

УТВЕРЖДЕНО
приказом министра
окружающей среды Литовской
Республики от 19 июня 2003
года № 310

ТЕХНИЧЕСКИЙ РЕГЛАМЕНТ СТРОИТЕЛЬСТВА STR 2.01.06:2003

МОЛНИЕЗАЩИТА СООРУЖЕНИЙ. АКТИВНАЯ МОЛНИЕЗАЩИТА

Раздел I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1. Настоящий технический регламент строительства (далее – «Регламент») определяет способы и методы установки системы активной молниезащиты сооружений на территории Литовской Республики и предъявляемые к ним требования по качеству.

2. Цель регламента – определение требований при проектировании и установке системы активной молниезащиты.

3. Положения регламента обязательны при проектировании и установке системы активной молниезащиты.

Раздел II. ССЫЛКИ

4. В регламенте даются ссылки на следующие правовые акты:

4.1. Закон Литовской Республики о строительстве (Žin., 1996, № 32-788; 2001, № 101-3579).

4.2. Республиканские строительные нормы RSN 139– 92 «Молниезащита зданий и сооружений».

4.3. Нормативный правовой акт «Правила устройства электроустановок» (Žin., 2001, Nr. 3-59);

разделы 1, 2, 3, 4.

Раздел III. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

5. Используемые в настоящем Регламенте понятия «Сооружение», «Проект сооружения» соответствуют определениям, указанным в Законе о строительстве [4.1].

6. Другие используемые в Регламенте понятия:

6.1. **Активный молниеотвод** – устройство с вмонтированным электронным блоком, образующим коронный разряд, предназначенное для защиты объекта или территории от ударов молнии. Разряд создает ионизированный канал (обратный разряд) для направления молнии в активный молниеотвод.

6.2. **Категория молниезащиты** – оценка возможных вызванных молнией последствий на защищаемом объекте.

6.3. **Радиус защиты** – радиус зоны защиты активного молниеотвода.

6.4. **Заземлитель (заземляющий электрод)** – находящийся в грунте проводник, по которому, в случае разряда молнии, растекается самая большая часть тока молнии.

6.5. **Заземление** – соединение пассивных элементов системы молниезащиты и электроустановки с заземляющим устройством.

6.6. **Заземляющий проводник** – проводник, соединяющий молниеотвод с заземляющим устройством.

6.7. **Заземляющее устройство** – совокупность заземлителя и заземляющих проводников.

6.8. **Сопrotивление заземления** – сопротивление между заземляющим устройством и землей.

6.9. **Заземлитель** – совокупность находящихся в грунте электродов, соединительных проводников и выравнивающей сети.

6.10. **Соединительные проводники** – проводники, соединяющие электроды.

6.11. **Соединительная арматура** – металлические конструкции или арматура стен, переходное сопротивление контактных соединений которых составляет не более чем $0,05 \Omega$; используется в качестве заземляющих проводников.

6.12. **Разница во времени** – разница во времени до развития разряда (искрового) определяется разницей во времени, полученной путем испытания простого стержневого и активного молниеотвода.

6.13. **Радиус сферы молнии** – радиус пространства сферической формы, в котором существует вероятность удара молнии. Размер радиуса зависит от категории молниезащиты.

6.14. **Скрытая инсталляция** – инсталляция внутри стен, пола, перекрытий и других строительных конструкций;

6.15. **Сторонние проводящие части** – проводящие части, не являющиеся частью молниезащитного устройства, которые могут получить потенциал при наличии определенных условий.

6.16. **Удельное сопротивление грунта** – сопротивление одного кубического метра грунта, измеряемое между ребрами двух находящихся друг против друга кубов грунта.

6.17. **Мачта** – вертикальный металлический элемент, предназначенный для крепления активного молниеотвода и его элементов.

6.18. **Естественный заземлитель** – находящиеся в грунте металлические проводники разного назначения, которые можно использовать для заземления систем молниезащиты.

Раздел IV. ОБОЗНАЧЕНИЯ

A	Вертикальная проекция заземляющего проводника,	m
B	Горизонтальная проекция заземляющего проводника,	m
d	Ширина петли сгиба заземляющего проводника,	m
l	Длина петли сгиба заземляющего проводника,	m
S₀	Безопасное расстояние между заземляющим проводником и металлическими конструкциями,	m
l_z	Длина заземлителя,	m
S_z	Минимальные расстояния между заземлителями в земле,	m
h_x	Высота от самой высокой точки молниеотвода до защищаемой поверхности,	m
D	Радиус сферы молнии,	m
ΔL	Длина обратного разряда (искрового) активного молниеотвода,	m
R_{px}	Радиус зоны защиты активного молниеотвода,	m
ρ	Удельное сопротивление грунта,	Ω
R	Сопротивление заземления,	Ω

T_{ESE}	Среднее время до развития разряда для активного молниеотвода, μs	
T_{SR}	Среднее время до развития разряда для стержневого молниеотвода, μs	
ΔT	Разница во времени	μs
A_e	Относительная рабочая поверхность сооружения,	m^2
H	Высота сооружения,	m
C	Коэффициент значимости сооружения	
L	Длина сооружения,	m
W	Ширина сооружения,	m
N_a	Относительное количество разрядов молнии в землю,	$1/km^2$
N_c	Опасность разрядов молнии для сооружения	
N_d	Вероятное годовое количество ударов молнией сооружений	
N_g	Расчетное число разрядов молнии в землю,	$1/km^2$

Раздел V. УСТАНОВКА ВНЕШНЕЙ СИСТЕМЫ МОЛНИЕЗАЩИТЫ

Глава I. ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ

7. Перед началом проектирования внешней молниезащиты необходимо определить к какой категории молниезащиты относится здание, место установки молниеотвода, место и тип заземляющих проводников и установки заземляющего устройства. Проектируя систему молниезащиты, можно учитывать архитектурные ограничения, однако это может сильно снизить эффективность проектируемой системы молниезащиты.

8. Устройство молниезащиты, описание которого представлено в настоящем Регламенте, можно установить на высоте не более чем 60 метров от поверхности земли. Принцип выбора активного молниеотвода состоит из двух частей:

8.1. вероятность попадания молний и определение категории молниезащиты с использованием данных из приложения № 1 к Регламенту;

8.2. выбор места установки системы молниезащиты и ее элементов.

9. Указанная в пункте 8 Регламента информация представлена с учетом:

9.1. размера здания;

9.2. окружающей среды здания (одиночный объект, на холме или небольшом возвышении, окруженное другими зданиями, деревьями, которые выше, одинаковой или меньшей высоты);

9.3. количества людей в здании, условий эвакуации и др.;

9.4. вероятности паники;

9.5. трудности подхода;

9.6. регулярности контроля над технологическими процессами на объекте;

9.7. находящихся в здании горючих материалов, различной чувствительной аппаратуры и оборудования;

9.8. симметричности и уклонов кровли;

9.9. типа кровли, стен и несущих конструкций;

9.10. металлических частей кровли и крупных выступающих структур (газовые обогреватели, лестничные клетки, антенны, водяные резервуары);

9.11. кровельных желобов и водостоков;

9.12. основных частей здания и типов материалов (металлические или непроводящие материалы);

9.13. наиболее уязвимых точек здания;

9.14. металлических трубопроводов здания (водопроводные, газовые трубы, электропроводы и т.д.);

9.15. близко находящихся препятствий, которые могут пересекать путь молнии (наземные линии электропередачи, металлические заборы, деревья и т.п.);

9.16. условий окружающей среды, которые могут обусловить высокий уровень коррозии металлов (засоленность, цементные или нефтехимические перерабатывающие предприятия, цементные заводы);

9.17. уязвимых структурных точек (выступающие части здания, башни, трубы и дымовые трубы, желоба, лестничные клетки, размещение устройств на плоских крышах; металлические части выхлопной системы и системы очистки основной стены; перила и т.п.).

Глава II. СИСТЕМЫ АКТИВНОЙ МОЛНИЕЗАЩИТЫ

10. Принцип действия. Активный молниеотвод оснащен электронным блоком, который во время грозы за доли секунды до разряда молнии начинает вырабатывать высокочастотные импульсы. В результате этого на молниеотводе возникает коронный разряд, образующий ионизированный канал (обратный разряд) для направления молнии на молниеотвод. Этот ионизированный канал условно увеличивает высоту молниеотвода и многократно расширяет его защитную зону.

