



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Самарский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «СамГТУ»)

Кафедра «Безопасность жизнедеятельности»

ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ САНИТАРИЯ

**Методические указания
к выполнению лабораторных работ**

Самара 2016

Составители: М.А. Кривова, Л.В. Сорокина

УДК 658.382.3:621.31.004.2

Производственная санитария: Метод. указ. к выполнению лаб. работ / Самар. гос. техн. ун-т; Сост. *М.А. Кривова, Л.В. Сорокина*. Под ред. *Н.Г. Яговкина*. Самара, 2016. 47 с.

Содержат теоретические положения, порядок выполнения и контрольные вопросы к лабораторным работам по оценке средств защиты от шума, вибрации, теплового и электромагнитного излучения и эффективности искусственного освещения.

Предназначены для студентов направления 20.03.01 «Техносферная безопасность»

Ил. 18. Табл. 16. Библиогр.: 30 назв.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СРЕДСТВ СНИЖЕНИЯ ВИБРАЦИИ

Ц е л ь р а б о т ы – изучение методов измерения и нормирования вибрации, оценка параметров вибрации оборудования и эффективности средств виброзащиты.

Теоретическая часть

Вибрация – механические колебания упругих тел с небольшой амплитудой.

Вибрация является серьезной проблемой в современной технике, что вызвано тенденцией увеличения скоростных параметров и мощности оборудования при одновременном снижении его массы. Следствием вибрации является повышенный уровень шума.

Физическая природа вибрации

Источниками вибрации могут быть вращающиеся элементы машин, у которых ось вращения и центр масс не совпадают (например CD-ROM в приводе компьютера или деформированный вал в автомобиле), динамические нагрузки на механические системы, механизмы, вибрация которых обусловлена принципом их действия (например пневмоинструмент, прессы, перфораторы) и т.д.

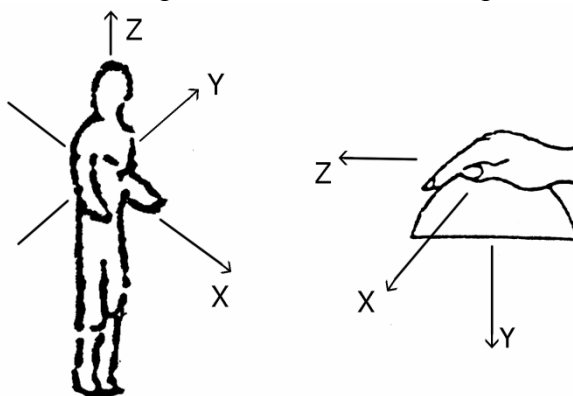
Классификации вибрации

С точки зрения воздействия на человека вибрацию можно классифицировать по трем параметрам.

По способу передачи. Различают общую и локальную вибрации. Общая вибрация передается через опорные поверхности на все тело человека, локальная – воздействует на отдельные части тела (например руки или ноги, в случае, если человек находится в положении сидя).

По продолжительности и уровню воздействия. Постоянная (контролируемый параметр в течение интервала времени изменяется не более чем в 2 раза) и непостоянная вибрации.

По направлению действия вибрации. Направление действия определяется вектором среднеквадратического виброперемещения. Системы координат в этом случае выбираются по-разному для общей и для локальной вибрации, как показано на рис. 13.1.



Р и с. 13.1. Расположение осей системы координат для определения направления вибрации

Воздействие вибрации на человека

Вредное действие вибрации на человека определяется не столько внешним механическим воздействием, сколько резонансными явлениями, возникающими в теле человека. Тело является сложной механической системой. Из-за его неоднородности разделяют как общую резонансную частоту, так и собственные частоты колебаний отдельных органов. Так, для тела в целом собственные частоты равны 4 – 6 Гц, 8 – 12 Гц и 16 – 24 Гц, для большинства внутренних органов: 6 – 9 Гц, для головы: 20 – 30 Гц для вертикальной вибрации и 1,5 – 2 Гц для горизонтальной. Как видно, резонансные частоты зависят от направления воздействия вибрации.

Степень воздействия зависит как от параметров вибрации (частоты, амплитуды, продолжительности воздействия, места приложения и направления вектора воздействия), так и от общего функционального состояния организма.

Вибрация воздействует на внутренние органы, вызывая спазм сосудов, что приводит к нарушению кровоснабжения отдельных органов, на нервные окончания, на мышечные и костные ткани, вызывая деформации и нарушения подвижности суставов.

Действие постоянной вибрации приводит к вибрационной болезни. Основные ее симптомы: головная боль, раздражительность, плохой сон, быстрая утомляемость, непостоянные в начале заболевания, боли и слабость в кистях рук, ломота, судороги и сведение в пальцах, гипертония, изменения со стороны центральной нервной системы. Вибрационная болезнь возникает постепенно, ее симптомы усиливаются с течением болезни. Лечение виброболезни длительно.

Действие низкочастотных вибраций и сотрясений проявляется в виде заболеваний периферической нервной системы (невриты, радикулиты), а также заболеваний желудочно-кишечного тракта.

Характеристики, оценка и нормирование параметров вибрации

Нормируется одна из величин (исходя из соображений удобства измерения): среднеквадратическая виброскорость \bar{V} или среднеквадратическое виброускорение

\bar{a} , в стандартизованном диапазоне на следующих среднегеометрических частотах:

- для общей вибрации: 2, 4, 8, 16, 31.5, 63 Гц
- для локальной вибрации: 2, 4, 8, 16, 31.5, 63, 125, 250, 500, 1000 Гц.

В зависимости от источника, общая вибрация подразделяется на следующие категории (ГОСТ 12.1.012-90).

1. Транспортная.
2. Транспортно-технологическая.
3. Технологическая
 - а) на постоянных рабочих местах;
 - б) на рабочих местах в служебных помещениях;
 - в) на рабочих местах в помещениях, где нет источников вибрации;
 - г) на рабочих местах работников умственного труда.

Нормирование транспортных вибраций производится во всех трех направлениях (x , y , z), всех остальных – только в горизонтальных (x , y) (см. рис. 13.1).

В данной работе для оценки вибрации используется виброскорость.

Виброскорость измеряется с помощью логарифмических величин:

$$L_v = 20 \lg \frac{\bar{V}}{5 \cdot 10^{-8}} \quad (13.1)$$

Значение $5 \cdot 10^{-8}$ выбрано как пороговое значение соответствующих параметров.

Время воздействия определяется исходя из времени присутствия человека в зоне действия

вибрации. Если вибрация действует непостоянно, то интервалы времени действия суммируются.

В случае, если время присутствия человека в зоне вибрации t меньше 8 часов (480 мин), то допустимые значения параметра V_t корректируются:

$$V_t = V \sqrt{\frac{480}{t}}. \quad (13.2)$$

Для упрощения оценки помещений по вибрации вводятся скорректированные по частоте значения виброскорости:

$$\tilde{V} = \sqrt{\sum_{i=1}^N (V_i \cdot K_i)^2}, \quad (13.3)$$

где V_i - среднеквадратическое значение виброскорости в i -той полосе;

K_i - стандартизованный весовой коэффициент для i -той полосы;

N – количество октавных частот.

Методы защиты от вибрации

Рассмотрим следующую систему: источник вибрации, среда распространения, человек. Для защиты человека от вибрации существуют три группы методов.

1. Устранение источника вибрации.

Технические меры состоят в устранении источника вибрации в механизмах или технологических процессах, либо в создании средств виброзащиты операторов систем.

Известны следующие технические решения для организации виброзащиты:

- вибродемпфирование - преобразование энергии вибрации в тепловую энергию;
- виброгашение - с помощью динамических виброгасителей, например на основе эффектов инерции, вязкости или трения.

2. Исключение распространения вибрации реализуется с помощью технических мер:

- виброизоляции - введения дополнительной упругой связи для уменьшения передачи вибрации от источника (например пружинные подвески или резиновые опоры);
- активных систем виброзащиты, создающих вибрацию, равной амплитуды, но противоположной фазы.

3. Исключение воздействия на человека.

Реализуется с помощью организационных мер, состоящих в ограничении времени работы во вредных условиях, включении в график работы микропауз, технологических процедур, не связанных с воздействием вибрации.

Эффективность защиты от вибрации можно оценить по простой формуле

$$K = \frac{\bar{V}_0 - \bar{V}}{\bar{V}_0}, \quad (13.4)$$

где \bar{V}_0 - виброскорость системы без защиты,

\bar{V} - виброскорость при наличии защиты.

Требования безопасности при выполнении работы

Перед началом работы необходимо ознакомиться с разделом «Содержание работы».

Все операции с вибростолом производите при выключенном генераторе низкочастотных

сигналов. При изменении положения вибростола надежно закрепляйте его.

Не отключайте генератор от вибростенда.

При неисправности стенда отключите все приборы от сети и сообщите о ней преподавателю.

Экспериментальная часть

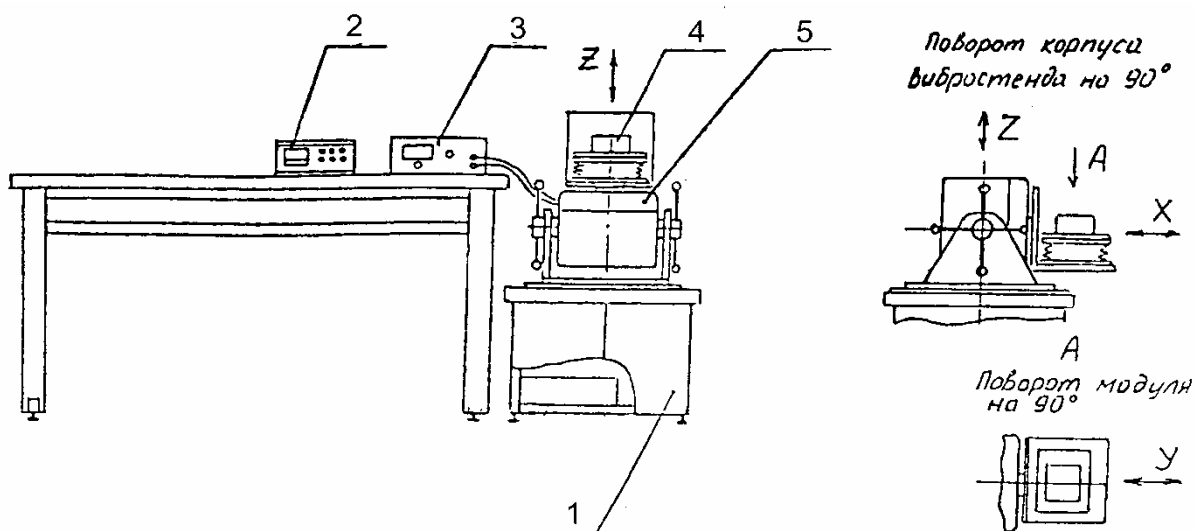
Лабораторная работа состоит в измерении уровня общей или локальной вибрации (по заданию преподавателя) и оценке эффективности защиты и включает следующие этапы:

- 1) определение частотной характеристики виброскорости без защиты;
- 2) вычисление скорректированного уровня вибрации;
- 3) оценка соответствия моделируемых условий санитарным нормам;
- 4) определение частотной характеристики виброскорости с виброзащитой;
- 5) определение эффективности защиты.

Описание лабораторного стенда

Лабораторный стенд состоит из низкочастотного генератора 3, вибростенда 5, виброзащитного модуля, вибродатчика 5 и измерителя вибрации 4 (рис. 13.2). Генератор подключается к системе возбуждения колебаний вибростенда. На вибростоле фиксируется датчик (с виброзащитой или без), который подключается к измерителю вибрации.

Генератор формирует низкочастотный синусоидальный сигнал заданной частоты и амплитуды, в результате чего на вибростенде возбуждаются механические колебания. Изменяя положение вибростола (см. рис. 13.2), можно смоделировать любое направление воздействия вибрации (см. рис. 13.1).



Р и с. 13.2. Лабораторный стенд:

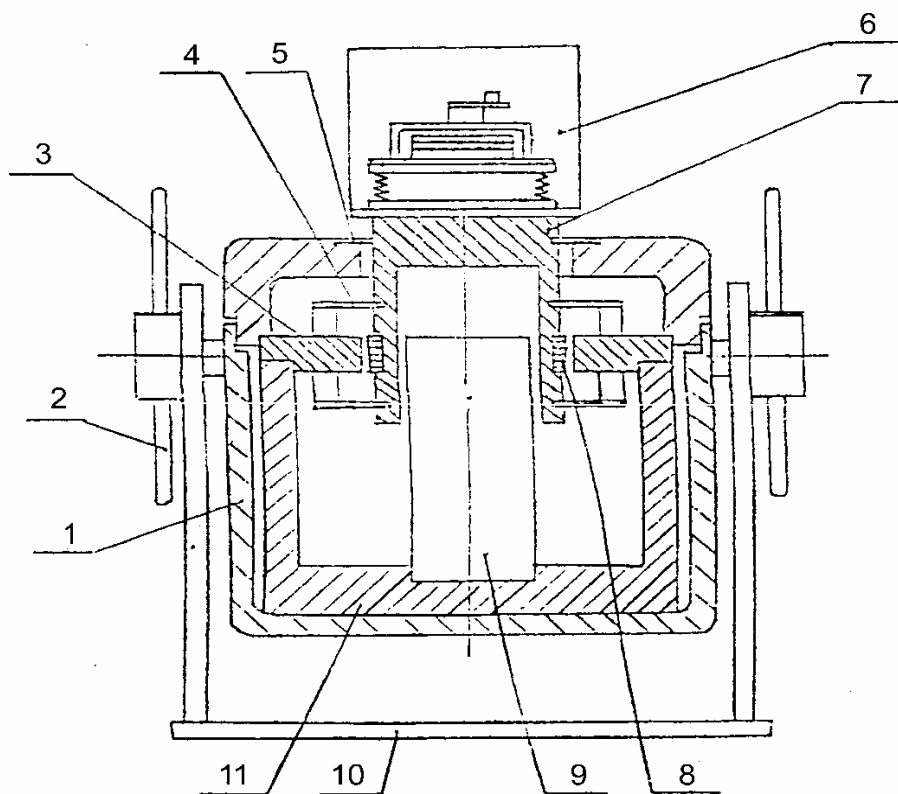
1 – тумба; 2 – вибростенд; 3 – генератор; 4 – измеритель вибрации; 5 – объект (датчик);

Справа показан способ установки ориентации датчика относительно осей системы координат для измерения вибрации в различных направлениях

Схема вибростенда приведена на рис. 13.3. Он имеет электромагнитную систему возбуждения вибраций и состоит из электромагнитов 2,3,7, объединенных с вибростолом 4. Ручки 10 позволяют изменить ориентацию датчика для измерения вибрации по любой из осей системы координат. Конструктивно, вибростенд выполнен в корпусе 1, установленном на подставке 9.

