Тема: Расчет защитного заземления в цехах с электроустановками напряжением до 1000 В.

Цель работы: Ознакомиться с расчетом защитного заземления в цехах с электроустановками напряжением до 1000 В.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

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.

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.

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.

МЕТОДИКА РАСЧЕТА

Phoca PDF

Сопротивление растеканию тока, Ом, через одиночный заземлитель из труб диаметром

25…50 мм.

Rтр = 0,9 ·(ρ/lтр), (1.1)

где ρ – удельное сопротивление грунта, которые выбирают в зависимости от его вида (суглинок, глина, песок), Ом□см; lтр – длина трубы, м.

Затем определяют ориентировочное число вертикальных заземлителей без учёта коэффициента экранирования

n = Rтр /r, (1.2)

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. 1.1.

Коэффициенты экранирования заземлителей $\eta_{гр}$

Таблица 1.1

Число труб (уголков)	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

$n1 = n / \eta_{тр}$ (1.3)

Phoca PDF

Длина соединительной полосы, м,

$l_п = n1 \cdot a$, (1.4)

где а – 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.

$Rn = 2{,}1 \cdot (p / l\ n)$ (1.5)

Результирующее сопротивление растеканию тока всего заземляющего устройства, Ом.

$Rз = Rтр \cdot Rn / (\eta_n \cdot Rтр + \eta_{тр} \cdot Rn \cdot n1)$, (1.6)

где η_n – коэффициент экранирования соединительной полосы (табл. 1.2)

Таблица 1.2

Коэффициенты экранирования соединительной полосы

Отношение расстояния между зазе млителями 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 (не более 4 Ом).

На плане цеха размещают вертикальные заземлители и соединительную полосу.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ

1. Выбрать вариант (табл. 1.3.).

Phoca PDF

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

3. На плане цеха размещают вертикальные заземлители и соединительную полосу (рис. 1).

ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ К РАБОТЕ ПО ТЕМЕ:

Таблица 1.3.

«Расчёт контурного защитного заземления в цехах с электроустановками напряжением до 1000 В»

Вариант	Габаритные размеры цеха, м		
	длина	ширина	Уд. сопротивление
1.	2.	3.	грунта, Ом · см
01	60	18	12000
02	72	24	10000
03	66	24	13000
04	72	18	15000
05	90	24	18000
06	72	24	21000
07	72	18	24000
08	90	24	27000
09	72	24	30000
10	66	18	33000
11	60	18	36000
12	66	12	39000
13	72	18	42000
14	90	18	45000
15	36	12	50000
16	24	12	54000
17	12	12	58000
18	24	12	62000
19	18	12	10000
20	18	24	10000

ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ «Расчёт контурного защитного заземления в цехах с электроустановками напряжением до 1000 в»

1. Исходные данные:

Вариант	Габаритные размеры цеха, м	Удельное

Phoca PDF

	длина	ширина	сопротивление грунта, Ом· см
№ -	72	18	42 000

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

Ход работы:

Сопротивление растеканию тока, через одиночный заземлитель диаметром 25...30 мм

рассчитаем по формуле (1.1)

$R_{тр} = 0,9 (\rho / l_{тр})$,

где ρ – удельное сопротивление грунта, Lmp – длина трубы, 1,5…4м. Принимаем Lmp = 2,75 м.

В нашем случае:

$R_{тр} = 0,9 \cdot (420 / 2,75) = 137,5$ (Ом).

Определяем примерное число заземлителей без учёта коэффициента экранирования по формуле (1.2.):

$n = R_{тр} / r$,

где r – допустимое сопротивление заземляющего устройства, 4 Ом. В нашем случае:

$n = 137,5 / 4 = 34,4$ (шт).

Определяем коэффициент экранирования заземлителей:

расстояние между трубами 2,5…3м – принимаем 2,75м,

длина труб – 2,75м,

отношение расстояния к длине – 1,

число труб – 34,4 ≈ 40 (шт). По табл. 1.1. выбираем $\eta_{тр}$:

$\eta_{тр} = 0,38…0,44$

Число вертикальных заземлителей с учётом коэффициента

Phoca PDF

экранирования определяем по формуле (1.3):

$n1 = n/\eta_{тр}$

В нашем случае:

n1 = 34,4/0,38 = 90,4 (шт).

Длину соединительной полосы определяем по формуле (1.4):

ln = n1·a = 90,4·2,75 = 248,7 (м),

где а – расстояние между заземлителями; Периметр цеха р ,м:

р = (а + в)·2 = (72 + 18)·2 = 180 (м).

Расчетная длина соединительной полосы не менее периметра цеха.

Сопротивление растеканию электрического тока через соединительную полосу,

Ом, определяем по формуле (1.5):

Rn = 2,1· (р / l n)

В нашем случае: Rn = 2,1(420/248,7)=3,55

Результирующее сопротивление растеканию тока всего заземляющего устройства, Ом, определяем по формуле (1.6):

$Rз = (Rтр \cdot Rn)/ (\eta_n \cdot Rтр + \eta_{тр} \cdot Rn \cdot n1)$ (Ом)

где η_n – коэффициент экранирования соединительной полосы, η_n = 0,21.

В нашем случае:

Rз=(137,5·3,5)/(0,21·137,5+0,38·3,5·90,4)=3,2 (Ом)

Вывод: допустимое сопротивление заземляющего устройства на электрических установках напряжением до 1000 В равно 3,2 Ом, что не более 4 Ом. Следовательно, полученное результирующее сопротивление растеканию тока заземляющего устройства соответствует норме и заземлители установлены правильно.

Phoca PDF

ЛИТЕРАТУРА

Безопасность жизнедеятельности / С.В, Белов, В.А. Девисилов, А.Ф. Козьяков и др.; Под общ. Ред. С.В. Белова. – М.: Высшая школа, НМЦ СПО, 2014. – 343 с.

Королькова В.И. Электробезопасность на промышленных предприятиях. – М.: Машиностроение, 1971.

Рис. 1. Схема устройства искусственного группового заземления:

Phoca PDF