

устройства, которое можно снизить, увеличивая площадь заземлителей или проводимость среды — используя множество стержней, повышая содержание солей в земле и т. д. Электрическое сопротивление заземляющего устройства определяется требованиями ПУЭ

Целью данной работы является рассмотрение всех возможных видов защиты от случайного поражения электрическим током, как техногенного, так и природного характера.

									Лист
Изс	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					

1. Анализ технического задания

1.1 Общие сведения о предприятии

Объектом рассмотрения данной курсовой работы является - стационарная бойня.

Назначение:

Убой, первичная переработка 80 голов крупного рогатого скота (КРС) или 80 голов свиней в смену, с получением следующих продуктов:

- мясо парное полутушами, четвертинами;
- субпродукты очищенные.

Бойня соответствует санитарно-гигиеническим требованиям Роспотребнадзора, нормам пожарной и электробезопасности, правилам безопасности труда.

Планировка участка представлена в графической части курсовой работы.

1.2 Архитектура объекта

Цех выполнен из блоков-секций длиной 6 и 6 метра каждый.

Размеры отделения АхВхН=24,3 x 18,3 x 10,2 м.

1.3 Физико-географические особенности района – места расположения объекта

Нижний Новгород расположен при слиянии двух крупнейших водных путей Европейской части России — рек Волги и Оки. Город разделяется Окой на две части: восточную возвышенную Нагорную, расположенную по правым берегам Оки и Волги на северо-западной оконечности Приволжской возвышенности — Дятловых горах, и западную (по левому берегу Оки и правому берегу Волги) низинную, заречную.

									Лист	
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	PAGE * MERGEFORMAT 42					

Основные понятия электробезопасности

- Электробезопасность – система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.
- Электроустановка – совокупность машин, аппаратов, линий и вспомогательного оборудования (вместе с сооружениями и помещениями, в которых они установлены), предназначенных для производства, преобразования, трансформации, передачи, распределения электрической энергии и преобразования ее в другой вид энергии.
- Персонал электротехнический – административно-технический, оперативный, оперативно-ремонтный, ремонтный персонал, организующий и осуществляющий монтаж, наладку, техническое обслуживание, ремонт, управление режимом работы электроустановок.
- Персонал электротехнологический – персонал, у которого в управляемом им технологическом процессе основной составляющей является электрическая энергия (например, электросварка, электродуговые печи, электролиз и пр.), использующий в работе ручные электрические машины, переносной электроинструмент и светильники, и другие работники, для которых должностной (производственной) инструкцией или инструкцией по охране труда установлено знание правил по охране труда при эксплуатации электроустановок (где требуется II или более высокая группа по электробезопасности).

Обязанности работодателя по обеспечению электробезопасности

Работодатель обязан обеспечить:

- содержание электроустановок в работоспособном состоянии и их эксплуатацию в соответствии с требованиями нормативно-технических документов;

									Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					PAGE * MERGEFORMAT 42

пройти проверку знаний норм и правил работы в электроустановках в пределах требований, предъявляемых к соответствующей должности или профессии, и иметь соответствующую группу по электробезопасности. Работнику, прошедшему проверку знаний по охране труда при эксплуатации электроустановок, выдается удостоверение установленного образца, в которое вносятся результаты проверки знаний.

Работники, обладающие правом проведения специальных работ, должны иметь об этом запись в удостоверении. Под специальными работами в данном случае следует понимать:

- верхолазные работы;
- работы под напряжением на токоведущих частях, обмыв и замена изоляторов, ремонт проводов, контроль измерительной штангой изоляторов и соединительных зажимов, смазка тросов;
- испытания оборудования повышенным напряжением (за исключением работ с мегаомметром).

Перечень специальных работ может быть дополнен указанием работодателя с учетом местных условий.