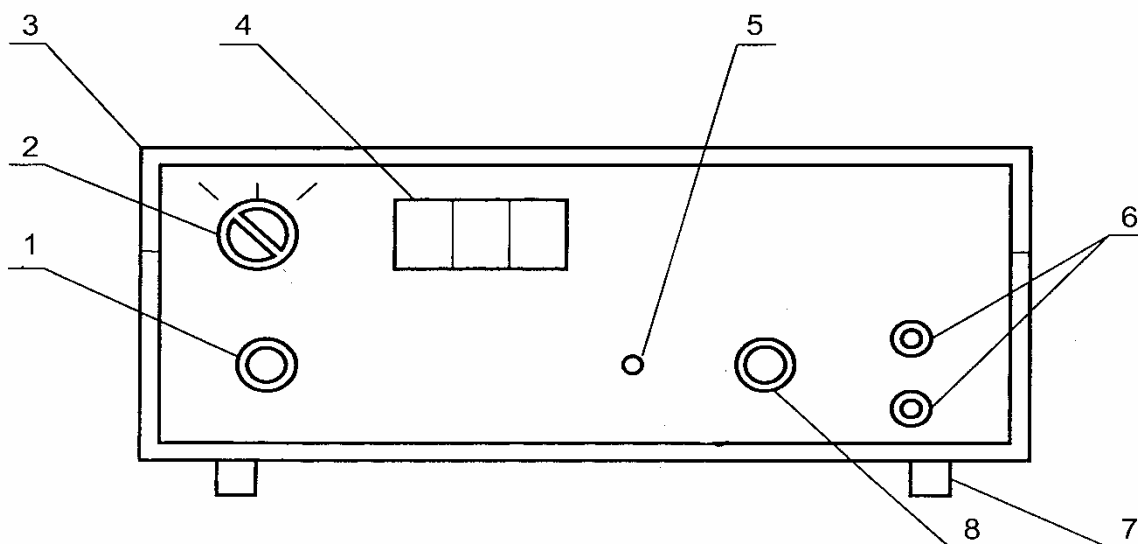
Низкочастотный генератор показан на рис. 13.4. Он формирует сигнал синусоидальной

формы частотой в диапазоне 10 ... 1900 Гц и позволяет установить амплитуду и частоту сигналов.



Р и с. 13.3. Вибростенд

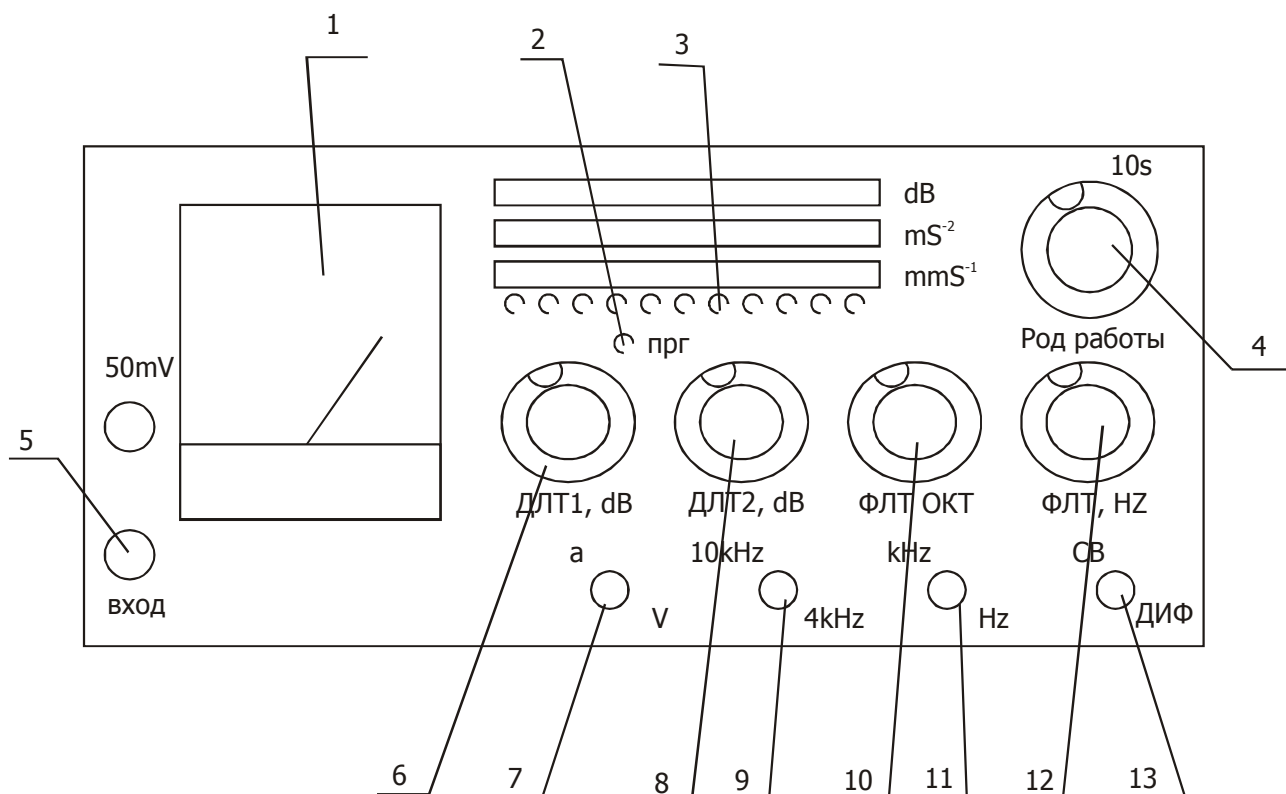
1 – корпус; 2 – магнитопровод; 3 – магнит; 4 – вибростол; 5, 6 – пружина; 7 – катушка возбуждения;
8 – корпус; 9 – кронштейн; 10 – штурвалы установки положения; 11 – крышка



Р и с. 13.4. Низкочастотный генератор

1,2 – корпус; 3 – переключатель диапазонов частоты; 4 – плавная регулировка частоты;
5 – регулировка напряжения; 6 – индикатор частоты; 7 – разъемы для подключения вибростенда;
8 – индикатор перегрузки

Измеритель вибрации ВШВ-003-М2 показан на рис. 13.5.



Р и с. 13.5. Измеритель вибрации ВШВ-003-М2

- 1 – индикатор; 2 – индикатор перегрузки; 3 – индикатор диапазона; 4 – переключатель рода работы;
 5 – разъем для подключения датчика; 6,8 – ручки выбора предела измерений;
 7 – выбор параметра (виброскорость/виброускорение); 10 – октавный фильтр;
 11 – множитель фильтра; 12 – режим фильтра.

Порядок выполнения работы

1. Закрепить датчик вибрации объект виброизоляции на вибростоле, закрепить датчик виброизоляции вертикально в направлении оси X (см. рис. 13.1, 13.2).
2. Подключить датчик к измерителю вибрации.
3. Определить в каком диапазоне нормируется заданный тип вибрации.
4. Подключить вибростенд к генератору, подключить генератор к сети.
5. Установить на генераторе значение амплитуды на среднее значение.
Данное значение должно быть постоянным для всех опытов.

Если в процессе работы на генераторе загорится индикатор ПЕРЕГРУЗКА, то генератор необходимо отключить, установить меньшее значение амплитуды и после 15-секундной паузы включить снова.

6. Установить следующие положения ручек измерителя вибрации (рис. 13.5):

- род работы – 10S;
- режим фильтра (ФЛТ, НЗ) – ОКТ
- ручка выбора параметра – V (отжата)
- переключатели предела измерений ДЛТ1, ДЛТ2 поставить на максимальное значение.

7. Установить на генераторе множитель частоты $\times 1$, ручкой плавной регулировки частоты установить 2 Гц (по индикатору частоты).

8. Настроить октавный фильтр измерителя вибрации на заданную частоту (ручки 10, 11 на рис. 13.5).

9. Измерить виброскорость на установленной частоте. Для измерения виброскорости необходимо установить предел измерения кнопками ДЛТ1, ДЛТ2 так, что бы стрелка прибора находилась в средней области шкалы. Для используемого датчика ДН-4 необходимо умножить показания прибора на 10.

10. Настроить генератор на следующую октавную частоту диапазона.

11. Повторить пп. 8-10 для всех октавных частот диапазона.

12. Отключить генератор.

13. Построить график $a(f)$.

14. Подсчитать по формуле (13.3) скорректированный уровень виброскорости.

15. Сравнить полученное значение с нормативным (прил. 1), сделать выводы.

16. Установить модуль виброзащиты.

17. Снять частотную характеристику виброскорости (пп. 7 – 13) для системы с установленной виброзащитой.

18. Отключить генератор.

19. Подсчитать скорректированный уровень виброскорости.

20. Определить эффективность защиты по формуле (13.4).

21. Сделать выводы по работе.

С о д е р ж а н и е о т ч ё т а

1. Цели работы
2. Исходные данные (заданный тип вибрации).
3. Таблицы с результатами измерений.
4. Графики $v(f)$ для системы без виброзащиты и с виброзащитой в одной системе координат.
5. Расчет скорректированного уровня виброскорости.
6. Расчет эффективности защиты.
7. Выводы по работе.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие физические параметры характеризуют вибрацию?
2. Каковы причины возникновения вибрации?
3. В чем опасность воздействия общей и локальной вибрации?
4. По каким параметрам оценивается действие вибрации на человека?
5. Какие параметры вибрации нормируются?
6. Какие существуют способы снижения вибрации?
7. В чем физический принцип виброизоляции и виброгашения?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 12.1.012-90. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования. М.: Изд-во стандартов, 1990.
2. ГОСТ 12.4.046-78. ССБТ. Методы и средства вибрационной защиты. Классификация. М.: Изд-во стандартов, 1978.
3. *Стрижко Л.С., Потоцкий Е.П.* и др. Безопасность жизнедеятельности в металлургии. М.: Металлургия, 1996. 416 с.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗАЩИТЫ ЧЕЛОВЕКА ОТ ШУМА

Цель работы – оценка эффективности защиты от вредного воздействия шума методами звукоизоляции и звукопоглощения.

Теоретическая часть

Шум – совокупность звуков различной частоты и интенсивности, оказывающих на человека отвлекающее, раздражающее или вредное воздействие.

Классификация шумов

По частотному спектру шумы подразделяются на следующие:

- *широкополосные*, с непрерывным спектром шириной более одной октавы. *Октава* – это диапазон частот, в котором верхняя граничная частота в два раза больше нижней.

- *тональные*, в спектре которых имеются слышимые дискретные тона.

По временным характеристикам шумы подразделяются на следующие:

- постоянные, уровень звука которых за 8-часовой рабочий день изменяется во времени не более, чем на 5 дБ;

- непостоянные, уровень звука которых за 8-часовой рабочий день изменяется во времени не менее, чем на 5 дБА.

Непостоянные шумы подразделяют на следующие:

- колеблющиеся во времени, уровень звука которых непрерывно изменяется во времени;

- прерывистые, уровень звука которых резко падает до уровня фонового шума, причем длительность интервалов, в течение которых уровень остается постоянным и превышающим уровень фонового шума, составляет 1с и более;

- импульсные, состоящие из одного или нескольких звуковых сигналов каждый длительностью менее 1с.

Причинами производственного шума могут быть как особенности технологического процесса (ударные, механические и гидромеханические), так и дефекты конструкций элементов оборудования, его монтажа и сборки, увеличенные зазоры в узлах и элементах. Шумы являются следствием вибрации элементов оборудования.

Воздействие шума на организм человека

Ухо человека воспринимает звуки в диапазоне частот от 16-20Гц до 20.000 Гц.

Чувствительность уха к восприятию шумов неодинакова и она наибольшая для частот примерно до 5000 Гц.

Воздействие шума на человека вызывает преждевременную усталость, снижение внимания и скорости реакции, что повышает вероятность травматизма.

Действие шума на человека, его восприятие сопровождается и так называемой «следовой реакцией». Суть ее в том, что когда контакт человека с шумом прекращается, физиологическое воздействие продолжается иногда до 1,5 – 2 часов.

Для шумных производств характерна своя профессиональная болезнь – тугоухость, (аналогичная виброболезни.)

Воздействие интенсивного импульсного или ударного шума может привести к механическому повреждению барабанной перепонки уха – производственной травме. Таким образом шум это и профессиональная вредность и производственная опасность.

Характеристика, оценка и нормирование параметров шума

Характеристикой постоянного шума на рабочих местах является уровень звукового давления в дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц, определяемый по формуле

$$L = 20 \lg P/P_0;$$

(14.1)

где: P – среднеквадратичная величина звукового давления, Па ;

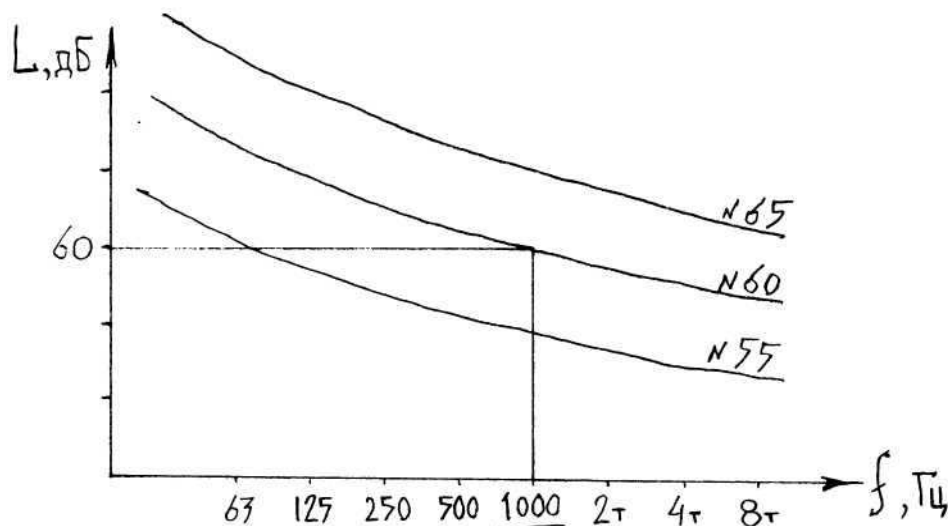
$P_0 = 2 \times 10^{-5}$ – пороговая величина, Па ;

Измерение шума производится шумомером. Шкала «А» используется для ориентировочной оценки шума, шкала «С» служит для измерения шума в частотном диапазоне.