11. Молниеотвод должен быть установлен на самой высокой точке здания.

12. Развитие обратного разряда. Молниеотвод характеризуется временем развития его обратного разряда, которое устанавливается путем испытаний. Эти результаты испытаний сравниваются со временем развития разряда от стержневого молниеотвода в одинаковых условиях.

13. Оценка испытаний активного молниеотвода. Путем испытаний оценивается развитие обратного разряда от активного молниеотвода. Моделирование реальных условий происходит в лабораториях высокого напряжения по принципу суперпозиции путем складывания постоянного поля, которое создается во время грозы, и направленного вниз импульсного поля разряда молнии. Независимо от ситуации, корреляция устанавливается во время испытаний.

14. Место установки активного молниеотвода. Защитная зона выражается параболой, вертикальная ось которой совпадает с вертикальной осью активного молниеотвода. Радиус зоны защиты изменяется в зависимости от высоты h_x (см. рис. 1).

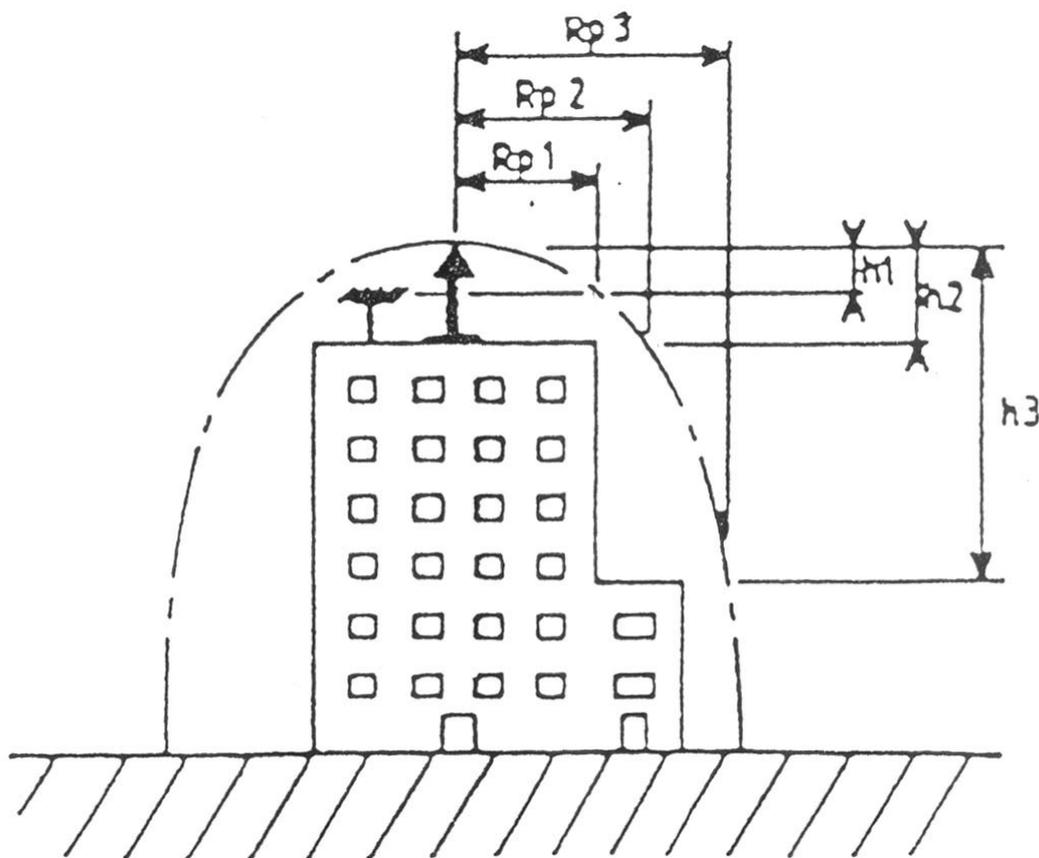


рис. 1. Радиус зоны защиты.

h_x – высота от самой высокой точки молниеотвода до поверхности защищаемого элемента.

R_{px} – радиус зоны защиты активного молниеотвода на соответствующей высоте.

15. Радиус зоны защиты активного молниеотвода R_{px} зависит от высоты молниеотвода (h_x), выбранной категории молниезащиты (приложение № 4 к Регламенту) и длины обратного разряда от активного молниеотвода ΔL .

16. При $h_x \geq 5$ m, радиус зоны защиты R_{px} определяется по формуле:

$$R_{px} = \sqrt{h_x(2D - h_x) + \Delta L(2D + \Delta L)} ; \quad (1)$$

(1) в формуле используются следующие обозначения:

- ✓ h_x – высота от самой высокой точки молниеотвода до поверхности защищаемого элемента; m
- ✓ радиус сферы молнии D :
 - $D=20$ m для категории I молниезащиты;
 - $D=45$ m для категории II молниезащиты;
 - $D=60$ m для категории III молниезащиты;
- ✓ ΔL – длина рассматриваемого обратного разряда (искрового) от молниеотвода; m

$$\Delta L = v \cdot \Delta T \quad (2)$$

- ✓ ΔT – разница во времени, равна:

$$\Delta T = T_{SR} - T_{ESE}; \quad (3)$$

- ✓ T_{SR} – среднее время развития разряда от стержневого молниеотвода, определено испытаниями и равно 631 μs .
- ✓ T_{ESE} – время развития разряда от активного молниеотвода согласно представленным производителем данным конкретно по каждому типу активного молниеотвода.
- ✓ v – средняя измеренная скорость разряда, равная 1 м/ μs .

17. Выбор и расположение активных молниеотводов. Предварительный осмотр проводится с целью определения категории каждой системы молниезащиты.

18. Требуемый радиус зоны защиты R_p для категории I молниезащиты определяется:

18.1. при $h_x \geq 5$ м – согласно формуле (1) или приложению № 1 к Регламенту;

18.2. при $h_x < 5$ м – согласно приложению № 1 к Регламенту.

19. Требуемый радиус зоны защиты R_p для категории II молниезащиты определяется:

19.1. при $h_x \geq 5$ м – согласно формуле (1) или приложению № 2 к Регламенту;

19.2. при $h_x < 5$ м – согласно приложению № 2 к Регламенту.

20. Требуемый радиус зоны защиты R_p для категории III молниезащиты определяется:

20.1. при $h_x \geq 5$ м – согласно формуле (1) или приложению № 3 к Регламенту;

20.2. при $h_x < 5$ м – согласно приложению № 3 к Регламенту.

Примечание. Значения ΔL , указанные в представленных в приложениях № 1–3 графиках, зависят от типа активного молниеотвода. Представленные в графиках значения подходят непосредственно для активного молниеотвода. Возможный вариант, что с соответствующей высоты активный молниеотвод будет действовать как традиционный молниеотвод. Поэтому необходимо, при подборе активного молниеотвода, проверить зоны защиты на требуемой высоте не только как активного, но и как традиционного молниеотвода.

21. Части активного молниеотвода, по которым растекается ток разряда молнии, должны быть произведены из сплава меди или нержавеющей стали. Между мачтой и молниеприемником необходимо обеспечить надежный контакт. Площадь контактной части – не менее 120 mm^2 .

22. Головка активного молниеотвода должна быть установлена, по меньшей мере, на 2 метра выше, чем защищаемая им область, включая антенны, крыши, резервуары и т.п. Этот молниеотвод нельзя монтировать ближе, чем на расстоянии 3 метров от линий электропередачи высокого и низкого напряжения.

23. Заземляющий проводник присоединяется к мачте активного молниеотвода. Система соединения состоит из перемычки, обеспечивающей долговременный электрический контакт.

24. Если для защиты объекта необходимо наличие нескольких активных молниеотводов, а разница в высоте между местами их установки или высота препятствий составляет меньше, чем 1,5 м, они соединяются между собой проводником. Если разница в высоте или высота препятствий больше, чем 1,5 м, соединение молниеотводов не требуется.

25. Если активный молниеотвод защищает открытую местность, такую как игровые площадки, поля для гольфа, водоемы, кемпинги и т.п., то он подлежит установке в тех местах, где существует наивысшая вероятность разряда молнии: на

опорах, башнях или в других местах, чтобы устройство активного молниеотвода обеспечило защиту от молнии всей зоны.

