Содержание

Введение\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_3

1.Теоретическая часть\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_4

1.1.Природа молнии\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_4

1. 2.История создания молниеотвода\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_8

1.3.Понятие молниезащиты и зон защиты молниеотводов для зданий

и сооружений\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_9

1.4. Молниеотводы и их конструкции\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_12

1.4.1.Стержневые молниеотводы\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_16

**1.4.2.Одиночный стержневой молниеотвод** \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_16

**1.4.3.Двойной стержневой молниеотвод\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_18**

1.4.4.Многократный стержневой молниеотвод\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_20

1.4.5.Тросовые молниеотводы\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_21

1.4.6.Одиночный тросовый молниеотвод\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_21

1.4.7.Двойной тросовый молниеотвод\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_22

1.4.8.Сетчатые молниеприёмники\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_25

1.5.Токоотводы\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_26

1.6.Заземлители\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_27

1.7.Расчетная схема определения безопасных расстояний от

молниеотвода до сооружения\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_34

1.8.Нормирование сопротивления заземления\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_36

1.9.Внутренняя молниезащита\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_38

2.Практическая часть\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_41

2.1.Молниезащита линий электропередач (ЛЭП)\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_41

2.2.Расчет молниезащиты\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_43

3.Охрана труда и электробезопасность\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_45

3.1.Организация работы по охране труда на предприятии и на рабочем

месте\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_45

3.2.Мероприятия по технике безопасности при монтаже

молниезащитных установок\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_49

3.3.Организационные и технические мероприятия по охране труда

при эксплуатации молниезащиты\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_54

3.4.Противопожарная безопасность при эксплуатации

высоковольтного электрооборудования\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_55

4.Охрана окружающей среды и энергосбережение\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_57

4.1.Мероприятия по охране окружающей среды при

эксплуатации электроустановок\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_57

4.2.Мероприятия по снижению электропотребления и рациональному использованию электроэнергии\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_58

Заключение\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_63

Список литературы \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_64

**Введение**

В данной дипломной работе будет рассматриваться зонная концепция систем молнии-защиты зданий и ЛЭП. Данная тема очень актуальна, так как ввиду совершенной непредсказуемости и огромной мощности **молнии**, она представляет высокую потенциальную опасность, ведь на Земле происходит около 32миллиардов ударов молний в год. Прямой удар молнии опасен для людей, зданий, энергообъектов вследствие непосредственного контакта канала молнии с поражаемыми объектами. Затраты на осуществление молниезащитных мероприятий приблизительно в 1,5 раза меньше стоимости сгоревших за 5 лет зданий и сооружений. Без системы молниезащиты здания, люди и имущество, находящееся в нем, беззащитны перед ударом стихии. Молниезащита обязательная часть любого здания или производственного объекта. И в настоящий момент современный уровень науки и техники позволяет создать действительно функционально надежную и соответствующую техническому уровню систему молниезащиты.



**1. Теоретическая часть**

**1.1. Природа молнии**

Явление молнии само по себе очень интересно, ведь в природе все взаимосвязано и процесс её возникновения ученые долго изучают, но они смогли объяснить только немногие процессы, а остальные остаются для людей загадкой и по сей день.

Рассмотрим сначала природу молнии. Молния – это одно из самых мощных, зрелищных и непредсказуемых явлений природы. Во все времена пытались понять ее природу и спрогнозировать последствия. Молнии, бьющие с неба, несущие смерть и пожары, воспринимались людьми стрелами богов, а гром, сопровождавший вспышки, казался выражением их гнева. Во всех религиях были свои боги, которые могли извергать молнии, наказывать провинившихся. Их боялись, заклинали, приносили им жертвы. Потом стали считатать что молния это и «огненный пар», и «атмосферный огонь». И только в 1752 году Бенджамин Франклин доказал своим экспериментом, что молния – это мощнейший электрический заряд. Он провел свой известный опыт с воздушным змеем, который был запущен навстречу грозовому облаку и продемонстрировал: «Как только грозовая туча окажется над змеем, заостренная проволока станет извлекать из нее электрический огонь, и змей вместе с бечевой наэлектризуется… А когда дождь смочит змея и бечеву, сделав их способными свободно проводить электрический огонь, Вы увидите, как он обильно стекает с ключа при приближении вашего пальца». Вот так впервые были употреблены слова «электризуется», «электрический огонь»,«способными свободно проводить», которые с тех пор трактуются как «электризация», «электрический заряд», «токопроводимость», а «заостренная проволока» - это не что иное, как молниеприемник,а бечева – это молниеотвод.

Итак, мы видим, причина этого явления природы заключается в огромной концентрации атмосферного электричества (заряженных частиц) в грозовых облаках, в которых при присутствии восходящих потоков, происходит разделение отрицательных и положительных зарядов с накоплением заряженных частиц в различных частях тучи. Сегодня существует несколько теорий, касающихся атмосферного электричества и электризации грозовых облаков, как важнейших факторов, оказывающих непосредственное влияние на проектирование и создание комплексной молниезащиты и заземления зданий, сооружений и энергообъектов.

По современным представлениям образование заряженных частиц в облаках связано с наличием у Земли электрического поля, имеющего отрицательный заряд. Вблизи поверхности планеты напряжённость электрического поля равняется 100 В/м. Эта величина практически везде одинакова, не имеет зависимости от времени и места проведения измерений. Электрическое поле Земли обусловлено наличием в атмосферном воздухе свободных заряженных частиц, которые находятся в постоянном движении.

Например, в 1 см3 воздуха насчитывается более 600 положительно заряженных частиц и такое же количество отрицательно заряженных частиц. При удалении от земной поверхности в воздухе резко возрастает плотность частиц, имеющих заряд. Вблизи от земли электрическая проводимость воздуха ничтожно мала, но уже на высотах более 80 км электропроводимость возрастает в 3 000 000 000 раз и становится равной проводимости пресной воды. Если провести аналогии, то в первом приближении нашу планету можно сравнить с огромным конденсатором в форме шара.

При этом в качестве обкладок принимается поверхность Земли и воздушный слой, сосредоточенный на высоте восьмидесяти километров над земной поверхностью. В качестве изолятора выступает часть атмосферы толщиной 80 км, которая обладает низкой электропроводностью. Между обкладками виртуального конденсатора возникает напряжение до 200 кВ, а сила тока может составить до 1 400 А.

Подобный конденсатор обладает невероятной мощностью – порядка 300 000 кВт. В электрическом поле планеты, на высоте между 1 и 8 километрами от уровня земной поверхности, конденсируются заряженные частицы и возникают грозовые явления, которые ухудшают электромагнитную обстановку и являются источником импульсных помех в энергетических системах.

Итак, молнии возникают при очень сильной электризации воздушных масс, вследствие чего накапливается огромная разность потенциалов между землей и грозовой тучей. По мере того, как эта разность потенциалов увеличивается, в туче начинают образовываться светящиеся каналы ионизированного воздуха – лидеры. По направлению движения лидера от облака вниз или от наземного сооружения вверх молнии подразделяются на нисходящие и восходящие. Соприкосновение одного из них с нисходящим лидером (или касание последним поверхности земли) определяет место удара молнии в землю или какой-либо объект. Развитие нисходящей молнии происходит следующим образом. После установления сквозного лидерного канала следует главная стадия разряда – быстрая нейтрализация зарядов лидера, сопровождающаяся ярким свечением и нарастанием тока до пиковых значений, варьирующихся от единиц до сотен килоампер. При этом происходит интенсивный разогрев канала. Продолжительность вспышки составляет 0,2 с, а в редких случаях 1,0–1,5 с. Восходящие лидеры возбуждаются с высоких заземленных сооружений и с остроконечных элементов рельефа, у вершин которых электрическое поле во время грозы резко усиливается. Как-только, эти лидеры соединяются, образовывается сплошной канал ионизированного воздуха, который расширяется взрывообразно и при достижении земли происходит разряд молнии, который мы видим, а затем и слышим. Обычно по каналу проходят не один, а серия из нескольких разрядов, мощность которых со временем уменьшается и молния исчезает. Потом снова происходит накопление разности потенциалов и, как следствие, вспыхивает молния. Одно из ошибочных утверждений состоит в том, что мы видим молнию, когда она устремляется в землю. На самом же деле мы видим обратный путь молнии в небо. Молния – это не однонаправленный удар в землю, а фактически это кольцо, путь в обе стороны. Сама вспышка молнии, которую мы видим, так называемый обратный удар, это завершающая фаза цикла. И когда обратный удар молнии раскаляет воздух, появляется её визитная карточка – гром. Обратный путь молнии – это та часть молнии, которую мы видим как вспышку и слышим как гром. Обратный ток силой в тысячи ампер и миллионы вольт устремляются от земли к облаку со скоростью до 100-140 тыс. км/сек. Длина линейной молнии составляет несколько километров, но может достигать 20 км и более. Основной канал молнии имеет несколько ответвлений длиной 2-3 км. Диаметр канала молнии составляет от 10 до 45 см. Внутренний канал, по которому течет ток, не превышает 1 см, хотя видимый достигает 1 м. Сила тока при этом в момент разряда достигает до 200 тыс. А. Напряженность электрического поля внутри грозового облака составляет от 100 до 300 В/см, но перед разрядом молнии в отдельных небольших объемах она может доходить до 1600 В/см. В каждом разряде молнии переносится от 1 до 10 Кл электричества. Температура в канале разогревается до 30 тыс. градусов и превышает температуру на поверхности Солнца.

Наряду с наиболее распространенной линейной молнией встречаются шаровая молния, ракетообразная и чечеточная молнии.

В различных частях нашей страны интенсивность грозовой деятельности имеет существенные отличия. В северных районах отмечается наиболее слабая грозовая активность. При продвижении на юг наблюдается рост грозовой деятельности, которая характеризуется числом дней в году, когда были грозы. В горной местности восходящие молнии возникают чаще и характеризуются более высокими параметрами. На равнинной местности восходящие молнии поражают объекты выше 150 м (более чем в 90 % случаев), а в горных районах – с меньшей высоты. Средняя продолжительность гроз за один грозовой день на территории Российской Федерации составляет от 1,5 до 2 часов. Грозовая активность для любой точки РФ устанавливается по специальным метеорологическим картам грозовой деятельности, которые составляются на основании данных многолетних наблюдений метеорологических станций.

**1.2. История создания молниеотвода**

Еще моряки Древней Греции оснащали корабли уникальными системами, которые устанавливали на вершины мачт: мечи с привязанными веревками, концы которых опускались в воду. Потом (примерно 200 лет назад) единственным способом борьбы с молниями считали беспрерывный колокольный звон во время грозы. Итогами такой "борьбы" были разрушенные колокольни и погибшие звонари (400 колоколен и 120 звонарей только за 33 года и только в одной Германии).

К середине XVIII столетия появились первые молниеотводы или как их тогда называли громоотводы, за широкое распространение которых мы должны быть признательны выдающемуся американскому физику и политическому деятелю Бенджамину Франклину. После  знаменитого эксперимента с воздушным змеем он стал известен как учёный. Из этого эксперимента впоследствии и родилась идея молниеотвода. Бенджамин Франклин, пытаясь защитить Капитолий столицы штата Мериленд, в 1775 году прикрепил к зданию толстый железный стержень, который возвышался над куполом на несколько метров и был соединен с землей. Ученый отказался патентовать свое изобретение, желая, чтобы оно как можно скорее начало служить людям.

Одновременно с Франклином исследованием электрической природы молнии занимались М.В. Ломоносов и Г.В. Рихман.

Жак де Рома также пришел к такому же выводу на основе опыта с воздушным змеем, несколько отличавшемся от змея Франклина: медный провод шел вокруг веревки к земле**.**

В России усовершенствованием громоотводов занимался русский ученый, Акинфий Демидов. В 18-ом веке под его руководством в центре Невьянска была построена огромная 60-ти метровая башня, на вершине которой красовался металлический шпиль, увенчанный флюгером. Уникальностью подобного сооружения была система молниезащиты - заземление. Изобретение не было запатентовано, но имеются документальные подтверждения о его появлении, что гораздо раньше (25 лет), чем устройство Франклина.

В 1880 году бельгийский физик Мелланс рекомендует защищать здания, покрывая их металлическими проводами, связанными с несколькими установленными на крыше стержнями и надежно заземленными. Это была самая первая "пространственная клетка".

В 1914 году были сделаны первые попытки усовершенствования одиночного молниеотвода венгром Сциллардом и французом Дозером.

**1.3. Понятие молниезащиты и зон защиты молниеотводов для зданий и сооружений**

Различают 3 типа воздействия тока молнии:

- прямой удар при разряде молнии в объект с сильным тепловым и механическим воздействием;

-вторичное воздействие разряда с появлением магнитного поля, индуцируемого в контурах в виде протяженных металлических устройств - трубопроводов, электропроводки и т.п., которое вызывает искрение, что опасно для помещений, где образовываются опасные концентрации взрывоопасных веществ;

- занос высоких потенциалов по любым металлоконструкциям: эстакадам, ЛЭП, трубопроводам, что может явиться причиной взрывов и пожаров.

Поэтому понятие молниезащита и понимается как комплекс технических решений и специальных приспособлений для обеспечения безопасности людей, сохранность зданий и сооружений, оборудования и материалов от прямых ударов молнии, электромагнитной и электростатистической индукции, а также заноса высоких потенциалов через металлические конструкции и коммуникации.

Молниезащита разделяется на внешнюю и внутреннюю.

Внешняя молниезащита представляет собой систему, обеспечивающую перехват молнии и отвод её в землю, тем самым, защищая здание (сооружение) от повреждения и пожара. В момент прямого удара молнии в строительный объект правильно спроектированное и сооруженное молниезащитное устройство должно принять на себя ток молнии и отвести его по токоотводам в систему заземления, где энергия разряда должна безопасно рассеяться. Прохождение тока молнии должно произойти без ущерба для защищаемого объекта и быть безопасным для людей, находящихся как внутри, так и снаружи этого объекта.