Нормативные величины уровня звукового давления лежат в диапазоне от 38 до 103 дБ в зависимости от вида производства и частотного диапазона. Нормируемые параметры шума приводятся как в графической, так и в табличной форме. При нормировании учитывается также и продолжительность воздействия шума в течение рабочей смены.

Характер нормативных кривых по СН 3223-85 приведен на графике (рис.14.1). Каждая кривая имеет свой номер или индекс. Индексом кривой является уровень звукового давления L , дБ, на частоте 1000 Гц. Кривые расположены эквидистантно с шагом в 5 дБ.

Р и с. 14.1. Нормативные кривые шума



Способы защиты от шума

Защита от шума по СНИП II – 12 – 77 осуществляется:

- техническими средствами и способами борьбы (уменьшение шума машины в самом источнике; применение технологических процессов, при которых шум превышает допустимых норм);
- строительно-акустическими мероприятиями (звукоизоляция, звукопоглощение, защита расстоянием);
- применением средств индивидуальной защиты по ГОСТ 12.4.051-78;
- организационными мероприятиями (выбор рационального режима труда и отдыха, сокращение времени нахождения в шумных условиях, лечебно-профилактические мероприятия).

В данной работе оцениваются способы защиты от шума на пути его распространения.

Звукоизоляция

Звукоизолирующая способность преграды измеряется в кг/м^2 и оценивается по формуле 14.2 величиной коэффициента звукоизоляции r , равным отношению интенсивности звука J_{11} падающих на преграду волн к интенсивности звука волн, прошедших через нее:

$$r = J_{11} / J_{21} = J / \tau . \quad (14.2)$$

Коэффициент прохождения « τ » связан с коэффициентами отражения « ξ » и рассеивания « δ » соотношением, выражающим законом сохранения энергии:

$$\delta + \xi + \tau = 1 . \quad (14.3)$$

Звукоизоляция R , дБ – десятичный логарифм отношения (14.1) и выражается разностью соответствующих значений интенсивности уровней звука:

$$R = 10 \lg r = 10 \lg J_{11} - 10 \lg J_{21} . \quad (14.4)$$

Эффективность звукоизоляции определяется по формуле

$$\mathcal{E}_{зи} = \frac{L_i - L_{з.и.}}{L_i} ,$$

(14.5)

где L_i – уровень звукового давления без звукоизоляции, дБ;

$L_{з.и.}$ – уровень звукового давления со звукоизоляцией, дБ.

Звукопоглощение

Звукопоглощающая способность преграды определяется величиной коэффициента звукопоглощения используемых материалов и площадью ограждающих поверхностей. Эффективность звукопоглощения определяется по формуле

$$\mathcal{E}_{зп} = \frac{L_i - L_{из.}}{L_i} \cdot 100\% ,$$

(14.6)

где L_i – уровень звукового давления без звукоизоляции, дБ;

$L_{из.}$ – уровень звукового давления со звукоизоляцией, дБ.

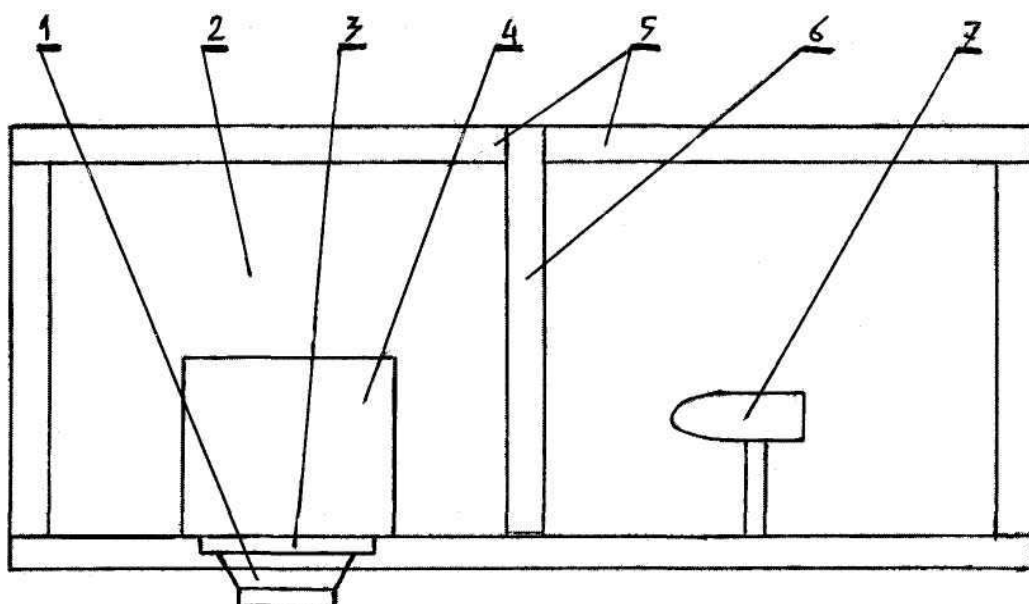
На этом этапе лабораторной работы в качестве звукопоглотителя используется акустическая облицовка.

Экспериментальная часть

Описание лабораторного стенда

Схема лабораторного стенда представлена на рис. 14.2.

Источник шума – громкоговоритель 1 - находится под «полом» левой камеры 2 и защищен решеткой 3. В левой камере 2 размещены макеты заводского оборудования (на рис.14.2 не показаны). На подставке в правой камере устанавливается микрофон 7 из комплекта шумомера и кабелем соединяется с шумомером. Обе камеры могут накрываться звукопоглощающим коробом 5. Кроме того, обе камеры снабжены осветительными лампами. Тумблеры для включения ламп находятся на передней панели стенда.



Р и с. 14.2. Схема лабораторного стенда

Передняя стенка стенда имеет два смотровых окна. Внутри на передней и задней стенках имеются направляющие, при помощи которых устанавливаются съемная звукоизолирующая перегородка 6, обеспечивающая изоляцию друг от друга правой и левой камер. Решетка громкоговорителя во время проведения лабораторной работы может быть закрыта звукоизолирующим кожухом 4. На крыше кожуха 4 закреплена ось, на которую может навинчиваться груз для исключения щелей в местах контакта кожуха с решеткой громкоговорителя.

Для возбуждения громкоговорителя используется функциональный генератор сигналов ФГ-100. Все измерения производятся с помощью шумомера.

Требования безопасности при выполнении работы

К работе допускаются студенты, прошедшие инструктаж перед началом практикума, ознакомленные с устройством стенда, принципом действия и мерами безопасности при проведении работы. Опасным фактором при работе на стенде является возможность поражения электрическим током.

Необходимо внимательно относиться к порядку проведения операций, изложенных в работе, не нарушая их последовательности. При возникновении или обнаружении неисправностей в работе стенда, необходимо работу прекратить и немедленно сообщить преподавателю. После окончания работы отключить генератор и измеритель шума, восстановить первоначальное состояние стенда. Выключить приборы и отключить стенд от сети.

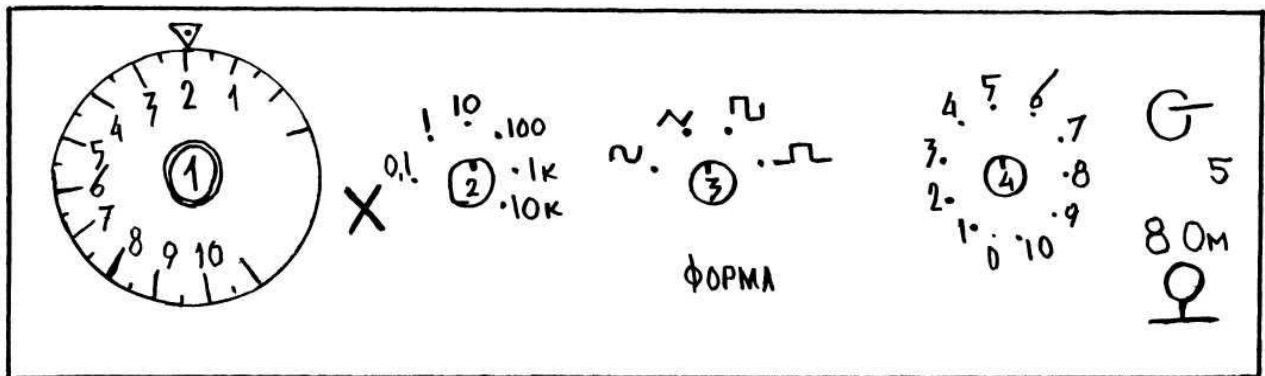
Порядок выполнения работы

Оценка эффективности звукоизоляции

Подключить стенд к электросети, с помощью тумблеров включить освещение внутри стенда.

Снять со стенда (если они остались установленными) все средства звукоизоляции (звукоизолирующие перегородки, звукоизолирующий кожух). Установить микрофон на стойку в правой камере, соединить кабелем с шумомером.

Подключить к стенду генератор сигналов ФГ – 100 шнуром с двойным разъемом, (рис. 14.3).



Р и с. 14.3. Внешний вид панели функционального генератора (ФГ – 100)

Включить генератор в сеть сначала вилкой в розетку, затем переключателем на задней панели генератора. Регуляторами 1 и 2 можно устанавливать требуемую частоту сигнала от 0,1 Гц до 100 кГц. Форма сигнала задается ручкой 3 – установить на значок «~». Сила сигнала – амплитуда задается рукой 4, она при проведении замеров устанавливается в положение $2 \div 6$.

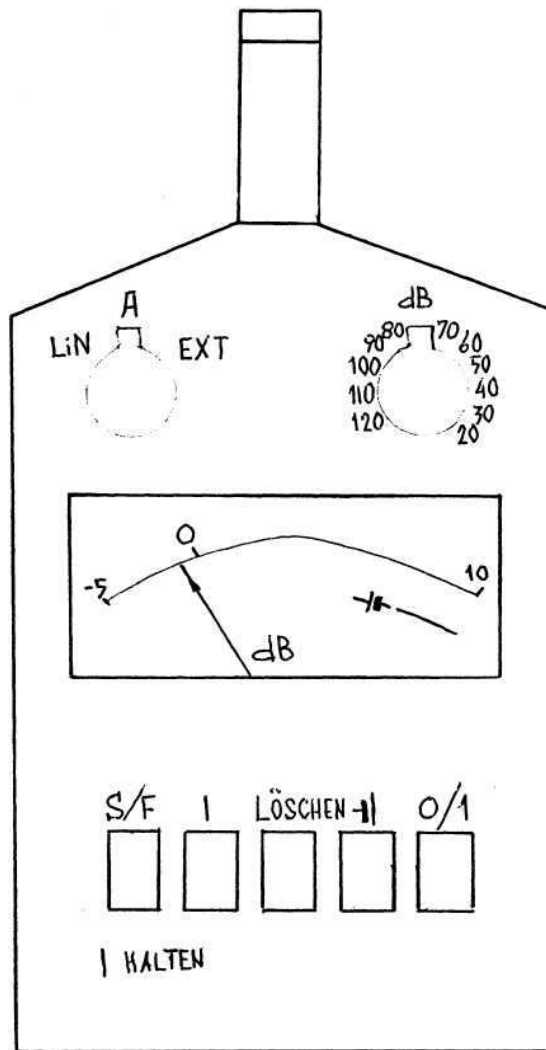
Измерение уровня звукового давления с помощью шумомера

Описание шумомера

На панели прибора находятся кнопки управления режимом работы: *Lin*, *A*, *EXT*; переключатель десятков и шкала со стрелочным индикатором дБ.

Порядок замеров.

1. Подсоединить к разъему шумомера микрофон. Включить шумомер, нажав кнопку 0/1.
2. Поочередно устанавливая переключатель десятков αB и нажимая кнопку LOSCHEN, снять показания, суммируя величины десятков и единиц по стрелочному прибору. При зашкаливании прибора установить указатель на десяток больше.
3. После окончания замеров отключить шумомер, отжав кнопку 0/1.
4. Отсоединить микрофон от шумомера.



Р и с. 14.4. Панель шумомера Robotron 00 024

Работая переключателями шумомера и генератором частот, установить такую амплитуду синусоидального сигнала, при которой уровень звукового давления на частоте 250 Гц, измеренный шумомером, находился бы в пределах от 90 до 100 дБ.

Измерить шумомером уровень звукового давления (указатель на *EXT*) L_1 на следующих частотах: – 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 и 8000 Гц. Результаты занести в табл.14.1.

Установить звукоизолирующую перегородку и повторить измерения уровня звукового давления $L_{зи}$ на тех же частотах. Результаты измерений занести в табл.14.1.

Таблица 14.1

Обозначение	Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
L_1								
$\mathcal{E}_{зи}$								

После выполнения лабораторной работы отключить генератор и шумомер от сети. Выключить освещение помещений, отключить макет от электросети.

Оценка эффективности звукопоглощения

Подключить стенд к электросети, с помощью тумблеров включить освещение внутри макета. Снять со стенда все средства звукоизоляции и звукопоглощения (звукопоглащающий кожух, звукоизолирующие перегородки, звукоизолирующий кожух). Установить микрофон на подставке в правой камере макета.

Подключить к стенду генератор сигналов, Установить такую амплитуду синусоидального сигнала, при которой уровень звукового давления на частоте 250 Гц, измеренный шумомером, находился бы в пределах от 90 до 100 дБ.