Организационные мероприятия по обеспечению безопасного проведения работ в электроустановках

Организационными мероприятиями, обеспечивающими безопасность работ в электроустановках, являются:

- оформление наряда, распоряжения или перечня работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации;
- выдача разрешения на подготовку рабочего места и на допуск к работе, в режиме, определенном Правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок;
- допуск к работе;
- надзор во время работы;

- оформление перерыва в работе, перевода на другое место, окончания работы.

Работники, ответственные за безопасное ведение работ в электроустановках

Работниками, ответственными за безопасное ведение работ в электроустановках, являются:

- выдающий наряд, отдающий распоряжение, утверждающий перечень работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации;
- выдающий разрешение на подготовку рабочего места и на допуск в случаях, определенных Правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок;
- ответственный руководитель работ;
- допускающий;
- производитель работ;
- наблюдающий;
- члены бригады.

Присвоение групп по электробезопасности

Присвоение группы по электробезопасности является необходимым условием для получения допуска к обслуживанию и эксплуатации действующих электроустановок. Это требование относится и к лицам неэлектротехнического персонала, работающим в электроустановках.

Электротехнический персонал в организации подразделяется на следующие категории:

- административно-технический;
- оперативный;
- ремонтный;
- оперативно-ремонтный;
- электротехнологический.

									Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					PAGE * MERGEFORMAT 42

3. Расчетно-конструкторская часть

3.1 Заземление

3.1.1 Защитное заземление – преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением вследствие замыкания на корпус и по другим причинам (индуктивное влияние соседних токоведущих частей, вынос потенциала, разряд молнии и т.п.).

В соответствии с требованиями [1] защитное заземление электроустановки следует выполнять:

- при номинальном напряжении 380В и выше переменного тока и 440В и выше постоянного тока во всех случаях;
- при номинальных напряжениях от 42В до 380В переменного и от 110В до 440В постоянного тока при работах в условиях с повышенной опасностью, особо опасных и наружных установках.

Характеристики этих условий приведены в обязательном приложении к [2].

Заземление осуществляется с помощью специальных устройств — заземлителей. Заземлители бывают одиночные и групповые. Групповой заземлитель состоит из вертикальных стержней и соединяющей их горизонтальной полосы. Вертикальные электроды закладывают вместе с фундаментом зданий на определенном расстоянии друг от друга. С целью экономии средств ПУЭ рекомендует использовать естественные заземлители.

По своему функциональному назначению заземление делится на три вида - рабочее, защитное, заземление молниезащиты.

К рабочему заземлению относится заземление нейтралей силовых трансформаторов и генераторов, глухое или через дугогасящий реактор.

Защитное заземление выполняется для обеспечения безопасности, в первую очередь, людей.

									Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					PAGE * MERGEFORMAT 42

Заземление молниезащиты служит для отвода тока молнии в землю от защитных разрядников и молниеотводов (стержневых или тросовых).

Защитное заземление должны выполнять свое назначение в течение всего года, тогда как заземление, молниезащиты — лишь в грозовой период.

Назначение защитного заземления.

Защитное заземление предназначено для устранения опасности поражения электрическим током людей при соприкосновении с металлическими частями электрооборудования, оказавшимся под напряжением. Принцип действия защитного заземления состоит в снижении до безопасного уровня напряжений прикосновения и шага, вызванных замыканием на корпус электрооборудования. Достигается это уменьшением потенциала заземленного оборудования за счет малого сопротивления заземлителя, а также путем выравнивания потенциалов основания, на котором находится человек и заземленного оборудования за счет подъема потенциала основания до уровня потенциала заземленного оборудования.

Защитное заземление – это параллельное включение в электрическую цепь заземлителя со значительно меньшим сопротивлением $R_z \ll R_r$ (рис. 3.3.4.6)

В сетях с напряжением до 1000В сопротивление заземляющего устройства должно быть не более 4 Ом, при напряжении выше 1000В — не более-0.5 Ом.