Внешняя молниезащита состоит из следующих элементов:

Молниеприемник (громоотвод)— устройство, перехватывающее разряд молнии. Выполняется из металла (нержавеющая либо оцинкованная сталь, алюминий, медь)

Токоотводы (спуски) — часть молниеотвода, предназначенная для отвода тока молнии от молниеприемника к заземлителю.

Заземлитель — проводящая часть или совокупность соединенных между собой проводящих частей, находящихся в электрическом контакте с землей непосредственно или через проводящую среду.

Внутренняя молниезащита представляет собой совокупность устройств защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП). Назначение УЗИП -защитить электрическое и электронное оборудование от перенапряжений в сети, вызванных резистивными и индуктивными связями, возникающих под воздействием тока молнии.

Из этого следует, что проблема защиты от импульсных грозовых перенапряжений может быть решена только комплексным путем, при условии выполнения всех перечисленных технических мероприятий. Такой подход дает зонная концепция защиты, разработанная в стандартах Международной Электротехнической Комиссией (МЭК), в которых изложены принципы защиты зданий и сооружений любого назначения от перенапряжений, позволяющие грамотно проектировать строительные конструкции и системы молниезащиты объекта, рационально размещать оборудование и прокладывать коммуникации. К ним в первую очередь относятся следующие стандарты:

* IEC-61024-1 (1990-04): «Молниезащита строительных конструкций. Часть 1. Основные принципы»
* IEC-61024-1-1 (1993-09): «Молниезащита строительных конструкций. Часть 1. Основные принципы. Руководство А: Выбор уровней защиты для молниезащитных систем»
* IEC-61312-1 (1995-05): «Защита от электромагнитного импульса молнии. Часть 1. Основные принципы».

Требования данных стандартов формируют зонную концепцию молниезащиты, основные принципы которой:

* применение строительных конструкций с металлическими элементами (арматурой, каркасами, несущими элементами и т.п.), электрически связанными между собой и системой заземления и образующими экранирующую среду для уменьшения воздействия внешних электромагнитных влияний внутри объекта («клеть Фарадея»);
* наличие правильно выполненной системы заземления и выравнивания потенциалов;
* деление объекта на условные защитные зоны и применение специальных устройств защиты от перенапряжений (УЗИП);
* соблюдение правил размещения защищаемого оборудования и подключенных к нему проводников относительно другого оборудования и проводников, способных оказывать опасное воздействие или вызвать наводки. В России на сегодняшний день взамен РД 34.21.122-87 «Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений» утверждена и внесена в реестр действующих в электроэнергетике документов «Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций» СО-153-34.21.122-2003. В основе новой инструкции – перечисленные выше стандарты МЭК, однако в нее не вошел ряд требований, в том числе к системам молниезащиты взрывоопасных объектов.

Принято решение о постепенном издании методических рекомендаций по вопросам, не рассмотренным в настоящей инструкции, в частности, по выбору схем и типов устройств защиты от импульсных перенапряжений для каждой конкретной электроустановки (УЗИП). В настоящее время данная инструкция не прошла согласование в Министерстве юстиции РФ, поэтому может быть применена лишь в качестве рекомендательного документа. В следствии Госэнергонадзором рекомендовано одновременно пользоваться как этим документом, так и старым РД 34.21.122-87.

**1.4. Молниеотводы и их конструкции**

Для приёма электрического разряда молнии (тока молнии) служат устройства – молниеотводы, состоящие из несущей части (например, опоры), молниеприёмника (металлический стержень, трос или сетка), токоотвода и заземлителя. 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.

Рис.1. Вертикальный молниеотвод: 1 – защищаемый объект; 2 – металлические коммуникации; 3 – молниеприемник; 4 – токоотвод; 5 – заземлитель; Sb – расстояние от защищаемого объекта до опоры токоотвода; S3 – расстояние от заземлителя до металлических коммуникаций



Молниеотводы характеризуются зоной защиты, которая определяется как часть пространства, защищенного от удара молнии с определенной степенью надежности. В зависимости от степени надежности зоны защиты могут быть двух типов – А и Б. Тип зоны защиты выбирают в зависимости от ожидаемого количества поражений молнией зданий и сооружений в год *(N).*Если величина *N>* 1, то принимают зону защиты типа А (степень надежности защиты в этом случае составляет не менее 99,5%). При *N ≤* 1 принимают зону защиты типа В (степень надежности этой защиты – 95% и выше) . Для оценки грозовой деятельности в различных районах страны используется карта распределения среднего числа грозовых часов в году, на которой нанесены линии равной продолжительности гроз или данные местной метеорологической станции.

Величина *N*рассчитывается по следующей формуле:

http://ok-t.ru/studopediaru/baza4/551341997773.files/image1048.gif

где L, S, hx — соответственно длина, ширина и наибольшая высота здания, м; n— среднегодовое число ударов молнии на 1 км2 земной

поверхности, где расположено здание. Если здание сложной конфигурации, то в качестве величин L и S принимаются длина и ширина наименьшего прямоугольника, который может быть вписан в план здания.

Степень взрывопожароопасности объектов оценивается по классифика­ции Правил устройства электроустано­вок (ПУЭ). Инструкция по проектиро­ванию и устройству молниезащиты СН 305— 77 устанавливает три категории устройства молниезащиты (I, II, III)

По I категории организуется защита объектов, относимых по класси­фикации ПУЭ к взрывоопасным зонам классов В-1 и В-П.). В них хранятся или содержатся постоянно либо появляются во время производственного процесса смеси газов, паров или пыли горючих веществ с воздухом или иными окислителями, способные взорваться от электрической искры. Зона защиты для этих объектов (независимо от места расположения объекта на тер­ритории РФ и от интенсивности гро­зовой деятельности в месте расположе­ния) применяется только типа А.

По II категории осуществляет­ся защита объектов, относимых по клас­сификации ПУЭ к взрывоопасным зо­нам классов В-1а, В-1б и В-Па. В таких сооружениях опасные смеси появляются лишь при аварии или неисправностях в технологическом процессе. К этой же категории принадлежат наружные технологические установки и открытые склады, содержащие взрывоопасные газы и пары, горючие и легковоспламеняющиеся жидкости (газгольдеры, цистерны и резервуары, сливо-наливные эстакады и т. п.). Для них тип зоны защиты при расположении объектов в местностях со средней грозовой дея­тельностью 10 ч и более в год определя­ется по расчетному количеству N пора­жений объекта молнией в течение года:

при N<=1 достаточна зона защиты ти­па Б; при N> 1 должна обеспечивать­ся зона защиты типа А. . Для наружных технологи­ческих установок и открытых складов, относимых по ПУЭ к зонам класса В-1г, на всей территории РФ (без расчета N) принимается зона защиты типа Б.

В III категориювходят:

1)  здания и сооружения с пожароопасными зонами классов П-I, П-II, П-IIа согласно ПУЭ;

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

3)  здания и сооружения III, IV и V степени 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)  общественные здания III, IV и V степени огнестойкости следующего назначения: детские сады и ясли, школы и школы-интернаты, спальные корпуса и столовые санаториев, домов отдыха, лечебные корпуса больниц, клубы, кинотеатры;

6)  здания и сооружения, являющиеся памятниками истории и культуры;

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

При расположении объек­тов в местностях со средней грозовой деятельностью 20 ч и более в год и при N> 2 должна обеспечиваться зона за­щиты типа А, в остальных случаях — типа Б. По III категории осуществляется также молниезащита общественных и жилых зданий ,башен, вышек, труб, предприятий, зданий и сооружений сельскохозяйственного назначения. Тип зоны защиты этих объектов определяет­ся в соответствии с указаниями СН 305—77.

Здания и сооружения I и II категории должны быть обязательно защищены от прямых ударов молнии, от электрической и электромагнитной индукции, от заноса высокого потенциала через подземные и наземные коммуникации. Объекты III категории должны быть защищены от прямых ударов молнии и заноса высоких потенциалов по коммуникациям. При ширине зданий и сооружений более 100 м должны выполняться мероприятия по выравниванию потенциала внутри здания.

Для устройств молниезащиты первой категории от прямых ударов молнии применяются отдельно стоящие стержневые и тросовые молниеотводы или изолированные стержневые молниеотводы, установленные на самом здании.

Для зданий высотой равной более 30 м, допускается осуществлять защиту от прямых ударов молнии путем установки на защищаемом здании или сооружении неизолированных стержневых или тросовых молниеотводов, обеспечивающих достаточную зону защиты или путем наложения на металлическую кровлю здания молниеприемной сетки или использования в качестве молниеприемника металлической кровли.

Для защиты больших площадей, а также для большей надежности зоны защиты применяют многократные стержневые молниеотводы.

**1.4.1. Стержневые молниеотводы**

Стержневые молниеотводы представляют собой один, два или больше вертикальных стержней, устанавливаемых на защищаемом сооружении или вблизи него. Стержневые молниеприемники изготавливаются, как правило,

из прокатной стали различного профиля. Молниеприемник должен обладать достаточной прочностью при динамических воздействиях тока молнии, его сечение принимается не менее 100 мм2 при длине не более 2 м от точки закрепления на доме или конструкции молниеотвода.

**1.4.2. Одиночный стержневой молниеотвод**

а) Зоны защиты одиночных стержневых молниеотводов высотой h ≤ 150 м имеют следующие габаритные размеры:

Тип А: зона защиты на уровне земли:

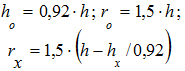
радиус зоны защиты на уровне земли:

http://xn----8sbnaarbiedfksmiphlmncm1d9b0i.xn--p1ai/images/stories/bgd/aformula3.png

радиус зоны защиты на высоте защищаемого здания высотой hx:

http://xn----8sbnaarbiedfksmiphlmncm1d9b0i.xn--p1ai/images/stories/bgd/aformula4.png

Тип Б: зона защиты и радиус зоны защиты на уровне земли и зона защиты на высоте защищаемого здания высотой hxсоответственно



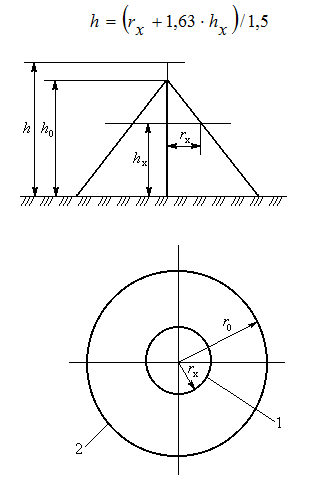
Для типа Б высота одиночного стержневого молниеотвода при известных значениях **hx** и **rx**  определяется по формуле: 

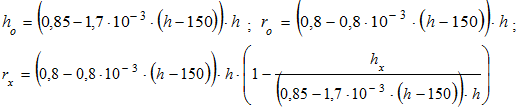
Рис.2 Зона защиты одиночного стержневого молниеприемника

1- границы зоны защиты на уровне hx

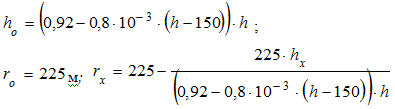
2- границы зоны защиты на уровне земли

б) Зоны защиты одиночных стержневых молниеотводов высотой 150 < h< 600 м имеют следующие габаритные размеры:

Тип А:



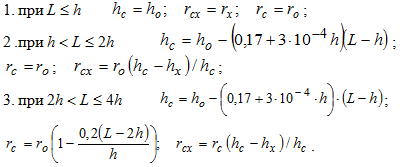
Тип Б:



**1.4.3. Двойной стержневой молниеотвод**

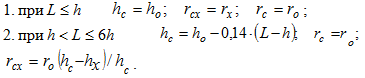
**а) Зона защиты двойного стержневого молниеотвода высотой h ≤ 150 м.** Торцевые области зоны защиты определяются как зоны одиночных стержневых молниеотводов, габаритные размеры которых **h0, r0, rx1, rx2** определяются соответственно типу.

Тип А:



 При расстоянии между стержневыми молниеотводами L>4h молниеотводы следует рассматривать как одиночные.

Тип Б:



При расстоянии между стержневыми молниеотводами **L> 6h** молниеотводы следует рассматривать как одиночные.

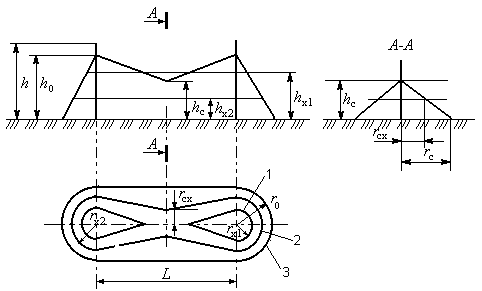


Рис.3 Зона защиты двойного стержневого молниеотвода высотой до 150 м;

1-граница защиты на уровне hx2;2- на уровне hx1;3- на уровне земли

**б) Зоны защиты стержневых молниеотводов разной высоты и h1 и h2 <150м*.*** Габаритные размеры торцевых областей зон защиты **h01, h02, r01, r02, rx1, rx2**определяются по формулам одиночного молниеотвода.

Габаритные размеры внутренней области защиты определяются по формулам:

http://xn----8sbnaarbiedfksmiphlmncm1d9b0i.xn--p1ai/images/stories/bgd/aformula13.png

где значения ***hc1***, **hc2** вычисляются по формулам для **hc** из пункта 1.4.3.

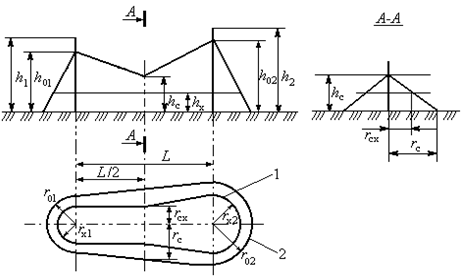


 Рис.4 Зона зашиты двух стержневых молниеотводов разной высоты.  
Обозначения те же, что и на рис.3

Для двух молниеотводов разной высоты построение зоны А двойного стержневого молниеотвода выполняется при **L ≤4hmin** , а зоны Б – при **L ≤6hmin** . При соответствующих больших расстояниях между молниеотводами они рассматриваются как одиночные.