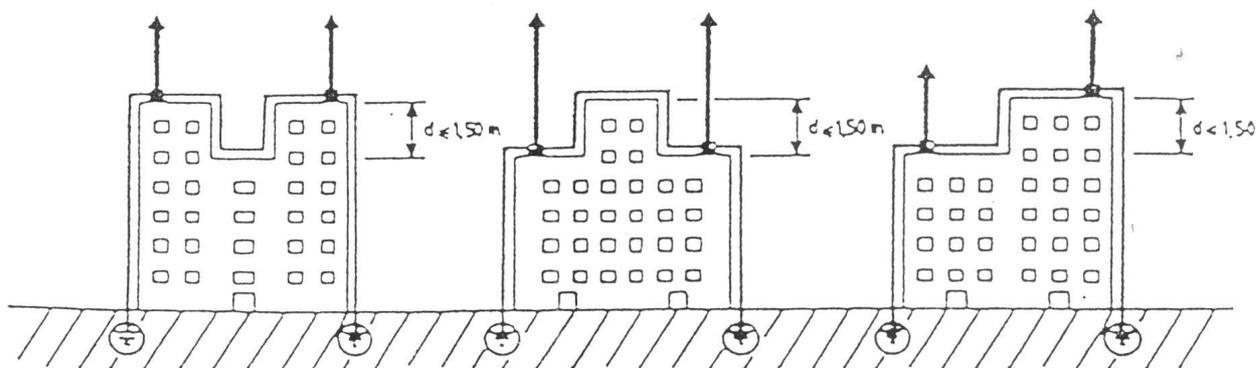


рис. 2. Соединение активных молниеотводов, где $b \leq 1,5$ m.

26. Высота активного молниеотвода может быть увеличена за счет использования более высокой мачты. Если для устойчивости активного молниеотвода использованы оттяжки, то у основания они должны быть соединены с заземляющими проводниками (см. главы I– IV настоящего раздела).

27. При проектировании системы молниезащиты, необходимо обязательно учитывать архитектурные особенности, благоприятные для установки активного молниеотвода. Чаще всего для этого подходят высокие структурные точки, такие как помещение для оборудования лифта на плоской крыше, конек скатной кровли, металлические или кирпичные дымовые трубы.

Глава III. ЗАЗЕМЛЯЮЩИЕ ПРОВОДНИКИ

28. Заземляющие проводники предназначены для того, чтобы ток разряда молнии от места разряда молнии мог уйти в землю. Заземляющие проводники должны быть проложены с внешней стороны здания, за исключением предусмотренных случаев.

29. Количество заземляющих проводников. Каждый активный молниеотвод должен иметь связь с системой заземления хотя бы при помощи одного заземляющего проводника. Два или более заземляющих проводников необходимо в случае, если:

29.1. горизонтальная проекция проводника больше чем его вертикальная проекция (рис. 4);

29.2. активный молниеотвод установлен на зданиях высотой более чем 28 метров.

30. При прокладке двух заземляющих проводников, они должны быть проложены по двум разным стенам здания.

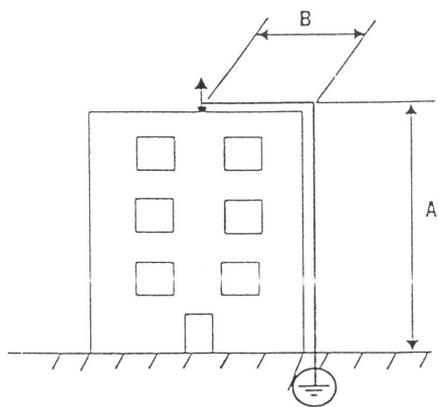


Рис. 3. Проекция заземляющих проводников:
A > B

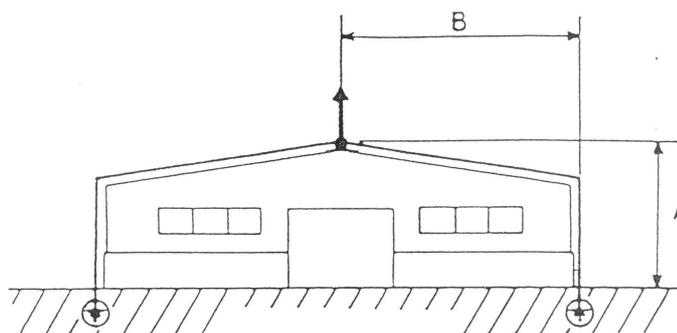


Рис. 4. Проекция заземляющих проводников:
A < B

31. Путь заземляющих проводников должен быть максимально короткий и прямой, без прямых углов. При выборе пути заземляющего проводника необходимо оценить место установки системы заземления. Радиус угла сгиба должен быть не менее 20 см.

32. Запрещается прокладывать заземляющие проводники вдоль или поперек линий электропроводки. Когда невозможно избежать пересечения, линия электропроводки должна быть скрыта в металлическом коробе, протяженностью в 1 метр от точки пересечения. Короб должен быть соединен с заземляющим проводником.

33. Необходимо избегать изгибов на парапетах или карнизах. Необходимо соблюдать условия изгибания заземляющих проводников. Однако возможно повысить высоту до 40 см с целью обхода парапета под углом 40° или под меньшим углом.

34. Если условие $d > \frac{l}{20}$ выполнено, пресекается возможность пробоя между отдельными частями заземляющего проводника (см. рис. 5).

35. Заземляющие проводники должны быть прикреплены к основанию при помощи скреп не реже, чем каждые 1,5–2 м. Скрепы должны выдерживать возможные нагрузки и не должны препятствовать стоку воды с крыши.

36. Все токоотводы должны быть соединены между собой перемычками из соответствующего металла или хорошо заклепаны, приварены. Если возможно, необходимо избегать просверливания токоотводов.

37. Заземляющие проводники на протяжении 2 метров от поверхности земли должны быть защищены от воздействия окружающей среды, скрывая их в трубе ПВХ.