При таком включение в электрическую цепь ток, проходящий через человека, будет равен:

$$I_r = I_{об} \frac{R_{общ}}{R_r} \quad (3.1)$$

где, R_r – сопротивление тела человека, Ом

$I_{общ}$ -общий проходящий ток через два заземлителя (тело человека и заземлитель), Ом;

$R_{общ}$ – общее сопротивление заземлителей, Ом.

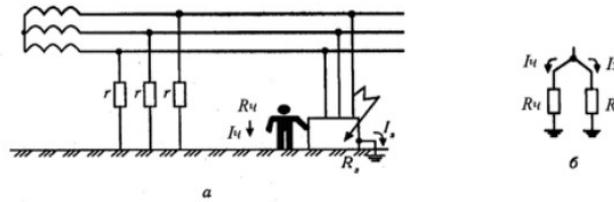


Рисунок 3.1 - Защитное заземление: а – схема заземления корпуса электрооборудования; б – эквивалентная электрическая схема

$$R_{общ} = \frac{R_r * R_3}{R_r + R_3} \quad (3.2)$$

$$I_{общ} = \frac{U_{\phi}}{R_{общ} + \frac{R_{u3}}{3}} \quad (3.3)$$

После подстановки значений $R_{общ}$ и $I_{общ}$ в формулу получим

$$I_r = \frac{3 U_{\phi}}{R_r R_{u3}} R_3 \quad (3.4)$$

Защитное заземление применяется в электроустановках напряжением до 1000В переменного тока с изолированной нейтралью или с изолированным выводом источника однофазного тока, а также электроустановках в напряжением до 1000В в сетях постоянного тока с изолированной средней точкой.

Заземление установок заключается в соединении с землей их металлических частей (нормально не находящихся под напряжением) с заземлителем, имеющим малое сопротивление растеканию тока.

Заземляющее устройство состоит из заземлителей, заземляющих шин и проводов, соединяющих корпуса электроустановок с заземлителями.

В зависимости от расположения заземлителей относительно заземленного оборудования, заземляющие устройства подразделяют на выносные и контурные (рис 3.2). Заземлители выносного заземляющего

где h - глубина заложения полосы, м.

В заключение определяется сопротивление растеканию тока заземляющего устройства при данном количестве стержней с учетом полосы связи:

$$R_3 = \frac{R_в R_{пн}}{R_в + R_{пн}} \eta_1 \quad (3.13)$$

где η_1 - коэффициент экранирования (использования) между полосой связи и вертикальными электродами.

3.1.2 Расчет заземления цеха по производству мебели.

Таблица 3.1 - Исходные данные:

Размеры здания		Протяженность линии электропередач		Грунт	Удельное сопротивление земли измерение Ом м	Климатическая зона
Длина L, м	Ширина B, м	$l_{к.л.}$, км	$l_{в.л.}$, км			
24,3	18,3	28	35	Глина влажная	20	I

В нашем случае заземляющее устройство используется для электроустановки напряжением свыше 1000В, поэтому расчетное значение тока замыкания на землю может быть определено по следующей полуэмпирической формуле:

$$I_з = \frac{U_л}{350} (35 l_к + l_в) \quad (3.1)$$

где $U_л$ - линейное напряжение сети (на высокой стороне трансформаторной подстанции), кВ;

$l_к, l_в$ - длина электрически связанных соответственно кабельных и

воздушных линий, км.

Таким образом,

$$I_3 = \frac{10}{350} (35 \cdot 28 + 35) = 29,71 \text{ А.} \quad (3.2)$$

Соответствующее полученному расчетному значению тока замыкания на землю нормативное значение сопротивления заземляющего устройства (ЗУ) R_3 находим по формуле:

$$R_3 = 125 / I_3, \quad (3.3)$$

$$R_3 = 125 / 29,71 = 4,21 \text{ Ом.}$$

При использовании естественных заземлителей требуемое сопротивление искусственного заземлителя $R_{и}$ определяется по формуле:

$$R_{и} = \frac{R_e R_3}{R_e - R_3}, \quad (3.4)$$

где R_e – сопротивление растеканию тока естественных заземлителей, Ом;

