Раздел 11.

Вопросы охраны труда и техники безопасности.

тема: Обеспечение безопасных условий труда

при электрорадио монтаже устройства.

11.1. Обоснование необходимости зануления.

При монтаже разрабатываемого устройства могут возникать потенциальные опасности:

- замыкание фазного провода на корпус разрабатываемого устройства;

- прикосновение к оголенному фазному проводу:

- выделение вредных веществ при пайке или сварке:

- недостаточное освещение рабочего места

В данном разделе будут приведены расчеты зануления и вентиляции.

Электробезопасность - основной потенциальный поражающий фактор. При работе с электроаппаратурой необходимо уметь оказать первую медицинскую по­мощь в случае поражения электрическим током и знать правила техники безопас­ности.

Для уменьшения вероятности поражения электрическим током существуют следующие способы защиты:

•изоляция токоведущих частей;

•режим нейтрали", заземления, зануления;

•защитное отключение; соблюдение микроклимата помещения:

•ограждение токоведущих частей:

•индивидуальные защитные средства.

В дипломном проекте все приборы имеют однофазное питание от сети на­пряжением 380 В с заземленной нейтралью. Потребляемый ток всех приборов составляет 5 А. Опасность поражения электрическим током при эксперименте связано с замыканием фазного провода на корпус приборов, а также с возмож­ностью прикосновения к оголенному фазному проводу.

Основным средством обеспечения электробезопасности в сетях до 1000 В с заземленной нейтралью является зануление.

Зануление - это преднамеренное электрическое соединение с нулевым за­щитным проводником металлических токоведущих частей, которые могут оказать­ся под напряжением.

Для питания электрооборудования от силовой сборки ГосЦНИРТИ использу­ется провод марки АПР, прокладываемый в стальной трубе. Сечение этого алю­миниевого провода составляет 2,5 мм2. Диаметр водогазопроводной трубы для прокладки проводов d=19,1 мм Потребитель подключен к третьему участку пи­тающей магистрали.

Первый участок магистрали выполнен четырехжильным кабелем марки АВРГ с алюминиевыми жилами сечением 3х70+1х25 мм2, длина участка 250 м. Участок магистрали №2 выполнен кабелем АВРГ 3×35+1х10 мм2 длина участка 110 м. Участок №3 имеет длину 30 м. Магистраль питается от масляного трансформато­ра типа ТМ-1000 с первичным напряжением 6 кВ и вторичным - 380 В. Магистраль зануления выполнена на первых двух участках четвертой жилой питающего кабе­ля, на третьем участке - стальной трубой.

На щите подстанции, от которой питается рассматриваемая магистраль, установлены измерительные трансформаторы тока.

Третий участок магистрали защищен предохранителями типа ПР-2. Номи­нальный ток предохранителя выбираем из условия IПР≥IH , где

IПР - номинальный ток предохранителя;

IH - номинальный ток электроприборов.

Схема магистрали показана на рис. 11.1.

Схема магистрали.

Рис. 11.1 схема магистрали.

TT - трансформатор

ТП - трансформаторная подстанция

РП - распределительный пункт

СП - силовой пункт.

Пусть IПР=3 А. Для того, чтобы определить сможет ли эта схема зануления обеспечить защиту человека от поражения электрическим током необходимо про­вести расчетную проверку зануления.

11.2. Расчетная проверка зануления.

Определяем расчетный ток однофазового короткого замыкания:

IПР≥IH, (11.1)

IОКЗ=k\* IH (11.2)

где IH - номинальный ток электроприборов

IПР - номинальный ток предохранителя

IПР=3 А

Значение коэффициента К принимается в зависимости от типа электрических установок:

1. Если защита осуществляется автоматическими выключателями, имею­щими только электро магнитные расцепители, т.е. срабатывающие без выдержки времени, то К выбирается в пределах 1,25÷1,4

2. Если защита осуществляется плавкими предохранителями, время перего­рания которых зависит от величины тока (уменьшается с ростом тока), то в целях ускорения отключения К принимают ≥3.

