

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра нефтехимии и техногенной безопасности

**«Молниезащита резервуарного парка предприятия по приему,
хранению и очистке нефтешламов»**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента (ки) 4 курса 441 группы

направления 20.03.01 «Техносферная безопасность»

код и наименование направления, специальности

Института химии

Сказченко Артёма Эдуардовича

Научный руководитель

доцент, к.х.н.

должность, уч. ст., уч. зв.

В.З. Углова

инициалы, фамилия

Заведующий кафедрой

д.х.н., профессор

должность, уч. ст., уч. зв.

Р.И. Кузьмина

инициалы, фамилия

Саратов 2018

Введение

Актуальность работы. В настоящее время участились аварии на производственных объектах, связанные прямым или косвенным контактом с кратковременным импульсивным воздействием, к которым относят разряды молний. В случае прямого попадания молнии в производственный объект, возможно возгорание, детонация или даже взрыв опасных химических веществ (ОХВ) и аварийно химически опасных веществ (АХОВ). Согласно цифрам статистики, около 40% возгораний на опасном производственном объекте (ОПО) связано с ударами молний. Так же возможна аварийная ситуация и без прямого попадания молнии в объект, в результате такого удара, волна перенапряжения может распространяться по коммуникациям и способна в считанные секунды вывести из строя оборудование и тем самым значительно ударить по экономической составляющей предприятия.

В настоящее время имеется несколько видов молниезащиты: стержневая, тросовая, молниепрёмная сетка и молниезащита с использованием активных молниеприёмников.

При строительстве различных производственных, в том числе и большинства гражданских объектов, необходимо оснащение данных зданий устройствами молниезащиты, которые должны соответствовать основным пунктам ПУЭ и различным стандартам.

Благодаря активному развитию данной технологии в сфере защиты зданий и производственных сооружений, мы имеем большой выбор вариантов оснащения этих объектов соответствующими устройствами молниезащиты, которые успели уже доказать свою эффективность не только на бумаге, но и на деле (с появлением молниеотводов количество аварий от разрядов молний сократилось примерно на 60%). Однако, следует отметить, что в настоящее время не все ОПО оснащены системами молниезащиты.

Цель работы целью настоящей работы является разработка и рекомендация к использованию систем молниезащиты на пожаро- и взрывоопасном объекте: резервуарном парке предприятия по приему, хранению и очистке нефтешламов.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Подобрать наиболее оптимальную систему молниезащиты для данного объекта.
2. Дать экономическую оценку предложенному проекту.

Для достижения цели и выполнения задач необходимо рассчитать защищаемые радиусы для пассивной и активной молниезащиты и произвести технико-экономическое сравнение двух вариантов молниезащиты.

Основное содержание работы

В работе представлен проект возможных систем молниезащиты, проведены расчеты параметров всех предложенных систем и выбран вариант наиболее оптимальной системы молниезащиты для площадки резервуаров с ЛВЖ (бензин).

Ожидаемое число поражений молниями в год защищаемого объекта

Средняя продолжительность гроз за один грозовой день для территории европейской части России 1,5–2 ч. Среднегодовая продолжительность гроз для Саратова – 10-20 часов/год, плотность ударов молнии в землю $1/\text{км}^2$ в год - 2,0.

$$N = \frac{(S + 3h_x)(L + 3h_x)n}{10^6},$$

где S – ширина защищаемого здания (сооружения), м;

L – длина защищаемого здания (сооружения), м;

h_x — высота здания по его боковым сторонам, м;

п — среднее число поражений молнией 1 км² земной поверхности в год в районе строительства здания.

$$N = 0,002$$

Расчет полного сопротивления заземляющего устройства

Данный резервуарный парк относится к категории ПА в соответствии со СНиП 2.11.03-63.

Для уровня защиты III защита от прямых ударов молнии должна выполняться отдельно стоящими молниеприемниками.

Предполагается молниезащита резервуарного парка двумя отдельно стоящими молниеприемниками высотой 15 м. От каждого молниеприемника выполняется растекание тока в двух направлениях по горизонтальным электродам заземляющего устройства, на каждом направлении на расстоянии 5 м устанавливается по одному вертикальному электроду длиной 3 м. Токоотвод от молниеприемника присоединяется к заземляющему устройству при помощи зажима для подключения заземляющего проводника ZZ-005-064.

