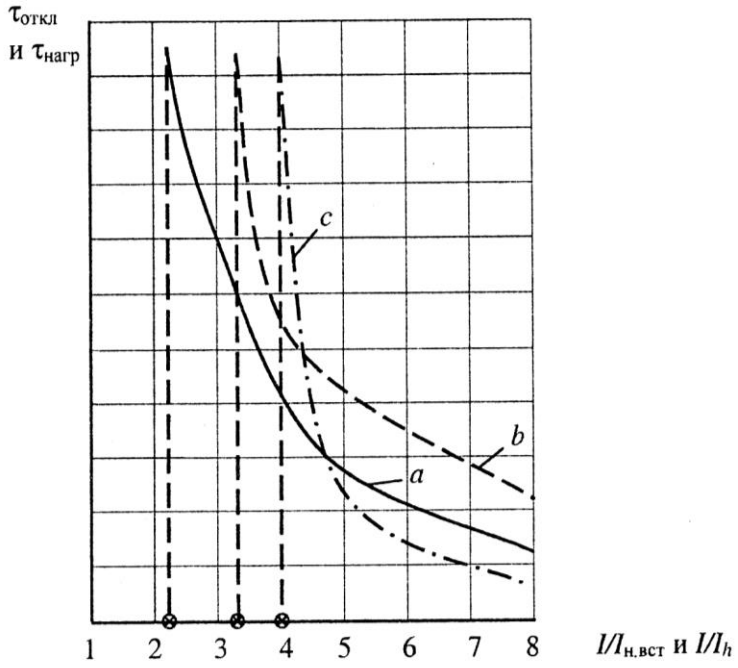


Рис. 1. Примеры защитных характеристик предохранителей (*a, c*)
и тепловой характеристики элемента электроустановки (*b*)

Тепловая характеристика элемента электроустановки изображается кривой и выражает зависимость промежутка времени, в течение которого температура этого элемента станет предельно допустимой, от кратности тока перегрузки. Кратностью тока перегрузки называется отношение фактического тока, протекающего по элементу электроустановки, к номинальному току данного элемента электроустановки (к допустимому длительному току для электрических проводников).

Вставка с защитной характеристикой «a» обеспечивает защиту элемента электроустановки с тепловой характеристикой «b» при любой кратности тока. Вставка с защитной характеристикой «c» может обеспечивать защиту того же элемента только при значительных кратностях (более четырех). При меньших кратностях температура защищаемого элемента может превысить предельно допустимую раньше, чем перегорит вставка предохранителя, а элемент электроустановки повредится.

Защитная характеристика плавких вставок является неустойчивой. Время перегорания вставок зависит от состояния контактов предохранителя и самой плавкой вставки, температуры окружающего воздуха, старения металла вставки, условий охлаждения, материала, длины и формы вставки. Поэтому защита электрических сетей и электроприемников от перегрузок с помощью плавких предохранителей недостаточна надежна. С их помощью осуществляется надежная защита лишь от токов коротких замыканий и больших (60% и выше) перегрузок.

Улучшить защитные характеристики можно выбором материала для плавкой вставки с металлургическим эффектом, а также выбором рациональной конструкции (длины и формы) плавкой вставки и корпуса предохранителя.

Контрольные вопросы

1. Устройство и принцип действия плавких предохранителей.
2. Основные параметры плавких предохранителей. Перечислить, дать определение и пояснение.
3. От чего зависит полное время отключения электрической цепи при срабатывании плавкого предохранителя.
4. Что такое защитная характеристика плавкой вставки предохранителя, пояснить графически.
5. Чем достигается улучшение защитных характеристик плавких вставок предохранителей.
6. Из каких материалов выполняются плавкие вставки предохранителей. Конструкция плавких вставок.
7. Основные типы выпускаемых предохранителей. Привести примеры и кратко охарактеризовать.
8. Основные достоинства и недостатки плавких предохранителей.

Занятие 2/11. Защитная характеристика автоматических воздушных выключателей (автоматов).

Учебные вопросы

1. Защитная характеристика автоматических воздушных выключателей (автоматов).

Литература

1. Сафронова И.Г., Смирнов Б.П., Субачев С.В. Пожарная безопасность электроустановок. Лабораторный практикум (учебное пособие). - с. 32-35.
2. Черкасов В.Н., Зыков В.И. Обеспечение пожарной безопасности электроустановок: учебное пособие. - с. 106-110..

Кроме предохранителей для защиты электрических сетей от перегрузок и токов коротких замыканий применяются также автоматические воздушные выключатели (автоматы), которые одновременно могут служить для нечастых коммутаций (включений-выключений) электрических сетей.

В общем виде автомат состоит из корпуса, крышки, подвижных и неподвижных контактов, дугогасительных камер, механизма управления, механизма свободного расцепления и расцепителя.

В зависимости от типа расцепителя автоматы изготовляют с электромагнитным расцепителем (М), тепловым расцепителем (Т) и комбинированным расцепителем (МТ).

Автоматы с электромагнитным расцепителем служат для защиты электроустановок от токов коротких замыканий. В электросиловых установках часто возникают кратковременные повышенные токи, не опасные для электроустановки, например, пусковые токи электродвигателей. Чтобы избежать отключения цепи при таких токах, расцепитель электромагнит-

ный устанавливают на ток срабатывания, который превышает значение кратковременных больших токов. При этом автомат перестает защищать электрооборудование от всех перегрузок, не превышающих ток срабатывания. Большинство автоматов с электромагнитным расцепителем имеют расцепитель без выдержки времени и отключаются мгновенно.

Автоматы с тепловым расцепителем служат для защиты электроустановок от перегрузок. Для тепловых расцепителей характерно, что чем больше ток, тем быстрее нарастает температура биметаллического элемента, тем быстрее он изгибается и производит отключение. Поэтому автоматы с тепловым расцепителем защищают электроустановку от перегрузки с обратно-зависимой от тока выдержкой времени.

В *автоматах с комбинированным расцепителем* (имеется электромагнитный и тепловой расцепители) при относительно небольших токах перегрузки действует тепловой расцепитель с выдержкой времени. При токах коротких замыканий выше определенной величины срабатывает электромагнитный расцепитель мгновенного действия (отсечка) до того, как биметаллическая пластина успеет нагреться и изогнуться.

Основные параметры автоматов:

$U_{н.а.}$ – номинальное напряжение автомата, В. Напряжение, соответствующее наибольшему номинальному напряжению сетей, в которых разрешается применять данный автомат;

$I_{н.а.}$ – номинальный ток автомата, А. Наибольший ток, на который рассчитаны токоведущие и контактные части автомата;

$I_{н.эл.м.}$, $I_{н.тепл.}$, $I_{н.комб.}$ – номинальный ток расцепителя (электромагнитного, теплового, комбинированного), А. Наибольший ток, на который рассчитан расцепитель автомата для длительной работы. При этом расцепитель не срабатывает;

$I_{ср.эл.м.}$, $I_{ср.тепл.}$ – ток срабатывания расцепителя, А. Наименьший ток, при котором срабатывает расцепитель автомата.

Для автоматов с электромагнитным расцепителем: $I_{ср.эл.м.} = (3 – 15) I_{н.эл.м.}$

Для автоматов с тепловым расцепителем: $I_{ср.тепл.} = (1{,}25 – 1{,}45) I_{н.тепл.}$

Защитная характеристика автомата определяет зависимость полного времени отключения цепи от отношения тока в расцепителе к номинальному току расцепителя.

Пример защитной характеристики автомата с комбинированным расцепителем представлен на рис. 2.