С помощью шумомера измерить уровень звукового давления L_1 на частотах 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 и 8000 Гц. Результаты занести в табл.14.2.

Установить звукопоглащающий кожух, моделирующий нанесение звукопоглащающей облицовки на стены и потолок помещений, и повторить измерения уровня звукового давления $L_{з.п}$ на тех же частотах. Результаты измерений занести в табл.14.2.

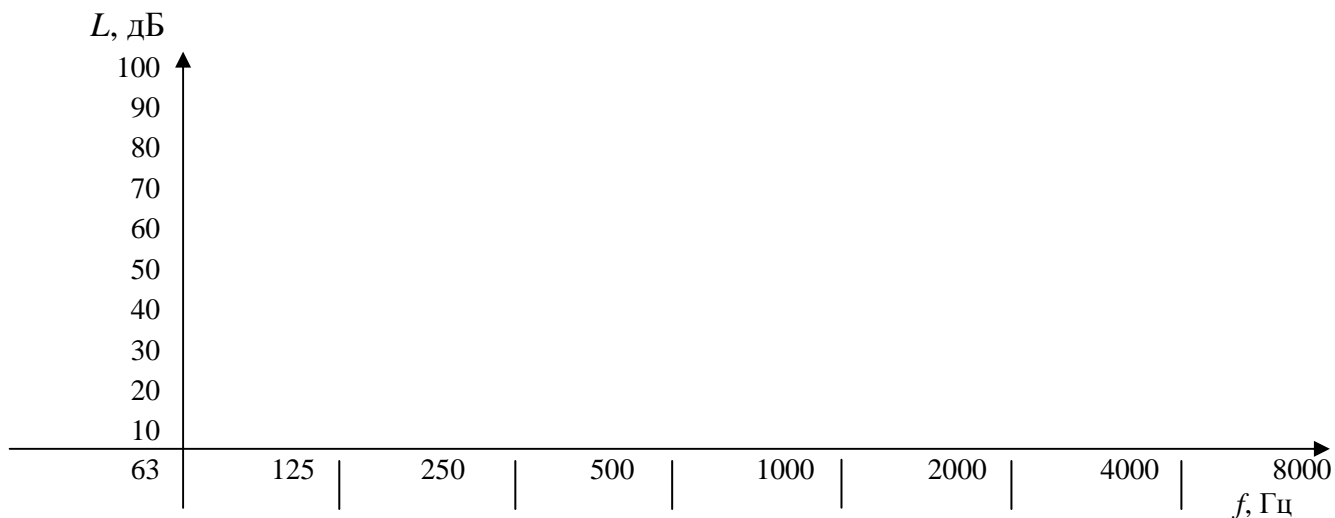
Таблица 14.2

Обозначение	Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
L_1								
$L_{з.п}$								

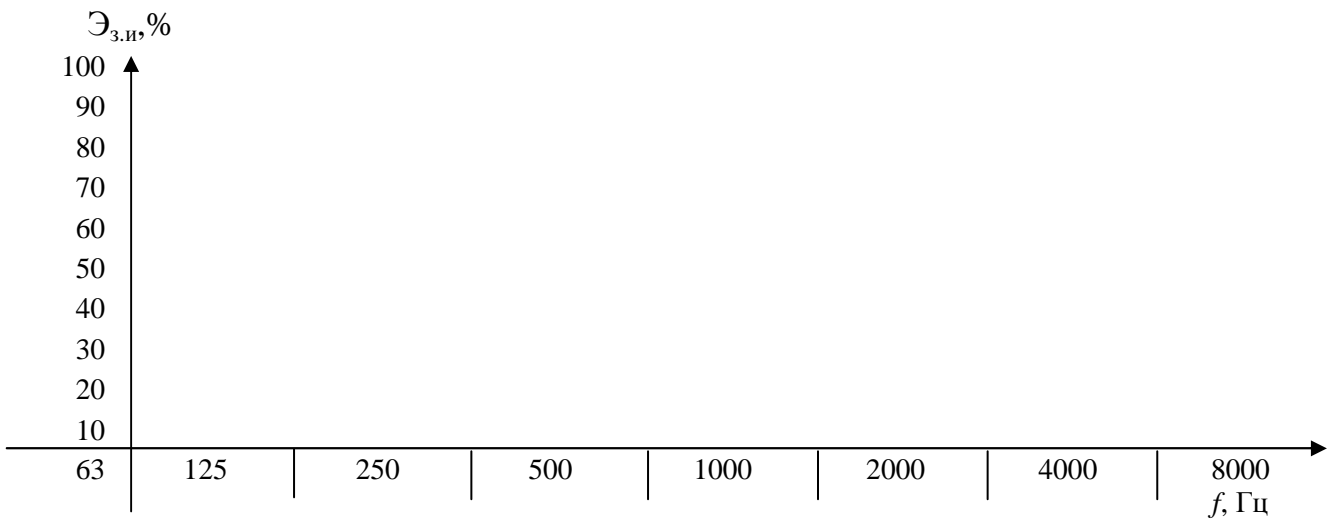
После выполнения лабораторной работы отключить генератор и шумомер от сети. Выключить освещение помещений, отключить стенд от электросети.

С о д е р ж а н и е о т ч ё т а

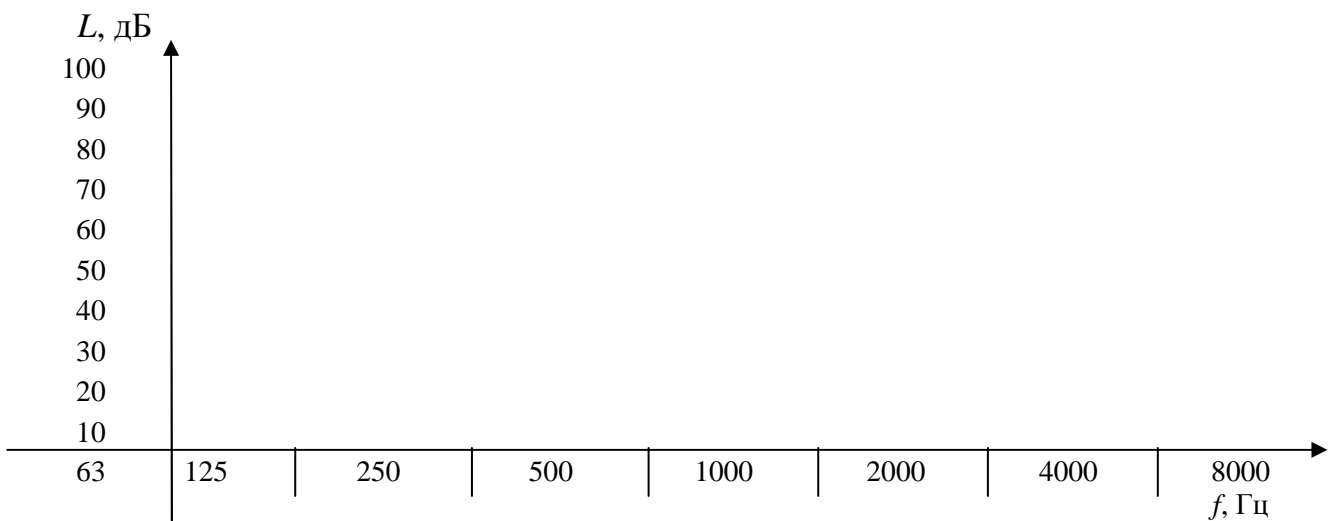
1. Отчет должен содержать порядок по этапам выполнения работы, заполненные таблицы и построенные графики в разделах «Звукоизоляция» и «Звукопоглощение».
2. Вывод по результатам измерений должен содержать оценку эффективности методов борьбы с шумом.
3. Составить отчет о лабораторной работе, в котором провести сравнение результатов замеров уровней звукового давления (см. табл.14.1) с допустимыми значениями $L_{доп}$ по СН 3223-85 (табл. 14.3) путем построения графика (рис.14.5).
4. Вычислить эффективность $\Delta_{з.и}$ звукоизолирующей перегородки по формуле (14.5).
5. Построить график зависимости эффективности звукоизолирующей перегородки от частоты (рис.14.6).



Р и с. 14.5. Уровни звукового давления



Р и с. 14.6. Эффективность установки звукоизолирующей перегородки



Р и с.14.7 Уровни звукового давления

6. Составить отчет о лабораторной работе, в котором провести сравнение результатов замеров уровней звукового давления (см. табл. 14.2) с допустимыми значениями $L_{\text{доп}}$ по СН 3223-85 (см. табл.14.3) путем построения графика (рис. 14.7).

7. Вычислить эффективность $\mathcal{E}_{з.п}$ звукопоглощающего кожуха по формуле (14.6).

8. Построить график зависимости эффективности звукопоглощающего кожуха от частоты (рис. 14.8).

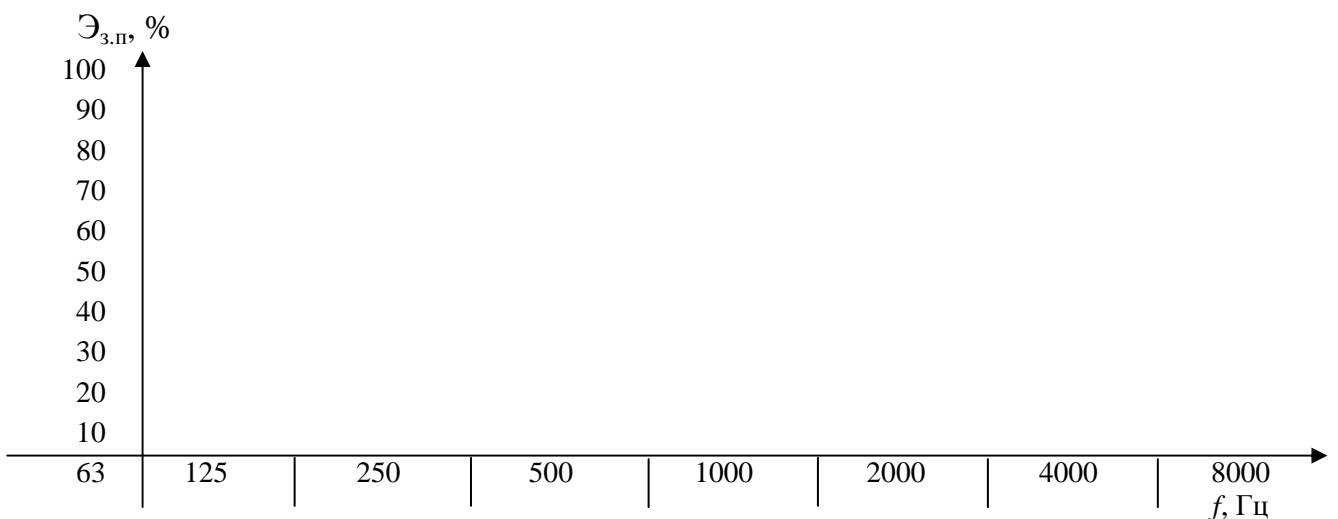


Таблица 14.3

Нормативные значения допустимых уровней шума на рабочих местах

Рабочее место	Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц								Уровень звука L_A и $L_{A_{ЭКВ}}$
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
ГОСТ 12.1.003-83	99	92	86	83	80	78	76	74	85
СН 3223-85	95	87	82	78	75	73	71	69	80

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие физические параметры характеризуют шум?
2. Область звуков, воспринимаемых человеческим ухом. Восприятие чистоты.
3. Вред от воздействия шума на организм человека.
4. Основные причины возникновения шумов в производственных условиях.
5. Нормирование производственных шумов.
6. Приведите методы снижения шума.
7. Суть звукоизоляции. Варианты решений.
8. Суть звукопоглощения. Примеры конкретных решений.
9. Оценка эффективности методов защиты от шума.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Набоков А.Б., Сергеев В.М.* Борьба с шумом в обувном производстве. М.: Легпромбытиздат, 1991. 158 с.
2. ГОСТ 200445 – 75. Здания и сооружения промышленных предприятий. Метод измерения шума на рабочих местах. М.: Изд-во стандартов, 1975. 21с.
3. ГОСТ 12.1.003 – 83. Шум. Общие требования безопасности. М.: Изд-во стандартов, 1984. 6с.
4. Защита от шума: Справочник проектировщика / Под ред. Е.Я.Юдина. М.: Стройиздат, 1974. 134с.
5. Звукопоглощающие и звукоизоляционные материалы / Под ред. Е.Я.Юдина. М.: Стройиздат, 1966. 248 с.
6. Методические рекомендации по проектированию звукоизоляции машин. Л.: ВНИИ охраны труда ВЦСПС, 1982. 58 с.
7. Руководство по расчету и проектированию шумоглушения вентиляционных установок. НИИСФ Госстроя СССР, ГПИ Сантехпроекта Госстроя СССР. М.: Стройиздат, 1982. 86 с.
8. СниП II-12-77. Защита от шума. Нормы проектирования. М.: Стройиздат, 1978. 49 с.
9. *Юдин Е.А., Хюбнер Г.* и др. Снижение шума в зданиях и жилых районах / Под ред. Г.Л.Осипова, Е.Я.Юдина. М.: Стройиздат, 1987. 558с.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСКУССТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ

Ц е л ь р а б о т ы – оценка эффективности искусственного освещения путем определения количественных и качественных его характеристик.

Теоретическая часть

Рациональное освещение помещений и рабочих мест – одно из важнейших условий создания благоприятных и безопасных условий труда.

Около 80% из общего объема информации человек получает через зрение. Объективность получаемой информации во многом зависит от освещения: неудовлетворительное в количественном или качественном отношении освещение вызывает утомление зрения и организма в целом. Нерационально организованное освещение может, явиться причиной травматизма: плохо освещенные опасные зоны, слепящие источники света и блики от них, резкие тени и пульсации освещенности ухудшают видимость и могут вызвать неадекватное восприятие наблюдаемого объекта.

О с в е щ е н и е – получение, распределение и использование световой энергии для обеспечения благоприятных условий видения предметов и объектов.

Количественной характеристикой освещения является освещенность – поверхностная плотность светового потока, определяемая отношением светового потока, падающего на поверхность, к ее площади и измеряемая в люксах (лк).

