Энгельсский технологический институт

Кафедра «Технология и оборудование химических, нефтегазовых и пищевых производств»

РАСЧЕТ СИСТЕМ ЗАЗЕМЛЕНИЯ И ЗАНУЛЕНИЯ

Методические указания
к практической работе
по курсу «Безопасность жизнедеятельности»
для студентов направлений

09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»
09.03.04 «Программная инженерия»
15.03.02 «Технологические машины и оборудование»
15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»
18.03.01 «Химическая технология»
23.03.01 «Нефтегазовое дело»
29.03.05 «Конструирование изделий легкой промышленности»

очной и заочной формы обучения

Электронное издание локального распространения

Энгельс 2024 г.

Цель работы: рассчитать результирующее сопротивление растеканию тока заземляющего устройства и сравнить с допустимым сопротивлением.

Нормативная база

1. ГОСТ 12.1.009-2017 «ССБТ. Электробезопасность. Термины и определе-ния»;
2. ГОСТ 12.1.038-82 «ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов»;
3. ГОСТ 12.1.019-2017 «ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты»;
4. ГОСТ Р 58698-2019 (МЭК 61140:2016) «Защита от поражения электриче-ским током. Общие положения для электроустановок и электрооборудова-ния»;
5. Правила устройства электроустановок (ПУЭ) 7-е изд.

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

Защитное заземляющее устройство, предназначенное для защиты людей от поражения электрическим током при переходе напряжения на металлические части электрооборудования, представляет собой специально выполненное соединение конструктивных металлических частей электрооборудования (вычислительная техника, приборостроительные комплексы, испытательные стенды, станки, аппараты, светильники, щиты управления, шкафы и пр.), нормально не находящихся под напряжением, с заземлителями, расположенными непосредственно в земле.

В качестве искусственных заземлителей используют стальные трубы длиной *1,5…4 м*, диаметром *25…50 мм*, которые забивают в землю, а также металлические стержни и полосы. Для достижения требуемого сопротивления заземлителя, как правило, используют несколько труб (стержней), забитых в землю и соединённых там металлической (стальной) полосой.

Контурным защитным заземлением называется система, состоящая из труб, забиваемых вокруг здания цеха, в котором расположены электроустановки.

Заземление электроустановок необходимо выполнять:

– при напряжении выше *380В* переменного и *440В* постоянного тока в помещениях без повышенной опасности, т. е. во всех случаях;

– при номинальном напряжении выше *42В* переменного и *110В* постоянного тока в помещениях с повышенной опасностью, особо опасных и в наружных установках;

– при любых напряжениях переменного и постоянного тока во взрывоопасных помещениях.

Ниже приведены классификация и характеристика помещений.

Помещения без повышенной опасности:

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

Помещения с повышенной опасностью:

Помещения с повышенной опасностью - помещения, характеризующиеся наличием одного из следующих условий:

– сырость (относительная влажность воздуха длительно превышает *75%);*

– токопроводящая пыль;

– токопроводящие полы (металлические, земляные, железобетонные, кирпичные и т.д.);

– высокая температура (температура в помещении постоянно или периодически превышает 35^0C);

– возможность одновременного прикосновения человека к соединённым с землёй металлоконструкциям зданий с одной стороны и к металлическим корпусам электрооборудования с другой.

Помещения особо опасные:

Помещения особо опасные - помещения, характеризуемые наличием одного из следующих условий:

– особая опасность – относительная влажность близка к 100% (потолок, стены, пол, предметы, находящиеся в помещении, покрыты влагой);

– химически активная или органическая среда (в помещении содержатся агрессивные пары, газы, жидкости, образуются отложения и плесень);

– наличие одновременно двух и более условий для помещений повышенной опасности.

На электрических установках напряжением до *1000В* одиночные заземлители соединяют стальной полосой толщиной не менее *4мм* и сечением не менее $48мм^2$. Для уменьшения экранирования рекомендуется одиночные заземлители располагать на расстоянии не менее *2,5…3 м* один от другого.

2. МЕТОДИКА РАСЧЕТА.