**1.4.4. Многократный стержневой молниеотвод**

Зона защиты многократного стержневого молниеотвода определяется как зона защиты попарно взятых стержневых молниеотводов высотой h 150 м.

Основным условием защищенности одного или нескольких объектов высотой **hx**с надежностью, соответствующей надежности типа **А** и типа **Б**, является выполнение неравенства ***rcx*** > 0 для всех попарно взятых молниеотводов.

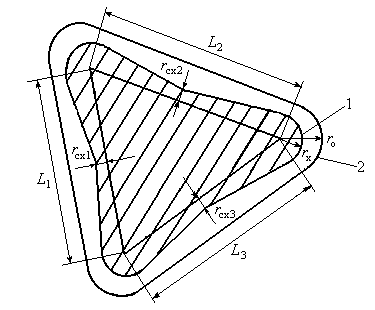


Рис.5 Зона защиты многократного стержневого молниеотвода. Обозначения те же, что и на рис. 3

**1.4.5.Тросовые молниеотводы**

Тросовые молниеприемники – это стальной трос, подвешенный над

защищаемым домом, закрепленный на несущих конструкциях (опорах,

мачтах). В качестве троса используют обычный стальной оцинкованный

канат марки ТК сечением не менее 35 мм. Тросовые молниеотводы

применяются для защиты протяженных сооружений (воздушных линий,

зданий большой длины и т.п.)

**1.4.6. Одиночный тросовый молниеотвод**

Зона защиты одиночного тросового молниеотвода высотой  **h< 150 м** , где **h** – высота троса в середине пролета. С учетом стрелы провеса троса сечением 35-50 мм2 при известной высоте опор **hоп** и длине пролета **α** высота троса (в метрах) определяется:

h=hоп-2 при α<120 м,

h=hоп-3 при 120<α<150 м.

Зоны защиты одиночного тросового молниеотвода имеют следующие габаритные размеры:

Тип А:

http://xn----8sbnaarbiedfksmiphlmncm1d9b0i.xn--p1ai/images/stories/bgd/aformula17.png

Тип Б:

http://xn----8sbnaarbiedfksmiphlmncm1d9b0i.xn--p1ai/images/stories/bgd/aformula18.png

Для зоны типа Б высота одиночного тросового молниеотвода при известных значениях **h*x*** и r**x** определяются по формуле:

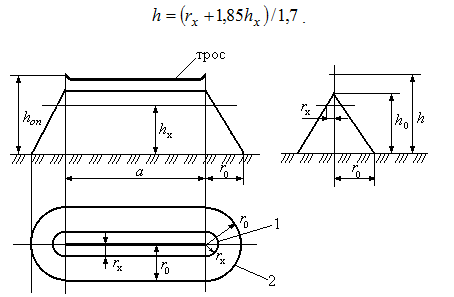
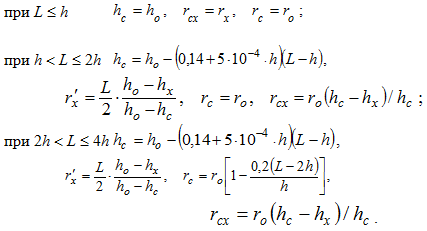


Рис.6 Зона защиты одиночного тросового молниеотвода

**1.4.7. Двойной тросовый молниеотвод**

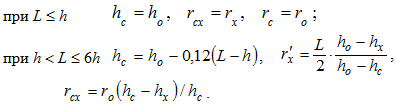
а) Молниеотвод высотой  h < 150 м. Размеры **ro, ho, rx** для типов **А** и **Б** определяются по соответствующим формулам п.1.4.6.

Тип А:



При расстоянии между стержневыми молниеотводами L > 4h для построения типа А молниеотводы следует рассматривать как одиночные.

Тип Б:



При расстоянии между тросовыми молниеотводами L **> 6**hдля построения типа Б молниеотводы следует рассматривать как одиночные.

При известных значениях **hc** и **L**(при **rcx=0**) высота тросового молниеотвода для типа Б определяется по формуле:

http://xn----8sbnaarbiedfksmiphlmncm1d9b0i.xn--p1ai/images/stories/bgd/aformula22.png

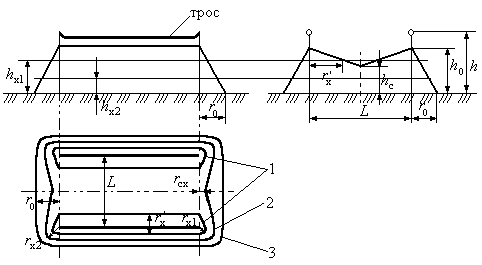


Рис.7  Зона защиты двойного тросового молниеотвода

б). Зоны защиты двух тросов разной высоты **h1** и h2. Значения **h01, h02, r01, r02,rx1, rx2** определяются по формулам п.1.4.6. как для одиночного тросового молниеотвода. Для определения размеров **rc** и **rh** используются формулы:

http://xn----8sbnaarbiedfksmiphlmncm1d9b0i.xn--p1ai/images/stories/bgd/aformula24.png

где значения **hc1**, **hc2** вычисляются по формулам для п.1.4.7.

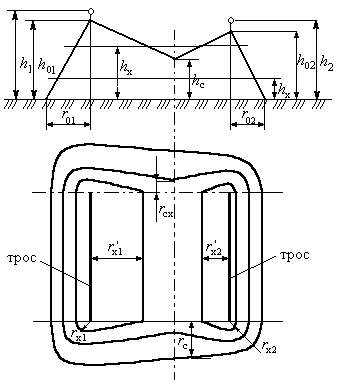


 Рис.8 Зона защиты двойного тросового молниеотвода тросов разной высоты

**1.4.8. Сетчатые молниеприёмники**

Сетчатые молниеприёмники это металлические сетки эффективной площадью до 150 квадратных метров.

Для изготовления сетки используются стальные прутки толщиной от шести до семи миллиметров. Для обеспечения свободного стока дождя и снега с поверхности кровли молниеприёмники сетчатого типа укладывают между стяжкой крыши и слоями защитной гидроизоляции и теплоизоляции. На Рис. 9. показаны типовые схемы сетчатых молниеприёмников. Для изготовления тоководов применяется стальной прокат в виде прутьев (толщиной от 6 мм) и полос (минимальное сечение 48 мм2 и толщина более четырёх миллиметров).

Если система молниезащиты установлена на здании с металлической крышей, то сами листы будут служить в качестве молниеприёмников.  
Для подключения токоотводов к листам металлической кровли применяются специальные прижимающие устройства

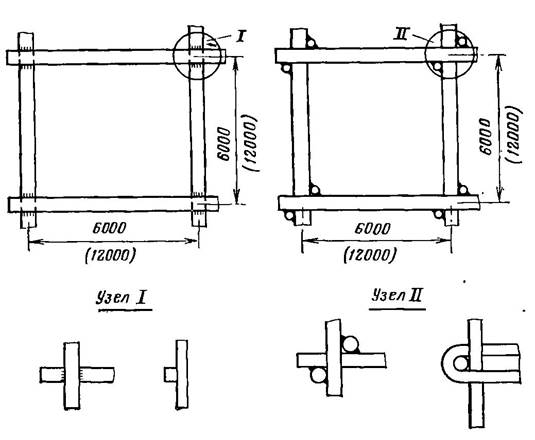


Рис. 9. Конструкции молниеприемников сетчатого типа (указаны размеры для объектов II категории; размеры в скобках для объектов III категории)

**1.5. Токоотводы**

Токоотводы представляют собой связующее звено между молниеприемниками и заземлением. Их задачей является отвод тока молнии от молниеприемника к системе заземления. Токоотводы рассчитывают на пропускание полного тока молнии без нарушений и существенного перегрева. В целях снижения вероятности возникновения опасного искрения токоотводы располагаются таким образом, чтобы между точкой поражения и землей:

- ток растекался по нескольким параллельным путям;

- длина этих путей была ограничена до минимума.

Минимальное количество токоотводов от одного молниеприемника должно быть равно двум. Во всех случаях количество токоотводов должно быть четным. Токоотводы, проложенные по периметру здания, и молниеприемник в виде сетки образуют экран позволяющий снизить наведенную ЭДС в токопроводящих конструкциях внутри здания.

Токоотводы выполняются из различных металлических проводников (медь, оцинкованная сталь, алюминий) и прокладываются по наружным стенам здания в местах, недоступных для прикосновения. Их рекомендуется прокладывать открыто вблизи наружных углов здания, в случае прокладки токоотводов скрыто внутри ограждающих конструкций при прохождении тока молнии по нему возможно повреждение облицовки стены из-за температурного расширения проводника. В этом случае при проектировании и монтаже необходимо учитывать возможность беспрепятственного расширения проводника. Наименьшее сечение токоотводов, выполненных из угловой и полосовой стали и расположенных вне сооружения на воздухе, должно быть равным 48 мм2, для расположенных внутри - 24мм2, а круглые токоотводы должны иметь наименьший диаметр, равный 6 мм. Токоотводами могут служить арматура железобетонных конструкций, направляющие лифтов, пожарные лестницы, водопроводные, водосточные и канализационные трубы, колонны, стенки резервуаров, электрически надежно связанные по всей длине. Соединения токоотводов, специальных и естественных, должны быть сварными (внахлест).

**1.6. Заземлители**

Заземлитель - устройство, предназначенное для обеспечения электробезопасности, надежной эксплуатации средств производства, электрооборудования и для нормального функционирования системы молниезащиты. Задачей заземлителя является надежный отвод в землю токов, которые возникают в случае протекания тока молнии и при коротких замыканиях.

Заземлитель (заземляющее устройство) является необходимым элементом молниезащиты. Основное назначение заземлителя - это защита людей от высоких контактных напряжений и канализация тока молнии в земле. Под системой заземления понимается сочетание заземлителей и заземляющих проводов, соединенных между собой в единую замкнутую цепь. Оно может быть различного типа и исполнения (контурное заземление вокруг здания, очаговое заземление, глубинное заземление, совмещенные контурное и глубинное заземления с выпусками под токоотводы молниеприемной части).

Заземляющие устройства различного типа и исполнения комплектуются, как правило, элементами заводской готовности из антикоррозионных материалов (круглые и плоские заземляющие проводники, стержни, болтовые соединители и клеммы, антикоррозионный бандаж). Исполнение заземляющего устройства должно быть таким, чтобы обеспечивалась, возможно, меньшая вариация сопротивления заземления в результате высыхания и промерзания грунта, а также условие минимальной коррозии материала заземляющего устройства. Заземляющее устройство должно проходить периодичные проверки для контроля работоспособности и значения сопротивления, так как от этого напрямую зависит жизнь людей при возникновении внештатных ситуаций. По расположению в грунте и форме электродов применяют следующие виды заземлителей:  
- вертикальные - из стальных вертикально ввинчиваемых стержней из круглой стали или из забиваемых электродов из угловой стали или труб. Длина ввинчиваемых электродов принимается 4,5-5 м, забиваемых- 2,5-3 м, но эта длина в зависимости от условий может быть увеличена. Верхний конец вертикального заземлителя должен быть заглублен на 0,6- 0,7 м от поверхности земли;

-горизонтальные - из круглой или полосовой стали. Их укладывают горизонтально на глубине 0,6-0,8 м от поверхности земли одним или несколькими лучами, расходящимися из одной точки, к которой присоединяется токоотвод;

- комбинированные - вертикальные и горизонтальные заземлители, объединенные в общую систему;

- углубленные - из полосовой или круглой стали, укладываемые на дно котлована под сооружение или фундамент в виде протяженных элементов или контуров по периметру котлована. В грунтах с удельным сопротивлением менее 500 Ом\* м в качестве углубленных заземлителей могут быть использованы железобетонные сваи или другие виды железобетонных фундаментов;

- глубинные - из стальных электродов любой формы, располагаемых на глубине, при которой обеспечивается малое удельное сопротивление грунта. Они применяются, когда удельное сопротивление грунта более 1500 Ом\*м. Заземлители прокладываются на расстоянии, составляющем не менее 5 м от дорог, в места, малодоступных для людей и животных, чтобы при грозовых разрядах не вызвать шагового напряжения. Тип заземлителей

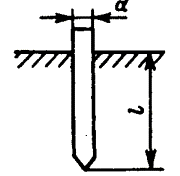
выбирается с учетом его назначения, величины удельного сопротивления растекания тока промышленной частоты.