$R_{и}$ – требуемое сопротивление искусственного заземлителя, Ом;

R_3 – расчетное нормированное сопротивление ЗУ, Ом;

$$R_{и} = \frac{17 \cdot 4,21}{17 - 4,21} = 4,0 \text{ Ом.}$$

Определяем расчетное удельное сопротивление земли по формуле:

$$\rho = \rho_{изм} \cdot \Psi, \quad (3.5)$$

где ρ – расчетное удельное сопротивление земли, Ом·м;

$\rho_{изм}$ – удельное сопротивление земли, полученное в результате измерений, Ом·м (задано в условии задачи);

Ψ – коэффициент сезонности, учитывающий промерзание или высыхание грунта.

Для климатического пояса $\Gamma\Psi = 1,7$, следовательно,

$$\rho = 20 \cdot 1,7 = 34 \text{ Ом} \cdot \text{м.}$$

На основании исходных данных (о территории, на которой возможно

Параметры вертикального электрода		Параметры горизонтального электрода	Расположение заземляющего устройства	Фото заземляющего устройства
Длина l_B , м	Размер b , мм	Сечение полосы, мм^2		
2,5	45x45	6x40	вертикальный электрод, верхний конец ниже	

Таблица 3.4 – Характеристики заземляющего устройства вариант 4 (труба 18 мм)

Параметры вертикального электрода		Параметры горизонтального электрода	Расположение заземляющего устройства	Фото заземляющего устройства
Длина l_B , м	Диаметр d , мм	Сечение полосы, мм^2		
3	18	6x40	вертикальный электрод, верхний конец над уровнем земли	

Таблица 3.5 – Характеристики заземляющего устройства вариант 5 (труба диаметром 32 мм, толщина стенки 1,5 мм)

Параметры вертикального электрода		Параметры горизонтального электрода	Расположение заземляющего устройства	Фото заземляющего устройства
Длина l_B , м	Диаметр трубы d , мм	Сечение полосы, мм^2		

l – длина вертикального стержня, м;

b – размер уголка сечения, мм;

t –расстояние от поверхности грунта до середины длины вертикального стержня, м.

В случае стержневого круглого сечения (трубчатого) заземлителя, заглубленного в землю, расчетная формула имеет вид (вертикальный электрод из круглой арматурной стали или трубы, верхний конец над уровнем земли):

$$R_n = \frac{0,366 \rho_n}{l} \operatorname{tg} \frac{4l}{d}, \quad (3.8)$$

где ρ_n – расчетное удельное сопротивление грунта, вычисленное по формуле, Ом·м,;

l –длина вертикального стержня, м;

d –диаметр сечения, мм;

t –расстояние от поверхности грунта до середины длины вертикального стержня, м.

Вариант №1

$$t = \frac{l}{2} + 0,8 = \frac{3}{2} + 0,8 = 2,3 \text{ м};$$

$$R_n = \frac{34}{2 \cdot 3,14 \cdot 3} \left(\ln \frac{2 \cdot 3}{0,018} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot 2,3 + 3}{4 \cdot 2,3 - 3} \right) = 38,18 \text{ Ом.}$$

Вариант №2

$$t = \frac{l}{2} + 0,8 = \frac{4}{2} + 0,8 = 2,8 \text{ м};$$

$$R_n = \frac{34}{2 \cdot 3,14 \cdot 4} \left(\ln \frac{2 \cdot 4}{0,025} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot 2,8 + 4}{4 \cdot 2,8 - 4} \right) = 29,08 \text{ Ом.}$$

Вариант №3

$$t = \frac{l}{2} + 0,8 = \frac{2,5}{2} + 0,8 = 2,05 \text{ м};$$

$$R_n = \frac{34}{2 \cdot 3,14 \cdot 2,5} \left(\ln \frac{2 \cdot 2,5}{0,045} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot 2,05 + 2,5}{4 \cdot 2,05 - 2,5} \right) = 26,39 \text{ Ом.}$$