Сопротивление растеканию тока, *Ом*, через одиночный заземлитель из труб диаметром *25…50мм*.

$$R_{тр} = 0,9 \cdot (\rho / l_{тр}), \qquad (1.)$$

где ρ - удельное сопротивление грунта, которые выбирают в зависимости от его типа, *Ом·см* (для песка оно равно 40 000…70 000, для супеси – 15 000…40 000, для суглинка - 4000…15 000, для глины – 800…7000, для чернозёма - 900…5300);

Су́песь — рыхлая горная порода или грунт, состоящая, главным образом, из песчаных и пылеватых частиц

Сугли́нок — рыхлая осадочная порода с преимущественным содержанием частиц размера пыли и песка и значительным количеством глинистых частиц

$l_{тр}$ – длина трубы, *1,5…4м*.

Затем определяют ориентировочное число вертикальных заземлителей без учёта коэффициента экранирования

$$n = R_{тр} / r, \qquad (2.)$$

где *r* - допустимое сопротивление заземляющего устройства, *Ом*.

В соответствии с Правилами устройства электроустановок (ПЭУ) на электрических установках напряжением до *1000В* допустимое сопротивление заземляющего устройства равно не более *4 Ом.*

Разместив вертикальные заземлители на плане и определив расстояние между ними, определяют коэффициент экранирования заземлителей по табл. 1.

Таблица 1 – Коэффициенты экранирования заземлителей $\eta_{гр}$

Число труб (угол-ков)	Отношение расстояния между трубами (уголками) к их длине	$\eta_{гр}$	Отношение расстояния между трубами (уголками) к их длине	$\eta_{гр}$	Отношение расстояния между трубами (уголками) к их длине	$\eta_{гр}$
4	1	0,66…0,72	2	0,76…0,80	3	0,84…0,86
6	1	0,58…0,65	2	0,71…0,75	3	0,78…0,82
10	1	0,52…0,58	2	0,66…0,71	3	0,74…0,78
20	1	0,44…0,50	2	0,61…0,66	3	0,68…0,73
40	1	0,38…0,44	2	0,55…0,61	3	0,64…0,69
60	1	0,36…0,42	2	0,52…0,58	3	0,62…0,67

Число вертикальных заземлителей с учётом коэффициента экранирования

$$n_1 = n / \eta_{тр} \quad (3.)$$

Длина соединительной полосы, *м*,

$$l_n = n_1 \cdot a, \quad (4.)$$

где *a* – расстояние между заземлителями, *м*.

Если расчётная длина соединительной полосы получилась меньше периметра цеха (задаётся по варианту), то длину соединительной полосы необходимо принять равной периметру цеха плюс *12…16 м*. После этого следует уточнить значение $\eta_{тр}$. Если $a / l_{тр} > 3$, принимают $\eta_{тр} = 1$.

Сопротивление растеканию электрического тока через соединительную полосу, *Ом*.

$$R_n = 2{,}1 \cdot (p / l_n) \quad (5.)$$

Результирующее сопротивление растеканию тока всего заземляющего устройства, *Ом*.

$$R_з = R_{тр} \cdot R_n / (\eta_n \cdot R_{тр} + \eta_{тр} \cdot R_n \cdot n_1), \quad (6.)$$

где η_n – коэффициент экранирования соединительной полосы (табл. 2)

Таблица 2 – Коэффициенты экранирования соединительной полосы

Отношение расстояния между заземлителями к их длине	Число труб					
	4	8	10	20	30	40
1	0,45	0,36	0,34	0,27	0,24	0,21
2	0,55	0,43	0,40	0,32	0,30	0,28
3	0,70	0,60	0,56	0,45	0,41	0,37

Полученное результирующее сопротивление растеканию тока всего заземляющего устройства сравнивают с допустимым сопротивлением заземляющего устройства равно 4 Ом.

На плане цеха размещают вертикальные заземлители и соединительную полосу.

3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ.

3.1. Выбрать вариант (табл.).

3.2. Рассчитать результирующее сопротивление растеканию тока заземляющего устройства и сравнить с допустимым сопротивлением.

