**9. Охрана труда и техника безопасности**

В процессе дипломного проектирования ведется опытно-конструкторская разработка устройства постановки помех. В рамках разработки проводится эксперимент. Задачей эксперимента является выяснение зависимости подавления полезного сигнала в приемном устройстве сигналом с изменяющейся частотой. Работы проводятся на лабораторном стенде радиотехнической лаборатории. При проведении эксперимента работа происходит при искусственном освещении, измерительная аппаратура использует высокое напряжение.

**9.1 Влияние внешних факторов на организм человека и требования, предъявляемые к этим факторам в радиотехнической лаборатории**

*Действие электрического тока на организм человека.*

Степень воздействия электротока на организм человека зависит от его величины о протяженности воздействия. В случае если устройства питаются от напряжения 380/220 В или 220/127 В в электроустановках с заземленной нейтралью применяется защитное зануление.

*Назначение зануления.*

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. 23:

Рис. 23. 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.

Сила тока зависит от величины приложенного напряжения и сопротивления участка тела. Сопротивление участка тела складывается из сопротивления тканей внутренних органов и сопротивления кожи. При расчете принимается R=1000 Ом. Воздействие тока различной величины приведено в таблице 9.1.

Таблица 9.1

|  |  |
| --- | --- |
| Ток, мА | Воздействие на человека |
| Переменный ток | Постоянный ток |
| 0,5 | Отсутствует | Отсутствует |
| 0,6-1,5 | Легкое дрожание пальцев | Отсутствует |
| 2-3 | Сильное дрожание пальцев | Отсутствует |
| 5-10 | Судороги в руках | Нагрев |
| 12-15 | Трудно оторвать руки от проводов | усиление нагрева |
| 20-25 | руки парализует немедленно | усиление нагрева |
| 50-80 | Паралич дыхания | затруднение дыхания |
| 90-100 | при t>3 сек – паралич сердца | паралич дыхания |

К электроустановкам переменного и постоянного тока при их эксплуатации предъявляют одинаковые требования по технике безопасности.

**9.2 Расчетная часть**

*Расчет зануления*

Спроектировать зануление электрооборудование с номинальным напряжением 220 В и номинальным током 10 А.

Для питания электрооборудования от цеховой силовой сборки используется провод марки АЛП, прокладываемый в стальной трубе. Выбираем сечение алюминиевого провода S=2.5 мм. Потребитель подключен к третьему участку питающей магистрали.

Первый участок магистрали выполнен четырехжильным кабелем марки АВРЕ с алюминиевыми жилами сечением (3\*50+1\*25) мм в полихлорвиниловой оболочке. Длина первого участка - 0,25 км. Участок защищен автоматом А 3110 с комбинированным расщепителем на ток Iном=100 А.

Второй участок проложен кабелем АВРЕ (3\*25+1\*10) мм длиной 0,075 км. Участок защищен автоматическим выключателем А 3134 на ток 80 А. Магистраль питается от трансформатора типа ТМ=1000 с первичным напряжением 6 кВ и вторичным 400/220 В.

Магистраль зануления на первых двух участках выполнена четвертой жилой питающего кабеля, на третьем участке - стальной трубой.



Рис. 24. Схема питания оборудования

TT - трансформатор

ТП - трансформаторная подстанция

РП - распределительный пункт

СП - силовой пункт.

Для защиты используется предохранитель ПР-2. Ток предохранителя:

 (9.1)

где Кп - пусковой коэффициент = 0,5...4,0

Значение коэффициента К принимается в зависимости от типа электрических установок:

1. Если защита осуществляется автоматическими выключателями, имею­щими только электромагнитные расцепители, т.е. срабатывающие без выдержки времени, то К выбирается в пределах 1,25ё1,4

2. Если защита осуществляется плавкими предохранителями, время перего­рания которых зависит от величины тока (уменьшается с ростом тока), то в целях ускорения отключения К принимают і3.

3. Если установка защищена автоматами выключения с обратно зависимой от тока характеристикой, подобной характеристике предохранителей, то так же Кі3.

Выбираем стандартный предохранитель на 15 А.

Так как в схеме приведен участок магистрали больше 200 м, то необходимо повторное зануление. Значение сопротивления зануления не должно превышать 10 Ом.

*Расчетная проверка зануления*

Определим расчетное значение сопротивления трансформатора:

Рассчитаем активное сопротивление фазного провода для каждого из участков:

 (9.2)

где l - длина провода

 S - сечение провода

 ρ - удельное сопротивление материала (для алюминия ρ=0,028 0м\*мм2/км).