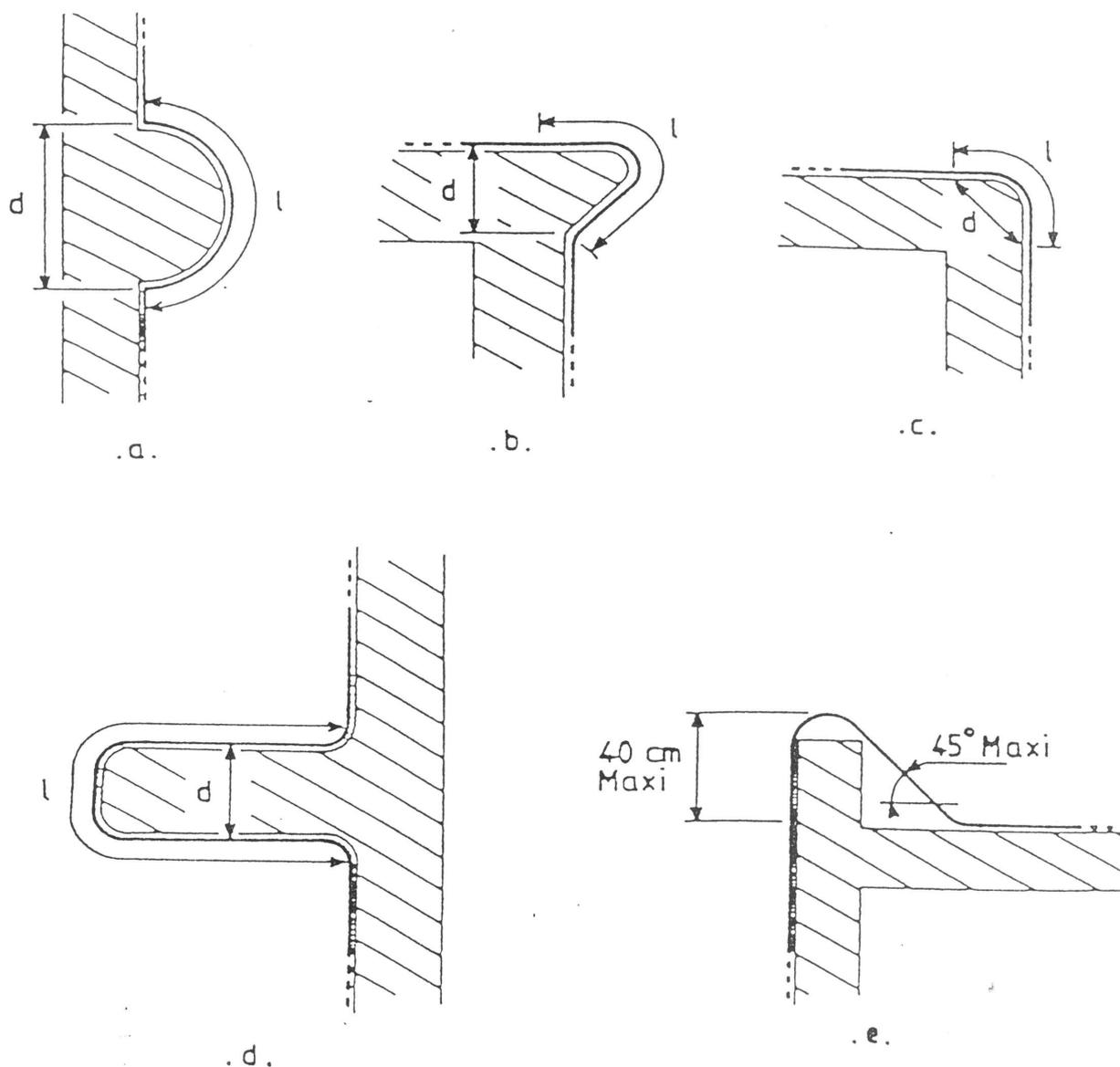


рис. 5. Формы сгиба петли.

l – длина петли в метрах;
 d – ширина петли в метрах.

38. Если прокладка заземляющих проводников с внешней стороны здания невозможна, они прокладываются в трубах специального назначения по всей или части высоты здания внутри или под отделкой. Использование негорючих изоляционных внутренних каналов возможно только тогда, когда их внутреннее сечение больше чем 2000 mm^2 . Требования к расстояниям (см. главы I и II настоящего раздела) подлежат соблюдению во всех случаях.

39. Внутренняя инсталляция заземляющих проводников может снизить эффективность системы. Руководитель проекта должен знать о более низкой эффективности внутренней системы молниезащиты, трудностях осмотра и обслуживания, а также о риске, возникающем в результате распространения напряжения разряда молнии в здании.

40. Внешнее покрытие здания. Если здание покрыто негорючим, например: металлическим, каменным или стеклянным покрытием, заземляющий проводник должен быть проложен под покрытием и прикреплен к несущим конструкциям. Проводящие компоненты покрытия и несущие конструкции должны иметь связь с заземляющим проводником от верха (с начала) до низа (конца).

41. Материалы и размеры. Заземляющие проводники выполняются из лент, плетеных или круглых проводников. Их минимальная площадь сечения должна составлять не менее 50 mm^2 . Материалы и размеры заземляющих проводников представлены в таблице № 1.

Таблица № 1

Материалы и размеры заземляющих проводников

Материал	Примечания	Минимальные размеры
Неизолированная или покрытая оловом электротехническая медь	Рекомендуется вследствие низкой сопротивляемости и высокой устойчивости к коррозии	Лента 30x2 mm Проволока \varnothing 8 mm Плетеный проводник 30x3,5 mm
Нержавеющая сталь	Рекомендуется в химически агрессивной среде	Лента 30x2 mm Проволока \varnothing 8 mm
Алюминий	Используется на алюминиевых поверхностях	Лента 30x3 mm Проволока \varnothing 10 mm
Оцинкованная сталь	Рекомендуется в химически неагрессивной среде	Лента 25x4 mm Проволока \varnothing 8 mm

41.1. для заземляющих проводников нельзя использовать коаксиальные кабели;

41.2. использовать покрытую оловом медь рекомендуется из-за ее физических, механических и электрических свойств (проводимость, гибкость, устойчивость к коррозии и т.п.);

41.3. поскольку в местах соединений проводников внешняя поверхность больше, рекомендуется использовать плоский проводник.

42. Измерительное соединение. Каждый заземляющий проводник должен быть подключен к заземляющему устройству соединением, которое можно отключить с целью измерения сопротивляемости заземляющего устройства.

Измерительные соединения обычно устанавливаются на заземляющих проводниках на высоте не более 1 метра от поверхности земли. Когда для заземляющих проводников используются металлические стены здания или заземляющие проводники отсутствуют, соединения устанавливаются между конструкций, используемых в качестве заземляющих проводников и систем заземления. Измерительные соединения устанавливаются в контрольных ящиках, которые обозначаются знаком заземления.

43. Подсчет разрядов молнии. С целью накопления информации о разрядах молнии в активный молниеотвод, устанавливается счетчик разрядов молнии. Он устанавливается на самом коротком заземляющем проводнике, над измерительным соединением, на высоте не менее 2 метров от поверхности земли.

44. Элементы здания, которые могут быть использованы в качестве заземляющих проводников или их частей:

44.1. внешние соединительные конструкции, используемые в качестве заземляющих проводников, если их переходное сопротивление контактных соединений составляет не более $0,05 \Omega$. В этом случае активный молниеотвод должен быть

соединен с металлическими конструкциями здания, которые должны быть соединены с системой заземления. Вся эта система должна соответствовать требованиям раздела III настоящего Регламента. С учетом того, что существующие элементы здания могут быть изменены или устранены, необходимо предусмотреть другие возможные проводники;

44.2. соединенные металлические конструкции, обеспечивающие надежную электропроводимость:

44.2.1. крепко соединенные внутренние металлические структуры и вмонтированные в стены металлические структуры, имеющие предусмотренные соединения между отдельными секциями, обеспечивающие надежный электрический контакт;

44.2.2. внешние металлические конструкции, длина которых не достигает всей высоты структуры.

Примечание. В случае использования предварительно напряженного железобетона, необходимо оценить риск, возникающий во время растекания тока молнии;

44.3. металлические листы, покрывающие зону защиты, с условием, что:

44.3.1. они обеспечивают долговременное действие электрического тока между всеми частями;

44.3.2. металлические листы не покрыты изолирующим материалом.

Примечание. Слой краски, слой асфальта толщиной 1 mm или ПВХ толщиной 0,5 mm не считаются изоляцией;

44.4. металлические трубы и резервуары, если они изготовлены из металла толщиной 4 mm или более.

РАЗДЕЛ IV. ЗАЩИТА СООРУЖЕНИЙ ИЗ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ

45. Когда ток разряда молнии растекается по соединительным проводникам, образуется разница потенциалов между этими проводниками и заземленными, но несоединенными с системой молниезащиты металлическими конструкциями и трубопроводами. Вследствие этого может возникнуть электрический разряд и образоваться искры. Все металлические конструкции сооружения должны иметь электрическую связь с системой молниезащиты или должно быть выдержано определенное безопасное расстояние между этими конструкциями и системой молниезащиты.

46. Безопасное расстояние – минимальное расстояние от заземляющих проводников до металлических заземленных конструкций, которые могут быть подвергнуты электрическому пробую и могут образоваться искры.

47. Безопасное расстояние S_0 от защищаемого объекта до опоры активного молниеотвода (заземляющего проводника) определяется в зависимости от высоты здания, конструкции заземлителя и удельного сопротивления грунта ρ , Ωm .

48. Для сооружений высотой не более 30 m безопасное расстояние S_0 равно:

48.1. при $\rho \leq 100 \Omega\text{m}$, для заземлителя любой конструкции, $S_0 = 3 \text{ m}$;

48.2. при $100 < \rho \leq 1000 \Omega\text{m}$:

48.2.1. для заземлителей, состоящих из одной железобетонной сваи, одного железобетонного блока или заглубленной стойки железобетонной опоры, $S_0 = 3 + 10^{-2}(\rho - 100)$;

48.2.2. для заземлителей, состоящих из четырех железобетонных свай или блоков, расположенных в углах прямоугольника на расстоянии 3–8 м один от другого, или железобетонного фундамента произвольной формы с площадью поверхности контакта с землей не менее 70 m^2 , или искусственных заземлителей, указанных в разделе V, $S_0 = 4 \text{ m}$.