Вариант №4

$$R_n = \frac{0,366 \cdot 34}{3} \operatorname{tg} \frac{4 \cdot 3}{0,018} = 42,42 \text{ Ом.}$$

Вариант №5

$$R_n = \frac{0,366 \cdot 34}{1,5} \operatorname{tg} \frac{4 \cdot 1,5}{0,032} = 60,44 \text{ Ом.}$$

Рассчитаем приближенное количество вертикальных стержней:

$$n' = \frac{R_B}{R_u},$$

где R_B – сопротивление растеканию тока одиночного вертикального заземлителя, вычисленное по формуле (6), Ом;

R_u – требуемое сопротивление искусственного заземлителя, вычисленное по формуле, Ом;

Вариант №1

$$n' = \frac{38,81}{4,0} = 9,7.$$

Полученное число стержней округляем до ближайшего большего справочного значения.

Следовательно, $n=10$.

Вариант №2

$$n' = \frac{29,08}{4,0} = 7,27.$$

Полученное число стержней округляем до ближайшего большего справочного значения.

Следовательно, $n=8$.

										Лист
Изд	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						PAGE * MERGEFORMAT 42

Вычисляем сопротивление растеканию тока горизонтального стержня R_r . В случае горизонтального полосового заземлителя расчет выполняется по формуле:

$$R_z = \frac{\rho}{2\pi l} \ln \frac{2l^2}{bt}, \quad (2.11)$$

где ρ – расчетное удельное сопротивление грунта, Ом·м;

l – длина горизонтальной полосы, м;

b – ширина полосы, м;

t – расстояние от поверхности грунта до середины ширины горизонтальной полосы, м.

- вертикальный электрод из круглой арматурной стали, верхний конец ниже уровня земли

$$t = \frac{b}{2} + 0,8 = \frac{0,04}{2} + 0,8 = 0,82 \text{ м};$$

$$R_r = \frac{34}{2 \cdot 3,14 \cdot 97,2} \ln \frac{2 \cdot 97,2^2}{0,04 \cdot 0,82} = 0,67 \text{ Ом}$$

Выбираем коэффициенты использования вертикальных стержней (η_v) и горизонтальной полосы (η_r) с учетом числа вертикальных стержней (n) и отношения расстояния между стержнями (a) к их длине (l_v).

$$\eta_r = 0,29$$

$$\eta_v = 0,58.$$

Рассчитаем эквивалентное сопротивление растеканию тока группового заземлителя:

$$R_{гр} = \frac{R_v R_z}{R_v \eta_z + R_z \eta_v \cdot n}, \quad (3.11)$$

где R_v , R_r – соответственно сопротивления вертикального стержня и горизонтальной полосы, вычисленные по формулам соответственно, Ом;

η_v , η_r – соответственно коэффициенты использования вертикальных стержней и горизонтальной полосы, Ом;

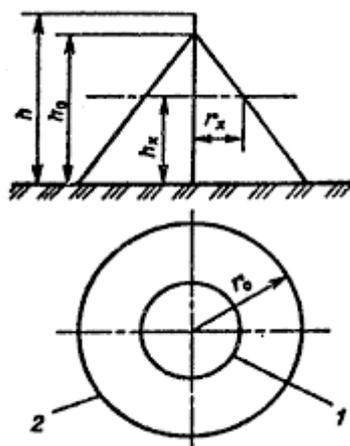


Рисунок 3.8 - Одиночный стержневой молниеотвод

Таблица 3.11 - Данные для расчета зоны защиты одиночного стержневого молниеотвода

Обозначение параметра	Наименование параметра	Ед. изм.	Значение параметра	Источник
A	Длина объекта	м	24,3	Технические условия
B	Ширина объекта	м	18,3	Технические условия
h_x	Высота объекта	м	10,2	Технические условия
n	Удельная плотность ударов молнии в землю	1/ км ² ·год	1.00	[2]
t_{CP}	Средняя продолжительность гроз в год	час	20.0	[2]

Ожидаемое количество поражений молнией в год $N=0.0125675$ шт/год.