Рассчитаем активное сопротивление фазных проводов для трех участков:

 Ом (9.3)

 Ом (9.4)

 Ом (9.5)

RФ1=0,14 0м; RФ2=0,084 0м; RФ3= 0,336 0м:

Полное активное сопротивление фазного провода: RФе =О, 56 0м;

Рассчитаем активное сопротивление фазного провода с учетом температурной поправки, считая нагрев проводов на всех участках равным Т=55 С.

 Ом, (9.6)

 где

град - температурный коэффициент сопротивления алюминия.

Активное сопротивление нулевого защитного проводника:

 Ом (9.7)

 Ом (9.8)

Для трубы из стали: ρ=1,8 Ом/км

 Ом (9.9)

Таким образом, суммарное сопротивление магистрали зануления равно:

RM3 å =RM3 1+RМЗ 2+RM3 3=0,544 Oм (9.10)

Определяем внешние индуктивные сопротивления. Для фазового провода:

Х'Ф= Х'ФМ - ХФL ; (9.11)

Для магистрали зануления:

Х'М3= Х'М3 М - ХМ3 L ; (9.12)

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 =0145 lg(dФМ3) , (9.13)

где d - расстояние между фазным и ну­левым проводом. (для 1 и 2 d=15 мм, для 3 d=9.5 мм)

Х’ФМ1=Х’М3М=0,145 lg15=0,17 Ом. (9.14)

Х’ФМ2=Х’М3М=0,145 lg15=0,17 Ом. (9.15)

Х’ФМ3=Х’М3М=0,145 lg9,5=0,142 Ом. (9.16)

Суммарное сопротивление на всех участках:

Х’ФМ =Х’М3М =3\*0,145=0,482 Ом (9.17)

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\*0,075=0,005 Oм

X'L3 =0,03\*0,03=0,0009 Oм

Суммарное внешнее индуктивное сопротивление фазового провода:

ХФL=0,029 Oм

XM3L1 =0,068\*0,25=0,017 Oм

XM3L2 =0,03\*0,075=0,0025 Oм

XM3L3=0,138\*0,03=0,004 Oм.

Суммарное внешнее индуктивное сопротивление магистрали зануления:

XM3L=0,024 Oм

Суммарное внешнее индуктивное сопротивление:

ХФ'=0,435-0,0314=0,453 Ом

ХМ3'=0,435-0,0244=0,458 Ом

Определяем внутреннее индуктивное сопротивление:

ХФ"1-2= XM3"1-2=0,057\*0,075=0,001 Ом

ХФ"3=0,0157\*0,03=0,0005 Oм

Полное сопротивление фазного провода и магистрали зануления:

ZФ=0,78 Ом

ZM3=0,79 Oм

Ток однофазного КЗ определим по формуле:

IКЗ =220/(0,78+0,79)=132 А (9.18)

Сравним расчетные параметры с допустимыми: IКЗ=132>12 А

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

Условие выпол­няется.

9.3 РАСЧЕТ МЕСТНОЙ ВЫТЯЖНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ

Вентиляция – организованный и регулируемый воздухообмен, обеспечивающий удаление из помещения воздуха, загрязненного вредными газами, парами, пылью, а также улучшающий метеорологические условия в цехах. По способу подачи в помещение свежего воздуха и удалению загрязненного, системы делят на естественную, механическую и смешанную.

Механическая вентиляция может разрабатываться как общеобменная, так и местная с общеобменной. Во всех производственных помещениях, где требуется надежный обмен воздуха, применяется приточно-вытяжная вентиляция. Высота приемного устройства должна зависеть от расположения загрязненного воздуха. В большинстве случаев приемные устройства располагаются в нижних зонах помещения. Местная вентиляция используется для удаления вредных веществ 1 и 2 классов из мест их образования для предотвращения их распространения в воздухе производственного помещения, а также для обеспечения нормальных условий на рабочих местах.

9.4 РАСЧЕТ ВЫДЕЛЕНИЙ ТЕПЛА

А) Тепловыделения от людей

Тепловыделения человека зависят от тяжести работы, температуры окружающего воздуха и скорости движения воздуха. В расчете используется явное тепло, т.е. тепло, воздействующее на изменение температуры воздуха в помещении. Для умственной работы количество явного тепла, выделяемое одним человеком, составляет 140 ВТ при 10­оС и 16 ВТ при 35оС. Для нормальных условий (20оС) явные тепловыделения одного человека составляют около 55 ВТ. Считается, что женщина выделяет 85%, а ребенок – 75% тепловыделений взрослого мужчины. В рассчитываемом помещении (5х10 м) находится 5 человек. Тогда суммарное тепловыделение от людей будет:

Q­1=5\*55=275 ВТ (9.19)

Б) Тепловыделения от солнечной радиации.