49. Для зданий или сооружений высотой более 30 м значение S_0 должно быть увеличено на один метр в расчете на каждые 10 м высоты объекта.

50. Наименьшие расстояния S_z в земле между заземлителями защиты от прямых ударов молнии и коммуникациями, вводимыми в сооружения, относящимся к I категории молниезащиты, должны составлять $S_z = S_0 + 2 \text{ (m)}$.

51. Изолированные металлические конструкции, имеющие связь с землей, должны быть непосредственно связаны с системой молниезащиты и заземлены. Если невозможно наглухо заземлить конструкции, они с токоведущими частями устройства молниезащиты соединяются через изолирующий разрядник.

52. Изолирующий разрядник подлежит установке в месте ближайшего сближения конструкций с токоведущими частями устройства молниезащиты.

53. Опоры антенн и линий электропередачи, газопроводы и т.д. должны быть присоединены к системе молниезащиты непосредственно или через изолирующий разрядник.

54. Если безопасное расстояние до этих установок составляет $S_0 \geq 3 \text{ m}$, их присоединение к системе молниезащиты не требуется.

РАЗДЕЛ V. ЗАЗЕМЛЯЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО МОЛНИЕЗАЩИТЫ

55. Каждый заземляющий проводник должен быть соединен с заземлителем. Заземляющее устройство должно отвечать следующим требованиям: сопротивление заземлителя должно быть не более $10 \ \Omega$; с целью лучшего растекания тока молнии заземлитель должен состоять не менее чем из двух заземляющих электродов.

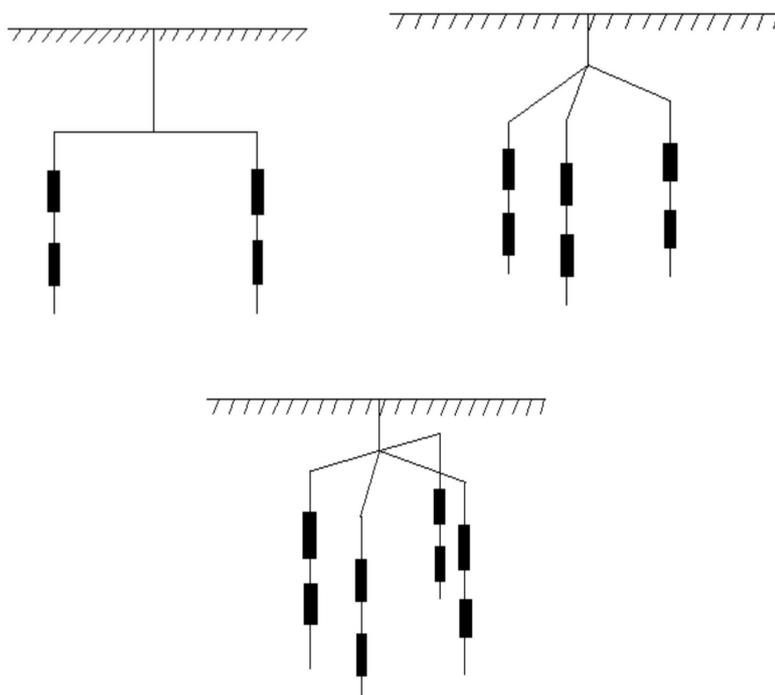


рис. 6. Принципиальная схема молниезащитного заземлителя.

56. Молниезащитный заземлитель должен быть установлен снаружи здания путем прокладки горизонтальных проводников на глубине не менее 0,5 m и на расстоянии не менее 1 m от фундамента.

57. Сопротивление заземлителя зависит от удельного сопротивления грунта. При проектировании заземлителя, необходимо оценить удельное сопротивление грунта. Располагая данными о сопротивлении, можно рассчитать длину электрода по следующим формулам:

57.1. для горизонтальных электродов: $l_z = 2 \frac{\rho}{R}$;

57.2. для вертикальных электродов: $l_z = 2 \frac{\rho}{R}$;

где:

l_z – длина электрода (m);

ρ – удельное сопротивление грунта ($\Omega \cdot m$);

R – сопротивление заземления (Ω). $R \leq 10\Omega$.

Таблица № 2

Удельное сопротивление грунта

Грунт	Удельное сопротивление $\Omega \cdot m$
Болотистая территория	2–30
Илистая земля	20–100
Чернозем	10–150
Влажный торф	5–100
Мягкая глина	50
Плотная глина	100–200
Суглинок	50–500
Гравий	1500–3000
Мягкий известняк	100–300
Плотный известняк	1000–5000
Гранит	1500–10000

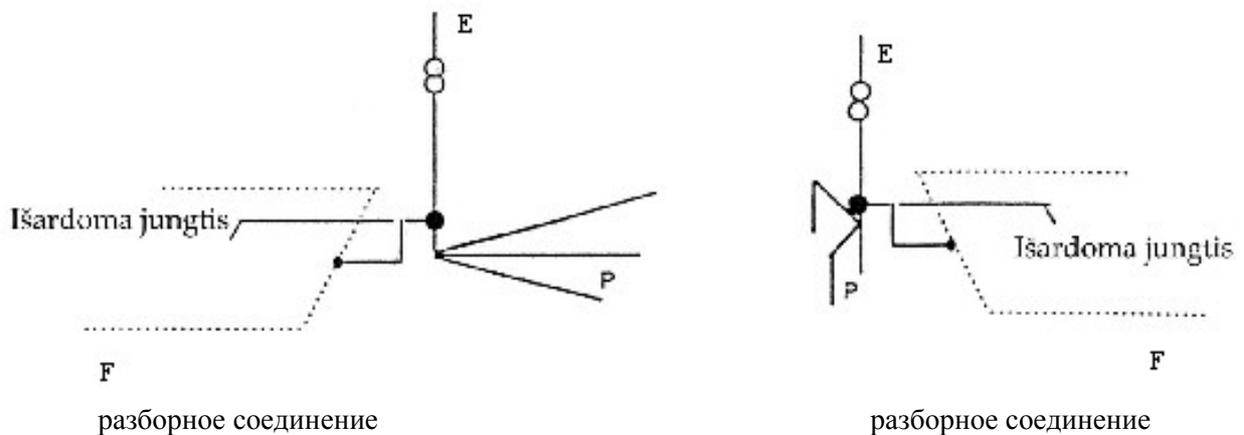


рис. 7. Типовые схемы заземлителей.

Е – заземляющий проводник,
 F – железобетонный фундамент здания,
 P – заземляющие электроды.

58. Дополнительные средства. При наличии высокого удельного сопротивления грунта с помощью вышеперечисленных способов трудно достичь сопротивления заземлителя, составляющего менее 10 Ω , поэтому можно применять следующие способы:

- 58.1. соединить несколько заземляющих устройств в одно;
- 58.2. использовать все возможные естественные заземлители.

59. Во всех случаях для защиты от прямого удара молнии молниезащитный заземлитель должен быть соединен с заземлителем электроустановки напрямую, в отдельных случаях – через изолирующий разрядник.

60. В месте соединения каждого заземляющего проводника с заземлителем должно быть разборное соединение, чтобы можно было выполнить измерения сопротивления заземлителя.

61. Молниезащитный заземлитель должен быть установлен с соблюдением безопасного расстояния до проложенных в земле металлических трубопроводов, электрокабелей, кабелей связи и газопроводов. Минимальные расстояния представлены в таблице № 3. Эти расстояния применяются только в отношении трубопроводов, не соединенных с системой заземления здания. Если трубопроводы не металлические, эти расстояния не обязательны.

Таблица № 3

Минимальные (безопасные) расстояния

Подземные коммуникации	Минимальные расстояния, m	
	Сопротивление грунта $\leq 500\Omega/m$	Сопротивление грунта $> 500 \Omega/m$
Заземленные защитные трубы для электрокабелей	0,5	0,5
Незаземленные защитные трубы для электрокабелей	2	5
Система заземления линий электропередачи	10	20
Металлические трубы газопровода	2	5

62. Размеры проводников, используемых при установке молниезащитного заземлителя, представлены в таблице № 4.