С в е т о в о й п о т о к – мощность лучистой энергии, оцениваемая по производимому ею зрительному ощущению, измеряется в люменах (лм).

Качественными характеристиками освещения являются контраст объекта с фоном, коэффициент пульсации и коэффициент ослепленности и ряд других.

К о н т р а с т объекта различения с фоном (К) определяется отношением абсолютной величины разности яркостей объекта V_0 и фона V_f к наибольшей из этих двух яркостей. Контраст считается большим при значениях К более 0,5; средним – при значениях 0,2 до 0,5; малым – при значениях К менее 0,2.

Ф о н — поверхность, прилегающая непосредственно к объекту различения, на которой он рассматривается. Фон считается светлым при коэффициенте отражения светового потока поверхностью более 0,4; средне-светлым - при коэффициенте отражения от 0,2 до 0,4; темным при коэффициенте отражения менее 0,2.

Коэффициент пульсации освещенности определяется так:

$$K_n = (E_{\max} - E_{\min}) / 2E_{\text{ср}} \cdot 100\% , \quad (15.1)$$

где E_{\max} – максимальное значение пульсирующей освещенности на рабочей поверхности;

E_{\min} – минимальное значение пульсирующей освещенности;

$E_{\text{ср}}$ – среднее значение освещенности.

Коэффициент ослепленности P определяется так:

$$P = (\Delta V_{\text{пор}})_s / (\Delta V_{\text{пор}}) , \quad (15.2)$$

где $\Delta V_{\text{пор}}$ - пороговая разность яркости объекта и фона при обнаружении объекта на фоне равномерной яркости, $(\Delta V_{\text{пор}})_s$ - то же при наличии в поле зрения блеского (яркого) источника света.

Я р к о с т ь V – поверхностная плотность силы света в заданном направлении. Яркость, являющаяся характеристикой светящегося тела или участка его поверхности, равна отношению силы света в каком-либо направлении к площади проекции излучающей поверхности на плоскость, перпендикулярную к этому направлению. Единицей

измерения яркости является кд/м^2 , это яркость такой плоской поверхности, которая в перпендикулярном направлении излучает силу света в 1 кд с площади 1 м^2 .

Под эффективностью искусственного освещения понимается соответствие фактического освещения нормативному по количественным и качественным показателям.

Искусственное освещение предусматривается в помещениях, в которых естественное освещение недостаточно или отсутствует.

По принципу организации искусственное освещение разделяется на два вида - общее и комбинированное - и в нормах учитывается отдельно.

Общее освещение предназначено для освещения всего помещения, оно может быть *равномерным* или *локализованным*. *Общее равномерное* освещение создает условия для выполнения работ в любом месте освещаемого пространства. При *общем локализованном* освещении светильники размещают с учетом расположения оборудования, что позволяет создавать повышенную освещенность на определенных рабочих местах.

Комбинированное освещение состоит из *общего* и *местного*. Его целесообразно устраивать при работах высокой точности и в случае необходимости создания в процессе работы определенной направленности светового потока. *Местное освещение* предназначено для освещения только рабочих поверхностей и не создает необходимой освещенности даже на прилегающих к ним участках. Оно может быть стационарным и переносным. Применение только местного освещения в производственных помещениях не допускается.

Нормирование искусственного освещения

Гигиенические нормативы для различных зрительных работ регламентируются строительными нормами и правилами СНиП 23-05-95, которые учитывают как количественные, так и качественные показатели освещения. На базе СНиП разрабатываются отраслевые осветительные нормы для конкретных видов работ. Они устанавливают наименьшую освещенность рабочих поверхностей в производственных помещениях в зависимости от конкретного вида работ.

Все зрительные работы делятся на 8 разрядов в зависимости от размера объекта различия и условий зрительной работы. Допустимые значения наименьшей освещенности рабочих поверхностей для I – V разрядов работ в производственных помещениях для различных разрядов зрительных работ приведены в прил. 1.

Коэффициент пульсации освещенности K_p нормируется в зависимости от разряда зрительных работ в сочетании с показателем ослепленности P .

Оценка состояния осветительных условий

В зависимости от цветовой отделки помещения осветительная установка может менять свое состояние за счет старения и запыления источника света, выхода части их из строя.

Поэтому для оценки осветительных условий применяется коэффициент использования светового потока, который определяется как отношение фактического светового потока ($F_{\text{факт}}$) к суммарному световому потоку ($F_{\text{ламп}}$) используемых источников света, в соответствии с их паспортными данными.

$$\eta = F_{\text{факт}} / F_{\text{ламп}}, \quad (15.3)$$

Значение фактического светового потока $F_{\text{факт}}$ определяется по результатам измерений в помещении средней освещенности $E_{\text{ср}}$ по формуле:

$$F_{\text{факт}} = E_{\text{ср}} \cdot S, \quad (15.4)$$

где S - площадь помещения, м^2 ;

$E_{\text{ср}}$ – среднее значение освещенности.

Экспериментальная часть

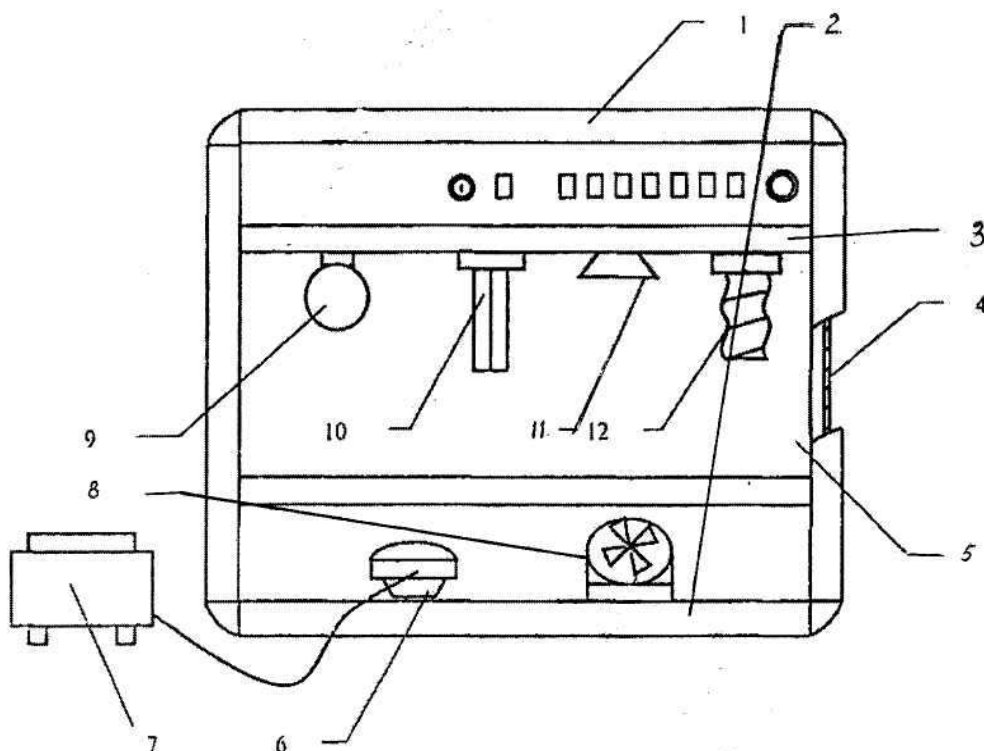
Работа включает в себя следующие этапы:

1. Измерение освещенности, создаваемой различными источниками света.
2. Измерение и сравнение коэффициентов пульсаций освещенности.
3. Определение коэффициента использования светового потока осветительной установки по измеренным значениям освещенности.

Описание лабораторной установки

Лабораторная установка состоит из макета производственного помещения, оборудованного различными источниками искусственного освещения и люксметра-пульсаметра для измерения значений освещенности и коэффициента ее пульсаций. Макет и люксметр-пульсаметр устанавливаются на лабораторный стол.

Внешний вид макета представлен на рис. 15.1.



Р и с. 15.1. Внешний вид макета:

- 1 – каркас; 2 – пол; 3 – потолок; 4 – задняя стенка; 5 – передняя стенка;
6 – головка люксметра-пульсаметра; 7 – люксметр-пульсаметр;
8 – вентилятор; 9 – лампы накаливания; 10 – люминесцентные лампы КЛД;
11 – галогенная лампа; 12 – люминесцентная лампа СКЛЭН

Макет имеет каркас 1 из алюминиевого профиля, пол 2, потолок 3, боковые стенки 4, заднюю стенку и переднюю стенку 5. Задняя и боковые стенки являются съемными и могут устанавливаться любой из двух сторон внутрь макета помещения, фиксируясь в проемах каркаса с помощью магнитных защелок. Одна сторона стенок окрашена в светлые тона, другая – в темные тона, при этом нижняя окрашенная половина стенки темнее верхней.

Передняя стенка 5 жестко вмонтирована в каркас и выполнена из тонированного прозрачного стекла.

В передней нижней части каркаса 1 предусмотрено окно для установки измерительной головки 6 люксметра-пульсаметра 7 внутрь каркаса.

На полу 2 размещен вентилятор 8 для наблюдения стробоскопического эффекта и охлаждения ламп в процессе работы.

На потолке 3 размещены 7 патронов, в которых установлены две лампы накаливания 9,

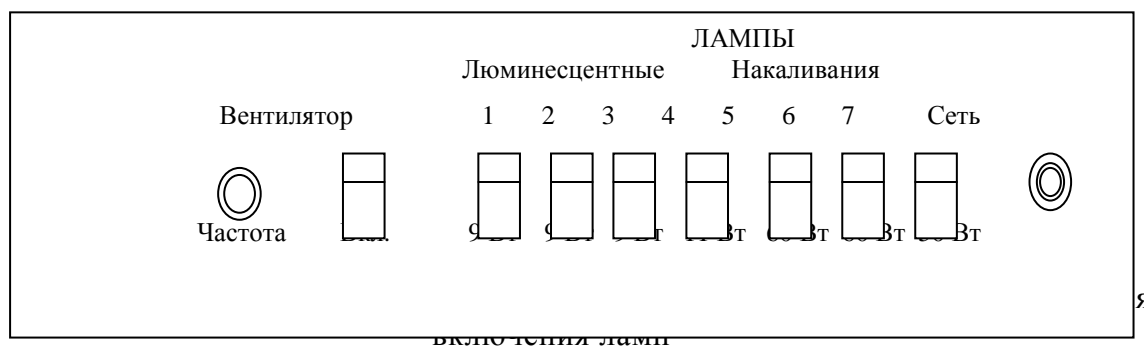
три люминесцентные лампы 10 типа КЛ9, галогенная лампа 11 и люминесцентная лампа 12 типа СКЛЭН с высокочастотным преобразователем. Вертикальная проекция ламп отмечена на полу « кружками с цифрами, соответствующими номерам ламп на лицевой панели макета.

Включение электропитания установки производится автоматом защиты, находящимся на задней панели каркаса и регистрируется сигнальной лампой, расположенной на передней панели каркаса.

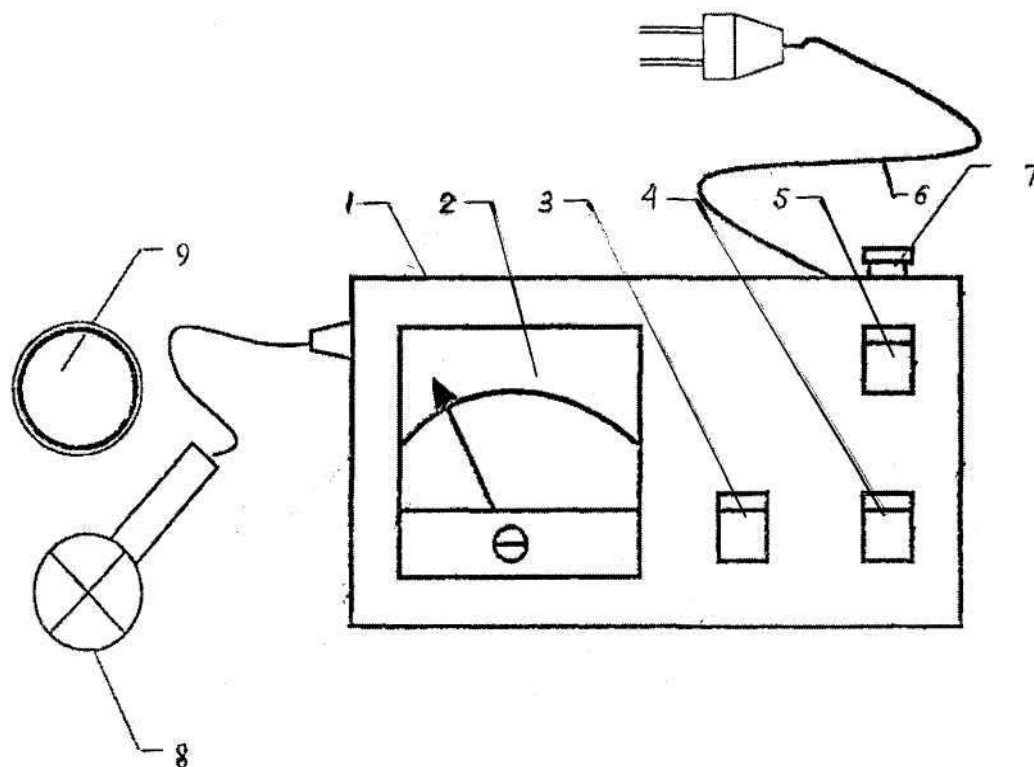
На передней панели каркаса (рис. 15.2) расположены органы управления и контроля, в том числе:

- лампа индикации включения напряжения сети;
- переключатель для включения вентилятора;
- ручка регулирования частоты вращения вентилятора;
- переключатели (1-7) для включения ламп.

Электропитание ламп накаливания и люминесцентных ламп осуществляется от разных фаз. Схема позволяет включать отдельно каждую лампу с помощью соответствующих переключателей, расположенных на передней панели каркаса (см. рис.15.2).