Расчет тепла поступающего в помещение от солнечной радиации Qост и Qп (ВТ), производится по следующим формулам:

* для остекленных поверхностей

Qост=Fост\*qост\*Aост (9.20)

* для покрытий

Qп=Fп\*qп (9.21)

где Fост и Fп - площади поверхности остекления и покрытия, м2

qост и qп – тепловыделения от солнечной радиации, Вт/м2, через 1 м­2 поверхности остекления (с учетом ориентации по сторонам света) и через 1 м2 покрытия;

Аост – коэффициент учета характера остекления.

В помещении имеется 2 окна размером 2х1,2 м2. Тогда F­ост=4,8 м2.

Географическую широту примем равной 55о, окна выходят на юго-восток, характер оконных рам – с двойным остеклением и деревянными переплетами. Тогда,

qост=145 Вт/м2, Аост=1,15

Qост=4,8\*145\*1,15=800 Вт

Площадь покрытия Fп=20м2. Характер покрытия – с чердаком. Тогда,

qп=6 Вт/м2

Qп=20\*6=120 Вт

Суммарное тепловыделение от солнечной радиации:

Q2=Qост+Qп=800+120=920. Вт (9.22)

В) Тепловыделения от источников искусственного освещения.

Расчет тепловыделений от источников искусственного освещения проводится по формуле:

Q3=N\*n\*1000, Вт (9.23)

Где N – суммарная мощность источников освещения, кВт;

n – коэффициент тепловых потерь (0,9 для ламп накаливания и 0,55 для люминесцентных ламп).

У нас имеется 20 светильников с двумя лампами ЛД30 (30Вт) и 2 местных светильника с лампами Б215-225-200 или Г215-225-200. Тогда получаем:

Q3=(20\*2\*0.03\*0.55+2\*0.2\*0.9)\*1000=1020 Вт

Г) Тепловыделения от радиотехнических установок и устройств вычислительной техники.

Расчет выделений тепла проводится аналогично расчету тепловыделений от источников искусственного освещения:

Q4=N\*n\*1000, Вт (9.24)

Коэффициент тепловых потерь для радиотехнического устройства составляет n=0,7 и для устройств вычислительной техники n=0,5.

В помещении находятся: 3 персональных компьютера типа Pentium PRO по 600 Вт (вместе с мониторами) и 2 принтера EPSON по 130 Вт.

Q4=(3\*0.6+2\*0.13)\*0.5\*1000=1030 Вт

Суммарные тепловыделения составят:

Qс=Q1+Q2+Q3+Q4=3245 Вт (9.25)

Qизб – избыточная теплота в помещении, определяемая как разность между Qс – теплом, выделяемым в помещении и Qрасх – теплом, удаляемым из помещения.

Qизб=Qс-Qрасх (9.26)

Qрасх=0,1\*Qс=324,5 Вт

Qизб=2920,5 Вт

9.5 РАСЧЕТ НЕОБХОДИМОГО ВОЗДУХООБМЕНА

Объем приточного воздуха, необходимого для поглощения тепла, G (м3/ч), рассчитывают по формуле:

G=3600\*Qизб/Cр\*p\*(tуд-tпр) (9.27)

Где Qизб – теплоизбытки (Вт);

 С­р – массовая удельная теплоемкость воздуха (1000 Дж/кгС);

 р – плотность приточного воздуха (1,2 кг/м3)

 tуд, tпр – температура удаляемого и приточного воздуха.

Температура приточного воздуха определяется по СНиП-П-33-75 для холодного и теплого времени года. Поскольку удаление тепла сложнее провести в теплый период, то расчет проведем именно для него, приняв tпр=18оС. Температура удаляемого воздуха определяется по формуле:

tуд=tрз+a\*(h-2) (9.28)

Где tрз – температура в рабочей зоне (20оС);

 а – нарастание температуры на каждый метр высоты (зависит от тепловыделения, примем а=1оС/м)

 h – высота помещения (3,5м)

tуд=20+1\*(3,5-2)=21,5оС

G=2160, м3/ч

**9.6 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОПЕРЕЧНЫХ РАЗМЕРОВ ВОЗДУХОВОДА**

Исходными данными для определения поперечных размеров воздуховода являются расходы воздуха (G) и допустимые скорости его движения на участке сети (V).

