Министерство образования Оренбургской области

Государственное автономное профессиональное образовательное учреждение

«Техникум транспорта г. Орска имени Героя России С.А. Солнечникова»

|  |  |
| --- | --- |
| РАССМОТРЕНО  ПЦК специальных дисциплин  техники наземного транспорта  Протокол №\_\_ от «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_20 г.  Председатель\_\_\_\_\_\_\_\_Н.В. Новикова | УТВЕРЖДАЮ  Зам. директора по УР  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Т.В.Ткаченко  «\_\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_20 г. |

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

**ПО ПРОВЕДЕНИЮ ЛАБОРАТОРНОГО ЗАНЯТИЯ   
ОПД «ОХРАНА ТРУДА»**

**ПО ТЕМЕ: «ЗАЩИТА ОТ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ:**

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ И МЕТОДОВ ЗАЩИТЫ»**

для специальности среднего профессионального образования

23.02.06 Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог

23.02.03 Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта

27.02.03 Автоматика и телемеханика на транспорте

23.02.01 Организация перевозок и управление на транспорте (железнодорожный транспорт)

23.02.01 Организация перевозок и управление на транспорте (автомобильный транспорт)

19.02.10 Технология продукции общественного питания

для профессии среднего профессионального образования

23.01.03 Автомеханик

23.01.07 Машинист крана (крановщик)

23.01.09 Машинист локомотива

23.01.10 Слесарь по обслуживанию и ремонту подвижного состава

Разработал: преподаватель высшей категории Н.В.Новикова

г. Орск, 2019 год

**Тема: Защита от электростатических полей**

**Лабораторное занятие: Исследование электромагнитных полей и методов защиты**

**Цель работы:** измерить интенсивность электромагнитных волн сверхвысоких частот (СВЧ) и изучить мероприятия по сни­жению интенсивности облучения.

**Порядок выполнения работы**

Студенты должны:

1) ознакомиться с общими сведениями об электромагнитных по­лях, характере воздействия на работающих;

2) изучить приборы, оборудование и оргоснастку для исследова­ния и измерения электромагнитных (неионизирующих) полей;

3) подготовить (совместно с преподавателем и лаборантами) ус­тановки для исследования методов защиты от электромагнит­ных полей;

4) измерить интенсивность излучения в зависимости от расстоя­ния;

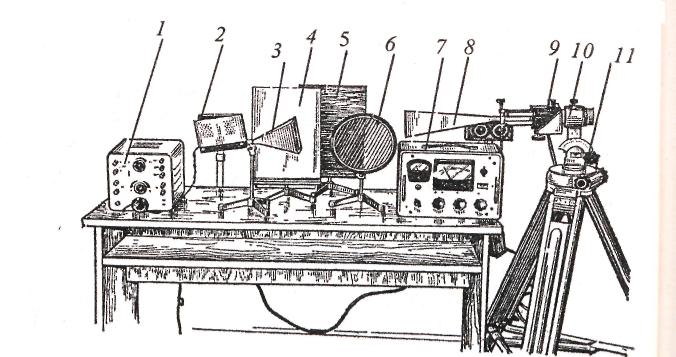
5) исследовать эффективность экранирования.

**Применяемые приборы, оборудование и оргтехника**

Общий вид установки, предназначенной для измерения электромагнитных колебаний диапазона СВЧ, показан на рис.

Универсальный блок питания (ВУП-1), собранный на диодах Д7-Ж по мостовой схеме, предназначен для питания генератора, На передней панели имеется штепсельный разъем для соединения с генератором, тумблер включения питания и ряд клемм с регуляторами; на задней панели - шнур для включения в сеть и предохранители.

Высокочастотный генератор 2 смонтирован на прямоугольном волноводе, к одному концу которого припаяна пирамидальная рупорная антенна 3, на другом закреплено шасси генератора. На шасси установлены клистрон типа К-19 и радиолампа 6Н7С, ра­ботающая по схеме мультивибратора, предназначенного для мо­дуляции колебаний с частотой 500-600 кГц. Излучение колебаний сверхвысокой частоты, полученных в отражательном клистроне, обеспечивается рупорной антенной. Частота колебаний данного генератора = 10 000 МГц. В установку входят защитные экраны *4,5,6.*

**

***Рис.* Общий вид установки для исследования методов защиты отэлектромагнитных полей: 1 - блок питания; 2 - высокочастотный генератор;3 - рупорная антенна, 4,5,6 - защитные экраны; 7 - измеритель мощности; 8**

**- измерительные антенны; 9 - термисторные головки; 10 – раздвижнойштатив; 11 - поворотное устройство**

Измеритель плотности потока мощности ПО-1 состоит из из­мерителя мощности 7, работающего по принципу термисторного моста комплекта выносных термисторных головок 9, комплекта измерительных антенн 8 и раздвижного штатива 10, имеющего поворотное устройство 11.