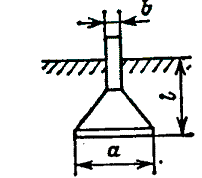
Таблица 1

Типовые конструкции заземлителей и их сопротивления растекания тока промышленной частоты

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Типы заземлителей | Материал | Значение сопротивления растеканию тока промышленной частоты (Ом) при удельных сопротивлениях грунта | | | |
|  |  | (Ом · м) | | | |
|  |  | 50 | 100 | 500 | 1000 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Вертикальный стержневой  http://sledu.ru/tw_files2/urls_569/19/d-18809/18809_html_m63fdb680.gif | Уголок 40х40 мм:  l = 2 м  l = 3 м  Сталь круглая 10- 20 мм:  l = 2 м  l = 3 м  l = 5 м | 19  14  24  17  14 | 38  28  48  34  28 | 190  140  240  170  140 | 380  280  480  340  280 |
| Горизонтальный полосовой  http://sledu.ru/tw_files2/urls_569/19/d-18809/18809_html_m708b6e64.gif | Полоса 4х40 мм:  l = 2 м  l = 5 м  l = 10 м | 22  12  7 | 44  24  14 | 220  120  70 | 440  240   140 |
| Горизонтальный полосовой с вводом тока в середину  http://sledu.ru/tw_files2/urls_569/19/d-18809/18809_html_41f250f4.gif | Полоса 4х40 мм:  l = 5 м  l = 10 м  l = 12 м  l = 24 м  l = 32 м | 9,5  5,85  5,4  3,1  Не применяется  То же | 19  12  11  6,2  Не применяется  То же | 95  60  54  31  24   20 | 190  120  110  62  48   40 |
| Горизонтальный трехлучевой  http://sledu.ru/tw_files2/urls_569/19/d-18809/18809_html_237fe432.gif | l = 40 м  Полоса 4х40 мм:  l = 6 м  l = 12 м  l = 16 м  l = 20 м | 4,6  2,6  2   1,7 | 9  5,2  4   3,4 | 45  26  20   17 | 90  50  40   34 |
| Комбинированный двухстержневой   http://sledu.ru/tw_files2/urls_569/19/d-18809/18809_html_73fdaa7c.gif | Уголок 40х40х4 мм  Полоса 4х40 мм:  С = 3 м; l = 2,5 м  С = 6 м; l = 2,5 м  С = 3 м; l = 3 м  С = 6 м; l = 3 м  Сталь круглая диаметром  10-20 мм  Полоса 4х40 мм:  С = 3 м; l = 2,5 м  С = 3 м; l = 3 м  С = 5 м; l = 2,5 м  С = 5 м; l = 3 м  С = 3 м; l = 5 м  С = 5 м; l = 5 м | 7  5,5  б  4,5   7,5  6,8  6  5,5  5,5  4 | 14  11  12  9,1   15  1,4  12  11  11  8 | 70  55  60  45   75  70  60  55  55  40 | 140  110  120  90   150  140  120  110  110  80 |
| Комбинированный трехстержневой  http://sledu.ru/tw_files2/urls_569/19/d-18809/18809_html_m5a4ff154.gif | Уголок40х40х4 мм  Полоса 4х40 мм:  С = 3 м; l = 2,5 м  С = 6 м; l = 2,5 м  С = 7 м; l = 3 м  Сталь круглая диаметром  10-20 мм  Полоса 4х40 мм:  С = 2,5 м; l = 2,5 м  С = 2,5 м; l = 3 м  С = 5 м; l = 2,5 м  С = 5 м; l = 3 м  С = 6 м; l = 5м | 4  3  2,5   4,8  4,4  3,5  3,3  2,7 | 8  6  5,4   9,7  8,9  7,1  6,6  5,4 | 40  30  27   50  45  36  33  27 | 80  60  55   100  90  70  65  55 |
| Комбинированный пятистержневой  http://sledu.ru/tw_files2/urls_569/19/d-18809/18809_html_16747759.gif | Уголок 40х40х4 мм  Полоса 4х40 мм:  С = 5 м; l = 2 м  С = 5 м; l = 3 м  С = 7,5 м; l = 2 м  С = 7,5 м; l = 3 м  Сталь круглая диаметром  10-20 мм  Полоса 4х40 мм:  С = 5 м; l = 2 м  С = 5 м; l = 3 м  С = 7,5 м; l = 2 м  С = 7,5 м; l = 3 м  С = 5 м; l = 5 м  С = 7,5 м; l = 5 м | 2,2  1,9  1,8  1,6   2,4  2  2  1,7  1,9   1,6 | 4,4  3,8  3,7  3,2   4,8  4,1  4  3,5  3,8   3,2 | 22  19  18,5  16   24  20,5  20  17,5  9   16 | 44  38  37  32   48  41  40  35  38   32 |
| Комбинированный четырехстержневой   http://sledu.ru/tw_files2/urls_569/19/d-18809/18809_html_3b803b8e.gif | Уголок 40х40х4 мм  Полоса 4х40 мм:  С = 6 м; l = 3 м | 2,1 | 4,3 | 21,5 | 43 |
| Горизонтальный с вводом тока в центре    http://sledu.ru/tw_files2/urls_569/19/d-18809/18809_html_m763a5b6d.gif | Полоса 4х40 мм:  D = 4 м  D = 6 м  D = 8 м  D = 10 м  D = 12 м | 4,5  3,3  2,65  2,2  1,9 | 9  6  5,3  4,4  3,8 | 45  323  26,5  22  19 | 90  66  53  44  38 |
| Комбинированный кольцевой с четырьмя трубками и тремя лучами   http://sledu.ru/tw_files2/urls_569/19/d-18809/18809_html_m55dd2d76.gif | Уголок40х40х4 мм  D = 8 м; l = 3 м | 2 | 4 | 20 | 40 |
| Комбинированный cвайный из 5 ростверков с 20 сваями   http://sledu.ru/tw_files2/urls_569/19/d-18809/18809_html_7121762a.gif | Железобетонная свая  длиной 6 м и диаметром 0,3 м  Полоса 4х40 мм:  l = 24 м | 0,5 | 1 | 5 | Не приме-  няется |
| Комбинированный из 7 ростверков с 28 сваями   http://sledu.ru/tw_files2/urls_569/19/d-18809/18809_html_416fc1e5.gif | Железобетонная свая  длиной 6 м и диаметром 0,3 м  Полоса 4х40 мм  l = 24 м | 0,38 | 0,76 | 3,8 | Не приме-  няется |

Железобетонная свая

d=0.25-0.4м l>5 м

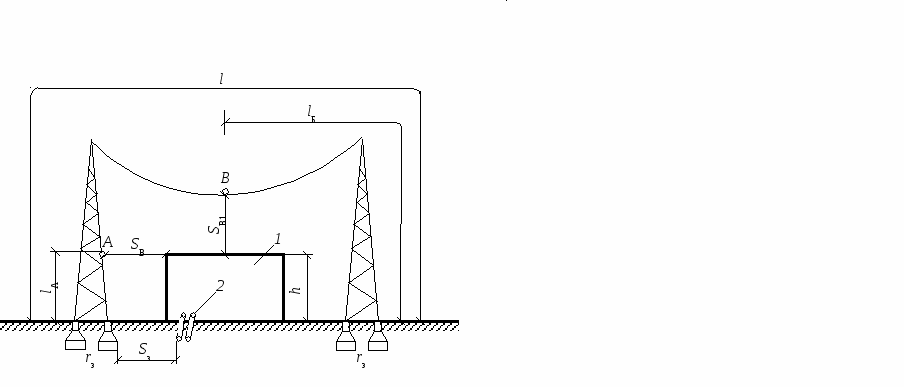
Железобетонный подножникa≥ 1,8м b≥ 0,4м ***l***≥ 2,2м

**1.7. Расчетная схема определения безопасных расстояний от молниеотвода до сооружения**

Наименьшее допустимое расстояние *S*в по воздуху от защищаемого объекта до опоры (токоотвода) стержневого или тросового молниеотвода (см. рис. 12 и 13) определяется в зависимости от высоты здания, конструкции заземлителя и эквивалентного удельного электрического сопротивления грунта .



Рис.12. Расчетная схема для определения безопасных расстояний от отдельно стоящего стержневого молниеотвода до сооружения: 1 – защищаемый объект; 2 – металлические коммуникации; 3 – молниеприемник; 4 – токоотвод; 5 – заземлитель; Sb – расстояние от защищаемого объекта до опоры токоотвода; S3 – расстояние от заземлителя до металлических коммуникаций.

Рис.13 Расчетная схема для определения безопасных расстояний  
от отдельно стоящего тросового молниеотвода до сооружения:

*1*– защищаемый объект;*2*– металлические коммуникации

Для зданий и сооружений высотой не более 30 м наименьшее допустимое расстояние *S*в, м, определяется по табл. 2. *S*в должно быть увеличено на 1 м в расчете на каждые 10 м высоты объекта сверх 30 м.

Таблица 2

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *S*в, м  (рис. 12 и 13) | м⋅, Омρ | Вариант конструкции заземлителя |
| 3 | ≤ 100 | 1. Заземлитель любой конструкции (см.табл.1) |
| 3 + 10-2 (р- 100) | 100≤ρ<1000 | 2. Одна железобетонная свая либо подножник или углубленная стойка железобетонной опоры, длины которых не менее 5 м |
| 4 | 3. Четыре железобетонные сваи или подножники, расположенные в углах прямоугольника на расстоянии 3-8 м один от другого, или железобетонный фундамент произвольной формы с площадью поверхности контакта с землей не менее 70 м2, или искусственный заземлитель не менее 5 м |

Наименьшее допустимое расстояние *S*в1 от защищаемого объекта до троса в середине пролета (рис. 13) определяется в зависимости от конструкции заземлителя, эквивалентного удельного сопротивления грунта р и суммарной длины lмолниеприемников и токоотводов.

При длине *l*<200 м наименьшее допустимое расстояние *S*в1 определяется по табл. 3.

При суммарной длине молниеприемников и токоотводов *l*=200-300 м наименьшее допустимое расстояние *S*в1 должно быть увеличено на 2 м по сравнению с определенными по табл3.

Для исключения заноса высокого потенциала в защищаемое здание или сооружение по подземным металлическим коммуникациям любого назначения заземлители защиты от прямых ударов молнии должны быть удалены от этих коммуникаций на максимальные расстояния, допустимые по технологическим требованиям.

Наименьшие допустимые расстояния *S*з(см. рис. 12 и 13) в земле должны составлять *S*з=*S*в+2(м), при *S*в по табл. 3.

Таблица 3

| *S*в1, м  (рис.13) | ρ, Ом.м | Вариант конструкции заземлителя |
| --- | --- | --- |
| 3,5 | ≤ 100 | Заземлитель любой конструкции (см. табл.1) |
| 3,5 + 3.10-3(р- 100) | 100≤ρ<1000 | Заземлитель по варианту 2 (табл. 2) |
| 4 | Заземлитель по варианту 3 (табл. 2) |

**1.8. Нормирование сопротивления заземления**

Для заземлителей молниезащиты нормируется импульсное сопротивление RH растеканию тока молнии: его максимально допустимое значение равно 10 Ом для зданий и сооружений I и IIкатегории, 20 Ом - для зданий и сооружений III категории. Возможно увеличение импульсного сопротивления до 40 Ом в грунтах с удельным сопротивлением, равным более 500 Ом.м.

Импульсное сопротивление заземлителя Rи связано с сопротивлением заземлителя при растекании токов промышленной частоты через импульсный коэффициент, определяемый по формуле:

Rи = а\*R3,

где а- импульсный коэффициент заземлителя,

R3 -сопротивление заземлителя, определяемые по справочнику.

Таблица 4

Приближенные значения импульсных коэффициентов простейших заземлителей

Тип заземлителя:

Труба длиной 2-3 м при 100 Ом\*м а=0,8 300 Ом\*м а = 0,6

500 Ом\*м а = 0,4 1000 Ом\*м а = 0,35

Горизонтальная полоса: 10 м 100 Ом\*м а=0,9 300 Ом\*м а=0,7

500 Ом\*м а = 0,5 1000 Ом\*м а = 0,4

20 м 100 Ом\*м а=1,1 300 Ом\*м а=0,9

500 Ом\*м а = 0,7 1000 Ом\*м а = 0,6

30 м 100 Ом\*м а=1,4 300 Ом\*м а=1,0

500 Ом\*м а = 0,8 1000 Ом\*м а = 0,7

Рекомендуется использовать совмещенное заземляющее устройство для защиты от прямых ударов молнии, защитного заземления электроустановок и защитного заземления от электростатической индукции. К заземлителю необходимо присоединить все вводимые в здание металлические трубопроводы и оболочки кабелей.

Защита от электрической индукции осуществляется путем присоединения металлических корпусов оборудования и аппаратуры в защищаемом здании или сооружении к специальному заземлителю или защитному заземлителю оборудования.

Для защиты от электромагнитной индукции между трубопроводами и другими протяженными металлическими предметами в местах их взаимного сближения на расстояние, равное 10 см и меньше, через каждые 20 м привариваются стальные перемычки с тем, чтобы не было незамкнутых контуров. При наличии незамкнутых контуров при наведении магнитным полем тока молнии в этих контурах электродвижущих сил в местах разрывов возможно искрение и, следовательно, опасность взрыва или пожара.

От ударов молнии в наружные провода электролиний и линий связи могут возникнуть перенапряжения в линии и занос высоких потенциалов по проводам внутрь здания или сооружения, в результате чего возможны пожары и несчастные случаи. Для защиты сооружений от заноса высоких атмосферных напряжений ввод воздушных линий любого назначения осуществляется только подземными кабельными линиями, оболочка и бронь которых присоединяются к заземлителю.

Для предупреждения заноса высоких потенциалов в здания с большим количеством людей на воздушных линиях устанавливаются разрядники с воздушными промежутками или заземляются штыри и крючья изоляторов фазных проводов, проводов радиотрансляционных, телефонных и других сетей.

**1.9. Внутренняя молниезащита**

Внутренняя молниезащита представляет собой совокупность устройств защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП). Назначение УЗИП защитить электрическое и электронное оборудование от перенапряжений в сети, вызванных резистивными и индуктивными связями, возникающих под воздействием тока молнии. Общепринято выделяют перенапряжения, вызванные прямыми и непрямыми ударами молнии. Первые происходят в случае попадания молнии в здание (сооружение) или в подведенные к зданию (сооружению) линии коммуникаций (линии электропередачи, коммуникационные линии). Вторые — вследствие ударов вблизи здания (сооружения) или удара молнии вблизи линий коммуникаций. В зависимости от типа попадания различаются и параметры перенапряжений.

Перенапряжения, вызванные прямым ударом, именуются Тип 1 и характеризуются формой волны 10/350 мкс. Они наиболее опасны, так как несут большую запасенную энергию.

Перенапряжения, вызванные непрямым ударом, именуются Тип 2 и характеризуются формой волны 8/20 мкс. Они менее опасны: запасенная энергия примерно в семнадцать раз меньше, чем у Тип1.