- Сопротивление горизонтального электрода:

$$R_{гор} = \frac{\rho}{2\pi L_{гор}} \cdot \ln \frac{2L_{гор}^2}{bh}$$

Где ρ — удельное сопротивление грунта, Ом·м;

b - ширина полосы горизонтального электрода, м;

h - глубина заложения горизонтальной сетки, м;

$L_{гор}$ — длина горизонтального электрода, м.

- Сопротивление вертикального электрода:

$$R_{верт} = \frac{\rho}{2\pi L} \left(\ln \frac{2L}{d} + 0,5 \cdot \ln \frac{4T + L}{4T - L} \right)$$

где ρ — эквивалентное удельное сопротивление грунта, Ом·м;

L — длина вертикального электрода, м;

d – диаметр вертикального электрода, м;

T – заглубление - расстояние от поверхности земли до заземлителя, м;

$$T = \frac{L}{2} + t$$

Где t – заглубление верха электрода,

- Полное сопротивление заземляющего устройства:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{k_{\text{исп гр}} \cdot \sum_{i=1}^n \frac{n_i}{R_i}}$$

где n – количество комплектов;

$k_{\text{исп}}$ – коэффициент использования.

$$R_{\text{гор}} = 4,4 \text{ Ом};$$

$$R_{\text{верт}} = 51,36 \text{ Ом};$$

$$T = 21 \text{ м};$$

$$R_{\Sigma} = 4 \text{ Ом}.$$

Исходные данные

На площадке установлено десять резервуаров с ЛВЖ (бензин), восемь из которых объемом 100 м^3 , два – 60 м^3 . Размер площадки – $21 \times 8 \times 7,5 \text{ м}$ (таблица 1).

По взрывопожароопасности проектируемые объекты относятся к взрывоопасным зонам класса II А. Электрооборудование, расположенное в пределах взрывоопасных зон выбрано в соответствии с главой 7.3 ПУЭ:

- во взрывоопасной зоне класса IIА применено электрооборудование, аппараты и светильники повышенной надежности против взрыва.

Согласно методике молниезащита объекта предусмотрена по III категории: здания и сооружения защищаются от прямых ударов молнии, вторичных проявлений молнии и от заноса высокого потенциала через наземные, надземные и подземные металлические коммуникации. Наружные

установки, отнесенные по устройству молниезащиты к III категории, защищаются от прямых ударов молнии и вторичных проявлений молнии.

Молниеприёмные устройства на объекте отсутствуют, поэтому сравним несколько видов защиты от молнии.

Таблица 1 – Параметры, характеризующие объект

Параметр	Значение
Длина объекта, м	21
Ширина объекта, м	8
Высота объекта (max), h_x , м	7,5
Высота объекта (min), м	5,2
Класс взрывопасности	IIA
Категория молниезащиты	III

Расчет зон молниеотводов

Одиночный стержневой молниеотвод

Рассчитаем зоны защиты пассивной системы одиночной стержневой молниезащиты.

$$h = \left(\frac{r_x + 1.85 h_x}{1.5} \right); \quad (1)$$

$$h_0 = 0.92h; \quad (2)$$

$$r_0 = 1.5h; \quad (3)$$

Подставив значения, получаем:

$$h = 13,5 \text{ м}$$

$$h_0 = 12,42 \text{ м}$$

$$r_0 = 20,25 \text{ м}$$

Параметр	Значение, м
h_0	12,42
r_0	20,25
r_x	8

Особенностью одиночного стержневого молниеотвода, для данного резервуарного парка является то, что он должен находиться в центре парка. Только там его эффективность будет сравнима с экономической выгодой. Но исходя из правил установки системы молниезащиты мы не можем устанавливать молниеотводы внутри резервуарного парка. Поэтому его необходимо установить за резервуарным парком, что значительно увеличивает требуемый радиус защиты, и как следствие, ведет за собой неоправданно высокие экономические затраты.