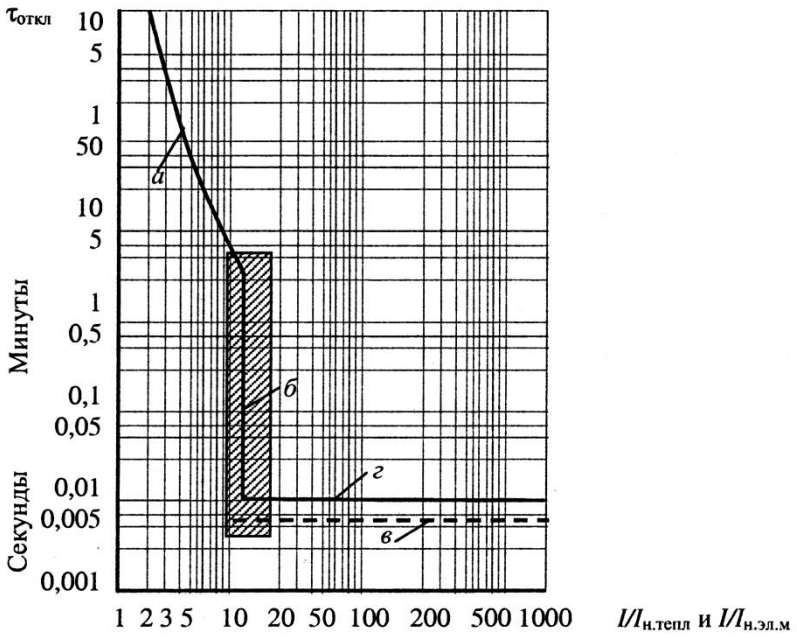


Рис. 2. Пример защитной характеристики автомата с комбинированным расцепителем

Линия «*а*» показывает зависимость времени отключения автомата от кратности тока перегрузки, отключаемого под воздействием теплового расцепителя. Линия «*б*» определяет номинальную кратность тока, при которой уже начинает действовать электромагнитный расцепитель практически без выдержки времени. Фактически эта кратность может оказаться любой в пределах зоны, заштрихованной по обе стороны линии «*б*». Линия

«*в*» – время от начала короткого замыкания до момента удара якоря электромагнитного расцепителя по отключающей рейке, после чего автомат отключается независимо от того, продолжается короткое замыкание или нет. Линия «*г*» − время полного отключения автоматом тока короткого замыкания под действием электромагнитного расцепителя.

Поскольку в действительности наблюдаются существенные отклонения от средних значений характеристик, вызванные производственными и эксплуатационными факторами, защитную характеристику автомата изображают не одной линией, а полосой между двумя, в пределах которой лежит возможное время отключения.

Защитная характеристика автомата позволяет определить надежность защиты элементов электроустановок от токов перегрузок и токов коротких замыканий. Для этого, так же, как и при защите предохранителями, необходимо сопоставить защитную характеристику автомата с характеристикой допустимой перегрузки защищаемого элемента, т.е. с его тепловой характеристикой.

Между этими характеристиками должно быть соответствие, чтобы при отключении тока, например из-за перегрузки, температура защищаемого элемента была ниже предельно допустимой.

Контрольные вопросы

1. Назначение аппаратов защиты электрических сетей.
2. Перечислить наиболее распространенные аппараты защиты электроустановок от токов коротких замыканий и перегрузок.
3. Общее устройство автоматического воздушного выключателя (автомата).

4. Назначение, устройство и принцип действия автоматического выключателя с электромагнитным расцепителем.

5. Назначение, устройство и принцип действия автоматического выключателя с тепловым расцепителем.

6. Назначение, устройство и принцип действия автоматического выключателя с комбинированным расцепителем.

7. Основные типы выпускаемых автоматических выключателей. Привести примеры и кратко охарактеризовать.

8. Основные достоинства и недостатки автоматических воздушных выключателей (автоматов).

9. Основные требования ПУЭ к аппаратам защиты. Выбор и места установки аппаратов защиты.

10. Что такое тепловая характеристика элемента электроустановки (провода, кабеля, электродвигателя и т.п.).

11. Как по соотношению защитной характеристики плавкого предохранителя (автомата) и тепловой характеристики проводника определить, обеспечивается ли надежная защита элемента электроустановки от токов коротких замыканий и перегрузок.

12. В чем заключается пожарная опасность самих аппаратов защиты, а также применение некалиброванных плавких вставок и автоматических воздушных выключателей?

Глава 3. Пожарная безопасность силовых и осветительных электроустановок

Занятие 3.9. Электрическое освещение

Учебные вопросы

1. Виды систем освещения.
2. Рабочее освещение.
3. Аварийное освещение безопасности.
4. Аварийное эвакуационное освещение.
5. Обеспечение пожарной безопасности при эксплуатации электрических светильников.

Литература

1. Черкасов В.Н., Зыков В.И. Обеспечение пожарной безопасности электроустановок: учебное пособие. - с. 224-225, 232-234.
2. Мыльников М.Т. Общая электротехника и пожарная профилактика в электроустановках. - с. 261-268.
3. Правила противопожарного режима в Российской Федерации (утверждены постановлением Правительства РФ от 25 апреля 2012 г. № 390). – п. 42.
4. Правила устройства электроустановок (ПУЭ). - Раздел 6.
5. Естественное и искусственное освещение: СНиП 23-05-95. 7.1-7.4, 7.21, 7.25, 7.60-7.66.

В практике применяются различные системы и виды электрического освещения:

общее, предназначенное для освещения помещения (или части его) с относительно равномерной освещенностью или для локализованного освещения;

местное, предназначенное для освещения только рабочих мест (стационарное или переносное);

комбинированное, представляющее совокупность общего и местного освещения.

Различают следующие виды освещения:

рабочее, обеспечивающее надлежащие условия видения при работе;

аварийное освещение безопасности, служащее для временного продолжения работы;

аварийное эвакуационное освещение, обеспечивающее при отключении рабочего освещения безопасную эвакуацию из помещения.

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

Аварийное эвакуационное освещение должно применяться:

а) в производственных помещениях с постоянной работой персонала, если при отключении рабочего освещения возникнет опасность травматизма из-за продолжения работы оборудования или наличия мест, опасных для прохода людей;

б) в производственных помещениях с числом работающих более 50 человек, независимо от признаков, указанных в пункте «а»;

в) в основных проходах или на лестницах, служащих для эвакуации людей из производственных или общественных зданий, где работают или пребывают более 50 человек;

г) на рабочих местах, открытых пространствах, если эвакуация связана с повышенной опасностью травматизма;

д) в отдельных непроизводственных помещениях, где одновременно могут находиться более 100 человек (большие аудитории, зрительные залы, красные уголки и т.п.);

е) в детских домах, садах и яслях, независимо от числа лиц, пребывающих в здании;

ж) на лестницах жилых зданий, имеющих более 6 этажей.

Светильники аварийного освещения присоединяются к сети, независимой от сети рабочего освещения, начиная от щита подстанции, а при наличии только одного ввода – начиная от этого ввода. Допускается питание аварийного освещения от сети рабочего освещения с автоматическим переключением на независимые источники питания при аварийных режимах. Светильники аварийного освещения должны отличаться от светильников рабочего освещения типом или размером, или же на них должны быть нанесены специальные знаки. Аварийное освещение должно создавать освещенность для эвакуации по линиям основных проходов на уровне пола и на ступенях лестниц не менее 0,5 лк. Сеть охранного освещения, как правило, следует выполнять раздельно от остальной сети наружного освещения.

Обеспечение пожарной безопасности при эксплуатации электрических светильников. При проектировании электрического освещения необходимо, чтобы все осветительные установочные электроизделия (светильники, ПРА, выключатели, штепсельные розетки и др.) соответствовали среде помещений и наружных установок. Влага, пыль, едкие пары и газы, находящиеся в помещении, не должны оказывать влияния на

состояние светильников и другое оборудование, а их конструкция не должна быть причиной пожара, взрыва и (или) поражения током.