Чтобы решить проблему защиты оборудования от импульсных перенапряжений, МЭК (Международная Электротехническая Комиссия) утвердила стандарты, которые предусматривают соответствующие концепции защиты. Эти стандарты МЭК и легли в основу отечественных ГОСТов, и рекомендованы к выполнению в следующих источниках:

- Правила Устройства Электроустановок (ПУЭ) – 7-ое издание;  
Руководящий документ по молниезащите зданий и сооружений — РД 34.21.122-87;  
 - Инструкция по молниезащите зданий, сооружений и промышленных коммуникаций — СО — 153.34.21.122-2003.

**Различают три класса УЗИП:**

- класс I (B) – для защиты от прямых попаданий молний в линии электропередач или в систему молниезащиты. Защищают от импульсов 10\350 мксек. Устанавливаются на вводе в здание.  
- класс II (C) – для защиты от перенапряжений в коммутационных сетях. Защищают от импульсов 8\20 мксек. Устанавливаются в распределительных щитах.   
- класс III (D) – для защиты от высокочастотных помех и остаточных импульсов. Устанавливаются непосредственно перед потребителем. Это могут быть, специальной конструкции розетки, фильтры, модули.

УЗИП создаются с использованием электронных элементов способных резко менять свое сопротивление при перенапряжении, тем самым сглаживая импульс, не пропуская его к потребителю. Для этого используются тиристоры, варисторы, разрядникии т.п. Необходимо выбирать устройство под имеющуюся систему заземления.

**2. Практическая часть**

**2.1. Молниезащита линий электропередач (ЛЭП)**

ЛЭП – это линия электропередачи, представляющая собой комплекс сооружений, в состав которого входят провода и различные вспомогательные устройства. Основной функцией является передача или распределение электроэнергии. Линии электропередачи исполняют роль главного звена в энергетической системе. Совместно с электрическими подстанциями, они образуют электрические сети. В связи с созданием современных электрических сетей, линии электропередачи также постоянно развиваются и совершенствуются. В конечном счете, все они объединяются в единые энергетические системы. Основным видом ЛЭП являются воздушные линии, у которых провода подвешиваются над землей. С помощью воздушных ЛЭП производится передача электрической энергии на большие расстояния. Для этой цели используются провода, прикрепляющиеся к столбам или опорам с применением специальных изоляторов. Напряжение ЛЭП полностью зависит от длины линии и мощности передаваемого по ней тока. В воздушных линиях используются различные не изолированные провода из меди, алюминия и других металлов. Эти провода должны иметь хорошую проводимость, механическую прочность, быть стойкими к атмосферным и химическим воздействиям. На воздушных линиях, напряжением до 35 киловольт, устанавливают разрядники или специальные грозозащитные тросы с целью защиты от атмосферных перенапряжений. ЛЭП, у которых протяженность в пределах

100 км рассчитаны для работы с напряжением 220-330 киловольт. Свыше 100 км сооружаются электропередачи, у которых напряжение свыше 500 киловольт.   Другие виды линий электропередачи -подземные линии электропередач. Они нашли широкое применение при устройстве электросетей в городах и на промышленных предприятиях. Однако, их себестоимость в несколько раз выше, чем у воздушных. Подземные включают в себя один или несколько кабелей, различные виды муфт, а также крепежные детали. Прокладка их осуществляется под землей, в траншеях, имеющих глубину 0,8-1,0 м в специальных тоннелях, блоках или каналах. В одной траншее допускается прокладка до шести единиц кабелей, а в одном тоннеле можно проложить минимум 20 кабелей. Кабельные линии, служащие для распределения, рассчитаны на напряжение ЛЭП от 1-го до 20-ти киловольт. Выполняющие функцию питания, рассчитываются на напряжение свыше 35-ти киловольт.

Рассмотрим защиту ВЛЭП от молнии. Полностью избежать удара молний на ЛЭП не реально, но существуют способы уменьшения числа отключения воздушных линий, основная цель которых снизить вероятность перекрытия изоляции.

Одним из них является тросовый молниеотвод — протянутый  над фазными проводами трос, заземлённый на опорах. Этот способ получил широкое распространение за счёт простоты и относительной дешевизны. Тросовыми молниеотводами защищают воздушные линии 110 кВ и выше, установленные на металлических и железобетонных опорах. Для ВЛ 6-35 кВ, установленных на деревянных и других опорах заземляющие тросы используются для молниезащиты на подходах к электрическим подстанциям. Обычно применяют стальной трос сечением около 50-70 мм2.

Другим способом является обеспечение малого сопротивления заземления опор. При этом резко снижаются вероятность поражения молнией фазовых проводов и импульсное напряжение на изоляции при ударе в опоры и трос. Максимальное сопротивление заземляющих устройств опор при высоте 50м приведено в ПУЭ:

Таблица 5

|  |  |
| --- | --- |
| Удельное сопротивление грунта, Ом/м | Максимальное сопротивление ЗУ, Ом |
| до 100 | 10 |
| 100-500 | 15 |
| 500-1000 | 20 |
| 1000-5000 | 30 |
| Более 5000 | 6·10-3ρ |

При высоте опор более 50 м сопротивление заземляющего устройства может быть в 2 раза ниже указанных в таблице значений. Однако, на двухцепных и многоцепных опорах воздушных линий (независимо от напряжения линии и высоты опор), рекомендуется снижать сопротивление заземляющих устройств в 2 раза по сравнению с этими же значениями.

**2.2. Расчет молниезащиты**

Рассчитаем молниезащиту общественного здания находящегося в Московской области.

ширина *А*=14 м; длина *L*=28 м; высота здания *Н*=12 м.

Определяем, что здание относится к III категории опасности поражения молнией и устройств молниезащиты. Зона защиты -Б, так как

ожидаемое количество *N* поражений молнией в год зданий и сооружений, не оборудованных молниезащитой, вычисляют по формуле

*N* = (*А*+6*H*)(*L*+6*H*)*n*10-6  где,

*n* -среднегодовое число ударов молний в 1км2 земной поверхности .

Для Московской области *n*=2

*N* = (*А*+6*H*)(*L*+6*H*)*n*10-6 = (14+6\*12) (28+6\*12) \*2\* 10-6=0,0172

Так как *N* = 0,0172 < 1 , то зону следует выбирать типа Б.

В нашем случае подходит одиночный стержневый молниеотвод.

Радиус зоны защиты по высоте здания примем:

ширина 14м и длина 28/2 м

r м

Существуют также зависимости, позволяющие, задаваясь размерами защищаемого объекта (*rx* и *Н*), определить величину *h*. Эта зависимость для зоны Б имеет вид:

*h*=(*rx*+1,63*H*)/1,5.

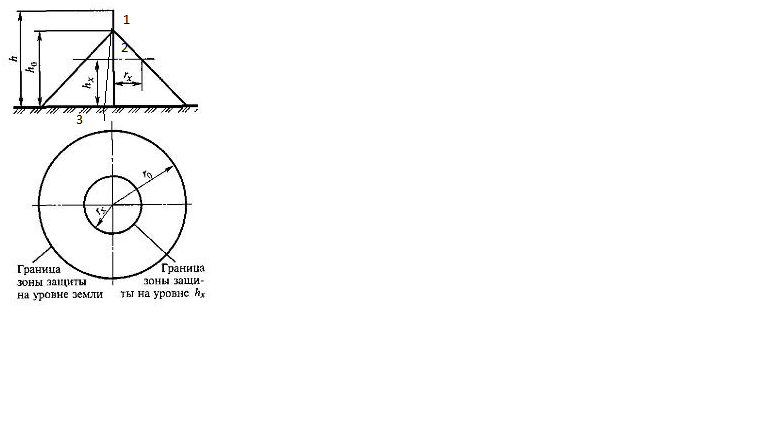
*h*=(19,79+1,3\*12)/1,5=23,59 м -высота одиночного молниеотвода

Зона защиты и радиус зоны защиты на уровне земли

*h0*=0,92*h*=0,92\*23,59=21,7 м.

*r0*=1,15*h*=1,15\*23,6=27,14 м.

Границы зон защиты на высоте здания (*rх* = 20 м) и на уровне земли (*rо* = 27,14 м) обеспечивают защиту здания от поражения молнией.



**3.Охрана труда и электробезопасность**

**3.1.Организация работы по охране труда на предприятии и на рабочем месте**

Охрана труда представляет собой систему законодательных актов, социально экономических, организационных, технических и лечебно-профилактических мероприятий и средств, обеспечивающих безопасность, сохранение здоровья и работоспособности человека в процессе труда.

Охрана труда выявляет и изучает возможные причины производственных несчастных случаев, профессиональных заболеваний, аварий, взрывов, пожаров и разрабатывает систему мероприятий и требований с целью устранения этих причин и создания, безопасных и благоприятных для человека условий труда.

Сложность стоящих перед охраной труда задач требует использования достижений и выводов многих научных дисциплин, прямо или косвенно связанных с задачами создания здоровых и безопасных условий труда. Так как главным объектом охраны труда является человек в процессе труда, то при разработке требований производственной санитарии используются результаты исследований ряда медицинских и биологических дисциплин.

Особо тесная связь существует между охраной труда, научной организацией труда, эргономикой, инженерной психологией и технической эстетикой.

Законодательно – правовыми актами по охране труда и охране окружающей среды являются:

Конституция Российской Федерации, Кодекс законов о труде Российской

федерации (КЗоТ РФ), Уголовный кодекс Российской Федерации, “ Основы

законодательства РФ об охране труда “, Постановление Верховного Совета РФ “О порядке введения в действие Основ законодательства”, Указ Президента РФ “Об ответственности за нарушение трудовых прав граждан ”, “ Правила возмещения работодателем вреда, причинённого работникам увечьем, профессиональным заболеванием либо иным повреждением здоровья, связанного с исполнением ими трудовых обязанностей “, утверждённые Постановлением Верховного Совета РФ.

Основные положения об охране труда закреплены Конституцией РФ, Кодексом законов о труде РФ, а также Системой стандартов безопасности труда и постановлением Верховного Совета РФ.

Конституция РФ устанавливает гарантированное право граждан РФ на труд, отдых, охрану здоровья.

В соответствии с этим на предприятиях должна быть служба охраны труда.

Служба охраны труда на предприятии — самостоятельное структурное подразделение, которое подчиняется непосредственно руководителю или главному инженеру предприятия и несет ответст­венность за организацию работы на предприятии по созданию здоро­вых и безопасных условий труда работающих, предупреждению не­счастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний.

Служба охраны труда, инженер по охране труда или лица, вы­полняющие его функции обязаны:

—организовывать работу по охране труда и контролировать со­блюдение на предприятии действующего законодательства о труде и охране труда, инструкций по охране труда, производственной санита­рии, пожарной безопасности;

—контролировать соблюдение правильности эксплуатации па­ровых котлов, сосудов, работающих под давлением, баллонов со сжа­тыми, сжиженными и растворенными газами, контрольной аппарату­ры, кранов, подъемников, графиков замера производственного шума, воздушной среды, вибрации;

—составлять перечень работ повышенной опасности, регистри­ровать их проведение, осуществлять контроль за их безопасным про­изводством;

—разрабатывать программы обучения работающих безопасным методам труда;

—составлять с участием руководителей технических служб пе­речень инструкций по охране труда для отдельных профессий и от­дельных видов работ;

—участвовать в работе квалификационных комиссий по прове­дению квалификационных экзаменов, в комиссиях по проверке зна­ний рабочими правил, норм и инструкций по охране труда;

—участвовать в работе экзаменационных комиссий по проверке знаний должностными лицами и специалистами законодательства о труде, правил и норм по охране труда;

—разрабатывать программу вводного инструктажа и обеспечи­вать его проведение;

—контролировать обеспечение работников средствами индиви­дуальной защиты и правильность их применения;

—участвовать в составлении раздела коллективного договора, касающегося вопросов улучшения условий труда, укрепления здоро­вья работников;

—участвовать в расследовании несчастных случаев и профес­сиональных заболеваний на производстве, разработке мероприятий по их предупреждению, вести учет и анализировать причины проис­шествий;

—контролировать выполнение предписаний органов государ­ственного специализированного надзора;

—консультировать работников по вопросам охраны труда, осу­ществлять руководство работой кабинета охраны труда, организовы­вать на предприятии пропаганду охраны труда и др.

Наниматель обязан обеспечить обучение, инструктаж, повыше­ние квалификации и проверку знаний работников по охране труда.

Обучение, повышение уровня и проверка знаний по вопросам охраны труда рабочих проводится в соответствии с Типовым положе­нием о беспрерывном профессиональном обучении рабочих.

Учебные планы и программы при подготовке рабочих по про­фессиям должны предусматривать теоретическое обучение по вопросам охраны труда и производственное обучение безопасным методам и приемам труда.

Теоретическое обучение осуществляется в рамках специального учебного предмета «Охрана труда» и (или) соответствующих разделов специальных дисциплин в объеме не менее 10 ч.

При обучении профессиям рабочих, занятых на работах с по­вышенной опасностью, предмет «Охрана труда» преподается в объеме не менее 60 ч в учреждениях, обеспечивающих получение профессио­нально-технического образования, и не менее 20 ч — на курсах непо­средственно в организации.

Обучение безопасности труда проводят по учебным програм­мам, составленным на основе типовых программ. При подготовке по профессиям, к которым предъявляются дополнительные (повышен­ные) требования безопасности труда, программа согласовывается с со­ответствующими органами государственного надзора.

Подготовка, переподготовка, получение второй профессии, по­вышение квалификации по профессии рабочих завершается экзаме­ном в квалификационной комиссии.