Таблица № 4

Размеры проводников, используемых при установке молниезащитного заземлителя

Заземляющие устройства		
Материал	Рекомендации	Минимальные размеры
Неизолированная или покрытая оловом электротехническая медь	Рекомендуется вследствие высокой проводимости и устойчивости к коррозии	Лента: 30x2 mm Проволока: Ø 8 mm Сетка из проволоки с минимальной площадью точек соединения 10 mm ²
Покрытая медью сталь (250µm)	Рекомендуется в химически неактивных грунтах	Стержень: Ø 10 mm
Нержавеющая сталь марки 18/10– 304	Рекомендуется в химически активных грунтах	Лента: 30x2 mm Проволока: Ø 10 mm Стержень: Ø 10 mm
Сталь горячего цинкования (50µm)	Рекомендуется для временных установок и в химически неактивных грунтах	Лента: 40x4 mm Проволока: Ø 10 mm Стержень: Ø 10 mm

РАЗДЕЛ VI. АНТИКОРРОЗИЙНАЯ ЗАЩИТА

63. Химически загрязненный грунт очень повышает удельное сопротивление земли и активизирует коррозию используемых металлов. Поэтому при установке заземлителя, необходимо оценить химический состав грунта и соответствующим образом подобрать наиболее устойчивые к коррозии проводники. С целью снижения воздействия коррозии, необходимо следующее:

63.1. избегать использования в агрессивной среде неустойчивых к коррозии проводников;

63.2. избегать прямого контакта между проводниками, образующими гальванические пары;

63.3. использовать соединения с биметаллическими переходниками;

63.4. незащищенные места подвергать антикоррозийной обработке;

63.5. минимальная толщина и диаметр проводников должен соответствовать требованиям, представленным в таблице № 4 настоящего Регламента;

63.6. алюминиевые проводники нельзя прокладывать в земле или заливать в бетонные конструкции;

63.7. избегать использования в одной системе алюминиевых и медных проводников, если это невозможно, то для их соединения использовать биметаллические соединения;

63.8. медные или покрытые медью проводники больше всего подходят для использования в земле, за исключением грунтов, где кислород находится в контакте с сульфатами;

63.9. проводники, используемые в насыщенной серой или парами аммиака среде, должны быть покрыты антикоррозийным покрытием. В данном случае можно использовать изолированные проводники, покрытые слоем изоляции толщиной не менее 0,5 mm;

63.10. используемые в химически активной среде держатели проводников должны быть произведены из нержавеющей стали или химически устойчивой пластмассы.

РАЗДЕЛ VII. СПЕЦИАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА

64. Антенны. Наивысшая вероятность удара молнии приходится на самое высокое место сооружения. Чаще всего это бывают установленные на здании антенны. Поэтому эти антенны напрямую должны быть соединены с системой молниезащиты, а если мачту антенны запрещается наглухо заземлять, тогда ее необходимо заземлить через изолирующий разрядник. Если технологически допускается, то мачту антенны можно использовать для монтажа активного молниеотвода. Условия, необходимые для такого использования, следующие:

64.1. используемая общая мачта должна иметь механически крепкую конструкцию;

64.2. активный молниеотвод крепится на самой высокой точке мачты;

64.3. активный молниеотвод должен быть не менее чем на 2 метра выше каждой находящейся в зоне защиты антенны;

64.4. заземляющий проводник должен быть прикреплен к мачте, и иметь электрический контакт с ней;

64.5. коаксиальный телевизионный кабель должен быть проложен внутри металлической мачты.

65. Если здание с соломенной крышей, то следует крепить активный молниеотвод к дымовой трубе. В случае отсутствия возможности крепления к дымовой трубе, активный молниеотвод необходимо крепить к стенам здания, используя отдаляющий держатель. Заземляющий проводник (медная проволока диаметром 8 mm) прокладывается по коньку кровли и ее скату. В данном случае необходимо использовать держатели, отдаляющие токоотвод от кровельного покрытия на не менее чем 25 см.

66. Промышленные дымовые трубы. Так как промышленные дымовые трубы очень высокие, существует высокая вероятность удара молнии. При установке активного молниеотвода на этих дымовых трубах, необходимо использовать материалы, устойчивые к коррозии и температуре. Активный молниеотвод следует установить со стороны господствующих ветров.

По дымовым трубам, высота которых 40 и более метров, должно быть проложено не менее двух заземляющих проводников. Они прокладываются по противоположным сторонам трубы и в верхней и нижней точке должны быть соединены горизонтальным проводником. Каждый заземляющий проводник соединяется с заземлителем. Как внутренние, так и наружные металлические конструкции дымовой трубы должны быть соединены с ближайшим заземляющим проводником.

67. Зоны повышенной пожаро- и взрывоопасности, хранилища. Система активной молниезащиты устанавливается на мачтах, опорах или других конструкциях во взрывобезопасной зоне и она должна находиться над защищаемыми сооружениями. Места установки молниеотводов должны соответствовать требованиям настоящего Регламента.

Заземлитель активной молниезащиты устанавливается как можно дальше от хранилищ, однако, он должен быть соединен с общим заземляющим устройством для наличия одинакового потенциала.

68. Башенные сооружения. Башни, колокольни, водонапорные башни, гравитационные маяки, телевизионные и другие вышки связи, различные мачты в результате своей высоты обладают большой вероятностью попадания в них удара молнии. В данном случае активный молниеотвод устанавливается на самом высоком месте сооружения или башни и при помощи заземляющего проводника соединяется с заземлителем. Заземляющее устройство системы молниезащиты необходимо соединить с заземляющим устройством электроустановки.

Для этих сооружений может потребоваться дополнительная система молниезащиты, которая размещается на коньках сооружений в случае наличия следующих условий:

68.1. высота башни более 40 метров;

68.2. длина здания превышает зону защиты активного молниеотвода. В данном случае два заземляющих проводника от самой высокой точки отводятся в разные стороны здания.

Если на башне установлен не металлический крест или статуя, флюгер и т.п., они должны находиться в зоне защиты молниеотвода.

69. Для защиты стадионов, кемпингов, мест скопления народа, плавательных бассейнов, игровых площадок, парков аттракционов и т.д. активный молниеотвод устанавливается на мачтах, опорах, башнях прожекторов или других существующих сооружениях. Количество молниеотводов и место установки зависит от категории защищаемого объекта и занимаемой территории.

70. Деревья. Часто точками разряда молнии становятся деревья. Они уязвимы в результате своей высоты, формы и особенностей рельефа местности. Если рядом нет более высокого сооружения, активный молниеотвод можно установить просто над самим деревом. Чтобы не повредить дерево и система молниезащиты не мешала росту дерева, для заземления необходимо использовать гибкий изолированный проводник, а в качестве держателей использовать подходящие для этого скобы, охватывающие ствол.

РАЗДЕЛ VIII. ОСМОТР, УХОД

71. Устройства защиты от молнии находятся под воздействием коррозии, природных условий, разрядов молнии, вследствие чего ухудшается электрический контакт, поэтому эти устройства необходимо подвергать регулярному осмотру и проверке. С целью эффективной работы системы молниезащиты, необходимо проводить:

71.1. первичный осмотр системы молниезащиты, который выполняется сразу после установки системы. Проверяется, установлена ли система молниезащиты в соответствии с требованиями. Цель осмотра – удостовериться, что:

71.1.1. активный молниеотвод поднят не менее чем на 2 метра над самым высоким местом защищаемого объекта;

71.1.2. заземляющие проводники из металла с соответствующим диаметром;

71.1.3. подобраны подходящие места для заземляющих проводников;

71.1.4. все элементы системы молниезащиты хорошо прикреплены;

71.1.5. соблюдены безопасные расстояния;

71.1.6. заземляющее устройство установлено правильно;

71.1.7. отдельные заземлители правильно соединены.

Этот визуальный осмотр выполняется с соблюдением требований разделов II, III, IV, V, VI настоящего Регламента. При наличии частично или полностью скрытых проводников, их электрическая целостность должна быть проверена путем измерений;

71.2. плановый осмотр. Устройства молниезащиты проверяются в зависимости от их категории. Периодичность проверок представлена в таблице № 5.

Таблица № 5

Периодичность проверок устройств молниезащиты

Категория защиты	Нормальная периодичность	Досрочная периодичность
I	2 года	1 год
II	3 года	2 года
III	3 года	2 года

Примечание. Время досрочных проверок подлежит соблюдению в химически активной среде.