3.3. Подписать отчёт и сдать преподавателю

Таблица 3 – ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ

Вариант	Габаритные размеры цеха, м		Вид грунта
	длина	ширина	
01	60	18	Песок
02	72	24	Су́песь
03	66	24	Сугли́нок
04	72	18	Глина
05	90	24	Песок
06	72	24	Су́песь
07	72	18	Сугли́нок
08	90	24	Глина
09	72	24	Песок
10	66	18	Су́песь
11	60	18	Сугли́нок
12	66	12	Глина
13	72	18	Песок
14	90	18	Су́песь
15	36	12	Сугли́нок
16	24	12	Глина
17	12	12	Песок
18	24	12	Су́песь
19	18	12	Сугли́нок
20	18	24	Глина

Вопросы для самопроверки

1. Что такое заземление?
2. Что необходимо сделать, чтобы уменьшить сопротивление растеканию тока искусственного заземлителя?
3. Как экспериментально определить сопротивление растеканию тока заземлителя и удельное сопротивление грунта?
4. Какие методы используются для защиты человека от поражения электрическим током?
5. Какое заземление называют контурным?
6. Что такое электрический ток?
7. Назовите факторы, влияющие на исход поражения электрическим током.
8. Приведите классификацию помещений по ПУЭ.
9. Дайте определение понятию зануления и каков принцип его действия.
10. В чем сущность метода выравнивания потенциалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Обязательные издания

1. Борисова, Н. В. Безопасность жизнедеятельности. Лабораторный практикум / Н. В. Борисова, Е. В. Бычкова. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 168 с. — ISBN 978-5-507-46610-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/351905. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Рысин, Ю. С. Безопасность жизнедеятельности : учебное пособие / Ю. С. Рысин, С. Л. Яблочников. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2023. — 132 с. — ISBN 978-5-4497-0440-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/124636.html. — Режим доступа: для авторизир. Пользователей.

3. Безопасность жизнедеятельности : учебник / под редакцией Э. А. Арустамова. — 21-е изд. — Москва : Дашков и К, 2018. — 446 с. — ISBN 978-5-394-02972-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: https://e.lanbook.com/book/105582. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Безопасность жизнедеятельности [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / Л.А. Муравей [и др.]. – Электрон. текстовые данные. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2012. – 431 с. – Режим доступа: http:// www.iprbookshop.ru/7017. – ЭБС «IPRbooks»

2. Дополнительные издания

1. Еременко В.Д. Безопасность жизнедеятельности [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Еременко В.Д., Остапенко В.С.— Электрон. текстовые данные.— М.: Российский государственный университет правосудия, 2016.— 368 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/49600.html.— ЭБС «IPRbooks».

2. Безопасность жизнедеятельности в химической промышленности : учебник / Н.И. Акинин, Л.К. Маринина, А.Я. Васин [и др.] ; под общей редакцией Н.И. Акинина. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 448 с. — ISBN 978-5-8114-3891-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: https://e.lanbook.com/book/116363

3. Екимова И.А. Безопасность жизнедеятельности [Электронный ресурс]: учебное пособие / Екимова И.А. – Электрон. текстовые данные. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Эль Контент, 2012. – 192 с. – Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/13876.— ЭБС «IPRbooks»

3. Бурашников, Ю.М. Безопасность жизнедеятельности. Охрана труда на предприятиях пищевых производств : учебник / Ю.М. Бурашников, А.С. Максимов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 496 с. — ISBN 978-5-8114-2497-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL:

https://e.lanbook.com/book/93587

4. Безопасность жизнедеятельности [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / Л.А. Муравей [и др.]. – Электрон. текстовые данные. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2012. – 431 с. – Режим доступа: http:// www.iprbookshop.ru/7017. – ЭБС «IPRbooks».

5. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». - М.: Стандартинформ, 2022. – 412 с.

3. Периодические издания

6. Журнал «Безопасность труда в промышленности» https://www.elibrary.ru/title_about_new.asp?id=8430

7. Журнал «Охрана и экономика труда» https://www.elibrary.ru/title_about.asp?id=32420

8. Журнал «Экология промышленного производства» https://www.elibrary.ru/title_about_new.asp?id=9263

4.Интернет-ресурсы

9.http://www.tehdoc.ru; http://www.safety.ru – нормативная документация по охране труда;

10.http://www.mintrans.ru –официальный сайт министерства транспорта РФ;

11.http://www.minzdravsoc.ru – официальный сайт Минздравсоцразвития;

12.http://www.mchs.ru/ -официальный сайт МЧС;

13.http://www.gks.ru/ -официальный сайт федеральной службы государственной статистики;

14.http://www.novtex.ru –научно-практический и учебно-методический журнал БЖД;

15.http://www.sci.aha.ru –web атлас по БЖД.

5. Источники ИОС

16. Безопасность жизнедеятельности
http://techn.sstu.ru/new/SubjectFGOS/Default.aspx?kod=1