Состав комиссии определяется Положением о порядке аттестации лиц, прошедших обучение профессиям рабочих в условиях непрерыв­ного профессионального обучения, и присвоения им квалификации. В экзаменационные билеты включаются вопросы по охране труда. Результаты проверки знаний по вопросам охраны труда оформляются протоколом. Ответственность за организацию своевременного и качественного обучения и проверку знаний в целом по предприятию возлагают на нанимателя (главного инженера, технического директора), в подраз­делениях (цехе, участке, мастерской, лаборатории) — на руководителя подразделения, а в учебном заведении — на директора. Своевремен­ность обучения методам безопасности труда работников предприятия и учебного заведения контролирует отдел охраны труда или работ­ник, на которого возложены эти обязанности приказом руководителя предприятия (учебного заведения).

**3.2.Мероприятия по технике безопасности при монтаже молниезащитных установок**

При электромонтажных работах должны выполняться следующие общие требования безопасности:

а) не допускается выполнение работы вне помещений на высоте, а также при применении электрооборудования, измерительных приборов во время тумана, дождя, грозы, гололеда и при ветре силой 12 м/с и более;  
б) сверление и пробивку отверстий в кирпиче и бетоне, протяжку стального провода в трубы необходимо производить с использованием защитных очков с небьющимися стеклами. При пробивке отверстий ручным инструментом (шлямбуром, оправкой и т.п.) необходимо проверить, чтобы длина его рабочей части превышала толщину стены не менее чем на 200 мм;  
в) при затягивании провода (кабеля) в трубу (канал) руки работающего должны быть на расстоянии не менее 1 м от торца трубы (канала);  
г) при измерении сопротивления изоляции жил проводов и кабелей мегаомметром (выполняется персоналом с квалификационной группой по электробезопасности не ниже III) концы проводов (кабелей) с противоположной стороны должны быть ограждены или находиться под контролем специально выделенного для этих целей дежурного, аттестованного по правилам электробезопасности;

д) электромонтажному персоналу запрещается производить какие-либо работы, относящиеся к эксплуатации электроустановок на строительной площадке;  
е) при применении грузоподъемных кранов к строповке материалов, изделий и конструкций допускаются электромонтажники, имеющие удостоверения стропальщика (такелажника).

При работе на высоте электромонтажники должны выполнять следующие требования безопасности:

а) применять инвентарные средства подмащивания, прошедшие испытания в установленные сроки;

б) при работе на высоте более 1,3 м рабочие места должны иметь защитные ограждения высотой 1,1 м, а при их отсутствии необходимо применять предохранительный пояс;

в) подавать предметы работающему на высоте следует с помощью веревки. Во избежание раскачивания предмет необходимо придерживать оттяжкой;  
г) запрещается работать на монтируемых конструкциях, шинопроводах, лотках, ходить по ним, а также перелезать через ограждения;  
д) ограждать места установки приставных лестниц на участках движения транспорта или людей;

е) запрещается применять в качестве средств подмащивания ящики, бочки или другие случайные предметы;

ж) при выполнении верхолазных работ следует выполнять требования, изложенные в «Типовой инструкции по охране труда для работников, выполняющих верхолазные работы».

При работе в колодцах, коллекторах и других подземных сооружениях следует выполнять следующие требования безопасности:

а) для освещения рабочих мест в колодцах и туннелях следует применять светильники напряжением 12 В или аккумуляторные фонари, а для работы — электрический инструмент напряжением не выше 50 В, соответствующий по исполнению категориям помещений по электро-, пожаро- и взрывоопасности;  
б) при открывании колодцев необходимо применять искробезопасный инструмент, а также избегать ударов крышки о горловину люка. Во избежание повреждения рук или ног снимать крышки с колодцев необходимо с помощью захватов;

в) при работе в колодцах двое рабочих должны находиться вне колодца, страховать непосредственных исполнителей работы с помощью страховочных канатов, прикрепленных к лямочным предохранительным поясам работающих в колодце. У открытого люка колодца следует установить предупреждающий знак или сделать ограждение;  
г) во время работы в коллекторах и туннелях электромонтажники должны иметь возможность выхода с двух сторон;

д) в подземных сооружениях к месту работы необходимо следовать по установленным маршрутам, не прикасаясь к кабелям, проводам, корпусам электрооборудования.

При монтаже воздушной линии электропередачи (ЛЭП) и контактных сетей городского транспорта необходимо выполнять следующие требования безопасности:  
а) снимать расчалки и тросы с установленной опоры следует только после ее закрепления;  
б) при работе на опоре пользоваться предохранительным поясом и опираться на оба лаза (когтя) в случае их применения;

в) при выходе из корзины подъемного механизма на собранную и закрепленную опору необходимо надежно закрепиться предохранительным поясом за траверсу или опору;

г) перед уходом с места работы поднятые наверх конструкции следует надежно закрепить;

д) приступать к монтажу проводов допускается только после закрепления опор и достижения бетоном фундамента расчетной прочности;  
е) раскатывать провода и тросы следует в брезентовых рукавицах. При ручной раскатке необходимо применять брезентовые наплечники;  
ж) раскатка проводов с автомашины должна производиться при скорости движения не более 10 км/ч;

з) сматывать с барабана последние 6—12 витков провода следует вручную во избежание удара проводом, причем раскатываемый провод должен быть закреплен к ближайшей опоре;

и) при монтаже и демонтаже воздушных ЛЭП необходимо заземлять участки смонтированной линии, при этом расстояние между заземлителями должно быть не более 3 км;

к) приступать к монтажу контактных сетей разрешается после готовности трамвайных путей и автомобильных дорог для передвижения транспорта и механизмов. Место работы по согласованию с госавтоинспекцией необходимо ограждать и выставлять соответствующие знаки;

л) запрещается перестановка поперечно-несущих тросов и поддерживающих устройств (консолей, кронштейнов, фиксаторов и т. д.) с подвешенным контактным проводом;

м) следует надежно заземлить после подвески троса и контактного провода каждую секцию. Снимать заземление допускается только после окончания всех монтажных работ, перед непосредственной подачей напряжения на линию.  
 При монтаже проводов запрещается:

а) подниматься на анкерную опору или находиться на ней со стороны проводов;  
б) подниматься на угловые опоры и работать со стороны внутреннего угла;  
в) устанавливать гидроподъемники и телескопические вышки внутри угла поворота ЛЭП;

г) находиться под проводами во время их монтажа;

д) поправлять на барабане витки провода во время его раскатки;  
е) находиться с внутренней стороны натяжения для освобождения рабочего, зацепившегося при натяжении провода.

При монтаже кабельных линий необходимо выполнять следующие требования безопасности:

а) перед перемещением барабана с кабелем принять меры, исключающие захват одежды рабочих. Для этого необходимо удалить с барабана торчащие гвозди, а концы кабеля надежно закрепить;

б) для размотки кабеля барабан установить на домкраты соответствующей грузоподъемности или специальные тележки и поднять на 0,15-0,2 м от поверхности;  
в) на трассах прокладки кабелей, имеющих повороты, запрещается размещаться внутри углов поворота кабеля, поддерживать кабель на углах поворота, а также оттягивать его вручную. На прямолинейных участках трассы электромонтажникам следует находиться по одной стороне кабеля;  
г) при ручной прокладке кабеля количество электромонтажников должно быть таким, чтобы на каждого из них приходился участок кабеля массой не более 35 кг;

д) при массе кабеля более 1 кг на 1 м его подъем и крепление с приставных лестниц или лестниц-стремянок запрещаются;

е) расстояние от края траншеи до кабельных барабанов, механизмов и приспособлений должно быть не менее ее глубины;  
ж) опускать последний виток кабеля с барабана в колодец или туннель следует плавно с помощью пенькового каната;

з) разжигать горелки, паяльные лампы, разогревать кабельную массу и расплавлять припой следует на расстоянии не менее 2 м от колодца (туннеля). Опускать в колодец расплавленный припой и разогретую кабельную массу следует в ковше или закрытом сосуде, подвешенном с помощью карабина к металлическому тросику;

и) при работе с эпоксидным компаундом и отвердителем следует соблюдать меры безопасности, принятые для работ с токсичными веществами;  
к) кабельную массу для заливки муфт следует разогревать в металлической просушенной посуде с крышкой и носиком. Запрещается доводить массу до кипения. Недопустимо попадание воды в горячую массу;

л) разогревать и переносить ковш с припоем, а также сосуды с кабельной массой следует в защитных очках и брезентовых рукавицах длиной до локтя.  
Передавать ковш с припоем или сосуд с кабельной массой из рук в руки запрещается (для передачи емкость необходимо ставить на землю или прочное основание).

**3. 3**. **Организационные и технические мероприятия по охране труда при эксплуатации молниезащиты**

В процессе работы монтажник электрооборудования   обязан:

-выполнять только ту работу, которая поручена администрацией. Если недостаточно хорошо известен безопасный способ выполнения работы, обратиться к администрации за разъяснением;

-не приступать к новой (незнакомой) работе баз получения от мастера инструктажа о безопасных способах ее выполнения;

-не допускать на рабочее место лиц, на имеющих отношения к данной работе. Без разрешения мастера не доверять свою работу другому рабочему;

-заметив нарушение инструкции другими рабочими или опасность для окружающих, не оставаться безучастным, а предупредить рабочего об опасности или необходимости соблюдения правил техники безопасности.

Перед снятием электрооборудования для ремонта снять напряжение в сети не менее чем в двух местах, а также удалить предохранители. Приступить к снятию электрооборудования только после проверки отсутствия напряжения и вывешивания плаката "Не включать. Работают люди" на рубильник или ключ управления.

Для подъема, снятия, установки и транспортирования тяжелых (массой более 16 кг) агрегатов, узлов и деталей нужно пользоваться исправным подъемно-транспортным оборудованием соответствующей

грузоподъемности, на котором вам разрешено работать.

При работе с грузоподъемными механизмами выполнять требования инструкции по охране труда для лиц, пользующихся грузоподъемными механизмами, управляемыми с пола.

Разборку и сборку мелких узлов электрооборудования производить на верстаках, а крупногабаритных - на специальных рабочих столах или стендах, кассетах, обеспечивающих устойчивое их положение.

Гаечные ключи применять только по размеру гаек или болтов. При затягивании или откручивании гаек или болтов нельзя устанавливать подкладка между гранями ключа и гайки, а также пользоваться рычагами .

При снятии, прессовке и запрессовке вставных узлов и деталей, пользоваться съемниками, прессами и другими приспособлениями,

Перед испытанием электрооборудования после ремонта оно должно быть прочно закреплено, заземлено (занулено) .

Выполняя работу совместно с несколькими лицами, должен назначаться старший (звеньевой) рабочий, который обязан согласовывать действия товарищей по работе.

**3.4.Противопожарная безопасность при эксплуатации высоковольтного электрооборудования**

Наиболее частыми причинами возникновения пожаров и взрывов являются электрические искры и дуги, недопустимы перегрев проводников токами коротких замыканий и вследствие перегрузок, неудовлетворительное состояние контактов в местах соединения проводов или присоединения их к выводам электрооборудования. Возможны загорания изоляции проводов электрических машин и трансформаторов вследствие повреждения изоляции и перегрузки их токами.

Чтобы избежать недопустимого перегрева проводников, искрения и образования электрических дуг в машинах и аппаратах, электрооборудования для пожароопасных и взрывоопасных электроустановок необходимо выбирать в строгом соответствии с требованиями Правил устройства электроустановок. Во избежание недопустимых перегрузок и токов короткого замыкания следует применять электрическую защиту проводов и электроприемников.

Электрическое оборудование применяемые в электроустановках, должны обеспечивать необходимую степень защиты их изоляции от вредного действия окружающей среды и безопасность в отношении пожара или взрыва из-за их неисправности. В связи с этим имеется следующая классификация электротехнического оборудования: открытое, защищенное, каплезащищенное, брызгозащищенное, водозащищенное, закрытое, пылезащищенное, пыленепроницаемое, герметичное, взрывозащищенное, взрывобезопасное, особовзрывоопасное и другие

**4.Охрана окружающей среды и энергосбережение**

**4.1.Мероприятия по охране окружающей среды при эксплуатации электроустановок**

Экологические аспекты, в частности влияние электроустановок на окружающую среду – один из важнейших вопросов в энергетике. Любая электроустановка в той или иной мере оказывает негативное влияние на окружающую среду, в том числе и на живых существ – от насекомых до человека.

При эксплуатации электроустановок должны приниматься меры для предупреждения или ограничения прямого и косвенного воздействия на окружающую среду выбросов загрязняющих веществ атмосферу и сбросов сточных вод в водные объекты, снижения звукового давления и сокращения потребления воды из природных источников.

Выброс загрязняющих веществ в атмосферу должен быть не выше нормы предельно допустимых или временно согласованных выбросов, сброс загрязняющих веществ в водные объекты - норм предельно допустимых сбросов, шумовое воздействие- норм звуковой мощности, установленных для каждого объекта.

На предприятии, эксплуатирующем электрооборудование с большим объемом масла, должны быть разработаны мероприятия по предотвращению аварийных и других залповых выбросов его в окружающую среду.

Предприятия, на которых при эксплуатации электроустановок образуются токсичные отходы, должны обеспечивать их своевременную утилизацию, обезвреживание и захоронения.

Эксплуатация электроустановок без устройств, обеспечивающих соблюдение установленных санитарных норм и природоохранных требований или с неисправными устройствами, не обеспечивающими соблюдение этих требований, запрещается.

Также энергетики уделяют повышенное внимание защите объектов животного мира при эксплуатации электроустановок: оснащают воздушные линии электропередачи (ВЛ) птицезащитными устройствами, изолируют токоведущие части ошиновки подстанций и производят замену неизолированного провода на СИП (самонесущий изолированный провод).. В рамках реализации программы экологической безопасности также производится замена масляных выключателей на современные вакуумные и маслонаполненые высоковольтные вводы на вводы с твердой изоляцией. Перечисленные мероприятия позволяют предельно снизить риск вредного воздействия на окружающую среду в процессе эксплуатации объектов электросетевого хозяйства.