В зависимости от N и t_{CP} из [1] определяем требуемый тип зоны молниезащиты (зона А).

Принимая расчетную высоту молниеотвода равной 35 метров,

Изд.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

получаем

$$h_0 = 0.85 \cdot 35 = 29,75 \text{ м}$$

$$r_0 = (1,1 - 2 \cdot 10^{-3} \cdot 35,00) \cdot 35,00 = 36,05 \text{ м};$$

$$r_x = (1,1 - 2 \cdot 10^{-3} \cdot 35,00)(35,00 - 1,2 \cdot 10,20) = 23,93 \text{ м}.$$

При проверке защищенности объекта проверяется соблюдение условия

$$\sqrt{A^2 + B^2} / 2 < r_x. \quad (3.13)$$

$$\sqrt{\frac{24,3^2 + 18,3^2}{2}} = 21,51 < 23,93$$

условие не соблюдено.

Зона защиты одиночного стержневого молниеотвода с указанием размеров приведена на рисунок 3.9.

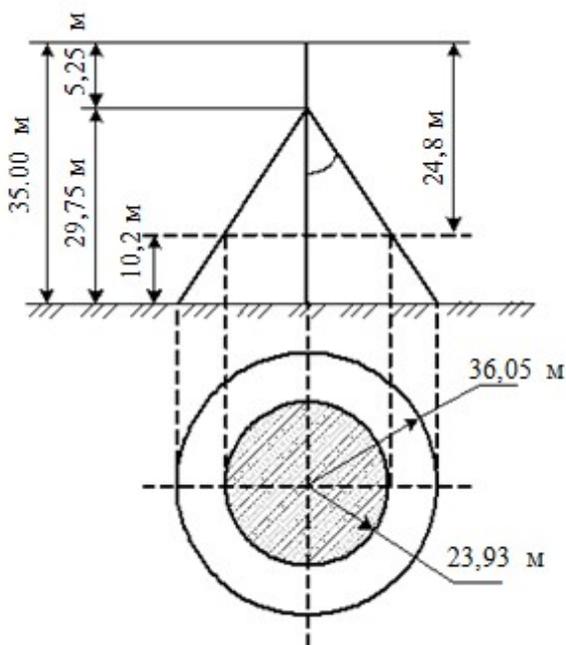


Рисунок 3.9 – Зона защиты одиночного стержневого молниеотвода с размерами

3.2.3 Расчет зоны защиты двойных стержневых молниеотводов одинаковой высоты (вариант №2)

Исходные данные для расчета зоны защиты двойных стержневых молниеотвода сведены в табл. 3.12.