Основными мероприятиями по снижению пожарной опасности ПРА являются применение в их конструкциях трудногорючих композиций, изготовление ПРА полностью в металлических оболочках, повышение показателей надежности стартеров и конденсаторов, оптимизация конструкций дросселей по температурным режимам, применение конденсаторов в керамических корпусах. Эффективным средством повышения пожарной безопасности ПРА является введение в его конструкцию термопредохранителей и термовыключателей, срабатывающих при превышении допустимой температуры корпуса дросселя.

В пожаровзрывоопасных зонах применяют светильники только с соответствующими уровнем, видом взрывозащиты.

Для освещения взрывоопасных зон всех классов со средами, для которых нет соответствующих светильников, можно применять невзрывозащищенные светильники:

- за неоткрывающимися окнами и окнами без фрамуг и форточек; снаружи здания, причем в случае одинарного остекления окон светильники должны иметь защитные стеклянные колпаки;

- в стеклянных нишах с двойным остеклением и естественной вентиляцией;

- через специальные фонари с двойным остеклением и естественной вентиляцией;

- в коробах, продуваемых под избыточным давлением.

Во взрывоопасных зонах эффективны осветительные установки со щелевыми световодами.

Выключатели осветительных цепей следует устанавливать за пределами взрывоопасных зон.

При монтаже и эксплуатации необходимо надежно крепить арматуру светильников. Монтаж светильников рекомендуется выполнять одновременно с прокладкой трубопроводов для электропроводки. Для взрывоопасных зон всех классов светильники заряжаются тремя проводами: фазный присоединяется к центральному зажиму, соединенному с винтовой гильзой патрона, защитный нулевой проводник – к винту заземления в корпусе светильника.

В зоне класса В-I для присоединения проводов зануления корпусов светильников должен быть проложен дополнительный провод от нулевой шины группового щитка. Во взрывоопасных зонах остальных классов провода зануления светильников следует присоединять к нулевому рабочему проводу в ближайшей разветвительной коробке.

Светильники должны заряжаться проводами с термостойкой изоляцией (например, ПРКС или ПРБС), так как при эксплуатации их обычная изоляция проводов перегревается. Это приводит к коротким замыканиям. Такой способ зарядки термостойким проводом необходим только для тех взрывозащищенных светильников, у которых отсутствует специальное вводное устройство и заводская зарядка при изготовлении. В настоящее время заводы электротехнической аппаратуры приступили к выпуску светильников (например, НЗБН-150, ВЗГ-200АМС, ВЗГ/В4А-200МС) с вводными устройствами и зарядкой термостойким проводом. Это исключает необходимость зарядки таких светильников на участке от разветвительной коробки до присоединительных зажимов внутри вводных устройств проводом марки ПРКС. Ввод в указанные светильники необходимо выполнять открыто прокладываемыми трехжильными кабелями или тремя проводами в трубах тех же марок, которые применены в групповых сетях.

При эксплуатации светильников особенно внимательно следят за состоянием средств взрывозащиты, предотвращающих и локализующих взрыв взрывоопасной смеси. На всех осматриваемых взрывозащитных по-

верхностях соединений должны отсутствовать забоины, царапины, сколы, увеличивающие ширину щели или уменьшающие минимально допустимую длину сопряжения. Нельзя допускать срыва, сколов и других дефектов резьбы.

В светильниках повышенной надежности против взрыва выборочно проверяется состояние резиновых уплотнительных прокладок, которые обеспечивают герметичность соединения корпуса светильника с защитным колпаком. Резиновые кольца, имеющие повреждения или потерявшие эластичность, заменяются. У всех взрывозащищенных светильников проверяется целостность светопропускающего элемента. Если у стекла имеются трещины, сколы и другие дефекты, заменяется весь светильник. В светильник разрешается устанавливать источник света, тип и мощность которого оговорены инструкцией завода-изготовителя. Производить смену ламп во включенных светильниках запрещается.

Контрольные вопросы

1. Виды систем освещения?
2. Аварийное освещение безопасности?
3. Аварийное эвакуационное освещение?
4. Обеспечение пожарной безопасности при эксплуатации электрических светильников.

Занятие 3/11. Заземление (зануление) электроустановок

Учебные вопросы

1. Опасность поражения людей электрическим током.
2. Заземление и зануление электроустановок.

Литература

1. Мыльников М.Т. Общая электротехника и пожарная профилактика в электроустановках. - с. 268-273.
2. Правила устройства электроустановок (ПУЭ). - Главы 1.7, 7.3, 7.6.
3. Черкасов В.Н., Зыков В.И. Обеспечение пожарной безопасности электроустановок: учебное пособие. - с. 255-260, 264-266, 266-267.

Причинами поражения людей электрическим током могут быть:

прикосновение (или недопустимое приближение) к частям электроустановок, находящимся под напряжением;

прикосновение к конструктивным металлическим частям, оказавшимся под напряжением в результате повреждения изоляции;

напряжение шага, возникающее вблизи мест повреждения электрической изоляции или мест замыкания токоведущих частей на землю.

Различают два основных вида поражения человека электрическим током электрические травмы и электрические удары. Они часто сопутствуют друг другу.

Электрической травмой называется ярко выраженное местное нарушение тканей организма (кожи, мышц, костей, связок). Характерными ее проявлениями являются ожоги, электрические знаки, металлизация кожи, механические повреждения и др. Электрический ожог - самая распространенная и опасная электротравма. В зависимости от условий возникновения различают два вида ожогов: токовый и контактный.

Электрическим ударом называется возбуждение тканей, вызванное электрическим током в организме и сопровождающееся непроизвольными судорожными сокращениями мышц (например, рук, ног и т.д.). В более тяжелых случаях наблюдается потеря сознания, нарушение работы сердечно – сосудистой системы или легких, что может привести даже к смер-

тельному исходу. Во многих случаях возникает фибрилляция сердца, т.е. беспорядочное сокращение волокон сердечной мышцы, нарушающее ритмичное нагнетание крови в сосуды и приводящее к остановке кровообращения. При электрическом ударе могут быть и другие виды нарушения деятельности организма - спазмы мозговых и коронарных сосудов, паралич дыхания и т.д.

При поражениях электрическим током необходимо незамедлительное применение методов оживления: искусственное дыхание, наружный массаж сердца, способствующий поступлению крови в сосуды, и др.

На степень и исход поражения электрическим током влияет ряд факторов: величина и вид тока, длительность его действия на организм, величина напряжения, воздействию которого подвергается человек, путь тока в теле человека, окружающая среда и др. Тело человека, находящееся в электрической цепи, следует рассматривать как проводник со сложнейшими, только ему присущими свойствами. С учетом вида допущений тело человека можно приближенно представить как сочетание активного и емкостного сопротивлений, величины которых зависят от множества условий, в частности от состояния кожи в месте прикосновения (сухая, влажная, поврежденная). Сопротивление верхнего слоя кожи (эпидермы) является одной из основных составляющих полного сопротивления тела человека.

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

Заземлением всей установки или ее части называется преднамеренное гальваническое соединение с заземляющим устройством. Совокупность

заземлителя и заземляющих проводников называется заземляющим устройством.

Занулением в электроустановках напряжением до 1000 В называется преднамеренное соединение частей электроустановки, нормально не находящихся под напряжением, с глухозаземленной нейтралью генератора или трансформатора в сетях трехфазного тока, с глухозаземленной средней точкой источника в сетях постоянного тока.