На задней панели каркаса расположен автомат защиты сети и сдвоенная розетка с напряжением 220В для подключения измерительных приборов. Люксметр-пульсаметр содержит корпус 1 (рис. 15.3), на лицевой панели которого расположен стрелочный индикатор 2, переключатель 3 режима измерения (освещенность Е - коэффициент пульсации К), переключатель 4 диапазона измерения (100-30) и переключатель 5 включения напряжения сети со встроенным индикатором. На задней стенке корпуса 1 закреплен сетевой шнур 6 с вилкой и держатель 7 предохранителя. В качестве приемника светового потока используется измерительная головка 8 с насадками 9. При выключенном питании прибор работает как люксметр (Ю-116) и позволяет измерять освещенность в диапазоне от 5 до 100000 лк. Выбор диапазона определяется насадками. В положении 100 переключателя 4 диапазона измерения с насадками К и М измеряется освещенность до 1000 лк, с насадками К и Р - до 10000 лк и с насадками К и Т - до 100000 лк. В положении 30 переключателя диапазона измерения с этими же насадками измеряется освещенность до 300лк, 3000лк и 30000 лк соответственно.



Р и с. 15.3. Внешний вид люксметра-пульсаметра

1 – корпус; 2 – стрелочный индикатор; 3 – переключатель режима измерения; 4 – переключатель диапазона измерения; 5 – переключатель включения напряжения сети; 6 – сетевой шнур;
7 – предохранитель; 8 – измерительная головка; 9 – насадка

При включении питания прибор позволяет измерять коэффициент пульсации освещенности в диапазоне от 0 до 30 % или от 0 до 100 % в зависимости от положения переключателя диапазона измерения. Следует обратить внимание на то, чтобы измерение коэффициента пульсации производилось при тех же насадках, что и измерение освещенности.

Требования безопасности при выполнении работы

1. К работе допускаются студенты, ознакомленные с устройством лабораторной установки, принципом действия и мерами безопасности при проведении лабораторной работы.
2. Для предотвращения перегрева установка при длительной работе ламп необходимо включить вентилятор.
3. После проведения лабораторной работы отключить электропитание стенда и люксметра-пульсаметра.

Порядок выполнения работы

1. Установить стенки макета производственного помещения таким образом, чтобы стороны, окрашенные в темные тона, были обращены внутрь помещения.
2. Включить установку с помощью автомата защиты, находящимся на задней панели каркаса.
3. Включить лампы (выбор ламп производится по заданию преподавателя).
4. Произвести измерение освещенности с помощью люксметра-пульсаметра в пяти

точках макета производственного помещения (в центре и углах пола), определить среднее значение освещенности $E_{ср}$. Данные внести в протокол измерений (таб. 15.2).

5. Произвести измерение освещенности в пяти точках макета производственного помещения, определить среднее значение освещенности. Данные внести в таб. 15.3.

6. Сравнить полученные в результате измерений по пп. 4 и 5 значения освещенности с допустимыми значениями освещенности, приведенными в прил. 4 (разряд зрительных работ принять по указанию преподавателя). Сделать вывод о соответствии измеренных допустимым значениям освещенности.

7. По результатам измерений освещенности для варианта с темной и светлой окраской стен вычислить значение фактического светового потока $F_{факт}$ по формуле (15.4):

8. Вычислить коэффициент использования осветительной установки η для варианта с темной и светлой окраской стен по формуле (15.3). Суммарный световой поток $F_{ламп}$ выбрать по номинальной мощности для каждого типа ламп по таб. 15.1. Полученные значения внести в таб. 15.2. Сделать вывод о влиянии цветовой окраски стен на величину коэффициента использования светового потока осветительной установки.

9. Повторить измерения для другого типа ламп.

10. Сравнить значения коэффициентов использования осветительных установок, полученные для случаев с использованием различных источников света и различной окраской стен. Сделать вывод о влиянии различной окраски стен на величину η для различных источников света.

Таблица 15.1

Тип ламп	Номинальная мощность, Вт	Номинальный световой поток, лм
Лампа накаливания	60	730
Лампа накаливания криптоновая	60	800
Лампа люминесцентная КЛ9	9	600 (565)*
Лампа люминесцентная СКЛЭН	11	700
Лампа галогенная	50	850

* После минимальной продолжительности горения (2000 часов)

11. С помощью люксметра-пульсаметра измерить коэффициент пульсации освещенности при включении одной лампы накаливания, а затем при включении одной люминесцентной лампы типа КЛ9. Сравнить полученные значения. Сделать вывод о его соответствии с нормативным значением (см. прил. 4).

12. Измерить и сравнить между собой коэффициенты пульсации освещенности при включении одной люминесцентной лампы, затем — двух и наконец, при включении трех люминесцентных ламп типа КЛ9 (следует учесть, что люминесцентные лампы включены в три различные фазы трехфазной сети, поэтому измерительную головку люксметра-пульсаметра необходимо располагать в геометрическом центре системы включенных ламп). Оценить зависимость $K_{п}$ от способа подключения ламп.

13. Включить люминесцентную лампу типа КЛ9 в центре установки и вентилятор. Вращая ручку «Частота», регулируемую скорость вращения лопастей вентилятора, подобрать такую частоту, при которой возникает стробоскопический эффект (лопасти кажутся неподвижными).

14. Выключить стенд. Составить отчет о работе.

Содержание отчёта

1. Название работы, цель.

2. Теоретическая часть – кратко раскрыть содержание показателей, характеризующих

эффективность искусственного освещения.

3. Экспериментальная часть.

3.1. Протокол измерений.

Выводы по пп. 4 – 9 об эффективности фактической освещенности и о влиянии цветовой окраски стен на величину коэффициента использования светового потока занести в таб. 15.2 и 15.3.

Таблица 15.2

Протокол измерений и расчетных показателей освещенности

Тип лампы № измер.	Первый тип ламп					
	ЛН, Е, лкс темная окраска		$F_{\text{факт}} = E_{\text{ср}} \cdot S$		$\eta = F_{\text{факт}} / F_{\text{лампы}}$	
	в центре и по углам	в пяти контр. точках	темная окраска	светлая окраска	темная окраска	светлая окраска
1	E_1	E_1			η_1	η_1
2	E_2	E_2				
3	E_3	E_3				
4	E_4	E_4				
5	E_5	E_5				
	$E_{1\text{ср}}$	$E_{2\text{ср}}$	F_1	F_2		
	$E_{\text{норм}}$		$F_{\text{лампы}}$	$F_{\text{лампы}}$		

Таблица 15.3

Протокол измерений и расчетных показателей освещенности

Тип лампы № измер.	Второй тип ламп					
	ЛН крипт.		$F_{\text{факт}} = E_{\text{ср}} \cdot S$		$\eta = F_{\text{факт}} / F_{\text{лампы}}$	
	темная окраска	светлая окраска	темная окраска	светлая окраска	темная окраска	светлая окраска
1	E_1^2	E_1^2			η_1^2	η_1^2
2	E_2^2	E_2^2				
3	E_3^2	E_3^2				
4	E_4^2	E_4^2				
5	E_5^2	E_5^2				
	$E_{1\text{ср}}^2$	$E_{2\text{ср}}^2$	F_1^2	F_2^2		
	$E_{\text{норм}}$		$F_{\text{лампы}}$	$F_{\text{лампы}}$		

3.2. Выводы по пп. 11 и 12 о качестве освещения из результатов измерений $K_{\text{п}}$ для лампы накаливания и люминесцентной лампы КЛ9 и способа подключения ламп КЛ9.

3.3. Вывод по п. 13 о значении частоты, при которой возникает стробоскопический эффект.

3.4. Общий вывод по результатам оценки эффективности искусственного освещения.

3.3. Вывод по п. 13 о значении частоты, при которой возникает стробоскопический эффект.

3.4. Общий вывод по результатам оценки эффективности искусственного освещения.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Как измеряется освещенность?
2. Как оценивается эффективность искусственного освещения?
3. Какие показатели характеризуют количественные и качественные показатели искусственного освещения?
4. Каков принцип нормирования искусственного освещения?
5. Как влияет на освещенность цветовая окраска помещения?
6. Как влияет схема включения люминесцентных ламп на коэффициент пульсации?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Денисенко Г.Ф.* Охрана труда. М.: Высш. шк., 1985. 319 с.
2. *Ксельберт Д.Л.* Охрана труда в текстильной промышленности. М.: Легпромбытиздат, 1990. 304 с.
3. *Фильев В.И.* Регулирование условий труда на предприятиях РФ. М.: Интел-Синтез, 1996. 131 с.
4. СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение. МЛ: Стройиздат, 1996.
5. *Лихиков В.В.* Основы светотехники. – М «Энергия» 1979. – 368 с.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 16

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗАЩИТНЫХ ЭКРАНОВ ПРИ НАЛИЧИИ ТЕПЛОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Ц е л ь р а б о т ы – оценка эффективности защиты человека от воздействия теплового излучения с помощью экранов.

Теоретическая часть

Лучистый теплообмен между телами – процесс распространения внутренней энергии, которая излучается в виде электромагнитных волн в видимой и инфракрасной (ИК) области спектра. Длина волны видимого излучения - от 0,38 до 0,77 мкм, инфракрасного - более 0,77 мкм. Такое излучение называется *тепловым* или *лучистым*.

Воздух прозрачен (диатермичен) для теплового излучения, поэтому при прохождении лучистого тепла через воздух температура его не повышается. Тепловые лучи поглощаются предметами, нагревают их и они становятся излучателями тепла. Воздух, соприкасаясь с нагретыми телами, также нагревается и температура воздушной среды в производственных помещениях возрастает.

Интенсивность теплового излучения может быть определена по формуле

$$Q = 0,78F \cdot [(T^\circ/100)^4 - 110]/l^2, \quad (16.1)$$

где Q - интенсивность теплового излучения, Вт/м²;

F - площадь излучающей поверхности, м;

T° - температура излучающей поверхности,

$^\circ\text{K}$; l - расстояние от излучающей поверхности, м.

Из формулы (16.1) следует, что количество лучистого тепла, поглощаемого телом человека, зависит от температуры источника излучения, площади излучающей поверхности и квадрата расстояния между излучающей поверхностью и телом человека.

Тепловой обмен организма человека с окружающей средой заключается во взаимосвязи между образованием тепла (термогенезом) в результате жизнедеятельности организма и отдачей им этого тепла во внешнюю среду. Отдача тепла осуществляется, в основном, тремя способами: *конвекцией, излучением и испарением.*

Передача тепла ИК-излучением является наиболее эффективным способом теплоотдачи и составляет в комфортных метеоусловиях 44-59 % общей теплоотдачи. Тело человека излучает в диапазоне длин волн от 5 до 25 мкм с максимумом энергии на длине волны 9,4 мкм.

В производственных условиях, когда работающий окружен предметами, имеющими температуру, отличную от температуры тела человека, соотношение способов теплоотдачи может существенно изменяться. Отдача человеческим телом тепла во внешнюю среду возможна лишь тогда, когда температура окружающих предметов ниже температуры тела человека. В обратном случае направление потока лучистой энергии меняется на противоположное и уже тело человека будет получать извне дополнительную тепловую энергию. Воздействие ИК лучей приводит к перегреву организма и тем быстрее, чем больше мощность излучения, выше температура и влажность воздуха в рабочем помещении, выше интенсивность выполняемой работы.

ИК - излучение, помимо усиления теплового воздействия окружающей среды на организм работающего, обладает специфическим влиянием. С гигиенической точки зрения важной особенностью ИК-излучения является его способность проникать в живую ткань на разную глубину.

Л у ч и д л и н н о в о л н о в о г о д и а п а з о н а (от 3 мкм до 1 мм) задерживаются в поверхностных слоях кожи уже на глубине 0,1 - 0,2 мм. Поэтому их физиологическое воздействие на организм проявляется, главным образом, в повышении температуры кожи и перегреве организма.

Л у ч и к о р о т к о в о л н о в о г о д и а п а з о н а (от 0,78 до 1,4 мкм) обладают способностью проникать в ткани человеческого организма на несколько сантиметров. Такое ИК- излучение легко проникает через кожу и черепную коробку в мозговую ткань и может воздействовать на клетки головного мозга, вызывая его тяжелые поражения. В частности, ИК-излучение может привести к возникновению специфического заболевания - теплового удара, проявляющегося в головной боли, головокружении, учащении пульса, ускорении дыхания, падении сердечной деятельности, потере сознания и др.

При облучении коротковолновыми ИК- лучами наблюдается повышение температуры легких, почек, мышц и других органов. В крови, лимфе, спинномозговой жидкости появляются специфические биологически активные вещества, наблюдаются нарушения обменных процессов, изменяются функциональное состояние центральной нервной системы.

Интенсивность теплового облучения человека регламентируется, исходя из субъективного ощущения человеком энергии облучения. Согласно ГОСТ 12.1.005-88, интенсивность теплового облучения работающих от нагретых поверхностей технологического оборудования, осветительных приборов не должна превышать 35 Вт/м^2 при облучении более 50 % поверхности тела; 70 Вт/м^2 – при облучении от 25% до 50 % поверхности тела; 100 Вт/м^2 - при облучении не более 25 % поверхности тела. От открытых источников (нагретые металл и стекло, открытое пламя) интенсивность теплового облучения не должна превышать 140 Вт/м^2 при облучении не более 25 % поверхности тела и обязательном использовании средств индивидуальной защиты, в том числе средств защиты лица и глаз.

Одним из самых распространенных способов борьбы с тепловым излучением является *экранирование* излучающих поверхностей. Различают экраны трех типов: *непрозрачные, прозрачные и полупрозрачные.*

В непрозрачных экранах поглощаемая энергия электромагнитных колебаний, взаимодействуя с веществом экрана, превращается в тепловую энергию. При этом экран нагревается и, как всякое нагретое тело, становится источником теплового излучения. При этом излучение поверхности экрана, противоположной экранируемому источнику, условно рассматривается как пропущенное излучение источника. К непрозрачным экранам относятся, например, металлические (в том числе алюминиевые), альфолевые (алюминиевая фольга), футерованные (пенобетон, пеностекло, керамзит, пемза), асбестовые и др.

В прозрачных экранах излучение, взаимодействуя с веществом экрана, минует стадию превращения в тепловую энергию и распространяется внутри экрана по законам геометрической оптики, что и обеспечивает видимость через экран. Так ведут себя экраны, выполненные из различных стекол: силикатного, кварцевого, органического, металлизированного, а также пленочные водяные завесы (свободные и стекающие по стеклу), вододисперсные завесы.