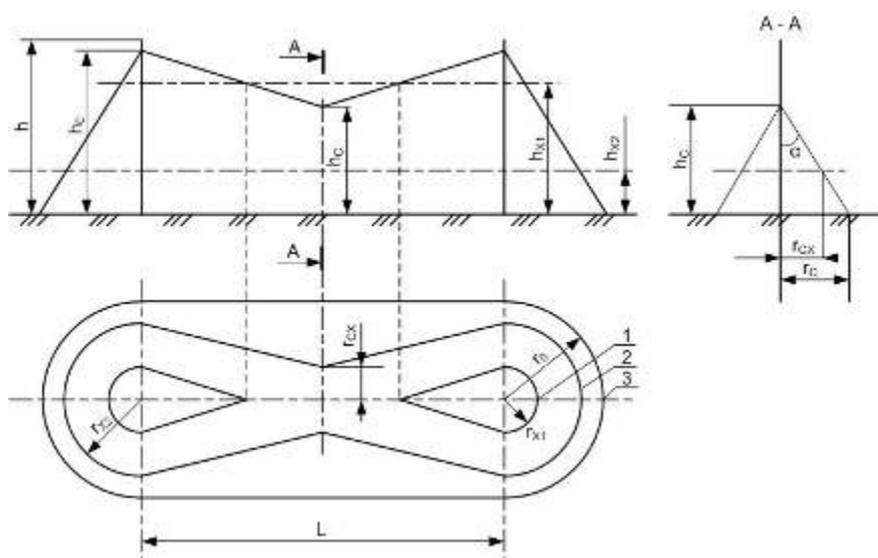


Рисунок 3.10 - Стержневые молниеотводы одинаковой высоты

Таблица 3.12 - Данные для расчета зоны защиты одиночного стержневого молниеотвода

Обозначение параметра	Наименование параметра	Ед. изм.	Значение параметра	Источник
A	Длина объекта	м	24,3	Техническое условия
B	Ширина объекта	м	18,3	Техническое условия
h_x	Высота объекта	м	10,2	Техническое условия
n	Удельная плотность ударов молнии в землю	1/ км ² ·год	1.00	[2]
t_{CP}	Средняя продолжительность гроз в год	час	20.0	[2]