3. Если установка защищена автоматами выключения с обратно зависимой от тока характеристикой, подобной характеристике предохранителей, то так же К≥3.

В нашем случае стоят предохранители ПР-2, следовательно коэффициент запаса будет равным 3. Таким образом,

IОКЗ ≥ 3\*3 А=9 А

Ток однофазного короткого замыкания определяется по формуле:

IКЗ ,

где UФ=220 В - фазное напряжение;

ZФ - суммарное (полное) сопротивление фазового провода и нулевого за­щитного проводника;

ZМЗ - суммарное (полное) сопротивление петли фазовый провод - магистраль зануления, которые равны:

 (11.4)

 (11.5)

Определим активное сопротивление фазного провода для каждого участка и суммарное по формуле: , где

L - протяженность участка (км);

S- сечение провода мм2 ,

S1 - сечение провода от трансформаторной подстанции

до распределительного пункта 70 мм2

S2 - сечение провода от распределительного пункта до

силового пункта 35 мм2

в нашем случае на третьем участке S3=2,5 мм2;

ρ - удельное сопротивление материала (для алюминия ρ=31,4 0м\*мм2/км).

Для размеров участков соответственно 250, 110 и 30 км получим активное со­противление фазных проводов для трех участков:

 Ом

 Ом

 Ом

RФ1=0,1122 0м; RФ2=0,0987 0м; RФ3= 0,3768 0м:

Полное активное сопротивление фазного провода: RФ∑ =О, 5877 0м;

Считая нагрев проводов Т=55°, определим значение RФ с учетом температуры:

 Ом, где

град - температурный коэффициент сопротивления алюминия.

Определим активное сопротивление нулевого защитного провода, учитывая, что магистраль зануления на первом участке выполнена четвертой жилой питающего кабеля, на втором стальной полосой 40х4 мм, на третьем - стальной трубой сечением 32х2 мм.

 0м

Для полоски из стали ρ =0,25 Ом/км

RM3 2=ρ\*L=0,25\*0,11=0,0275 0м.

Для трубы из стали ρ=0,73 Ом/км

RM3 2=ρ\*L=0,73\*0,03=0,0219 Oм.

Таким образом, суммарное сопротивление магистрали зануления равно:

RM3 ∑ =RM3 1+RМЗ 2+RM3 3=0,3634 Oм

Определяем внешние индуктивные сопротивления. Для фазового провода:

Х'Ф= Х'ФМ - ХФL ;

Для магистрали зануления:

Х'М3= Х'М3 М - ХМ3 L ; где

Х'М3 и Х'ФМ- индуктивные сопротивления, обусловленные взаимоин­дукцией фазового провода и магистрали зануления;

ХМ3 и ХФ1- внешние индуктивные сопротивления самоиндукции.

Индуктивные сопротивления, обусловленные взаимоиндукцией фазового провода и магистрали зануления определяются по формуле:

Х'ФМ = Х'М3 М =0,145 lg(dФМ3) ,

где d - расстояние между фазным и ну­левым проводом. Примем его для всех участков d=10 мм.

Х’ФМ=Х’М3М=0,145 lg10=0,145 Ом.

Суммарное сопротивление на всех участках:

Х’ФМ =Х’М3М =3\*0,145=0,435 Ом

Внешние индуктивные сопротивления определяются по формуле:

XФL = X'L\* L , где X'L- удельное сопротивление самоиндукции, Ом/м.

X'L1 =0,09\*0,25=0,023 Oм

X'L2=0,068\*0,11=0,0075 Oм

X'L3 =0,03\*0,03=0,0009 Oм

Суммарное внешнее индуктивное сопротивление фазового провода:

ХФL=0,0314 Oм

XM3L1 =0,068\*0,25=0,017 Oм

XM3L2 =0,03\*0,11=0,0033 Oм

XM3L3=0,138\*0,03=0,0041 Oм.