Многократная стержневая система молниеотводов

Многократный стержневой молниеотвод является неподходящей системой молниезащиты для данного резервуарного парка. Т.к установка (исходя из его особенностей) требуется только для зон защиты треугольной формы или многоугольной с неравными сторонами. В таких условиях данный молниеотвод является наиболее выгодным и удобным.

Двойная стержневая система молниеотводов

Рассчитаем зоны защиты пассивной системы двойной стержневой молниезащиты (таблица 2).

$$h_c = h_0 - 0,14 * (L - 1,5h); \quad (4)$$

$$h_0 = 0,92h; \quad (2)$$

$$r_0 = 1,5h; \quad (3)$$

$$r_x = 1,5 \left(h - \frac{h_x}{0,92} \right). \quad (5)$$

Подставив значения, получаем:

$$h_c = 13,8 - 0,14 * (27 - 1,5 * 15) = 13,17 \text{ м};$$

$$r_x = 1,5 \left(15 - \frac{7,5}{0,92} \right) = 10,28 \text{ м}.$$

Таблица 2 – Значения при $h_x=7,5\text{м}$ (максимальная высота объекта)

Параметр	Значение, м
h_0	13,8
r_0	22,5
r_x	10,28

На основании проведенных расчетов (таблица 2) составлен рисунок зоны защиты двойного стержневого молниеотвода (рисунок 5).

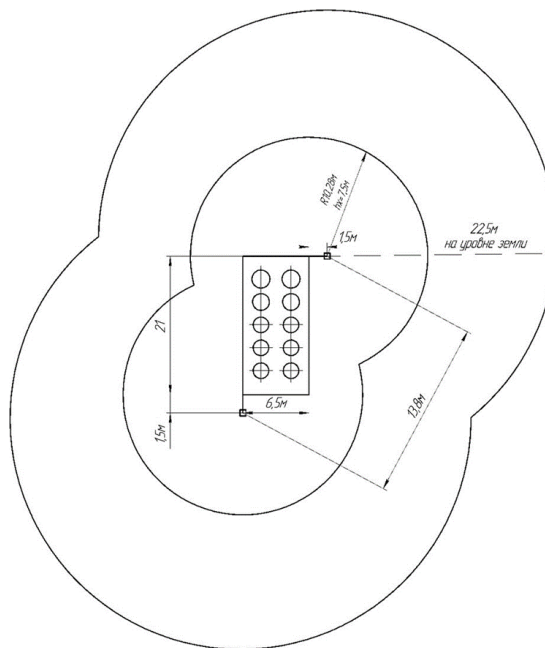


Рисунок 1 – Зоны защиты двойного стержневого молниеотвода.

Одиночный тросовый молниеотвод

Рассчитаем параметры, характеризующие свойства тросового молниеприемника по формулам (1,3,5).