Выравнивание потенциала – метод снижения напряжения прикосновения и шага между точками электрической цепи, к которым возможно одновременное прикосновение или на которых может одновременно стоять человек. Выравнивание потенциала осуществляется электрическим соединением металлических конструкций, находящихся вблизи электроустановки с ее корпусом, а также формированием зоны растекания путем использования специальных заземляющих устройств.

Все случаи поражения током являются результатом замыкания электрической цепи через тело, т.е. результатом прикосновения человека к точкам цепи, имеющим разные потенциалы. Опасность этого зависит от напряжения сети, схемы самой сети, режима ее нейтрали, состояния изоляции токоведущих частей от земли и т.п.

Различают сети с изолированной нейтралью, когда нейтраль трансформатора к заземляющему устройству непосредственно не присоединена или присоединена через аппараты с большим сопротивлением (например, через трансформаторы напряжения), и сети с глухим заземлением нейтрали, когда нейтраль трансформатора или генератора присоединена к заземляющему устройству непосредственно или через малое сопротивление (например, через трансформатор тока). Повреждение изоляции токоведущих частей и соединение их с заземленными конструктивными частями или непосредственно с землей связано чаще всего либо с токами однофаз-

ного замыкания на землю (в системе с изолированной нейтралью), либо с токами однофазного КЗ (в системе с глухозаземленной нейтралью).

Токи замыканий на землю при неблагоприятных условиях (горючая среда, обрыв заземляющих проводников или их отсутствие, плохие контакты, искровые промежутки и т.п.) могут вызвать пожар или взрыв. Поэтому заземление и зануление следует рассматривать как средство электробезопасности и пожарной безопасности.

В *сетях с изолированной нейтралью* элементы электрооборудования производственных помещений (корпусы машин, аппаратов) соединяют с землёй с помощью самостоятельных заземляющих устройств. Части электроустановок, подлежащие заземлению, присоединяют к проложенной в помещении стальной шине, которая в свою очередь соединяется с заземлителем.

В промышленности, в жилых и общественных зданиях широкое распространение и применение получила четырёхпроводная трёхфазная система с заземлённой нейтралью. В производственных помещениях применяется электрическая система с напряжением 380/220В (три фазных провода или жилы и один заземлённый), питающая совместно силовые и осветительные сети. При заземлённой нулевой точке трансформатора безопасность установки достигается путём металлического соединения корпусов электрооборудования (двигателей, светильников и пр.) с нулевым проводом питающей системы. Нулевой провод в этом случае служит и заземляющей магистралью. Для соединения цеховых зануляющих магистралей с нулевой точкой трансформатора используются нулевые жилы кабелей, а также свинцовые оболочки и броня кабелей. Таким образом, в *сетях с заземлённой нейтралью* вместо защитного заземления устраивают зануление. При отсутствии защитного заземления эти сети также обладают электроопасностью и пожаровзрывоопасностью. Прикосновение человека к находящемуся под напряжением корпусу электроприемника образует

цепь поражения, замыкающую через его тело, обувь, пол, землю и заземление нейтрали.

Напряжение, воздействию которого в этом случае подвергается человек, представляет собой часть фазного напряжения, действующего в цепи замыкания. В теле человека возникает ток, обусловленный фазным напряжением и последовательно включенными сопротивлениями тела человека и заземления нейтрали (если сопротивлениями обуви, пола и земли пренебречь).

Однополюсное прикосновение в сетях с заземленной нейтралью весьма опасно. Например, в сети напряжением 380/220 В через тело человека (при сопротивлении тела 1000 Ом) может проходить смертельно опасный ток 220/1000=0,22 А. Большое значение для электробезопасности приобретает в этом случае высокое сопротивление пола и обуви.

Отсутствие защитного заземления электроустановки (например, корпуса электродвигателя) и прохождение тока замыкания при замыкании на корпус по случайному пути в местах плохих контактов также может вызвать искрение.

Таким образом, если в электроустановках напряжением до 1кВ с глухозаземленной нейтралью не применять защиту, прикосновение к металлическому корпусу, соединившемуся с любой из фаз, опасно. Однако обеспечить безопасность персонала в электроустановках с заземленной нейтралью так же, как в электроустановках с изолированной нейтралью, простым заземлением электроприемников нельзя. При замыкании на корпус это заземление не обеспечивает безопасной величины напряжения прикосновения и ток замыкания не в состоянии быстро отключить поврежденный элемент электроустановки. Если пренебречь относительно малыми сопротивлениями трансформатора, активным сопротивлением фазного провода, активным сопротивлением «фаза – земля» и активным сопротивлением земли и места пробоя на корпус, ток замыкания, ограни-

ченный сопротивлениями заземлений электроприемника и нейтрали, сможет оказаться недостаточным для сгорания плавкой вставки предохранителя или отключения автомата. При больших номинальных токах этих аппаратов отключения не последует, а при длительном прохождении аварийного тока на заземленных корпусах будут создаваться и опасные напряжения по отношению к земле, что не обеспечивает условия электробезопасности.

В сетях напряжением до 1000 В с глухозаземленной нейтралью металлические нетоковедущие части электроустановки надо соединять не с заземлителями, а с нулевым защитным проводом, который подключен к нейтрали трансформатора. Это защитное мероприятие называется *занулением*. В таком случае замыкание на корпус приводит к однофазному КЗ сети через фазный и нулевой провода. Так как сопротивления проводов незначительны, токи КЗ достигают больших значений. Предохранитель или автомат быстро отключает аварийный участок. Автоматическое отключение поврежденных участков является основным мероприятием по обеспечению электро- и пожаробезопасности в электроустановках с глухозаземленной нейтралью.

Зануление обеспечивает электробезопасность только при соблюдении ряда условий, усложняющих его устройство и требующих постоянного внимания при эксплуатации. Так, для надежного и очень быстрого отключения аварийного участка необходим достаточный ток КЗ. Следует обеспечивать безопасность в течение времени от момента замыкания до срабатывания защитного аппарата, а также при обрыве нулевого провода. При отказе аппаратов защиты или задержке отключения на всех металлических частях, присоединенных к нулевому проводу, остается потенциал, который может превосходить допустимый. В связи с этим будет существовать реальная угроза поражения людей, прикасающихся к этим частям.

Длительный ток однофазного КЗ может вызвать серьезные повреждения токоведущих частей электрооборудования, их защитных оболочек или корпусов. Особенно опасна задержка отключения токов однофазного КЗ во взрывоопасных зонах, приводящая к возникновению длительной дуги и повреждению (прожигу) оболочки, панели с зажимами или труб электропроводки с последующим выбросом пламени в окружающее пространство. Так, двухдюймовая труба может прогореть через 3 с при токе 500 А, а при токе 350 А – через 5 с. Поэтому лучшим решением следует считать применение во взрывоопасных зонах не предохранителей (за исключением специальных быстродействующих, например ПНБ5), а автоматов с электромагнитными или полупроводниковыми расцепителями, срабатывающими мгновенно и отключающими все три фазы, что предотвращает пожароопасный режим работы электродвигателей на двух фазах.

Во время срабатывания защиты на зануленных металлических частях могут кратковременно создаваться значительные и даже опасные потенциалы. Однако в цепях со встроенными или близко расположенными подстанциями и насыщенных технологическим оборудованием напряжение прикосновения при замыканиях на корпус не превосходит безопасного значения и нередко равно 10-12 В. Это объясняется включением параллельно с нулевым проводом проводников большой проводимости; заземленных металлических частей электроустановок, металлических оболочек кабелей, трубопроводов, технологического оборудования, металлических конструкций зданий и т.п., а также выполненного по ПУЭ повторного заземления нулевого провода.

Устройство дополнительных местных очагов повторного заземления нулевого провода, выполняемых по контуру здания или установки, является наиболее эффективным способом снижения опасности, особенно для удаленных от подстанций установок. При таком способе удается во время аварийных режимов уравнять потенциалы пола (земли) и оборудования.

