9.06.2020 гр.17-1 Охрана труда. Захаров Г.П.

Практическая работа №3 Расчет контурного заземления

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| Цель работы: Изучить принцип действия защитного заземления и методики расчета сопротивления заземляющих устройств ,ознакомиться с алгоритмом расчета защитного заземления методом коэффициентов использования заземлителей (электродов) по допустимому сопротивлению системы заземления растеканию тока. Определение основных параметров заземления (количества, размеров и размещения одиночных вертикальных заземлителей и горизонтальных заземляющих проводников 1. 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.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 *350С*);
* 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 *48мм2*. Для уменьшения экранирования рекомендуется одиночные заземлители располагать на расстоянии не менее *2*,*5*…*3* *м* один от другого.   1. Методика расчета.

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

|  |  |
| --- | --- |
| Rтр = 0,9 ·(r/lтр),  | (3.1.) |

где  *r* - 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); *lтр* – длина трубы, *м*. Затем определяют ориентировочное число  вертикальных заземлителей без учёта коэффициента экранирования

|  |  |
| --- | --- |
| n = Rтр /r,  | (3.2.) |

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. 3.1. *Таблица 3.1. Коэффициенты экранирования заземлителей**hгр*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Число труб(угол-ков) | Отношение расстояния между трубами  (уголками) к их длине |   hгр | Отношение расстояния между трубами  (уголками) к их длине |   hгр | Отношение расстояния между трубами  (уголками) к их длине |   hгр |
| 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 /**hтр* | (3.3.) |

  Длина соединительной полосы, *м*,

|  |  |
| --- | --- |
| *lп = n1*  *·a,* | (3.4.) |

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 *hтр* . Если  *а / l тр* *>3*, принимают *hтр* *=* *1*.Сопротивление растеканию электрического тока через соединительную полосу, *Ом*.

|  |  |
| --- | --- |
| *Rn = 2,1· (p / l* *n)*  | (3.5.) |

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

|  |  |
| --- | --- |
| *Rз= Rтр·Rn /**(hn* *·Rтр  + hтр ·Rn·n1),*  | (3.6.) |

где *hn* – коэффициент экранирования соединительной полосы (табл. 7.2.)                                                                                               *Таблица 7.2.  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.На плане цеха размещают вертикальные заземлители и соединительную полосу.  3. Порядок выполнения задания.3.1. Выбрать вариант (табл. 3.3.).3.2. Рассчитать результирующее сопротивление растеканию тока заземляющего устройства и сравнить с допустимым сопротивлением.3.3. Подписать отчёт и сдать преподавателю    5. Пример выполнения лабораторной работы «расчёт контурного защитного заземления в цехах с электроустановками напряжением до 1000 В» 1. Исходные данные:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вариант | Габаритные размеры цеха, м | Удельное сопротивление грунта, Ом· см |
| длина | ширина |
| № - | 72 | 18 | 42 000 |

  2.     Цель работы: рассчитать результирующее сопротивление растеканию тока заземляющего устройства и сравнить с допустимым сопротивлением. 3.       Ход работы: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.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.

На электрических установках напряжением до *1000В* одиночные заземлители соединяют стальной полосой толщиной не менее *4мм* и сечением не менее *48мм2*. Для уменьшения экранирования рекомендуется одиночные заземлители располагать на расстоянии не менее *2*,*5*…*3* *м* один от другого. 1. Сопротивление растеканию тока, через одиночный заземлитель диаметром *25...30* *мм*рассчитаем по формуле(7.1.)Rтр = 0,9 (r / lтp),где *r* - удельное сопротивление грунта, *Lmp* – длина трубы, *1*,*5*…*4м*.  Принимаем  *Lmp = 2,75 м*. В нашем случае:Rтр = 0,9 · (420 / 2,75) = 137,5 (*Ом).* 2. Определяем примерное число заземлителей без учёта коэффициента экранирования по формуле (7.2.):n = Rтр/ r,где  *r* – допустимое сопротивление заземляющего устройства, 4 *Ом*. В нашем случае:n = 137,5 / 4 = 34,4 (*шт*). 3. 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.  3.1. выбираем hтр:hтр = от 0,38 до  0,443.1. Число вертикальных заземлителей с учётом коэффициента экранирования определяем по формуле (3.3.):n1 =n/hтр В нашем случае:n1= 34,4/0,38 = 90,4 (*шт*). 3.2. Длину соединительной полосы определяем по формуле (3.4.):ln = n1×a = 90,4×2,75 = 248,7 (*м*),где   *а*– расстояние между заземлителями. Периметр цеха *p ,м*: р = (а + в)·2 = (72 + 18)·2 = 180 (*м*). Расчетная длина соединительной полосы не менее периметра цеха.

|  |
| --- |
|   |
|   |  |

3.3. Сопротивление  растеканию электрического тока через  соединительную полосу, *Ом*, определяем по формуле (3.5.):где *hn*–коэффициент экранирования соединительной полосы.В нашем случае: Rn =

|  |
| --- |
|   |
|   |  |

3.7. Результирующее сопротивление растеканию тока всего заземляющего устройства, *Ом*,  определяем по формуле (3.6.):                     где *hn*–коэффициент экранирования соединительной полосы,  *hn*  = *0*,*21*. В нашем случае:

|  |  |
| --- | --- |
| Rз = |  |

   Вывод: допустимое сопротивление заземляющего устройства на электрических установках напряжением до *1000В* равно *3*,*2* *Ом*, что не более *4* *Ом*. Следовательно, полученное  результирующее сопротивление растеканию тока заземляющего устройства соответствует норме и  заземлители установлены правильно.  ЛИТЕРАТУРА 1. Безопасность жизнедеятельности / С.В, Белов, В.А. Девисилов, А.Ф. Козьяков и др.; Под общ. Ред. С.В. Белова. – М.: Высшая школа, НМЦ СПО, 2000. – 343 с.
2. Королькова В.И.  Электробезопасность на промышленных предприятиях. – М.: Машиностроение, 1971.

  Варианты заданий к  лабораторной  работе  по теме «расчёт контурного защитного заземления в цехах с электроустановками напряжением до 1000 В»

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вариант | Габаритные размеры цеха, м | Удельное сопротивление грунта, Ом · см |
| длина | ширина |
| 1.
 | 1.
 | 1.
 | 1.
 |
| 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 |
| 21 | 60 | 24 | 11000 |
| 22 | 54 | 18 | 10000 |
| 23 | 48 | 18 | 13000 |
| 24 | 66 | 24 | 50000 |
| 25 | 60 | 18 | 18000 |
| 26 | 72 | 24 | 21000 |
| 27 | 72 | 18 | 24000 |
| 28 | 66 | 24 | 27000 |
| 29 | 7 | 24 | 30000 |
| 30 | 60 | 24 | 33000 |

 |

Контрольные вопросы

 1. Что такое защитное заземление?

 2. Назначение, область применения защитного заземления.

 3. Принцип действия защитного заземления.

 4. Что собой представляет заземляющее устройство?

 5. Перечислите типы заземляющих устройств.

 6. Каков порядок расчета защитного заземления?

 7. В каком случае заземление является эффективным?