$$h = \left(\frac{r_x + 1.85 h_x}{1.7} \right) \quad (1)$$

$$h = 15 \text{ м}$$

Таблица 3 – Значения для $h_x = 7,5 \text{ м}$

Параметры	Значение, м
h_0	13,8
r_0	25,5
r_x	11,64

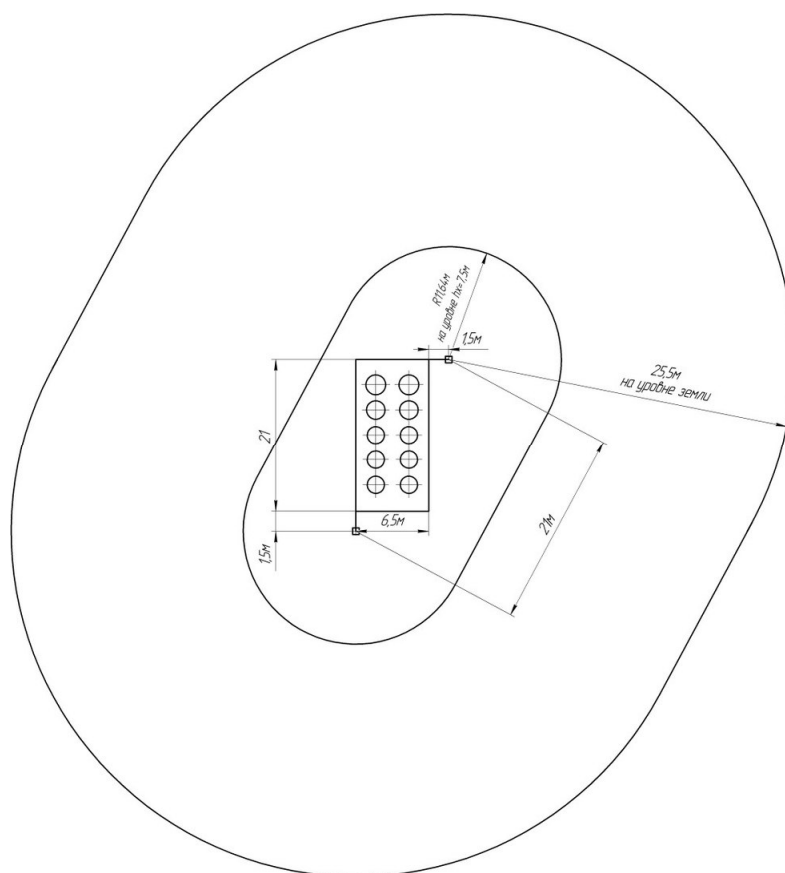


Рисунок 2 – Зоны защиты одиночного тросового молниеотвода.

1.2.1. Активный молниеприемник

Радиус защиты на уровне земли для активного молниеприемника определяется в соответствии с по следующим формулам:

$$r_0 = \sqrt{h(2D - h_x) + \Delta L(2D + \Delta L)}, \quad (6)$$

где r_0 – радиус защиты молниеприемника на определенной высоте, м;

h – высота молниеприемника, м;

D – дистанция удара равна 20, 30, 45 или 60, в зависимости от требуемого уровня защиты (I, II, III или IV).

ΔL – инициация верхнего лидера, м.

Величину ΔL определяем по формуле:

$$\Delta L = V \cdot \Delta T; \quad (7)$$

где V – скорость инициации верхнего лидера, м/мкс;

ΔT – время его инициации, мкс.

Для молниезащиты площадки резервуаров с бензином необходимо выбрать опоры, на которых будет крепиться молниеприемник. Высота опоры зависит от защищаемых зон и высоты защищаемых установок. Иными словами высота опоры должна быть больше высоты защищаемых объектов. Самая высокая точка на площадке достигает 7,5 метров. Выбираем стандартную опору, высота которой 15 метров. Активный молниеприемник крепится к этой опоре на подставке высотой 2 метра. Высота самого активного молниеприемника составляет 0,75 метров. Итоговая высота опоры с закрепленным на ней активным молниеприемником составляет 12,75 метров.

Активным молниеприемником для площадки резервуаров с ЛВЖ (бензин) с уровнем молниезащиты III был выбран молниеприемник типа PREVECTRON S3.40.

Для системы активного молниеприемника PREVECTRON 2 S3.40 технические данные представлены в таблице 4:

Таблица 4 – Технические характеристики молниеприемника PREVECTRON S3.40

Параметр	Значение параметра
ΔT , мкс	40
V , м/мкс	1
D	45

По формуле (7) находим величину инициации верхнего лидера:

Далее по формуле (6) находим защищаемые радиусы на уровне земли (рисунок 7, 8):