Для расширения измеряемого диапазона частот прибор ПО-1, комплектуется набором рупорных антенн с известными величи­нами эффективных поверхностей, термисторными головками и аттенюаторами на фиксированное ослабление принимаемой мощности.

Принцип действия прибора ПО-1 основан на следующем. Ан­тенна 8 с известной эффективной поверхностью помещается в измеряемое поле. Мощность высокой частоты, принятая антен­ной, поступает на аттенюатор и термисторную головку 9. Часть мощности рассеивается в аттенюаторе, а остальная поглощается термистором.

Если измерение проводится без аттенюатора (при слабых сиг­налах), то термисторная головка подключается к выходу антен­ны. Тогда все принятая мощность рассеивается в термисторе. Термистор включается в измерительный мост постоянного тока, по которому производится измерение высокочастотной мощно­сти, поступившей на термистор.

Термистор - полупроводниковый прибор, сопротивление ко­торого уменьшается при его нагревании. Так как мощность и ко­личество выделившегося в проводнике тепла пропорциональны, то по уменьшению сопротивления термистора можно судить о величине мощности.

Измеритель мощности 7 конструктивно выполнен в виде от­дельных блоков. На передней панели, в верхней ее части, распо­ложены слева направо: нуль-индикатор М-132, отсчетный прибор М-24 со шкалой, градуированной в единицах измеряемой мощно­сти, и переключатель пределов измерения. Ниже расположены переключатель рода работ и по две соосно расположенные ручки «баланс», «калибровка», «измерения». Под нуль-индикатором имеется кнопка «точно», используемая при плавном балансе.

На задней панели расположены тумблер для включения при­бора, индикаторная лампочка, предохранители, шнур, разъем для подключения термисторной головки и переключатель рабочих сопротивлении термистора. Термисторные головки 9 представляют собой отрезок коаксиальной линии с термистором, включенным как продолжение центрального проводника в качестве оконечной нагрузки этой линии. Для выравнивания температуры термистор-ной головки и сглаживания ее быстрых изменений она выполнена в массивном пластмассовом корпусе. Головка с измерителем мощ­ности и антеннами соединяются специальными разъемами.

Подготовка лабораторной установки к работе

1) Собрать установку в соответствии с рис.

2) Измерительные антенны, аттенюаторы и термисторные головки установить на штативе 10 в соответствии с диапазоном частот и примерной мощностью излучателя согласно табл.

3) Соединить выносную термисторную головку с измерителем мощности.

4) Поставить переключатель рабочего сопротивления согласно таб.

Подключить вход клистронного генератора к выпрямителю.

***Таблица.*Диапазоны частот и типажи антенн**



Примечание: Антенны типа П6-12 (П6-17) являются рупорными. Для расширения пределов измерения без ослабления мощности аттенюаторами в каждом диапазоне имеются две антенны.

Для антенн типа П6-18 и П6-19 требуются аттенюаторы с ос­лаблением на 10 и 20 дБ.

**Порядок выполнения эксперимента**

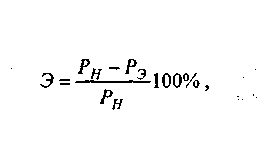
Способы защиты от воздействия электромагнитных волн:

а) уменьшение излучения непосредственно в самом источнике;

б) экранирование рабочего места;

в) экранирование источника излучения, его элементов и линий передач высокочастотных колебаний;

г) применение средств индивидуальной защиты; е) дистанционное управление.

 Эффективность экранирования зависит от материала экрана (токопроводящий, диэлектрический или поглощающий) и конст­рукции (сплошной, сетчатый, в виде пластины или замкнутого контура и т.д.).

Эффективность экранирования (%)

где *Рн, Рэ ~* интенсивность излучения до и после экранирования, мкВт/см.

Исходя из этой концепции строится весь последующий поря­док проведения лабораторного исследования.

**Подготовка измерителя мощности к работе**

Высокочастотный генератор в данной лабораторной работе излучает электромагнитную энергию с частотой 10 000 МГц ( *X*= 3 см), сигнал модулируется с частотой в 500 кГц. Поэтому изме­ритель плотности потока мощности комплектуется термисторной головкой М5-20 и рупорной антенной П6-14.

1) Кабель питания выпрямителя и измерителя мощности вклю­чить в сеть 220 В.

2) Тумблер питания измерителя мощности (на задней стенке) перевести в положение «Вкл». При этом должна загореться индикаторная лампочка на задней стенке прибора. Прогреть прибор в течение 10-15 мин. Генератор СВЧ не включать!

3) Переключатель «Пределы измерения» установить на 1500 мкВт.

4) Переключатель рода работы поставить в положение «Калиб­ровка» и, нажав до упора ручку «Калибровка», установить стрелку отсчетного прибора на крайнюю риску шкалы «150 мкВ». Затем ручку «Калибровка» отпустить.