Полупрозрачные экраны объединяют в себе свойства прозрачных и непрозрачных экранов. К ним относятся металлические сетки, цепные завесы, экраны из стекла, армированного металлической сеткой.

По принципу действия экраны подразделяются на *теплоотражающие*, *теплопоглощающие* и *теплоотводящие*. Однако это деление достаточно условно, так как каждый экран обладает одновременно способностью отражать, поглощать и отводить тепло. Отнесение экрана к той или иной группе производится в зависимости от того, какая способность выражена сильнее.

Теплоотражающие экраны имеют низкую степень черноты поверхностей, вследствие чего они значительную часть падающей на них лучистой энергии отражают в обратном направлении. В качестве теплоотражающих материалов в конструкции экранов широко используют альфоль, листовую алюминий, оцинкованную сталь, алюминиевую краску.

Теплопоглощающими называют экраны, выполненные из материалов с высоким термическим сопротивлением (малым коэффициентом теплопроводности). В качестве теплопоглощающих материалов применяют огнеупорный и теплоизоляционный кирпич, асбест, шлаковату.

Оценить эффективность защиты от теплового излучения с помощью экранов можно по формуле

$$n = \frac{Q - Q_3}{Q} \cdot 100, \% ,$$

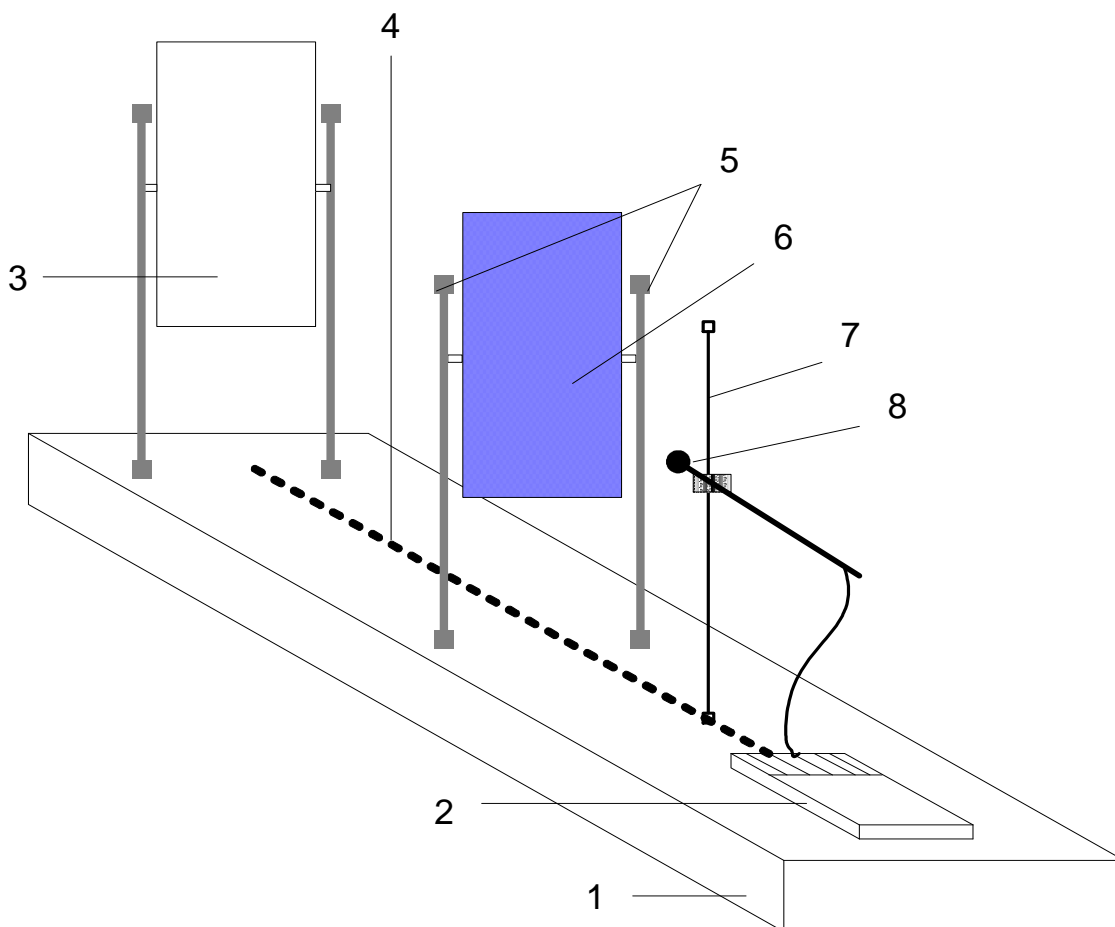
(16.2)

где Q - интенсивность теплового излучения без применения защиты, Вт/м²; Q_3 - интенсивность теплового излучения с применением защиты, Вт/м².

Экспериментальная часть

Описание лабораторной установки

Внешний вид стенда представлен на рисунке.



Внешний вид стенда:

1 – столешница; 2 – индикаторный блок; 3 – бытовой электрокамин; 4- линейка;
5,7 – стойки; 6 – сменные экраны; 8 – измерительная головка

Стенд представляет собой стол со столешницей 1, на которой размещаются индикаторный блок 2, бытовой электрокамин 3, линейка 4, стойки 5 для установки сменных экранов 6, стойка 7 для установки измерительной головки 8 измерителя тепловых потоков. Измерительная головка 8 с помощью винтов крестится к вертикальной стойке 7. Вся эта конструкция может вручную перемещаться по столешнице вдоль линейки 4, которая предназначена для измерения расстояния от источника теплового излучения (электрокамина 3) до измерительной головки 8 и жестко закреплена на столешнице 1. Сменные экраны 6 имеют один размер. Металлические экраны выполнены в виде листов металла. Экраны с цепями и брезентом выполнены в виде металлических рамок, в которых закреплены стальные цепи или брезент.

Требования безопасности при выполнении работы

1. К работе допускаются студенты, ознакомленные с устройством лабораторного стенда, принципом действия и мерами безопасности при проведении лабораторной работы.
2. Не рекомендуется включать электрокамин на полную мощность 1 кВт (включены оба выключателя) без использования теплозащитных экранов.
3. Запрещается прикасаться к электронагревательному элементу электрокамина.

4. После проведения лабораторной работы необходимо отключить электропитание стенда.

Порядок выполнения работы

1. Подключить электрокамин к сети переменного тока, включив у него верхнюю часть.

2. Включить измеритель теплового потока ИПП-2м и установить его головку в штативе таким образом, чтобы она была смещена относительно стойки на 100 мм. Вручную перемещать штатив вдоль линейки, устанавливая головку измерителя на различном расстоянии от источника теплового излучения (каждые 10 см от 80 до 30 см), и определять интенсивность теплового излучения в этих точках. Начинать измерения рекомендуется с наиболее удаленного расстояния (80см). Данные замеров занести в таблицу. Построить график зависимости интенсивности теплового излучения от расстояния.

3. Установить на стойках 5 (см.рисунок) темный металлический защитный экран, определить по п. 2 интенсивность теплового излучения на заданных расстояниях. Построить график зависимости интенсивности теплового излучения от расстояния п. 2. Оценить эффективность защитного действия экранов по формуле (16.2), используя значения интенсивности излучения на минимальном расстоянии 30см.

4. Установить светлый металлический защитный экран и провести исследования, аналогичные п. 3.

5. Установить брезентовый защитный экран и провести исследования, аналогичные п. 3.

6. Установить защитный экран с металлическими цепями и провести исследования, аналогичные п. 3.

7. Составить отчет по работе.

Содержание отчёта

1. Цель работы

2. Данные измерений занести в таблицу.

Вид тепловой защиты	L , см	30	40	50	60	70	80
Без защиты	Q , Вт/м ²						
Светлый металлический экран	Q , Вт/м ²						
Темный металлический экран	Q , Вт/м ²						
Брезентовый экран	Q , Вт/м ²						
Экран с металлическими цепями	Q , Вт/м ²						

3. Графики зависимости интенсивности теплового излучения от расстояния (по данным таблицы).

4. Расчет эффективности защитного действия экранов по формуле 16.2 (п 3,4).

5. Выводы по результатам работы.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что понимается под тепловым излучением и как зависит его интенсивность от площади, температуры излучающей поверхности и расстояния до нее?

2. Что понимается под тепловым обменом организма человека с окружающей средой? В каком случае возможна отдача тепла человеческим телом во внешнюю среду?

3. Как влияют на организм человека лучи длинноволнового и коротковолнового диапазона ИК-излучения?
4. Как классифицируются защитные экраны в зависимости от степени прозрачности? Из каких материалов они изготавливаются?
5. Как классифицируются защитные экраны по принципу действия? Какие материалы используют при их изготовлении?
6. Как рассчитывается эффективность защиты от теплового излучения с помощью экранов?
7. Как объяснить результат распределения излучения в пространстве и эффективности защитного действия различных видов экранов?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Безопасность жизнедеятельности: Учеб. пособие для вузов/ Под ред. Л.А. Муравья. 2-е изд., перераб. и доп. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003.
2. Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности - наука о выживании в техносфере // ВИНТИ. Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях, 1996.
3. Макаров Г.В. Охрана труда в химической промышленности. М.: Химия, 1989.
4. ГОСТ 12.4.123 - 83. ССБТ. Средства защиты от инфракрасного излучения. Классификация. Общие технические требования. Госстандарт СССР, 1983.
5. ГОСТ 12.1.005 - 88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования». Госстандарт СССР, 1988.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 17

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗАЩИТНЫХ ЭКРАНОВ ПРИ НАЛИЧИИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ СВЕРХВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ

Ц е л ь р а б о т ы – оценка эффективности защиты от электромагнитного излучения СВЧ на пути распространения за счет удаления его на безопасное расстояние от рабочего места и использования эффекта экранирования.

Теоретическая часть

Электромагнитные поля (ЭМП) генерируются токами, изменяющимися во времени. Спектр электромагнитных (ЭМ) колебаний находится в широких пределах по длине волны - от 1000 км до 0,001 мкм и менее, а по частоте/от $3 \cdot 10^2$ до $3 \cdot 10^{20}$ Гц, включая радиоволны, оптические и ионизирующие излучения. В настоящее время наиболее широкое применение в различных отраслях находит ЭМ энергия неионизирующей части спектра. Это касается, прежде всего, ЭМП радиочастот. Они подразделяются по длине волны на ряд диапазонов (табл. 17.1).

Электромагнитное поле состоит из электрического поля, обусловленного напряжением па токоведущих частях электроустановок, и магнитного, возникающего при прохождении тока по этим частям. Волны ЭМ распространяются на большие расстояния.

В промышленности ЭМ источниками являются электрические установки, работающие на переменном токе частотой от 10 до 10^6 Гц, приборы автоматики, электрические установки с промышленной частотой 50 - 60 Гц, установки высокочастотного нагрева (сушка древесины, склеивание и нагрев пластмасс и др.). В соответствии с ГОСТ12.1.006-84 значения предельно допустимой напряженности ЭМ радиочастот в диапазоне 0,06-300 МГц на рабочих местах приведены в табл. 17.2.

Таблица 17.1

Название диапазона	Длина волны	Диапазон частот	Частота	По международному регламенту	
				название диапазона частот	номер
Длинные волны (ДВ)	10-1км	Высокие частоты (ВЧ)	от 3 до 300 кГц	Низкие (НЧ)	5
Средние волны (СВ)	1км-100м	То же	от 0,3 до 3 МГц	Средние (СЧ)	6
Короткие волны (КВ)	100-10м	То же	от 3 до 30 МГц	Высокие (ВЧ)	7
Ультракороткие волны (УКВ)	10-1м	Высокие частоты (УВЧ)	от 30 до 300 МГц	Очень высокие (ОВЧ)	8
Микроволны: дециметровые (дм)	1м-10см	Сверхвысокие частоты (СВЧ)	от 0,3 до 3 ГГц	Ультравысокие (УВЧ) Сверхвысокие (СВЧ) Крайневысокие (КВЧ)	9 10
сантиметровые (см)	10-1см		от 3 до 30 ГГц		
миллиметровые (мм)	1см-1мм		от 30 до 300 ГГц		

Таблица 17.2

Составляющая ЭМП, по которой оценивается его воздействие, и диапазон частот, МГц	Предельно допустимая напряженность ЭМП в течение рабочего дня
Электрическая составляющая:	
0,06-3	50 В/м
3-30	20 В/м
30-50	10 В/м
50-300	0,5 В/м
Магнитная составляющая:	
0,06-1,5	5,0 А/м
30-50	0,3 А/м

Предельно допустимые уровни (ПДУ) по электрической составляющей, согласно [5], не должны превышать 20 В/м, а по магнитной составляющей - 5 А/м. ЭМП характеризуется совокупностью переменных электрических и магнитных составляющих. Различные диапазоны радиоволн объединяет общая физическая природа, но они существенно различаются по заключенной в них энергии, характеру распространения, поглощения, отражения, а в следствие этого - по действию на среду, в том числе и на человека. Чем короче длина волны и больше частота колебаний, тем больше энергии несет в себе квант ЭМ излучения. Связь между энергией Y и частотой f колебаний определяется так:

$$Y = h * f,$$

или, поскольку длина волны λ и частота связаны соотношением

$$f = c / \lambda,$$

$$Y = h * c / \lambda,$$

где c - скорость распространения электромагнитных волн в воздухе ($c = 3 * 10^8$ м/с);

h - постоянная Планка, равная $6,6 * 10^{-34}$ Вт/см².

ЭМП вокруг любого источника излучения разделяют на 3 зоны: ближнюю - зону

индукции, промежуточную - зону интерференции, дальнюю - волновую зону. Если геометрические размеры источника излучения меньше длины волны излучения λ (т.е. источник можно рассматривать как точечный), то границы зон определяются следующими расстояниями R :

- ближняя зона (индукции) - $R < \lambda/2\pi$;
- промежуточная зона (интерференции) $\lambda/2\pi < R < 2\pi\lambda$;
- дальняя зона (волновая) $R > 2\pi\lambda$.