$$r_0 = \sqrt{12,75(2 * 45 - 12,75) + 40(2 * 45 + 40)} = 38,8 \text{ м} ;$$

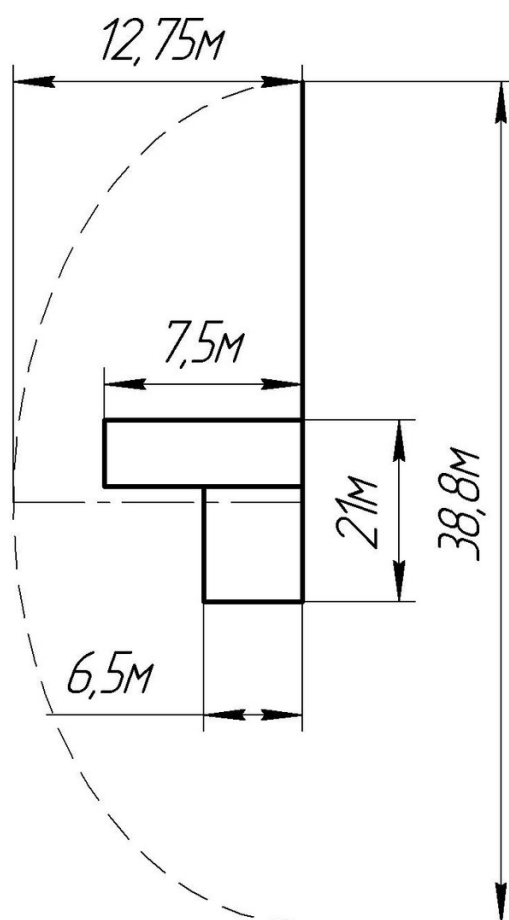


Рисунок 3 – Зона защиты активного молниеприемника (вид сбоку).

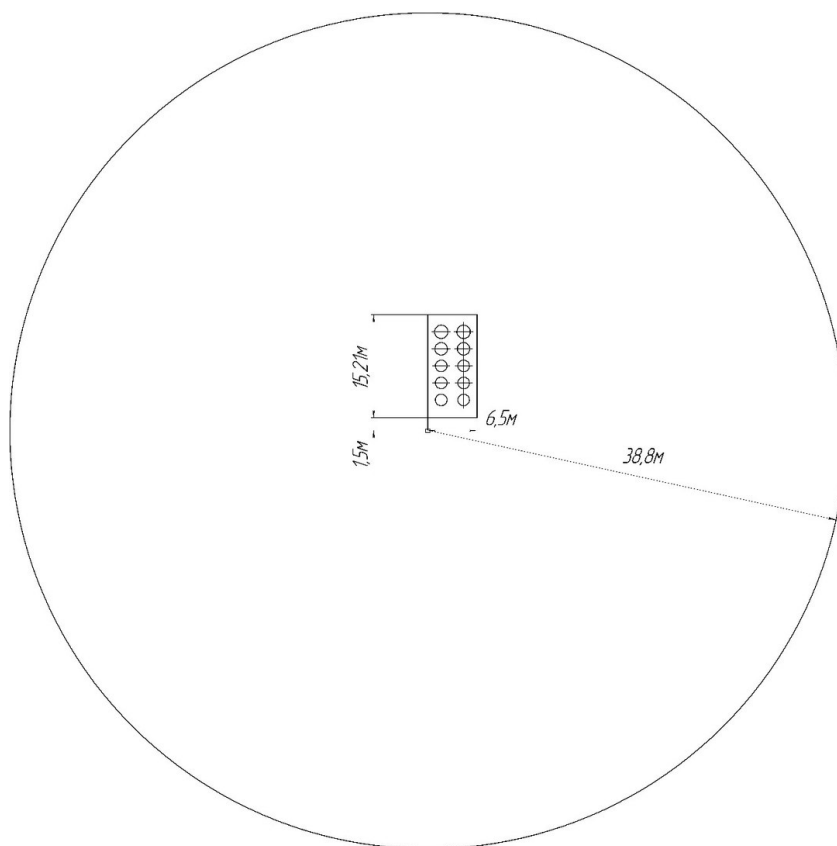


Рисунок 4 – Зона защиты активного молниеприемника.

Исходя из полученных данных, приведённых в, можно сделать вывод, что активный молниеприёмник даёт наибольший радиус защиты объекта (таблица 5) (примерно в 1.7 раза), что позволит в дальнейшем расширить производство или границы резервуарного парка.

Таблица 5 – Итоговые результаты

Тип защиты	h_0 , м.	h_x , м.	r_x , м.	r_0 , м.
Двойной стержневой	13,8	7,5	10,28	22,5
Одиночный тросовый	13,8	7,5	12	25
Активный	-	7,5	-	38,8

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании проведенных расчетов сделаны следующие выводы:

1. Проведена оценка эффективности рассмотренных систем молниезащиты.
Расчет основных параметров систем показал, что наиболее эффективной системой по своим защитным свойствам является *активная система молниезащиты*, позволяющая увеличить зону защиты территории почти в 2 раза.
2. Перспектива: возможность расширения производства без пересмотра системы молниезащиты (с точки зрения техногенной безопасности).