Суммарное внешнее индуктивное сопротивление магистрали зануления:

XM3L=0,024 Oм

Суммарное внутреннее индуктивное сопротивление состоит:

ХФ'=0,435-0,0314=0,4036 Ом

ХМ3'=0,435-0,0244=0,4106 Ом

Определяем внутреннее индуктивное сопротивление:

ХФ"1-2= XM3"1-2=0,0157\*(L1+L2)=0,0057 Ом

ХФ"3=0,0157\*L3=0,0005 Oм

Для стали внутреннее индуктивное сопротивление определяется по форму­ле:

ХM3”3=0,6\* RM3 3 =0,0324 Oм

ХФ"=0,0057+0,0005=0,0062 Ом

ХМ3"=0,047+0,0324=0,0371 Ом

Находим полное сопротивление фазового провода и магистрали зануления по формуле (4) и (5):

ZФ=0,9153 Ом

ZM3=0,85220 Oм

Рассчитываем ток однофазного короткого замыкания по формуле (3):

IКЗ=190,1 А

Сравним расчетные параметры с допустимыми: IКЗ=190,1>9 А

Кроме того, должно выполняться условие: ZM3 < 2 \* ZФ

Условие выпол­няется.

Таким образом, оба условия эффективности защиты соблюдаются. Напряже­ние прикосновения, в данном случае, определяется падением напряжения на ма­гистрали зануления: UПР=UМ3=IКЗ \* ZM3=190,1\* 0,8522=162 В.

Такое напряжение допускает время срабатывания защиты не более 0,5 с, что обеспечивается предохранителем с номинальным током 3 А.

11.3. Назначение зануления.

Как было отмечено выше, зануление применяется в четырехпроводных сетях напряжением до 1 кВ с заземленной нейтралью. Зануление осуществляет защиту путем автоматического отключения поврежденного участка электроустановки от сети и снижение напряжения на корпусах зануленного электрооборудования до безопасного на время срабатывания защиты. Из всего выше сказанного делаем вывод, что основное назначение зануления - обеспечить срабатывание макси­мальной токовой защиты при замыкании на корпус. Для этого ток короткого замы­кания должен значительно превышать установку защиты или номинальный ток плавких вставок. Далее приведем принципиальную схему зануления на рис 11.2.:

Рис. 11.2. Схема зануления.

Ro - сопротивление заземления нейтрали;

Rh - расчетное сопротивление человека;

1- магистраль зануления;

2- повторное заземление магистрали;

3- аппарат отключения;

4- электроустановка (паяльник);

5- трансформатор.

11.4. Выводы:

Поскольку, вычисленное значение тока однофазного к.з. 190,1 А превышает наименьший допустимый по условию срабатывания защиты ток 9 А, то нулевой защитный проводник выбран правильно, т.е. отключающая способность системы зануления обеспечена.

11.5. Расчет вентиляции.

Для расчета массы вредных веществ, образующихся при пайке необходимо знать количество припоя, расходуемого на операции пайки. Пайка осуществляется припоем ПОСК50-18. Состав: олово - 50 %; свинец - 32 %: кадмий - 18 %.

Остановимся на оценке воздействия свинца и олова, как наиболее ядовитых веществ. Масса припоя необходимого для пайки M=p\*V

ρ =8,5 мг/мм2- плотность припоя.

Объем припоя (V) можно рассчитать исходя из того, что пайка производится с помощью фольги толщиной 0,15 мм и площадью и равной площади платы.

М=0,85\* 0,15\* 600=765 мг

Исходя из полной загруженности монтажник за 1 час может затратить в сред­нем 4,6 г припоя. Часовая концентрация свинца и олова находится по формуле:

М= N\* Мпр, где N - процентное содержание вредного вещества

Мол=0,5\*4,6=2,3 г

Мсв=0,32\*4,6=1,5 г

В процессе пайки в воздухе рабочей зоны за 1 час работы выделяется от 0,02 до 0,04% массы каждого компонента. Отсюда имеем:

mОЛ=0,0004\*2,3=0,92 мг

mСВ=0,0004\*1,5=0,6 мг

Рабочее место монтажника организовано в виде монтажного стола. Исходя из этого находим объем рабочей зоны, а именно ширина - 1,5 м; глубина - 1 м; высота, определяющаяся высотой потолка цеха - 4 м.