Внеплановая проверка системы молниезащиты выполняется после разряда молнии, если проводятся ремонтные работы или производится замена некоторых частей. Разряды молнии регистрируются в счетчике, оборудованном на заземляющем проводнике.

72. Порядок проведения осмотра. Визуальный осмотр выполняется с целью удостовериться, что:

72.1. не требуют ли изменения структуры сооружения (пристройки) установки дополнительной молниезащиты;

72.2. не оборваны ли соединительные проводники;

72.3. не потрескалась ли арматура крепления, хорошее ли ее состояние;

72.4. не повреждено ли оборудование коррозией;

72.5. исправно ли заземляющее устройство.

73. Во время измерений проверяется:

73.1. сопротивление переходных контактов соединений между заземлителем, заземляющим проводником и молниеприемником;

73.2. сопротивление заземлителя.

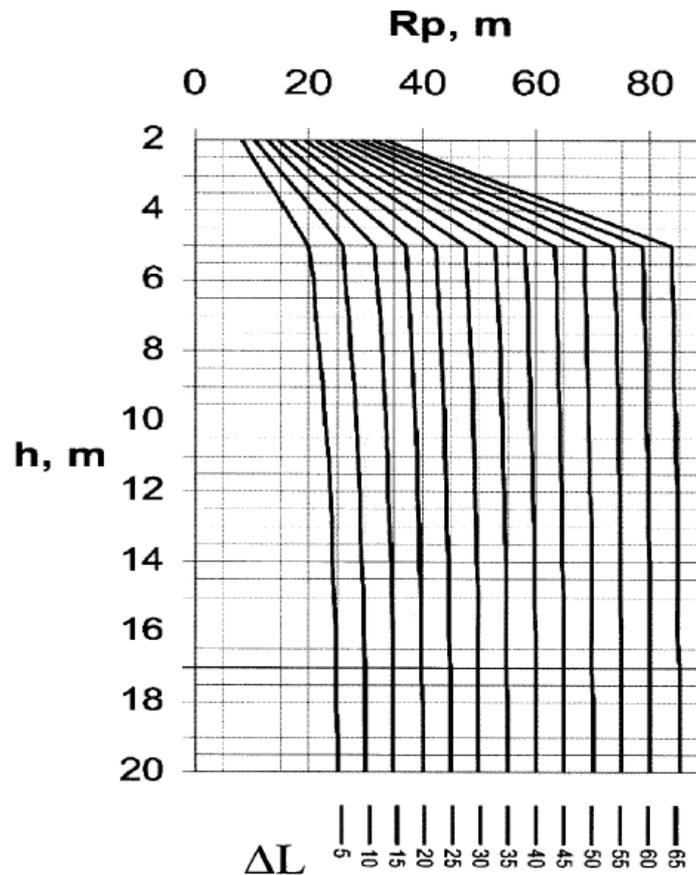
74. Во время каждой проверки составляются протоколы измерений сопротивления заземлителя и переходного сопротивления контактов. После замены или дополнения частей системы молниезащиты, эти изменения должны быть внесены в протоколы.

75. С целью обеспечения эффективной работы системы молниезащиты, обнаруженные во время проверок недостатки подлежат немедленному устранению.

РАЗДЕЛ VI. ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

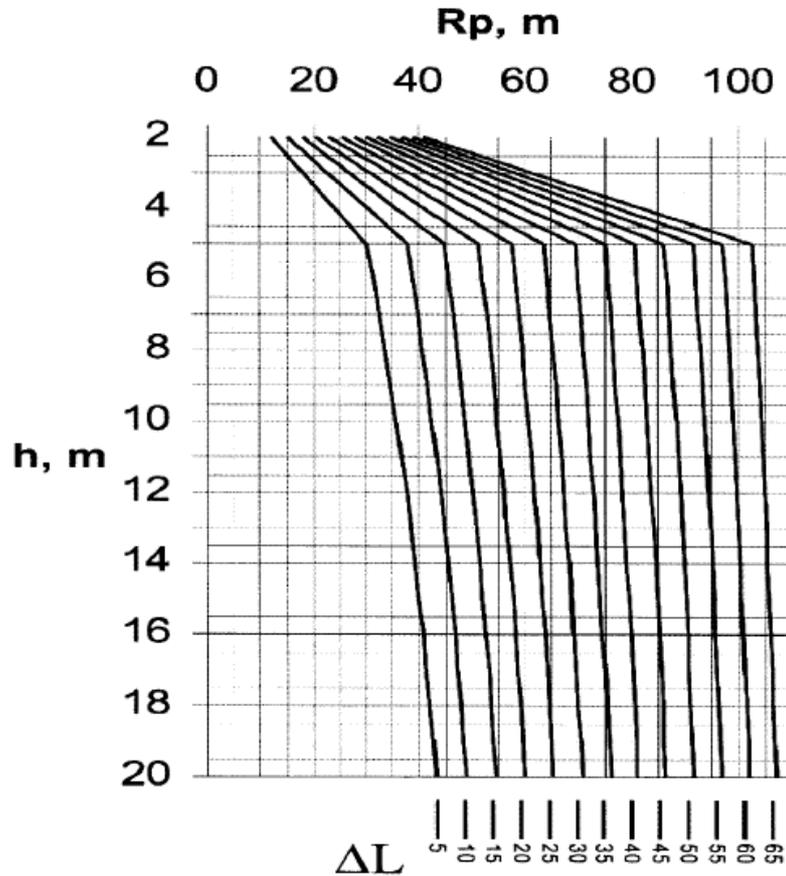
76. Споры, возникающие по поводу применения Регламента, рассматриваются в установленном законодательством порядке.

**ЗНАЧЕНИЯ РАДИУСА ЗОНЫ ЗАЩИТЫ R_p
 МОЛНИЕЗАЩИТЫ I КАТЕГОРИИ ($D = 20 \text{ M}$)**



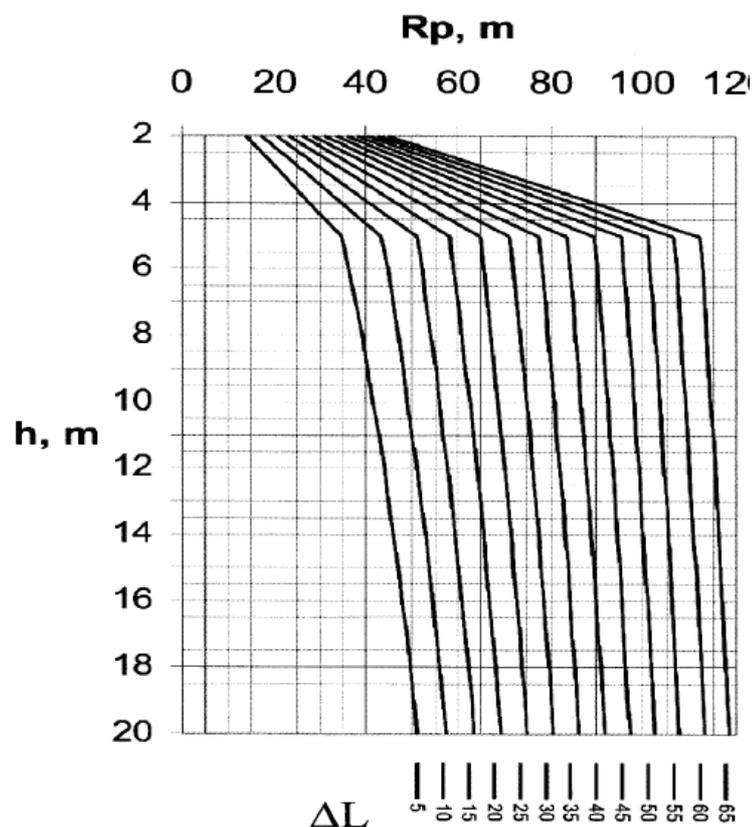
ΔL (m)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
h (m)	R_p (m)												
20	25.00	30.00	35.00	40.00	45.00	50.00	55.00	60.00	65.00	70.00	75.00	80.00	85.00
25	25.00	30.00	35.00	40.00	45.00	50.00	55.00	60.00	65.00	70.00	75.00	80.00	85.00
30	25.00	30.00	35.00	40.00	45.00	50.00	55.00	60.00	65.00	70.00	75.00	80.00	85.00
35	25.00	30.00	35.00	40.00	45.00	50.00	55.00	60.00	65.00	70.00	75.00	80.00	85.00
40	25.00	30.00	35.00	40.00	45.00	50.00	55.00	60.00	65.00	70.00	75.00	80.00	85.00
45	25.00	30.00	35.00	40.00	45.00	50.00	55.00	60.00	65.00	70.00	75.00	80.00	85.00
50	25.00	30.00	35.00	40.00	45.00	50.00	55.00	60.00	65.00	70.00	75.00	80.00	85.00
55	25.00	30.00	35.00	40.00	45.00	50.00	55.00	60.00	65.00	70.00	75.00	80.00	85.00
60	25.00	30.00	35.00	40.00	45.00	50.00	55.00	60.00	65.00	70.00	75.00	80.00	85.00