Повторные заземления нулевого провода снижают опасность возникновения пожаров от токов замыкания и потенциалов на заземленных корпусах в случае обрыва нулевого провода.

Как уже указывалось, при обрыве нулевого провода и замыкании на корпус прикосновение к любой присоединенной к нулевому проводу металлической части равносильно присоединению к токоведущему проводу, а прохождение токов замыкания по случайным путям может быть причиной пожара. Однако полное совпадение обрыва нулевого провода с замыканием на корпус маловероятно, тем более что речь идет о магистральных проводах. Если раньше произойдет обрыв, он быстро обнаружится, так как обрыв нулевого провода вызывает отключение или ненормальный режим работы электроламп и других однофазных электроприемников. Если же раньше произойдет замыкание на корпус, оно должно отключиться защитой. Кроме того, если в осветительной сети нулевой провод используется в качестве рабочего, потенциал на оборудование может быть вынесен через нить электрической лампочки светильника или сопротивление нагревательного прибора даже при отсутствии замыкания на корпус. Поэтому целостности нулевого провода придается большое значение. Если нулевой провод используется в качестве защитного, в его цепи запрещается применять разъединяющие аппараты (рубильники, выключатели и т.п.), предохранители или автоматы.

Чем больше повторных заземлений защитного нулевого провода и чем ниже их сопротивление, тем ниже напряжение прикосновения и напряжение по отношению к земле как при замыканиях на корпус, так и при обрыве нулевого провода.

В электроустановках с глухозаземленной нейтралью напряжением 380/220В запрещается применение защитного заземления без одновременного зануления, а также применение земли в качестве нулевого проводника, так как при этом в случае повреждения изоляции заземленного оборудова-

ния возникли бы те же опасные условия, что и при обрыве нулевого провода.

Зануление – одна из первых защитных мер в электроустановках. Зануление имеет как экономические (проще и дешевле заземлители, используемые в системе зануления), так и качественные преимущества перед защитным заземлением – оно снимает напряжение с поврежденных частей электроустановки. Выполнение зануления в соответствии с ПУЭ обеспечивает его высокую надежность. Однако зануление имеет ряд принципиальных недостатков, например:

- не обеспечивает безопасности при непосредственном прикосновении человека к токоведущим частям электроустановки;

-нулевой защитный проводник обеспечивает вынос потенциала (даже при отсутствии замыкания на корпус) на все зануленные электропотребители, что представляет опасность поражения и создает помехи радиоэлектронному оборудованию;

- в сети с занулением нельзя использовать заземление отдельных электропотребителей (без соединения их с нулевым защитным проводником), так как при замыкании на заземленный корпус зануленные электропотребители оказываются под опасным напряжением в течение длительного времени;

- одновременное прикосновение к токоведущим частям электроустановки и ее зануленному корпусу, а также к незануленному и зануленному электрооборудованию представляет большую опасность;

- ошибки при монтаже и подключении электропотребителя могут привести к тому, что его корпус окажется непосредственно подключенным к фазе через нулевой защитный проводник;

-перегорание плавкой вставки одного предохранителя при замыкании на корпус не обеспечивает полного отключения от сети трехфазного по-

требителя, и он (например, трехфазный электродвигатель) окажется в пожароопасном неполнофазном режиме работы;

-токи КЗ, токи утечки, искры при замыкании на корпус, перегрев трехфазных потребителей при работе на двух фазах, обусловленные наличием зануления, могут создать пожароопасную ситуацию;

-трудности контроля (целостности цепи зануления).

Перечисленные недостатки показывают, что зануление уже не соответствует современному уровню электрификации страны и нуждается в принципиальной переработке или замене более совершенными мерами защиты, например устройством защитного отключения (УЗО).

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

Заземлять или занулять необходимо следующие части электроустановок: корпуса трансформаторов; рамы и приводы выключателей и других коммутационных аппаратов; вторичные обмотки измерительных трансформаторов; каркасы распределительных щитов и щитков, пультов и щитов управления, шкафов с электрооборудованием. Съемные или открывающиеся части щитов и шкафов должны быть занулены отдельным гибким проводником, если на этих частях установлено электрооборудование напряжением выше 42 В переменного или 110 В постоянного тока. Зануляют также металлические оболочки и броню кабелей, проводов, металлические кабельные конструкции и муфты, стальные трубы электропроводки, тросы, на которых подвешены провода, кожухи шинопроводов, короба и лотки, арматуру железобетонных опор и проволочные оттяжки любых опор, а также все другие металлоконструкции, связанные с установкой электрооборудования.

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

Заземляющие и нулевые защитные проводники подразделяются на магистральные и ответвления от них к отдельным электроприемникам. Там, где это допустимо, в качестве нулевых защитных проводников в первую очередь используют нулевые рабочие проводники. Для заземлений и зануления электроприемников рекомендуется применять отдельные жилы кабелей и провода электропроводок (четвертая жила, четвертый и третий провод), открыто проложенные проводники, преимущественно стальные; металлические конструкции различного назначения; алюминиевые оболочки кабелей (но не броню). Защитными проводниками, в частности, могут служить: металлические конструкции зданий (фермы, колонны и т. п.); металлические конструкции производственного назначения (подкрановые пути, каркасы распределительных устройств, шахты лифтов и подъемников и т. п.); стальные трубы, металлические короба и лотки электропроводов; металлические стационарные открыто положенные трубопроводы всех назначений, кроме трубопроводов для горючих газов и жидкостей, канализации, центрального отопления и бытового водоснабжения. Они могут служить единственными защитными проводниками только в том слу-

чае, если удовлетворяют требованиям ПУЭ в отношении сечения или проводимости, а также если обеспечена их непрерывность.

Защитные проводники по условиям механической прочности и стойкости к коррозии должны иметь минимальные размеры в соответствии с требованиями норм.

В сетях с глухим заземлением нейтрали для надежного автоматического отключения аварийного участка нулевые защитные проводники должны быть выбраны таким образом, чтобы при замыкании на корпус возникал ток КЗ, который бы вызывал мгновенное срабатывание защиты. Это требование обычно удовлетворяется, если проводимость нулевых защитных проводников составляет не менее 50 % проводимости фазного провода.

При медных и алюминиевых проводах сечение нулевого защитного провода принимают не менее 50 % фазного. Если же фазный провод медный или алюминиевый, а защитный – стальной, как это часто бывает в промышленных установках (за исключением взрывоопасных), защитный провод нельзя выбирать, исходя из сечения фазного, так как сопротивление стальных проводников относительно велико, а при переменном токе сопротивление зависит также от тока и конструкции проводника (одно- или многожильная). Кроме того, следует считаться с внешним индуктивным сопротивлением, так как стальные защитные проводники (за исключением прокладки в стальных трубах) монтируются на некотором, иногда значительном, расстоянии от фазных.

Использование естественных проводников в качестве нулевых рабочих проводников допускается в нормальных помещениях только для групповой сети освещения и при условии, что они не находятся в непосредственной близости от сгораемых частей зданий или конструкций.

Нулевыми и защитными проводниками могут служить алюминиевые оболочки кабелей, так как они всегда имеют необходимую проводимость.

Применение свинцовых оболочек кабелей в качестве нулевых и защитных проводников запрещается.

Соединения нулевых защитных проводников между собой должны обеспечивать надежный контакт и выполняются сваркой. Эти проводники присоединяются к частям оборудования, подлежащим занулению, сваркой или болтовым соединением. Присоединение должно быть доступно для осмотра. Открыто проложенные нулевые защитные проводники должны иметь отличительную окраску – по зеленому фону желтые полосы.