**4.2.Мероприятия по снижению электропотребления и рациональному использованию электроэнергии**

Для обеспечения рационального и экономного использования энергии в производстве на предприятиях ежегодно разрабатываются планы организационно-технических мероприятий по среднему снижению [удельных норм расхода электроэнергии](http://electricalschool.info/econom/normi/1301-normirovanie-raskhodov-jelektrojenergii.html).

В этих планах предусматриваются конкретные мероприятия по снижению расхода электроэнергии за счет совершенствования технологических процессов производства, внедрение новой техники, повышения производительности действующего оборудования, совершенствования способов производства и приемов работы, автоматизации.

Основной задачей разработки и осуществления мероприятий по [экономии электроэнергии](http://electricalschool.info/econom/) является устранение или резкое сокращение потерь электроэнергии в установках потребителей.

Энергетические потери необходимо разделить на потери неустранимые (или потери, устранение которых экономически неоправдано) и потери, устранение которых в данных технических условиях возможно и экономически целесообразно.

Неустранимые энергетические потери — это электрические (в оборудовании и сетях), механические (в станках и передачах), потери напора в трубопроводах, потери тепла в оборудовании и тепловых сетях и т.д.

[Потери электроэнергии](http://electricalschool.info/main/osnovy/993-moshhnost-i-poteri-jenergii-v-cepi.html), устранение которых возможно и экономически целесообразно, можно разделить на:

а) потери, вызванные неудовлетворительной эксплуатацией оборудования и инженерных сетей;

б) потери, вызванные конструктивными недостатка ми оборудования, неправильным выбором технологического режима работы, отставанием развития инженерных сетей и т. д.

К потерям, вызванным неудовлетворительной эксплуатацией оборудования и инженерных сетей, относятся:

1. Нерациональное использование осветительных установок.

2. Утечки сжатого воздуха, технической воды, кислорода, технологических жидкостей и газов из-за плохого состояния трубопроводов, соединительной и запорной арматуры.

3. Сверхнормативные потери тепла из-за плохой термоизоляции электрических печей, потерь на излучение через открытые окна плавильных печей и печей термообработки, холостого хода термических печей.

4. Неполная загрузка технологического оборудования, неплановые простои, неисправность оборудовании, технологические нарушения, вызывающие холостой ход и нерациональное использование агрегатов, отсутствие технологических карт, определяющих оптимальный режим работы оборудования, плохая организация рабочих мест.

5. Сверхнормативные потери электроэнергии в электрооборудовании и сетях: наличие электродвигателей завышенной мощности, холостой ход сварочных трансформаторов, технологического оборудования, отсутствие или недостаточная [компенсация реактивной мощности](http://www.electricalschool.info/main/elsnabg/14-dlja-chego-nuzhna-kompensacija.html), работа сетевых трансформаторов в выходные дни и часы ночных провалов нагрузки.

К потерям, вызванным конструктивными недостатками оборудования, неправильным выбором технологического режима работы, отставанием развития инженерных сетей, неиспользованием новейшей технологии и современного оборудования относятся следующие.

1. Нерациональная [эксплуатация](http://electricalschool.info/main/ekspluat/) компрессорных установок.

2. Нерациональная эксплуатация электродуговых сталеплавильных и индукционных печей.

3. Наличие больших припусков заготовок, приводящих к увеличению объема механической обработки, обработка малогабаритных деталей на крупных уникальных станках, недостаточное применение пластических формовочных смесей (резко снижающих припуски заготовок), недостаточное по объему изготовление поковок в штампах, отсутствие оборудования для точного литья, холодного выдавливания и др.

4. Несовершенная система водоснабжения.

5. Работа технологического и электрического оборудования с повышенными потерями или с пониженной производительностью.

При разработке плана организационно-технических мероприятий по экономии энергоресурсов мероприятия по устранению и сокращению потерь энергоресурсов должны быть подразделены на:

а) организационные мероприятия, осуществляемые без дополнительных затрат. Например, очистка оконных проемов, соблюдение графиков включения и отключения освещения, устранение утечек сжатого воздуха, поды, полная загрузка электрических печей и т.д.;

б) мероприятия текущего порядка, осуществляемые за счет средств предприятии или кредитов банка. Например, ремонты и модернизация оборудования, восстановление или реконструкция теплоизоляции электропечей, внедрение автоматизации управления технологическими процессами или агрегатами, реконструкция инженерных сетей (замена запорной арматуры, увеличение сечений трубопроводов, устройство охладителей для системы оборотного водоснабжения и др.);

в) мероприятия реконструкционного порядка.

Составление, разработка и осуществление планов организационно-технических мероприятий по экономии электроэнергии имеют большое организующее значение, являются необходимыми формами планомерного и эффективного использования непроизводительных затрат и резервов экономии на каждом производстве.

В составлении планов организационно-технических мероприятий должны участвовать не только работники энергослужб, но и руководители цехов, участков, технологи, механики, экономисты и передовые рабочие.

План организационно-технических мероприятий должен включать мероприятия по рациональному электропотреблению; внедрению более совершенных технологических процессов и оборудования, требующих меньших удельных энергозатрат; борьбе с потерями электроэнергии во всех звеньях электропотребления предприятия.

По каждому мероприятию, включаемому в план, необходимо производить определение его экономической эффективности.

Для анализа результатов использования электроэнергии за отчетный период и установленных предприятию удельных норм расхода электроэнергии важное значение имеет правильное составление отчетов о выполнении организационно-технических мероприятий.

При составлении планов организационно-технических мероприятий необходимо учитывать следующие понятия.

1. Условно-годовая экономия электроэнергии — экономический эффект в кнловат-часах, который может быть получен за год при условии использования всех мероприятий, предусмотренных планом.

2. Фактическая экономия электроэнергии, полученная от проведенных мероприятий, выполненных в данном квартале или за иной отчетный период с момента внедрения мероприятий.

3. Экономия энергии, полученная в данном квартале от мероприятий, выполненных в предыдущих кварталах. Если мероприятия будут выполнены не полностью, то в отчетах за квартал необходимо указывать условно-годовую экономию, соответствующую объему фактически выполненных работ.

Более точное определение фактически полученной экономии энергии может быть подсчитано по учетным приборам. В том случае, когда установка или цех или отдельный агрегат не имеет самостоятельного учета, полученная экономия определяется по расчету исходя из сроков внедрения мероприятий и фактически выполненного объема работ.

Для мероприятий чисто режимного характера, например, таких, как поддержание оптимального режима работы оборудования, организация систематического контроля за техническим состоянием оборудования, применение прогрессивных мер и режимов, условно-годовая экономия будет соответствовать фактически достигнутой за отчетный период. При этом экономия электроэнергии достигается лишь в период действия режимных факторов и прекратится при отсутствии вмешательства дежурного оперативного или обслуживающего персонала.

Только комплексное рассмотрение всех энергетических систем и установок, а также тщательный анализ их совместной работы позволит добиться максимальной энергетической эффективности их работы и соответственно экономии энергетических ресурсов на предприятии.

**Заключение**

В результате дипломного проекта была рассмотрена зонная концепция систем молнии -защиты зданий и ЛЭП. Для дипломной работы требовалось выполнить: общую часть проекта, расчетную часть проекта и макет системы молниезащиты.

В общей части проекта были рассмотрены понятия природы молнии, молниезащиты и зон защиты молниеотводов, а также виды молниеотводов и их конструкции, токоотводы, заземлители. Были приведены расчетные схемы по определению безопасного расстояния от молниеотвода до сооружения, по нормированию сопротивления заземления. Была рассмотрена внутренняя молниезащита.

В расчетной части был произведен выбор системы молниезащиты для здания с определенными параметрами.

Итак, система молниезащиты не предотвращает от удара молнии, она предоставляет возможность контроля над ней .Своевременно и в полной мере осуществленный комплекс мер по молниезащите —это предотвращение возможных воздействий молнии и обеспечения максимальной безопасности человека.

**Список литературы**

1.IEC-61024-1 (1990-04): «Молниезащита строительных конструкций. Часть 1. Основные принципы»

2.IEC-61024-1-1 (1993-09): «Молниезащита строительных конструкций. Часть 1. Основные принципы. Руководство А: Выбор уровней защиты для молниезащитных систем»

3.IEC-61312-1 (1995-05): «Защита от электромагнитного импульса молнии. Часть 1. Основные принципы».

4. IEC-61643-12 (2002): «Устройства защиты от перенапряжений для низковольтных систем распределения электроэнергии. Часть 12. Выбор и принципы применения».

5. СО–153-34.21.122-2003 «Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций».

6. СП 31-110-2003 «Проектирование и монтаж электроустановок жилых и общественных зданий»

7.Богданов, К.Ю. Молния: больше вопросов, чем ответов // Наука и жизнь. - 2007. - № 2. - С. 19-32.

8. Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций (Утвержденной приказом Минэнерго России 30.06.2003 г. N 280).

9.Кужекин,И.П. Молния и молниезащита. Москва, Знак. 2003 г.

**колледж высшей категории**

**Выпускная квалификационная работа**

**Зонная концепция систем молнии-защиты зданий и ЛЭП**

Выполнил:

студент - х курса,

гр. хххххх

Иксов Игрек

Проверил:

Наставников Мастер

Город 2015

**Материал не вошедший в диплом**

**1.3. Конструкция молниеотводов**

Современные условия и практика молниезащиты зданий позволяют использовать, в зависимости от преимущественного применения, соответственно древесину, железобетон и металл.

Применение того или иного материала обусловливается требуемой вы-

сотой молниеотвода, расчетными механическими нагрузками, клима-

тическими условиями, долговечностью и др.

1) Деревянные конструкции отдельно стоящих молниеотводов широко применяются при защите невысоких объектов, главным образом

одноэтажных жилых домов и приусадебных построек. Несущие кон-

струкции из дерева применяются, как правило, лишь для молниеотво-

дов стержневого типа.

Использование деревянных конструкций для тросовых молниеотво-

дов нецелесообразно, так как горизонтальные нагрузки от тяжения троса

приводят к необходимости применения А-образных конструкций или кон-

струкций с оттяжками, вызывающих значительные перерасходы материа-

ла и требующих больших площадей в месте установки молниеотвода.

Стержневые молниеотводы, единственной дополнительной нагруз-

кой которых является только давление ветра, более предпочтительны,

чем молниеотводы тросового типа. Однако по мере увеличения высоты

молниеотвода эти нагрузки возрастают пропорционально удлинению

стойки и при определенных условиях, зависящих от скорости ветра дан-

ного района и высоты молниеотвода, достигают таких значений, при ко-

торых использование дерева для несущих конструкций уже становится

нецелесообразным. Практикой проектирования установлено, что опти-

мальная высота деревянных конструкций отдельно стоящих стержневых

молниеотводов в зависимости от конкретных условий составляет не бо-

лее 20–25 м. Материалом для изготовления несущих деревянных кон-

струкций молниеотводов может служить древесина осины, лиственницы,

ели, пихты; применение ели и пихты для приставок не рекомендуется.

Минимальный диаметр бревен в верхнем отрубе не должен быть

менее 120 мм. В целях предотвращения преждевременного загнивания

все деревянные детали несущих конструкций молниеотводов подверга-

ются антисептированию. Допускается использовать без обработки ан-

тисептирующими составами воздушно-сухую древесину лиственницы

зимней рубки. Увеличивает срок эксплуатации применение деревянных

стоек молниеотводов с железобетонными приставками, используемы-

ми в сельском электросетевом строительстве. Наиболее эффективно

применение железобетонных приставок при установке молниеотводов

в неблагоприятных грунтовых условиях (песчаные и суглинистые грун-

ты), в которых загнивание подземной части деревянных стоек особен-

но интенсивно.

2) Деревянные конструкции молниеотводов, устанавливаемые на

защищаемом доме, выполняются из пиломатериалов хвойных пород

дерева. Древесина, используемая для этих целей, должна быть обяза-

тельно воздушно-сухой сушки.

Конструкции выполняются в виде стоек, которые служат для закре-

пления на них молниеприемников и токоотводов. Площадь поперечно-

го сечения стоек определяется расчетом в соответствии с конкретными

расчетными нагрузками, однако не должна быть менее 150 мм2. При

установке непосредственно на кровле стойка закрепляется так, чтобы в

процессе эксплуатации обеспечивалась стабильность ее положения и

исключалось протекание крыши в месте установки стойки.

3) Железобетонные конструкции отдельно стоящих молниеотводов

обладают высокими технико-экономическими показателями, просты в

монтаже, долговечны и надежны в эксплуатации. Железобетонные кон-

струкции стоек молниеотводов могут быть выполнены с предваритель-

ным напряжением арматуры или с ненапряженной арматурой; из ви-

брированного или центрифугированного бетона; прямоугольного или

круглого (полого или сплошного) поперечного сечения.

Обычно в качестве несущих конструкций для этого типа молниеот-

водов служат типовые унифицированные железобетонные опоры, из-

готавливаемые на специализированных предприятиях для нужд энер-

гетического строительства. Наиболее удобными для изготовления

молниеотводов являются железобетонные стойки опор линий электро-

передачи, контактной сети электрифицированного транспорта или

уличного освещения городов.

В качестве несущих конструкций этих молниеотводов использованы

железобетонные стойки опор линий электропередачи.

4) Металлические конструкции молниеотводов могут выполняться

либо отдельно стоящими, либо установленными на защищаемом соо-

ружении. При этом первые служат для закрепления на них как стерж-

невых, так и тросовых молниеприемников; вторые – только стержневых

молниеприемников.

Металлоконструкции (особенно в виде пространственной фермы) способны воспринимать значительные механические усилия от воздействия ветра и натяжения тросовых молниеприемников, что выгодно отличает их от конструкций, выполненных из дерева или железобетона.

Как показывает опыт проектирования и сооружения устройств про-

мышленных сооружений молниезащиты, наибольшая оптимальная вы-

сота несущих конструкций отдельно стоящих молниеотводов (тросовых

и стержневых) составляет порядка 45–50 м, жилых домов – до 30 м.