5) Переключатель рода работы перевести в положение «Началь­ный баланс» и произвести баланс схемы (установка стрелки «Нуль-индикатора» на нуль) «Грубо» большой ручкой «Ба­ланс», затем нажать кнопку «Точно» (под «нуль-индикатором») и при ее нажатом положении произвести точ­ный баланс маленькой ручкой «Баланс». Установка начального баланса производится при полном от­сутствии СВЧ сигнала или полностью закрытом входе антенны.

Измерение интенсивности излучения в зависимости от рас­стояния.

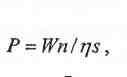
1) Установить антенну генератора на расстоянии 10-15 см от ан­тенны измерителя мощности.

*2)* Включить генератор и прогреть клистрон в течение 10-15 мин.

3) Перемещая рупорную антенну измерителя мощности в гори­зонтальной и вертикальной плоскости с помощью ручки на штативе, добиться максимального отключения стрелки нуль-индикатора (переключатель рода работ - в положении «На­чальный баланс»).

4) Переключатель рода работ перевести в положение «Балансиро­ванное измерение» и, не трогая ручек «Баланс» восстановить балансировку моста большой ручкой «Измерение», затем при нажатой кнопке «Точно» добалансировать схему. Показание отсчетного прибора, соответствующее точному вторичному ба­лансу, определяет величину измеряемой мощности.

5) Подсчитать плотность потока мощности (интенсивность) (мкВТ/см2)



где W - показание отсчетного прибора, мкВТ;

п - ослабление аттенюатора (в данном случае его не исполь­зуют, поэтому принять п = 1, так как мощность излучения низ­кая);

и - к.п.д. термисторной головки (при *X*= 3 см г| = 0,93);

s - действующая площадь антенны, см (для антенны П6-14 s = = 50 см2).

Результат занести в табл. протокола проведения экспери­мента.

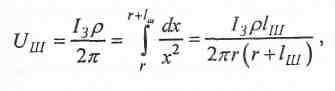
6) Произвести измерения, согласно пп.З, 4, удаляя генератор от приемной антенны на расстояние 20,40, 80 см соответственно. При слабом сигнале настройку по п. 3 производить, нажав кнопку «Точно». Результаты занести в табл. и построить зависимость *Р*= f (Я), где *R -* расстояние от антенны генера­тора до антенны ПО-1, см.

7) Определить по нормам, на каком расстоянии от источника можно работать полный рабочий день.

**Исследование эффективности экранирования**

1) Установить рупорную антенну генератора на расстоянии 15-20 см от антенны излучателя мощности. Измерить мощность излучателя, рассчитать плотность потока мощности. Результат занести в табл. 7.25 протокола проведения эксперимента.

2) Определить эффективность четырех различных экранов, уста­навливая экраны между рупорными антеннами. Измерить мощности излучения, подсчитать плотности потока мощности и определить эффективность каждого экрана по формуле:



где *иш*- напряжение шага, В;

*13*- ток замыкания на землю, А;

р - удельное сопротивление грунта, Ом см;

jш - длина шага, см;

г - расстояние от ступни ближайшей к заземлителю ноги че­ловека до заземлителя, см.

3) Выключить приборы.

4) Результаты эксперимента записать в табл. протокола про­ведения эксперимента, сделать выводы об эффективности эк­ранирования и сравнить результаты с существующими пре­дельно допустимыми нормами.

**Протокол проведения эксперимента**

**1)** Построить график зависимости плотности потока мощности *Р*от расстояния *R*(по оси ординат - *Р* мкВт; по оси абсцисс - *R,* см).

2) Выводы.

***Таблица.* Результаты эксперимента**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Мощность W, мкВт**  **Удельная плотность Р, МкВт/см2** | **Расстояние до источника, см** | | | |
| **10** | **20** | **40** | **80** |
|  |  |  |  |  |

***Таблица.* Результаты эксперимента**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Наименование величины** | **Вид экрана** | | | |
| **стальной** | **алюминиевый** | **резиновый** | **текстолитовый** |
| **Рн, мкВт/см2**  **(без экрана)** |  |  |  |  |
| **Рэ, мкВт/см2,**  **(с экраном)** |  |  |  |  |
| **Эффективность экрана, %** |  |  |  |  |
| **Вывод:** |  |  |  |  |

**СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА**

1)Тема и цель работы.

2) Общие сведения об электромагнитных (неионизирующих) полях.

3) Краткое описание состава применяемых приборов, оборудо­вания и оснастки и его подготовки к эксперименту.

4) Порядок проведения эксперимента.

5) Исследование эффективности экранирования.

6) Выводы.

**КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1) Источники и характеристика ЭМП.

2) Биологическое воздействие ЭМП на человека.

3) Нормативные документы по определению допустимого уровня напряженности электростатических полей на рабочих местах.

4) Методы защиты от электромагнитных полей.

5) Лазерное излучение и его воздействие на человека.

6) Гигиеническое нормирование и средства защиты от лазерного излучения.

7) Ультрафиолетовое излучение и средства защиты от него.

8) Электростатическое поле, его воздействие на рабочих местах и средства защиты от статического электричества.