Заземлители. Для заземляющих устройств любого назначения используются естественные и искусственные заземлители или их сочетание. В качестве естественных заземлителей можно использовать проложенные в земле водопроводные трубы и другие металлические трубопроводы, за исключением трубопроводов горючих жидкостей и газов; обсадные трубы различного назначения: металлические и железобетонные конструкции зданий и сооружений, имеющие надежное соединение с землей; металлические шпунты гидротехнических сооружений; свинцовые оболочки кабелей, проложенных в земле. Если оболочки кабелей служат единственными заземлителями, учитывать их в расчете заземляющих устройств можно только при числе кабелей не менее двух.

Преимуществом протяженных естественных заземлителей является их малое сопротивление растеканию тока, а также отсутствие специальных затрат на их устройство. Недостаток естественных заземлителей – доступность неэлектротехническому персоналу. При ремонтных работах могут быть нарушены соединения между отдельными элементами протяженных заземлителей, а главное – между заземляющими проводниками и заземлителями.

Если естественных заземлителей нет или их использование не дает нужных результатов, применяют искусственные заземлители – вертикально забитые стержни (электроды) из круглой или угловой стали из газово-

допроводных (некондиционных) труб, а также горизонтально проложенные стальные полосы или круглую сталь.

Сопротивление заземлителей зависит от ряда факторов: свойств и состояния грунта; конструктивных особенностей элементов (угловая, полосовая сталь, труба), глубины их заложения; количества и взаимного расположения элементов.

Электрические свойства грунта характеризуются удельным сопротивлением ρ, измеряемым в Ом·м или Ом·см. Оно зависит от состава грунта (песок, суглинок, глина, чернозем и т. д.), содержания влаги и растворенных веществ, а также от температуры.

Защитное заземление (зануление) во взрывоопасных зонах. Возникновение потенциалов по отношению к земле на корпусах электроприемников и оборудования во взрывоопасных зонах может вызвать искрение и воспламенение взрывоопасных смесей. Поэтому к устройству защитных заземлений во взрывоопасных зонах предъявляют более жесткие требования. Так, во взрывоопасных зонах заземление или зануление следует выполнять при любых напряжениях. В качестве заземляющих или защитных нулевых проводников должны применяться специальные голые и изолированные проводники. Естественные проводники используются дополнительно для улучшения условий безопасности.

Заземляющие проводники присоединяют к металлическим конструкциям сваркой, а к корпусам машин и аппаратов сваркой или надежными болтовыми соединениями. Во избежание ослабления контакта при сотрясениях или вибрации машин устанавливают контргайки и пружинящие шайбы. Электрооборудование, подвергающееся частому демонтажу или установленное на движущихся частях, соединяют с заземлением гибкими проводниками.

В электроустановках с глухозаземленной нейтралью зануление должно осуществляться в одно-, двух- и трехфазных силовых цепях электро-

установок всех классов с применением специальной третьей (или четвертой) жилы кабеля или провода, а также в однофазных осветительных цепях, кроме зон класса В - I, с использованием нулевого провода. Необходимость третьего провода для зануления корпусов светильников в зонах класса В-I объясняется тем, что в двухпроводных цепях с нулевым проводом должен быть защищен от токов КЗ как фазный, так и нулевой провод. При этом для одновременного отключения фазного и нулевого проводов должны применяться двухполюсные выключатели.

Для обеспечения необходимой кратности тока замыкания и быстрого действия защиты в электроустановках с заземленной нейтралью нулевые защитные проводники (третья или четвертая жилы проводов, кабеля) должны быть из цветных металлов, а их сечение должно быть равно сечению фазных проводников.

Защитные проводники, проходящие через стены, фундаменты и т.п. из взрывоопасных зон в зоны другого класса взрывоопасности, а также в зоны с нормальной средой или наружу, должны прокладываться в трубах, а концы труб следует заделывать цементным раствором. У ввода магистралей заземления в здание наносят опознавательные знаки и указывают расстояние до места присоединения к заземлителю. Все части заземляющего устройства, прокладываемые в земле, соединяют только сваркой, а места сварки покрывают гудроном или кабельной массой. В особо ответственных местах целесообразно присоединять магистрали заземления к электродам заземлителя в специальном смотровом колодце.

Эксплуатация устройств заземления (зануления). При приемке в эксплуатацию заземляющих устройств после окончания монтажных работ должна быть представлена следующая техническая документация: исполнительные чертежи и схемы заземляющего устройства; акт на подземные работы (укладка заземлителей и заземляющих проводников); протоколы испытаний заземляющих устройств.

При эксплуатации должны производиться периодические проверки и испытания заземляющих устройств (внешний осмотр заземляющих проводников и контактов, измерения сопротивления и т. п.).

Если соединение выполняется сваркой, сопротивление контакта всегда удовлетворительно. Наиболее вероятным местом, в котором возможен слабый контакт, а следовательно, и возникновение искрения или нагрева, является болтовое соединение сети заземления с электрооборудованием. В этих местах необходима периодическая проверка целостности контактов и их затяжки.

Осмотры заземляющего устройства и измерение его сопротивления следует производить в сроки, устанавливаемые системой ППР, не реже одного раза в три года. Постоянное заземляющее устройство должно иметь паспорт, схему, должны быть указаны основные технические и расчетные величины, результаты осмотров и испытаний, характер проведенных ремонтов и изменений, внесенных в устройство заземлений.

От контроля состояния нулевых защитных проводников в процессе эксплуатации во многом зависит безопасность лиц, работающих с зануленным электрооборудованием. Контроль предусматривает периодические измерения сопротивления цепи «фаза – нуль» (или сразу тока однофазного КЗ) и сопротивлений ответвлений от магистрального нулевого защитного проводника к отдельным зануляемым электроприемникам, а также периодические осмотры этих ответвлений.

После монтажа электроустановки (перед приемкой ее в эксплуатацию), а также после капитальных ремонтов электропроводки или электроприемников, но не реже чем раз в 5 лет полагается измерять сопротивление цепи проводников «фазный - нулевой» для определения тока однофазного КЗ при замыкании на корпус.

Контрольные вопросы

1. Опасность поражения людей электрическим током?
2. Заземление (зануление) электроустановок?
3. Заземление электроустановок во взрывоопасных зонах?
4. Общие элементы систем заземления электроустановок?

Глава 6. Обеспечение пожарной безопасности при эксплуатации электроустановок

Занятие 6/3. Надзорная деятельность за электроустановками. Техника безопасности при обследовании электроустановок на объекте

Учебные вопросы

1. Оценка противопожарного состояния отдельных видов электроустановок.
2. Разработка противопожарных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности электроустановок.
3. Техника безопасности при обследовании электроустановок на объекте.

Литература

1. Мыльников М.Т. Общая электротехника и пожарная профилактика в электроустановках. - с. 296-302.
2. Федеральный закон Российской Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ Технический регламент о требованиях пожарной безопасности.
3. Правила по охране труда в подразделениях государственной противопожарной службы МЧС РФ (ПОТРО-01-2002). Утверждено Приказом МЧС России от 31.12.2002 № 630. VII Требования безопасности при проведении обследования объектов.

Увеличение количества эксплуатируемых электроустановок приводит к росту числа пожаров и загораний от них. Поэтому проблема противопо-

жарной защиты электроустановок остается актуальной. Решение проблемы невозможно без анализа и методов оценки пожарной опасности электроустановок.

Многие предприятия химической, газовой, нефтяной и других отраслей промышленности связаны с использованием в технологических процессах различных горючих веществ: жидких (бензин, дизельное топливо, масло, спирт), газообразных (аммиак, водород, ацетилен, пропан, метан), твердых (уголь, сера, фосфор). Часто технологический процесс производства протекает при высоких температурах и давлении. Все это создает повышенную опасность возникновения пожаров и взрывов.