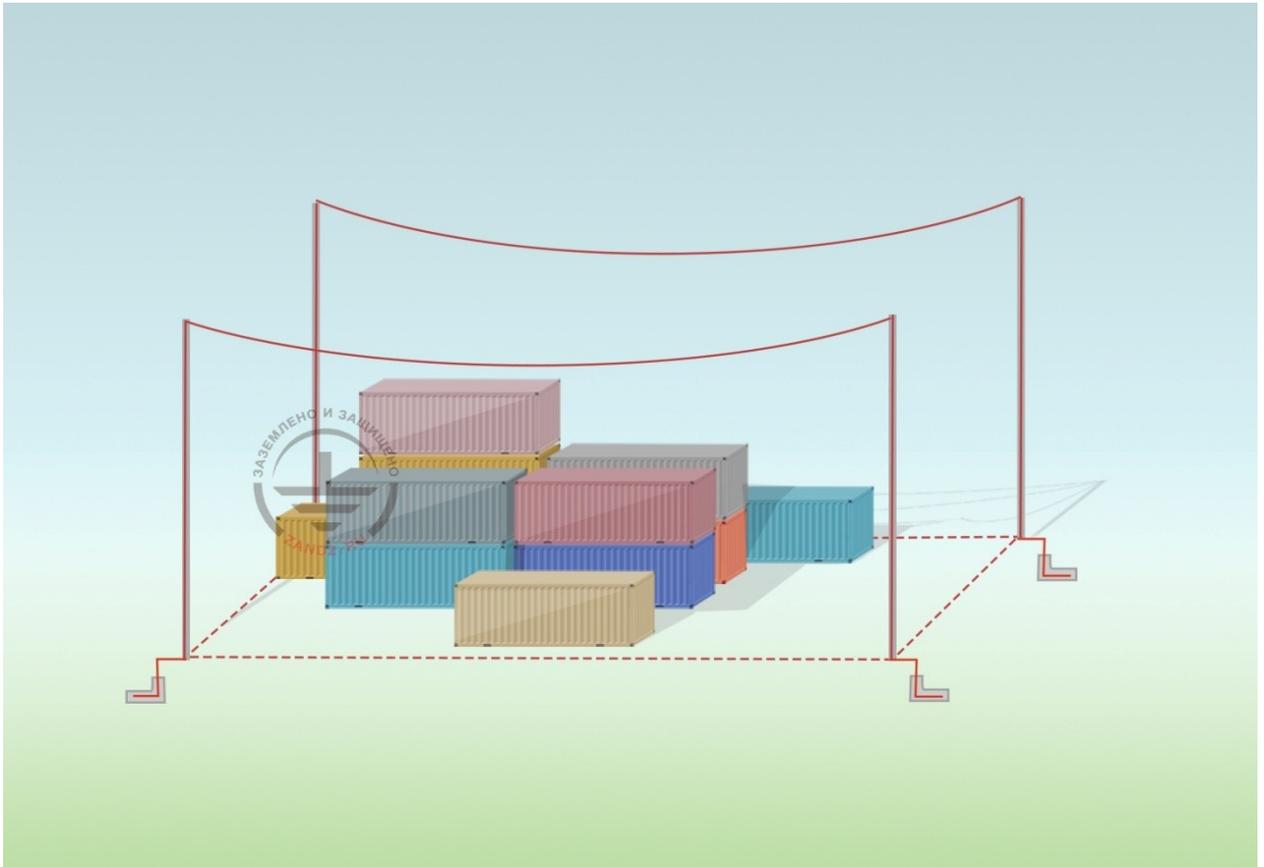


Рисунок 3.11 - Молниезащита из пары двойных стержневых молниеотводов

Таблица 3.13 - Данные для расчета зоны защиты одиночного стержневого молниеотвода

Обозначение параметра	Наименование параметра	Ед. изм.	Значение параметра	Источник
A	Длина объекта	м	24,3	Технические условия
B	Ширина объекта	м	18,3	Технические условия
h_x	Высота объекта	м	10,2	Технические условия
n	Удельная плотность ударов молнии в землю	1/ км ² ·год	1.00	[2]

обеспечения непрерывной металлической и электрической связи в соединениях конструкций и арматуры с молниеприемниками и заземлителями. Данные соединения выполнить сваркой.

Стержневые молниеприемники должны быть изготовлены из стали любой марки сечением не менее 100 мм² и длиной не менее 200 мм и защищены от коррозии оцинкованием, лужением или окраской. Тросовые молниеприемники должны быть выполнены из стальных многопроволочных канатов сечением не менее 35 мм².

Соединение молниеприемников с токоотводами и токоотводов с заземлителями должны выполняться сваркой, а при недопустимости огневых работ разрешается выполнение болтовых соединений с переходным сопротивлением не более 0,05 Ом при обязательном ежегодном контроле последнего перед началом грозового сезона.

План-схема молниеотвода представлен в графической части.

										Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

Заключение

Обеспечение безопасности жизнедеятельности – задача первостепенного приоритета для личности, общества и государства. Для обеспечения электробезопасности необходимо строгое выполнение ряда организационно-технических мероприятий установленных правилами устройства электроустановок, правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей и правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей.

Опасное и вредное воздействие на людей электрического тока, электрической дуги и электромагнитных полей проявляется в виде электротравм и профессиональных заболеваний.

Электробезопасность в помещении обеспечивается техническими способами и средствами защиты, а так же организационными и техническими мероприятиями.

										Лист
Изс	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

Список использованных источников

1. Правила устройства электроустановок шестое издание, дополненное с исправлениями Госэнергонадзор Москва 2000.
2. Правила устройства электроустановок. Издание седьмое
3. ГОСТ Р 50571.2-94 «Электроустановки зданий. Часть 3. Основные характеристики»
4. Липкин Б.Ю. Электроснабжения промышленных предприятий и установок. Москва. «Высшая школа». 1984 г.
5. Федорова А.А. Справочник по электроснабжению промышленных предприятий. М. Энергия. 1974 г.
6. Федоров А.А. Справочник по электроснабжению и электрооборудованию. Энергоатомиздат. 1986 г. Том 1.
7. Федоров А.А. Электротехнический справочник.
8. Федоров А.А. Справочник по электроснабжению промышленных предприятий. Энергоатомиздат. 1986 г. Том 2.
9. Шевченко Н.Ю. Расчётно графическая работа по дисциплине «Электроснабжение» Шевченко Н.Ю. 2006г.

										Лист
Изс	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						