Для изготовления несущих конструкций применяется прокатная

сталь в основном углового профиля. В ряде случаев для этих целей как

местный материал используются стальные, бывшие в употреблении

некондиционные трубы.

Для защиты металла от коррозии вся конструкция молниеотвода (за

исключением контактных поверхностей) покрывается антикоррозийным лаком.

Несущие конструкции молниеотводов могут выполняться в виде

пространственной фермы или телескопического устройства, состоящего из стальных труб различного диаметра. Наиболее распространенной конструкцией является пространственная ферма, собранная из

угловой стали и состоящая из отдельных сварных секций, соединенных

между собой с помощью болтов.

Основаниями металлических молниеотводов служат сборные желе-

зобетонные фундаменты, используемые для сооружения линий электропередачи с металлическими опорами.

Металлические конструкции, устанавливаемые на защищаемом

доме, предназначенные для закрепления молниеотводов высотой до

10 м, подразделяются на два основных типа: настенные и кровельные.

Настенные конструкции выполняются, как правило, в виде крон-

штейнов, отдельные детали которых изготавливаются из угловой или

листовой стали. Закрепление молниеотвода на кронштейне осущест-

вляется с помощью специальных хомутов или скоб.

Для установки стержневых молниеотводов на кровле здания используются оттяжки, изготовляемые, как правило, из угловой стали.

При этом количество оттяжек принимается не менее трех, а угол смещения их по отношению друг к другу не менее 120°. Одним концом от-

тяжки прикрепляются с помощью болтов к кровле, а другим – к фланцу,

установленному на молниеотводе, на расстоянии не менее 1/5 высоты молниеотвода. Основание молниеотвода снабжается специальным

опорным устройством в виде фланца с ребрами жесткости, закрепляемым на кровле с помощью болтов.

Защита металла настенных и кровельных конструкций от коррозии

осуществляется аналогично несущим конструкциям отдельно стоящих

металлических молниеотводов.

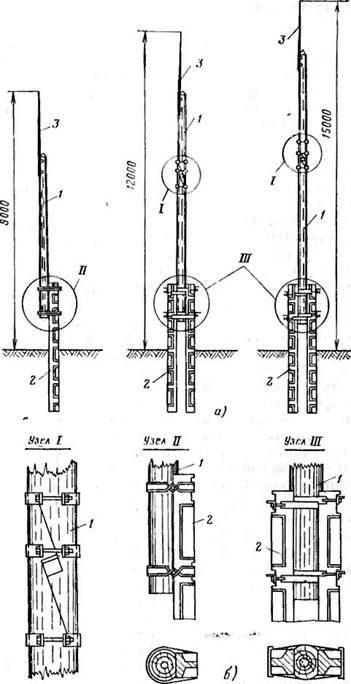


Рис. 10 Конструкции стандартных молниеотводов с деревянными опорами и приставками из железобетона (1 – стойки из дерева; 2 – приставки из железобетона; 3 – молниеприемники).

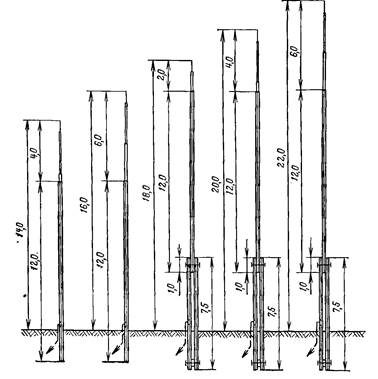


Рис. 11 Конструкции стержневых молниеотводов на сборных ж/б опорах (14 ...22 метра)

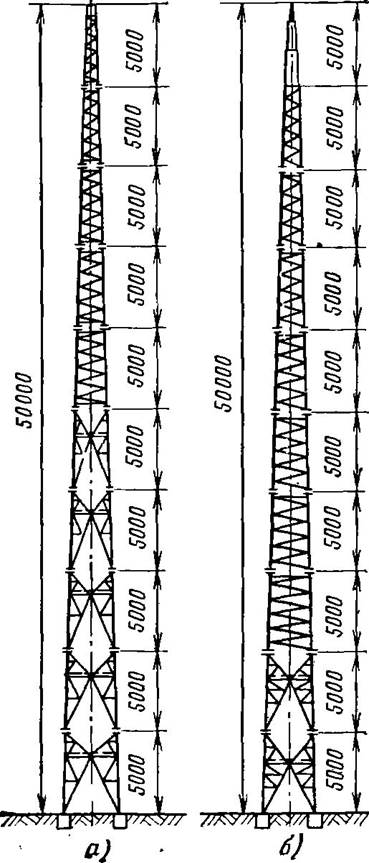


Рис. 12 Молниеотводы стержневого типа, размещённые на металлических опорах: а – молниеотвод тросовой конструкции; б – несущая конструкция стержневого молниеотвода.

**VI**. **Рекомендации по эксплуатационно - технической документации, порядку приемки в эксплуатацию и эксплуатации устройств молниезащиты**

**1. Разработка эксплуатационно-технической документации**

Во всех организациях и предприятиях независимо от форм собственности рекомендуется иметь комплект эксплуатационно-технической документации молниезащиты объектов, для которых необходимо устройство молниезащиты.

Комплект эксплуатационно-технической документации молниезащиты содержит:

-пояснительную записку;  
-схемы зон защиты молниеотводов;  
-рабочие чертежи конструкций молниеотводов (строительная часть), -конструктивных элементов защиты от вторичных проявлений молнии, от заносов высоких потенциалов через наземные и подземные металлические коммуникации, от скользящих искровых каналов и разрядов в грунте;  
-приемочную документацию (акты приемки в эксплуатацию устройств молниезащиты вместе с приложениями: актами на скрытые работы и актами испытаний устройств молниезащиты и защиты от вторичных проявлений молнии и заноса высоких потенциалов).

В пояснительной записке приводятся:

-исходные данные разработки технической документации;  
-принятые способы молниезащиты объектов;  
-расчеты зон защиты, заземлителей, токоотводов и элементов защиты от вторичных проявлений молнии.

В пояснительной записке указываются предприятие-разработчик комплекта эксплуатационно-технической документации, основание для его разработки, перечень действующих нормативных документов и технической документации, которыми руководствовались при работе над проектом, специальные требования к проектируемому устройству.

Исходные данные для проектирования молниезащиты включают:

-генеральный план объектов с указанием расположения всех объектов, подлежащих молниезащите, автомобильных и железных дорог, наземных и подземных коммуникаций (теплотрасс, технологических и сантехнических трубопроводов, электрических кабелей и проводок любого назначения и т. п.);  
-категории молниезащиты каждого объекта;   
-данные о климатических условиях в районе размещения защищаемых зданий и сооружений (интенсивности грозовой деятельности, скоростном напоре ветра, толщине стенки гололеда и т. п.), характеристику грунта с указанием структуры, агрессивности и рода почвы, уровня грунтовых вод;  
удельное электрическое сопротивление грунта (Ом·м) в местах расположения объектов.

В разделе "Принятые способы молниезащиты объектов" излагаются выбранные способы защиты зданий и сооружений от непосредственного контакта с каналом молнии, вторичных проявлений молнии и заносов высоких потенциалов через наземные и подземные металлические коммуникации.

Объекты, построенные (проектируемые) по одному и тому же типовому или повторно применяемому проекту, имеющие единые строительные характеристики и геометрические размеры и одинаковое устройство молниезащиты, могут иметь одну общую схему и расчет зон защиты молниеотводов. Перечень этих защищаемых объектов приводится на схеме зоны защиты одного из сооружений.

При проверке надежности защиты с использованием программного обеспечения приводятся данные компьютерных расчетов в виде сводки проектных вариантов и формируется заключение об их эффективности.

При разработке технической документации предлагается максимально использовать типовые конструкции молниеотводов и заземлителей и типовые рабочие чертежи по молниезащите. При невозможности применения типовых конструкций устройств молниезащиты могут разрабатываться рабочие чертежи отдельных элементов: фундаментов, опор, молниеприемников, токоотводов, заземлителей.

Для уменьшения объема технической документации и удешевления строительства рекомендуется совмещать проекты молниезащиты с рабочими чертежами на общестроительные работы и работы по монтажу сантехнического и электротехнического оборудования с целью использования для молниезащиты сантехнических коммуникаций и заземлителей электротехнических устройств.

**2. Порядок приемки устройств молниезащиты в эксплуатацию**

Молниезащитные устройства объектов, законченных строительством (реконструкцией), принимаются в эксплуатацию рабочей комиссией и передаются в эксплуатацию заказчику до начала монтажа технологического оборудования, завоза и загрузки в здания и сооружения оборудования и ценного имущества.

Приемка молниезащитных устройств на действующих объектах осуществляется рабочей комиссией.

Состав рабочей комиссии определяется заказчиком. В состав рабочей комиссии обычно включаются представители:

-ответственного за электрохозяйство;  
-подрядной организации;  
-инспекции противопожарной охраны.

Рабочей комиссии предъявляются следующие документы:

-утвержденные проекты устройства молниезащиты;  
-акты на скрытые работы (по устройству и монтажу заземлителей и токоотводов, недоступных для осмотра);  
-акты испытаний устройств молниезащиты и защиты от вторичных проявлений молнии и заноса высоких потенциалов через наземные и подземные металлические коммуникации (данные о сопротивлении всех заземлителей, результаты осмотра и проверки работ по монтажу молниеприемников, токоотводов, заземлителей, элементов их крепления, надежности электрических соединений между токоведущими элементами и др.).

Рабочая комиссия производит полную проверку и осмотр выполненных строительно-монтажных работ по монтажу молниезащитных устройств.

Приемка молниезащитных устройств вновь строящихся объектов оформляется актами приемки оборудования для устройств молниезащиты. Ввод молниезащитных устройств в эксплуатацию оформляется, как правило, актами-допусками соответствующих органов государственного контроля и надзора.

После приемки в эксплуатацию устройств молниезащиты составляются паспорта молниезащитных устройств и паспорта заземлителей устройств молниезащиты, которые хранятся у ответственного за электрохозяйство.

Акты, утвержденные руководителем организации, вместе с представленными актами на скрытые работы и протоколы измерений включаются в паспорт молниезащитных устройств.

**3. Эксплуатация устройств молниезащиты**

Устройства молниезащиты зданий, сооружений и наружных установок объектов эксплуатируются в соответствии с Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей и указаниями данной Инструкции. Задачей эксплуатации устройств молниезащиты объектов является поддержание их в состоянии необходимой исправности и надежности.

Для обеспечения постоянной надежности работы устройств молниезащиты ежегодно перед началом грозового сезона производится проверка и осмотр всех устройств молниезащиты.

Проверки проводятся также после установки системы молниезащиты, после внесения каких-либо изменений в систему молниезащиты, после любых повреждений защищаемого объекта. Каждая проверка проводится в соответствии с рабочей программой.

Для проведения проверки состояния МЗС указывается причина проверки и организуются:

-комиссия по проведению проверки МЗС с указанием функциональных обязанностей членов комиссии по обследованию молниезащиты;  
-рабочая группа по проведению необходимых измерений;  
-сроки проведения проверки.

Во время осмотра и проверки устройств молниезащиты рекомендуется:

-проверить визуальным осмотром (с помощью бинокля) целостность молниеприемников и токоотводов, надежность их соединения и крепления к мачтам;

-выявить элементы устройств молниезащиты, требующие замены или ремонта вследствие нарушения их механической прочности;

-определить степень разрушения коррозией отдельных элементов устройств молниезащиты, принять меры по антикоррозионной защите и усилению элементов, поврежденных коррозией;

-проверить надежность электрических соединений между токоведущими частями всех элементов устройств молниезащиты;

-проверить соответствие устройств молниезащиты назначению объектов и в случае наличия строительных или технологических изменений за предшествующий период наметить мероприятия по модернизации и реконструкции молниезащиты в соответствии с требованиями настоящей Инструкции;

-уточнить исполнительную схему устройств молниезащиты и определить пути растекания тока молнии по ее элементам при разряде молнии методом имитации разряда молнии в молниеприемник с помощью специализированного измерительного комплекса, подключенного между молниеприемником и удаленным токовым электродом;

-измерить значение сопротивления растеканию импульсного тока методом "амперметра-вольтметра" с помощью специализированного измерительного комплекса;

-измерить значения импульсных перенапряжений в сетях электроснабжения при ударе молнии, распределения потенциалов по металлоконструкциям и системе заземления здания методом имитации удара молнии в молниеприемник с помощью специализированного измерительного комплекса;

-измерить значение электромагнитных полей в окрестности расположения устройства молниезащиты методом имитации удара молнии в молниеприемник с помощью специальных антенн;

-проверить наличие необходимой документации на устройства молниезащиты.

Периодическому контролю со вскрытием в течение шести лет (для объектов I категории) подвергаются все искусственные заземлители, токоотводы и места их присоединений; при этом ежегодно производится проверка до 20 % их общего количества. Пораженные коррозией заземлители и токоотводы при уменьшении их площади поперечного сечения более чем на 25 % должны быть заменены новыми.

Внеочередные осмотры устройств молниезащиты следует производить после стихийных бедствий (ураганный ветер, наводнение, землетрясение, пожар) и гроз чрезвычайной интенсивности.

Внеочередные замеры сопротивления заземления устройств молниезащиты следует производить после выполнения ремонтных работ как на устройствах молниезащиты, так и на самих защищаемых объектах и вблизи них.

Результаты проверок оформляются актами, заносятся в паспорта и журнал учета состояния устройств молниезащиты.

На основании полученных данных составляется план ремонта и устранения дефектов устройств молниезащиты, обнаруженных во время осмотров и проверок.

Земляные работы у защищаемых зданий и сооружений объектов, устройств молниезащиты, а также вблизи них производятся, как правило, с разрешения эксплуатирующей организации, которая выделяет ответственных лиц, наблюдающих за сохранностью устройств молниезащиты.

Во время грозы работы на устройствах молниезащиты и вблизи них не производятся.