Основополагающей задачей по обеспечению оптимальных вариантов пожарной безопасности при применении электроустановок, молниезащиты зданий и сооружений, а также средств и мер защиты взрыво- и пожароопасных производств от разрядов статического электричества является объективная оценка взрывоопасной и пожароопасной зоны и ее размеров.

От класса взрывоопасной или пожароопасной зоны зависят требования к электроустановкам, необходимость выполнения молниезащиты и ее категория, а также средства и меры защиты производств от искр статического электричества.

Надежность и безопасность эксплуатации электрооборудования может быть обеспечена, если оно будет соответствовать характеру окружающей среды по исполнению, а также условиям, характеризующим температуру, влажность, химическую агрессивность и запыленность среды. При этом количество взрывозащищенного электрооборудования, устанавливаемого во взрывоопасных зонах, должно быть по возможности минимальным, а электрооборудование с нормально искрящими частями рекомендуется выносить за пределы взрывоопасных зон.

Выбору количества и места установки электрооборудования должен предшествовать анализ технической документации как самого электрообо-

рудования, так и места его установки.

Надзор за соблюдением правил устройства и правил технической эксплуатации электроустановок осуществляется органами Главного управления государственного энергетического надзора Министерства топлива и энергетики Российской Федерации. Поэтому представитель Государственный противопожарной службы (ГПС), кроме материалов, подготовленных пожарно-технической комиссией, должен внимательно изучить документы и материалы ревизии и обследования электроустановок представителями безопасности – Госэнергонадзором и Госгортехнадзором. Если требования этих надзорных органов имеют отношение к пожарной безопасности электроустановок, их можно подтвердить предписанием госпожнадзора, т.е. включить отдельными пунктами.

Большое значение в обеспечении пожарной безопасности электроустановок имеет взаимодействие госпожнадзора с органами Государственного энергетического надзора. Указанные органы должны анализировать пожары, происшедшие по причине неисправности или неправильной эксплуатации электроустановок, и разрабатывать мероприятия по их предупреждению и тушению, принимать совместное участие в установлении причин пожара от электроустановок; совместно проводить мероприятия по повышению квалификации работников, связанных с монтажом и эксплуатацией электроустановок. Должен быть обмен информацией по нормативно-техническим вопросам устройства и эксплуатации электроустановок, а также сведениям о происшедших авариях и пожарах от электроустановок.

Главной целью пожарно-технического обследования является выявление конкретных нарушений требований пожарной безопасности, которые могут привести к пожару, определение наиболее вероятной причины его возникновения и своевременное ее устранение.

Обследование электрооборудования являясь частью пожарно-технического обследования объекта, в целом преследует следующие цели:

1. Определить техническое состояние электрохозяйства объекта в целом и отдельных его элементов.

2. Определить соответствие электрооборудования стандартам, ПУЭ и другим нормативным документам.

3. Выявить пожароопасные места в электрооборудовании.

4. На основе анализа пожарной опасности электроустановок предложить противопожарные мероприятия по приведению в безопасное состояние электрических сетей и электроустановок.

С целью качественного обследования электрооборудования в состав комиссии также должны входить:

– лицо, ответственное за электрохозяйство объекта;

– представитель Госэнергонадзора.

Пожарно-техническое обследование производится в 3 этапа:

1. Подготовка к обследованию.

2. Непосредственно обследование.

3. Составление документов по результатам проверки.

Подготовка к обследованию электрооборудования включает в себя следующие действия:

1. Изучение технологического процесса и его пожарной опасности, обращающихся веществ и материалов.

2. Изучение системы электроснабжения.

3. Ознакомление с проектной документацией.

4. Подбор нормативных документов.

5. Изучение имевших место пожаров на объекте.

6. Ознакомление с вопросами режимного характера (проведение электросварочных работ, эксплуатация электронагревательных приборов и т.п.).

7. Составление перечня вопросов, которые следует проверить.

При проведении пожарно-технического обследования необходимо соблюдать правила техники безопасности (охраны труда). Все необходимые операции с электрооборудованием (включение-отключение, открывание-закрывание РУ, производство электрических измерений и др.) производятся обслуживающим персоналом предприятия. Пожарно-техническое обследование производится исключительно внешним осмотром.

Непосредственно обследование электрооборудования производится в следующем порядке.

1. ***Установление класса помещения или зоны*** *по ПУЭ*. Для всех производственных и складских помещений должны быть определены категория по взрывопожарной и пожарной опасности и класс зоны по ПУЭ, которые надлежит обозначать на дверях помещений.

2. ***Обследование электроустановок –*** рекомендуется рассматривать от устройств поступления электроэнергии до потребителей:

– вводы в здание или помещение;

– распределительные устройства;

– электропроводки и кабельные линии;

– электрические машины и аппараты управления;

– электрические светильники;

– устройства молниезащиты и защиты от статического электричества;

– заземление электроустановок.

3. ***Выборочная проверка*** *сечения проводов и кабелей по нагреву*. Производится двумя способами:

– теоретически – тепловым расчетом соответствия марки провода (кабеля) мощности нагрузки;

– практически – проверкой соответствия марки провода (кабеля) рабочему току, измеренному токоизмерительными клещами.

4. ***Разъяснительная работа*** среди персонала по пожарной опасности электроустановок, правилам пожарной безопасности.

5. ***Вопросы режимного характера***:

– наличие графиков планово-предупредительных ремонтов и профилактических осмотров электрооборудования и их выполнение;

– протоколы, акты испытаний электрооборудования;

– наличие инструкций по эксплуатации электрооборудования;

– организация электросварочных работ;

– порядок использования электронагревательных приборов.

Составление документов *по результатам проверки*.

Предлагаемые мероприятия должны быть технически выполнимыми, экономически целесообразными и сопровождаться ссылкой на соответствующий документ.

При составлении предписания необходимо учитывать:

– предлагаемые мероприятия следует излагать четко, кратко, с обоснованием требований норм проектирования, а их изложение должно исключать неоднозначное толкование при выполнении;

– необходимо указывать непосредственно требования по выполнению норм проектирования, а не способ их выполнения;

– мероприятия излагаются с использованием таких слов, как «должно быть», «необходимо», «следует»;

– противопожарные мероприятия, не предусмотренные нормами проектирования, излагаются с использованием слов «рекомендуется», «целесообразно».

Вводы в здание:

На вводе в здание должно быть установлено ВУ или ВРУ. В здании может устанавливаться одно или несколько ВУ или ВРУ. При наличии в здании нескольких обособленных в хозяйственном отношении потребите-

лей у каждого из них рекомендуется устанавливать самостоятельное ВУ или ВРУ.

Вводы в здание рекомендуется выполнять через стены в изоляционных трубах таким образом, чтобы вода не могла скапливаться в проходе.

Расстояние от проводов воздушных линий электропередач в населенной и ненаселенной местности при наибольшей стреле провеса проводов до земли и проезжей части улиц должно быть не менее 6 м. Расстояние от проводов до земли может быть уменьшено в труднодоступной местности до 3,5 м и в недоступной местности (склоны гор, скалы, утесы) – до 1 м.

Распределительные устройства (РУ)

Внешним осмотром проверяется:

1. Соответствие конструктивного исполнения РУ классу помещения или зоны, характеру окружающей среды.

2. Все металлические части РУ должны быть окрашены или иметь другое антикоррозийное покрытие.

3. Исправность РУ (исправность элементов РУ, наличие приспособлений для закрытия на замок и заперты ли дверцы, имеются ли уплотнители, использование гигроскопических материалов).