**ЗНАЧЕНИЯ РАДИУСА ЗОНЫ ЗАЩИТЫ R_p
 МОЛНИЕЗАЩИТЫ II КАТЕГОРИИ ($D = 45 \text{ M}$)**



ΔL (m)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
h (m)	R_p (m)												
20	43.30	48.99	54.54	60.00	65.38	70.71	75.99	81.24	86.46	91.65	96.82	101.98	107.12
25	45.83	51.23	56.57	61.85	67.08	72.28	77.46	82.61	87.75	92.87	97.98	103.08	108.17
30	47.70	52.92	58.09	63.25	68.37	73.48	78.58	83.67	88.74	93.81	98.87	103.92	108.97
35	48.99	54.08	59.16	64.23	69.28	74.33	79.37	84.41	89.44	94.47	99.50	104.52	109.54
40	49.75	54.77	59.79	64.81	69.82	74.83	79.84	84.85	89.86	94.87	99.87	104.88	109.89
45	50.00	55.00	60.00	65.00	70.00	75.00	80.00	85.00	90.00	95.00	100.00	105.00	110.00
50	50.00	55.00	60.00	65.00	70.00	75.00	80.00	85.00	90.00	95.00	100.00	105.00	110.00
55	50.00	55.00	60.00	65.00	70.00	75.00	80.00	85.00	90.00	95.00	100.00	105.00	110.00
60	50.00	55.00	60.00	65.00	70.00	75.00	80.00	85.00	90.00	95.00	100.00	105.00	110.00

**ЗНАЧЕНИЯ РАДИУСА ЗОНЫ ЗАЩИТЫ R_p
 МОЛНИЕЗАЩИТЫ III КАТЕГОРИИ ($D = 60 \text{ M}$)**



ΔL (m)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
h (m)	R_p (m)												
20	51.23	57.45	63.44	69.28	75.00	80.62	86.17	91.65	97.08	102.47	107.82	113.14	118.43
25	54.77	60.62	66.33	71.94	77.46	82.92	88.32	93.67	98.99	104.28	109.54	114.78	120.00
30	57.66	63.25	68.74	74.16	79.53	84.85	90.14	95.39	100.62	105.83	111.02	116.19	121.35
35	60.00	65.38	70.71	75.99	81.24	86.46	91.65	96.82	101.98	107.12	112.25	117.37	122.47
40	61.85	67.08	72.28	77.46	82.61	87.75	92.87	97.98	103.08	108.17	113.25	118.32	123.39
45	63.25	68.37	73.48	78.58	83.67	88.74	93.81	98.87	103.92	108.97	114.02	119.06	124.10
50	64.23	69.28	74.33	79.37	84.41	89.44	94.47	99.50	104.52	109.54	114.56	119.58	124.60
55	64.81	69.82	74.83	79.84	84.85	89.86	94.87	99.87	104.88	109.89	114.89	119.90	124.90
60	65.00	70.00	75.00	80.00	85.00	90.00	95.00	100.00	105.00	110.00	115.00	120.00	125.00

ВЫБОР КАТЕГОРИИ АКТИВНОЙ МОЛНИЕЗАЩИТЫ

Таблица № 1

Значения коэффициента C_1 оценки местности

Оценка местности	C_1
Сооружение находится между другими объектами или деревьями одинаковой с ним высоты или выше, чем оно	0,25
Сооружение окружено более низкими, чем оно объектами	0,5
На расстоянии 3Н отсутствуют другие объекты	1
Одиночное сооружение, находящееся на небольшом холме или возвышении	2

Таблица № 2

Значения коэффициента C_2 оценки кровельной конструкции

Конструкция объекта	Кровельная конструкция		
	Металлическая	Обычная (керамика)	Воспламеняющаяся
Металлическая	0,5	1	2
Обычная (кирпич, бетон)	1	1	2,5
Воспламеняющаяся	2	2,5	3

Таблица № 3

Значения коэффициента C_3 вероятности возникновения пожара на сооружении

Стоимость сооружения	C_3
Вероятность пожара отсутствует	0,5
Небольшая вероятность пожара	1
Высокая вероятность пожара	2
Очень высокая вероятность пожара (взрыв)	3

Таблица № 4

Значения коэффициента C_4 оценки количества людей, находящихся в сооружении

Количество людей в сооружении	C_4
Незаселенное сооружение	0,5
Среднезаселенное сооружение	1
Сложные условия эвакуации людей или вероятность паники	3

Значения коэффициента C_5 оценки возможных последствий удара молнии

Возможные последствия	C_5
Не требуется постоянный контроль над технологическими процессами и отсутствует опасность для окружающей среды	1
Требуется постоянный контроль над технологическими процессами и отсутствует опасность для окружающей среды	5
Наличие опасности для окружающей среды	10

1. Относительное число разрядов молнии в землю N_a определяется согласно приложению № 2 к RSN 139-92 [4.2] и равно 2 или 4 на $1/\text{км}^2$.

2. Расчетное число разрядов молнии N_g определяется по формуле:

$$N_g = N_a / 2,2 \quad 1/\text{км}^2 \quad (1).$$

3. Максимальная расчетная интенсивность грозовой деятельности $N_{g \max}$ определяется по формуле:

$$N_{g \max} = 2N_g \quad 1/\text{км}^2 \quad (2).$$

4. Относительная рабочая поверхность сооружения A_e рассчитывается по формулам:

для сооружений прямоугольной формы:

$$A_e = LW + 6H(L+W) \quad \text{м}^2 \quad (3);$$

для башенных сооружений, надстроек:

$$A_e = 9\pi H^2 \quad \text{м}^2 \quad (4);$$

для сооружений прямоугольной формы с надстройками:

$$A_e = LW + 6H(L+W) + 9\pi H^2 \quad \text{м}^2 \quad (5).$$

5. Вероятное годовое количество ударов молнии в сооружение N_d рассчитывается по формуле:

$$N_d = N_{g \max} A_e C_1 10^{-6} \quad (6).$$

6. Коэффициент значимости сооружения C рассчитывается по формуле:

$$C = C_2 \times C_3 \times C_4 \times C_5 \quad (7).$$

7. Опасность разрядов молнии для сооружения N_c рассчитывается по формуле:

$$N_c = 5,5 \times 10^{-3} / C.$$

Определение необходимости молниезащиты для сооружения

Данные о сооружении	Вычисление
Длина	$L =$
Ширина	$W =$
Высота	$H =$
Относительная рабочая поверхность (3); (4); (5)	$A_e =$
Расчетное число разрядов молнии (1)	$N_g =$
Максимальная расчетная интенсивность грозовой деятельности (2)	$N_{g \max} =$
Вероятное годовое количество ударов молнии в сооружение (6)	$N_d =$

Опасность разрядов молнии для сооружения	$N_c =$
Вывод: Сооружение нуждается в молниезащите Сооружение не нуждается в молниезащите	$N_d > N_c$ $N_d \leq N_c$

8. Определяется необходимая категория защиты путем расчета эффективности $E = 1 - N_c/N_d$

Таблица № 7

Определение категории молниезащиты сооружения

Эффективность	Категория защиты
$E > 0,98$	I категория и дополнительные меры по молниезащите*
$0,95 < E \leq 0,98$	I категория
$0,80 < E \leq 0,95$	II категория
$0 < E \leq 0,80$	III категория

* к дополнительным мерам по молниезащите относятся:

- ✓ способы уменьшения шагового напряжения;
- ✓ способы уменьшения вероятности возникновения пожара;
- ✓ способы снижения распространения электромагнитных волн.