Необходимая площадь воздуховода f (м2), определяется по формуле:

V=3 м/с

f=G/3600\*V=0,2 м2 (9.29)

Для дальнейших расчетов (при определении сопротивления сети, подборе вентилятора и электродвигателя) площадь воздуховода принимается равной ближайшей большей стандартной величине, т.е. f=0,246 м2. В промышленных зданиях рекомендуется использовать круглые металлические воздуховоды. Тогда расчет сечения воздуховода заключается в определении диаметра трубы.

По справочнику находим, что для площади f=0,246 м2 условный диаметр воздуховода d=560 мм.

9.7 ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ СЕТИ

Определим потери давления в вентиляционной сети. При расчете сети необходимо учесть потери давления в вентиляционном оборудовании. Естественным давлением в системах механической вентиляции пренебрегают. Для обеспечения запаса вентилятор должен создавать в воздуховоде давление, превышающее не менее чем на 10% расчетное давление.

Для расчета сопротивления участка сети используется формула:

P=R\*L+Ei\*V2\*Y/2 (9.30)

Где R – удельные потери давления на трение на участках сети

 L – длина участка воздуховода (8 м)

 Еi – сумма коэффициентов местных потерь на участке воздуховода

 V – скорость воздуха на участке воздуховода, (2,8 м/с)

 Y – плотность воздуха (принимаем 1,2 кг/м3).

Значения R, определяются по справочнику (R – по значению диаметра воздуховода на участке d=560 мм и V=3 м/с). Еi – в зависимости от типа местного сопротивления.

Результаты расчета воздуховода и сопротивления сети приведены в таблице 9.2, для сети, приведенной на рисунке 25 ниже.

2

Ком.3

5

1

7

4

Ком. 1

Ком.2

Ком.4

3

6

Рис. 25.

Таблица 9.2. Расчет воздуховодов сети.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № уч. | Gм3/ч | Lм | Vм/с | dмм | МПа | RПа/м | R\*LПа | Еi | WПа | РПа |
| 1 | 2160 | 5 | 2,8 | 560 | 4,7 | 0,018 | 0,09 | 2,1 | 9,87 | 9,961 |
| 2 | 2160 | 3 | 2,8 | 560 | 4,7 | 0,018 | 0,054 | 2,4 | 11,28 | 11,334 |
| 3 | 4320 | 3 | 4,5 | 630 | 12,2 | 0,033 | 0,099 | 0,9 | 10,98 | 11,079 |
| 4 | 2160 | 3 | 2,8 | 560 | 4,7 | 0,018 | 0,054 | 2,4 | 11,28 | 11,334 |
| 5 | 6480 | 2 | 6,7 | 630 | 26,9 | 0,077 | 0,154 | 0,9 | 24,21 | 24,264 |
| 6 | 2160 | 3 | 2,8 | 560 | 4,7 | 0,018 | 0,054 | 2,4 | 11,28 | 11,334 |
| 7 | 8640 | 3 | 8,9 | 630 | 47,5 | 0,077 | 0,531 | 0,6 | 28,50 | 29,031 |

Где М=V2 \*Y/2, W=M\*Ei  (9.31)

Pmax=P1+P3+P5+P7=74,334 Па. (9.32)

Таким образом, потери давления в вентиляционной сети составляют Р=74,334 Па.

**9.8 ПОДБОР ВЕНТИЛЯТОРА И ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ**

Требуемое давление, создаваемое вентилятором с учетом запаса на непредвиденное сопротивление в сети в размере 10% составит:

Pтр=1,1\*P=81,7674 Па (9.33)

В вентиляционной установке для данного помещения необходимо применить вентилятор низкого давления, т.к. Ртр меньше 1 кПа.

Выбираем осевой вентилятор (для сопротивлений сети до 200 Па) по аэродинамическим характеристикам т.е. зависимостям между полным давлением Ртр (Па), создаваемым вентилятором и производительностью Vтр (м/ч).

С учетом возможных дополнительных потерь или подсоса воздуха в воздуховоде необходимая производительность вентилятора увеличивается на 10%:

Vтр=1,1\*G=9504 м/ч (9.34)

По справочнику выбираем осевой вентилятор типа 06-300 N4 с КПД nв=0,65 первого исполнения. КПД ременной передачи вентилятора nрп=1,0.

Мощность электродвигателя рассчитывается по формуле:

 (9.35)

N=332 Вт

По мощности выбираем электродвигатель АОЛ-22-2 с мощностью N=0,6 кВт и частотой вращения 2830 об/мин.