4. Надежность соединений (распределительные устройства должны быть выполнены так, чтобы вибрации, возникающие при действии аппаратов, а также от сотрясений, вызванных внешними воздействиями, не нарушали контактных соединений и не вызывали разрегулировки аппаратов и приборов).

5. Установка аппаратов защиты (аппараты рубящего типа должны устанавливаться так, чтобы они не могли замкнуть цепь самопроизвольно, под действием силы тяжести. Подвижные токоведущие части их в отключенном состоянии, как правило, не должны быть под напряжением, ПУЭ п. 4.1.9).

6. Установка предохранителей (резьбовые (пробочные) предохранители должны устанавливаться так, чтобы питающие провода присоединялись к контактному винту, а отходящие к электроприемникам – к винтовой гильзе.

7. Наличие установленных обозначений:

– распределительные устройства должны иметь четкие надписи, указывающие назначение отдельных цепей и панелей;

– взаимное расположение фаз и полюсов в пределах всего устройства должно быть, как правило, одинаковым. Шины должны иметь окраску, предусмотренную в ПУЭ гл. 1.1;

– на приводах коммутационных аппаратов должны быть четко указаны положения «включено» и «отключено»;

– каждый аппарат защиты должен иметь надпись, указывающую значения номинального тока аппарата, уставки расцепителя и номинального тока плавкой вставки, требующиеся для защищаемой им сети.

8. Правильность монтажа электропроводки РУ (соблюдение расстояний.

9. Отсутствие некалиброванных плавких вставок, поврежденных аппаратов защиты.

10. Однотипность аппаратов защиты на группах, наличие запаса плавких вставок для предохранителей.

Внутренние электропроводки и кабельные линии:

Внешним осмотром проверяется:

1. Соответствие конструкции проводов и кабелей и способов их прокладки классу помещения или классу зоны по ПУЭ;

2. Правильность выбора сечения проводников по нагреву;

3. Правильность выполнения и исправность мест соединения, ответвления и оконцевания проводов и кабелей, наличие изоляции;

4. Наличие протоколов измерения сопротивления изоляции электропроводок и кабельных линий;

5. Наличие защиты проводов и кабелей от механических повреждений;

6. Правильность присоединения проводов и кабелей к электрооборудованию, наличие вводных устройств (вводных коробок);

7. Правильность прохода проводов и кабелей через стены и перекрытия, отсутствие транзитных прокладок проводов и кабелей;

8. Выполнение нормативных требований при пересечении и параллельной прокладке проводов и кабелей между собой, а также с трубопроводами различного назначения;

9. Защита силовых и осветительных сетей от токов КЗ и перегрузок.

Электродвигатели и аппараты управления:

Внешним осмотром проверяется:

1. Соответствие исполнения электродвигателей и аппаратов управления классу помещения или классу зоны по ПУЭ.

2. Прочность крепления электродвигателей и аппаратов управления.

3. Исправность вводных коробок, корпусов, ограждений машин и аппаратов.

4. Наличие и исправность заземления (зануления).

5. Соблюдение нормативных расстояний между электродвигателями, от электродвигателей и аппаратов до сгораемых конструкций.

6. Отсутствие опасного искрения в двигателях и аппаратах.

7. Наличие инструкций по эксплуатации, ТБ и пожарной безопасности для механизмов, в которых установлены двигатели.

Электрические светильники:

Внешним осмотром проверяется:

1. Соответствие исполнения светильников классу помещения или классу зоны по ПУЭ.

2. Правильность подвески светильников, исправность ввода проводов, кабелей.

3. Степень нагрева светильников, соответствие установленной мощности лампы паспортным данным светильника.

4. Исправность и целостность светильников.

5. Наличие безопасного расстояния от светильников до сгораемых конструкций и материалов.

6. Наличие в необходимых случаях стеклянных колпаков и металлических сеток.

Молниезащита и защита от статического электричества:

Внешним осмотром проверяется:

1. Общее техническое состояние, исправность средств молниезащиты и защиты от статического электричества, заземлителя, отсутствие механических повреждений и опасной коррозии элементов устройств.

2. Наличие мероприятий по защите зданий и сооружений от вторичных воздействий молнии и заноса высокого потенциала.

3. Наличие протоколов проверки состояния устройств молниезащиты и защиты от статического электричества.

Правила по охране труда в подразделениях государственной противопожарной службы МЧС РФ (ПОТРО-01-2002). Утверждено Приказом МЧС России от 31.12.2002 № 630.

Литература

1. Черкасов В.Н. Обеспечение пожарной безопасности электроустановок [Текст]: учебное пособие / В.Н. Черкасов, В.И. Зыков. — М.: ООО «Издательство «Пожнаука», 2010. — 406 с., ил.

2. Бондарь В.А. Электрооборудование для взрывоопасных и пожароопасных зон производств различных отраслей промышленности [Текст]: учебное пособие / В.А. Бондарь. — М.: ООО «Издательство «Пожнаука», 2009. — 126 с.

3. Сафронова И.Г. Пожарная безопасность электроустановок. Лабораторный практикум [Текст]: учебное пособие / И.Г. Сафронова, Б.П. Смирнов, С.В. Субачев. — Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2012. — 66 с.ил.

4. Сафронова И.Г. Пожарная безопасность электроустановок. Лабораторный практикум [Электронный ресурс]: учебное пособие / И.Г. Сафронова, Б.П. Смирнов, С.В. Субачев. — Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2012. — 66 с.ил. — Режим доступа: http: // 10.97.170.7.

5. Мыльников М.Т. Общая электротехника и пожарная профилактика в электроустановках. М.: Стройиздат, 1985. - 312 с.

6. Федеральный закон Российской Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности». — Новосибирск: Норматика, 2016. – 112 с.

7. Постановление Правительства Российской Федерации от 25.04.2012 г. №390 «Правила противопожарного режима в Российской Федерации». — Екатеринбург: Калан, 2012. – 84 с.

8. Правила устройства электроустановок [Текст]: все действующие разделы ПУЭ-6 и ПУЭ-7. — Новосибирск: Сиб. унив.изд-во, 2010. — 464 с.,ил.

9. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. Утверждены Приказом Минэнерго РФ от 13.01.2003 № 6. — Екатеринбург: Урал. юрид. из-во, 2004. — 304 с.

10. Сафронова И.Г. Основы пожарной безопасности применения электроустановок [Текст]: учебное пособие / И. Г. Сафронова, С. В. Субачев, Б. П. Смирнов. — Екатеринбург: УрИ ГПС МЧС России, 2010. — 75 с.ил.

11. Сафронова И.Г. Основы пожарной безопасности применения электроустановок [Электронный ресурс]: учебное пособие / И. Г. Сафронова, С. В. Субачев, Б. П. Смирнов. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2010. – 75 с. — Режим доступа: http: // 10.97.170.7; Интранет: elib.mchs.ru (ip-адрес: http://10.46.0.45).

12. Правила по охране труда в подразделениях государственной противопожарной службы МЧС РФ (ПОТРО-01-2002). Утверждено Приказом МЧС России от 31.12.2002 № 630.

13. Правила противопожарного режима в Российской Федерации (утверждены постановлением Правительства РФ от 25 апреля 2012 г. № 390).

14. Сафронова И.Г. Пожарная безопасность электрических сетей [Текст]: учебное пособие / И.Г. Сафронова, А.В. Вдовин, Б.П. Смирнов. — Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2014. — 196 с.

15. Сафронова И.Г. Пожарная безопасность электрических сетей [Электронный ресурс]: учебное пособие / И. Г. Сафронова, А. В. Вдовин, Б. П. Смирнов. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2014. – 196 с. — Режим доступа: http: // 10.97.170.7; Интранет: elib.mchs.ru (ip-адрес: http://10.46.0.45).