Получаем объем V=1\*1,5\* 4=6м2.

Проверим фактическую концентрацию вредных веществ в рабочей зоне:

Кол=0,92/6=0,15 мг/м

Ксв=0,6/6=0,1 мг/м

ПДК свинца согласно ГОСТ 12.1.007-88 составляет 0,01 мг/м, поэтому необ­ходимо предусмотреть меры по вентиляции воздуха.

Рассмотрим наиболее эффективный метод вентиляции - местную.

Местная вентиляция состоит из нескольких видов: воздушный зонт, вытяж­ные шкафы, отсасывающие панели, бортовые отсосы и др. Она используется для удаления вредностей 1 и 2 классов из мест их образования для предотвращения распространения их в воздухе производственного помещения, а также для обес­печения нормальных условий на рабочих местах. Для расчета вентиляции по уда­лению вредных испарений при проведении пайки выберем наиболее удобный ва­риант местной вентиляции воздушный зонт.

Воздушный зонт представляет собой металлический колпак, расположенный над источником вредных выделений. Сечение всасывающего отверстия колпака должно иметь форму, геометрически подобную горизонтальной проекции зеркала вредных выделений.

Примерная схема вытяжного зонта показана на рисунке 11.3.

Размер В каждой из сторон всасывающего сечения колпака определяется по формуле:

BДЛ.Ш=bДЛ.Ш+2\* 0,4\* h , где

bДЛ.Ш - размер стороны (или диаметр) зеркала выделения вредностей, м,

h - расстояние от поверхности источника выделения до приемного отверстия колпака, м.

Чем меньше значение h, тем эффективнее работа зонта. Минимальное зна­чение h определяется удобством работы при конкретном технологическом про­цессе. Для равномерности всасывания угол раскрытия колпака надо принимать не менее 60 градусов.

Рис. 11.3. Примерная схема вытяжного зонта.

Объем удаляемого воздуха, м3/ч определяется по формуле:

G30HT =3600\* FЗОНТ \* VЗОНТ где

FЗОНТ - площадь приемного отверстия;

VЗОНТ - средняя скорость воздуха в приемном отверстии зонта, м/с

11.6. Расчет геометрических длин воздухозаборника.

Проведем расчет сторон колпака зонта. Зеркало выделения вредностей при выполнения монтажных и сборочных работ в нашем случае имеет прямоугольную форму и не превышает следующих размеров:

длина bДЛ - до 0,5м,

ширина bШ - до 0,3 м и высота - до 0,2 м.

Расстояние h от поверхности источника выделения до приемного отверстия колпака определяется удобством работы и равно 1,5 м. Отсюда получаем, что длина и ширина колпака зонта:

ВДЛ=bДЛ +2\* 0,4\* b=0,5+2\* 0,4\* 1,5=1,7 м

ВШ= bШ +2\* 0,4\* b=0,3+2\* 0,4\* 1,5=1,5 м

Для расчета QЗОНТ необходимо определить FЗОНТ площадь приемного от­верстия зонта: FЗОНТ = ВДЛ \* ВШ =1,7\* 1,5=2,55м2.

Проведем расчет GЗОНТ, результаты запишем в таблицу 11.1.

Таблица 11.1.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Скорость воздуха VЗОНТ, м/с | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 |
| Объем удаляемого | 918,8 | 1837,6 | 2756,4 | 3675,2 | 4594 | 5512,8 | 6431,6 |
| воздуха QЗОНТ, м3ч |  |  |  |  |  |  |  |

Проведем расчет объема воздуха, подлежащего очистке от свинца:

 Q=mСB:KСВ=0,6:0,1=60 м3/ч

11.7. Выводы по разделу.

Сравнивая Q и рассчитанные значения QЗОНТ получили, что взятый воздухо-заборник способен удалить все вредные вещества, содержащиеся в воздухе, а значит задача его очистки может считаться решенной.