Работающие с источниками излучения НЧ, СЧ и, в известной степени, ВЧ и СВЧ диапазонов находятся в зоне индукции. При эксплуатации генераторов СВЧ и КВЧ диапазонов работающие часто находятся в волновой зоне.

В волновой зоне интенсивность поля оценивается величиной плотности потока энергии (ППЭ), т.е. количеством энергии, падающей на единицу площади поверхности. В этом случае ППЭ выражается в Вт/м² или производных единицах: мВт/см², мкВт/см². ЭМП по мере удаления от источника излучения быстро затухает. ЭМ волны диапазона УВЧ, СВЧ и КВЧ (микроволны) используются в радиолокации, радиоастрономии, радиоспектроскопии, геодезии, дефектоскопии, физиотерапии. Иногда ЭМП УВЧ диапазона применяются для вулканизации резины, термической обработки пищевых продуктов, стерилизации, пастеризации, вторичного разогрева пищевых продуктов. СВЧ- аппараты используются для микроволновой терапии.

Наиболее опасными для человека являются ЭМП высокой и сверхвысокой частот. Характерными при воздействии на организм человека электромагнитных излучений СВЧ являются отклонения от нормального состояния центральной нервной системы и сердечно-сосудистой системы. Субъективными ощущениями являются жалобы на частую головную боль, сонливость или бессонницу, утомляемость, вялость, слабость, повышенную потливость, снижение памяти, рассеянность, головокружение, потемнение в глазах, беспричинное чувство тревоги, страха и др. Воздействие на сердечно-сосудистую систему ощущается в виде сильных болей в области сердца, учащенного сердцебиения, сильной одышки при физических нагрузках, а также удушья. Отклонения в функционировании желудочно-кишечного тракта проявляется в сильных болях в области желудка и проявлении изжоги.

К числу перечисленных неблагоприятных воздействий на организм человека следует добавить мутагенное действие, а также временную стерилизацию при облучении интенсивностями выше теплового порога.

Критерием оценки степени воздействия на человека ЭМП может служить количество электромагнитной энергии, поглощаемой им при пребывании в электрическом поле. Величина поглощаемой человеком энергии зависит от квадрата силы тока, протекающего через его тело, времени пребывания в электрическом поле и проводимости тканей кожи человека.

По законам физики изменения в веществе может вызвать только та часть энергии излучения, которая поглощается этим веществом, а отраженная или проходящая через него энергия действия не оказывает. Электромагнитные волны лишь частично поглощаются тканями биологического объекта, поэтому биологический эффект зависит от физических параметров ЭМП радиочастотного диапазона: длины волны (частоты колебаний), интенсивности и режима излучения (непрерывный, прерывистый, импульсно-модулированный), продолжительности и характера облучения организма, а также от площади облучаемой поверхности и анатомического строения органа или ткани кожи.

Степень поглощения энергии тканями кожи зависит от их способности к ее отражению на границе раздела, определяемой содержанием воды в тканях кожи и другими их особенностями. Колебания дипольных молекул воды и ионов, содержащихся в тканях кожи, приводят к преобразованию электромагнитной энергии внешнего поля в тепловую, что сопровождается повышением температуры тела или локальным избирательным нагревом тканей кожи, органов, клеток, особенно с плохой терморегуляцией (хрусталик глаза, стекловидное тело, семенники и др.). Тепловой эффект зависит от интенсивности облучения. Пороговые интенсивности теплового действия ЭМП на организм составляют для диапазона

средних частот 8000 В/м, высоких - 2250 В/м, очень высоких - 150 В/м, дециметровых - 40 мВт/см², сантиметровых - 10 мВт/см², миллиметровых - 7 мВт/см².

ЭМП с меньшей интенсивностью не обладает термическим действием на организм человека, но вызывает слабовыраженные эффекты аналогичной направленности, что, согласно ряду теорий, считается специфическим нетепловым действием, т.е. переходом ЭМ энергии в объекте в какую-то форму нетепловой энергии. Нарушение гормонального равновесия при наличии СВЧ-фона на производстве следует рассматривать как противопоказания для профессиональной деятельности, связанной с нервной напряженностью труда и частыми стрессовыми ситуациями.

Постоянные изменения в крови человека наблюдаются при ППЭ выше 1 мВт/см². Это фазовые изменения лейкоцитов, эритроцитов и гемоглобина. Поражение глаз в виде помутнения хрусталика (катаракты) - последствия воздействия ЭМП в условиях производства. При воздействии миллиметровых волн изменения наступают "немедленно, но быстро проходят. В то же время при частотах около 35 ГГц возникают устойчивые изменения, являющиеся результатом повреждения эпителия роговицы.

В соответствии с санитарными нормами и правилами при работе с источниками ЭМП СВЧ частот предельно допустимые интенсивности ЭМИ на рабочих местах приведены в табл. 17.3.

Таблица 17.3

В диапазоне СВЧ (300МГц-300ГГц)	Предельно допустимая интенсивность
1. Для работающих при облучении в течении:	
1) всего рабочего дня	10 мкВт/см ²
2) не более 2ч за рабочий день	100 мкВт/см ²
3) не более 15-20 мин за рабочий день	1000 мкВт/см ²
2. Для лиц не связанных профессионально, и для населения	1 мкВт/см ²

Методы защиты персонала от воздействия от электромагнитных излучений СВЧ включают следующее:

- 1) в источнике возникновения - использование согласованных нагрузок и поглотителей мощности, снижающих напряженность и плотность потока энергии электромагнитных волн;
- 2) на пути распространения:
 - увеличение расстояния от рабочего места до источника излучения,
 - экранирование рабочего места от источника излучения,
 - рациональное размещение оборудования в рабочем помещении;
- 3) применение рационального режима труда и средств индивидуальной защиты.

В лабораторной работе исследуется второй способ защиты.

Защитные экраны делятся на *отражающие излучение* и *поглощающие излучение*.

К первому типу относятся сплошные металлические экраны, экраны из металлической сетки, из металлизированной ткани. Ко второму типу относятся экраны из радиопоглощающих материалов. Поглощающие экраны изготавливаются в виде прессованных листов резины специального состава с коническими сплошными или полыми шипами, а также в виде пластин из пористой резины. К средствам индивидуальной защиты (СИЗ) относятся: спецодежда, выполненная из металлизированной ткани: защитные халаты, фартуки, накидки с капюшоном, перчатки, щитки, а также защитные очки (при интенсивности выше 1 мВт/см²), стекла которых покрыты слоем полупроводниковой окиси олова, или сетчатые очки в виде полумасок из медной или латунной сетки.

Перед выполнением экспериментальной части лабораторной работы, необходимо изучить следующее:

- описание стенда,
- техническую характеристику стенда,
- требования безопасности при выполнении лабораторной работы,
- порядок выполнения лабораторной работы.

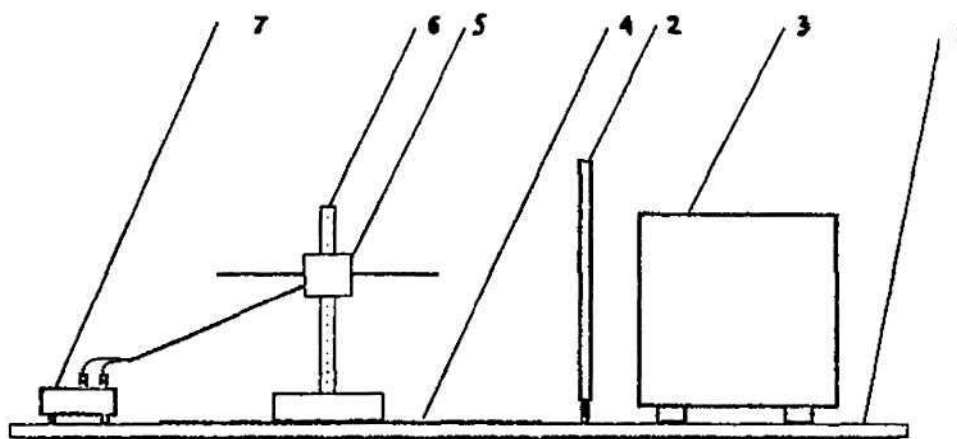
Экспериментальная часть

Описание стенда

Внешний вид стенда представлен на рисунке.

Стенд представляет собой стол, выполненный в виде сварного каркаса со столешницей 1, под которой размещаются сменные экраны 2, используемые для изучения экранирующих свойств различных материалов. На столешнице 1 размещены СВЧ печь 3 (источник излучения) и координатное устройство 4.

Координатное устройство 4 регистрирует перемещение датчика 5 СВЧ - поля по осям «X», «Y». Координата «Z» определяется по шкале, нанесенной на измерительную стойку 6, по которой датчик 5 может свободно перемещаться. Это дает возможность исследовать распределение СВЧ - излучения в пространстве со стороны передней панели СВЧ печи (элементы наиболее интенсивного излучения).



Внешний вид стенда

Датчик 5 выполнен в виде полуволнового вибратора, рассчитанного на частоту 2,45 ГГц и состоящего из диэлектрического корпуса, вибраторов и СВЧ-диода.

Координатное устройство 4 выполнено в виде планшета, на который нанесена координатная сетка. Планшет приклеен непосредственно к столешнице 1. Стойка 6 изготовлена из диэлектрического материала (органического стекла), чтобы исключить искажение распределения СВЧ поля.

В качестве нагрузки в СВЧ печи используется строительный красный кирпич, устанавливаемый на неподвижную подставку, в качестве которой используется неглубокая фаянсовая тарелка, обеспечивающая стабильность измеряемого сигнала.

Сигнал с датчика 5 поступает на мультиметр 7, размещенный на свободной части столешницы 1 (за пределами координатной сетки).

На столешнице 1 имеются гнезда для установки сменных защитных экранов 2, выполненных из следующих материалов:

- сетка из оцинкованной стали с ячейками 50 мм;
- сетка из оцинкованной стали с ячейками 10 мм;

- лист алюминиевый;
- полистирол;
- резина.

Требования безопасности при выполнении работы

1. Запрещается работать с открытой дверцей СВЧ-печи.
2. Запрещается самостоятельно регулировать или ремонтировать дверь, панель управления, выключатели системы блокировки или какие-либо другие части печи. Ремонт должен производиться только специалистами.
3. Не допускается включение и работа печи без нагрузки. Рекомендуется в перерывах между рабочими циклами оставлять в печи кирпич. При случайном включении печи кирпич будет выполнять роль нагрузки.

Порядок выполнения работы

1. Подключить СВЧ печь к сети переменного тока.
2. Взять у преподавателя датчик и мультиметр.
3. Установить режим работы печи «Плутон»; установить ручку «мощность» в крайнее правое положение; установить ручку «время» в положение 5 мин.
4. Разместить датчик на отметке «0» на оси X координатной системы.

Перемещая датчик по оси Y координатной системы и оси Z (по стойке), определить зоны наиболее интенсивного излучения и с помощью мультиметра зафиксировать их численные значения. Перемещая стойку с датчиком по координате X (удаляя его от печи до предельной отметки 50 см) снять показания мультиметра дискретно с шагом 20 мм. Данные замеров занести в табл.17.4. Построить график распределения интенсивности излучения в пространстве перед печью.

5. Разместить датчик на отметке «0» по оси X. Зафиксировать показания мультиметра.
6. Поочередно устанавливая защитные экраны и фиксировать показания мультиметра.
7. Определить эффективность экранирования для каждого экрана по формуле

$$\delta = [(I - I_0) / I] * 100\% , \quad (17.1)$$

где I - показание мультиметра без экрана;

I_0 - показание мультиметра с экраном.

8. Построить диаграмму эффективности экранирования от вида материала защитных экранов.
9. Составить отчет о работе.

Содержание отчёта

1. Цель работы.
2. Теоретическая часть.
3. Расчетная часть (определить эффективность экранирования для каждого экрана по формуле (17.1)).
4. Диаграмма эффективности экранирования от вида материала защитных экранов.
5. Данные измерений (табл. 17.4 и 17.5).
6. Графики распределения интенсивности излучения в пространстве и диаграмма эффективности экранирования от вида материала защитных экранов.
7. Выводы по работе.

Таблица 17.4

Номер измерения	Значение X, см	Значение Y, см	Значение Z, см	Интенсивность излучения (показания мультиметра)
1				
2				
...				
<i>n</i>				

Таблица 17.5

Номера защитных экранов	Эффективность экранирования, δ
1 - сетка из оцинкованной стали с ячейками 50 мм	
2 - сетка из оцинкованной стали с ячейками 10 мм	
3 - лист алюминиевый	
4 - полистирол	
5 - резина	

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Объяснить природу возникновения электромагнитного поля?
2. В чем заключается вредное воздействия электромагнитного поля на организм человека?
3. Что является нормируемой характеристикой для электромагнитного поля?
4. Какие существуют методы защиты от вредного воздействия ЭМП?
5. Какие существуют средства индивидуальной защиты от ЭМП?
6. Объяснить полученные результаты измерений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Девесилов В.А. Охрана труда. М.: Форум, 2004. 319 с.
2. Макаров Г.В. Охрана труда в химической промышленности. М.: Химия, 1989. 496 с.
3. Долин П.А. Справочник по технике безопасности. М.: Энергоатомиздат, 2004.
4. Долин П.А. Техника безопасности в электроэнергетических установках. Справоч. пособ. М.: 2001.
5. ГОСТ 12.1.006-84. Электромагнитные поля радиочастот. Общие требования.
6. Захаров С.Г., Каверзнева Т.Т. Влияние электромагнитного излучения на жизнедеятельность человека и способ защиты от него: Учеб. пособ. СПГТУ, 2002. 74 с.
7. Охрана труда в радио и электронной промышленности / Под ред. С. Ш. Павлова. М.: Энергия, 2000. 271 с.

**Санитарные нормы скорректированных показателей вибрационной нагрузки
(для 8 часовой рабочей смены)**

Вид операции	Категория	Направление действия	Нормативные скорректированные значения			
			Виброускорение		Виброскорость	
			м/с ²	дБ	м/с·10 ⁻²	дБ
Локальная	-	X,Y,Z	2,0	126	2,0	112
Общая	1	Z	0,56	115	1,1	107
	1	Y,X	0,4	112	3,2	116
	2	X,Y,Z	0,28	109	0,56	101
	3а	X,Y,Z	0,1	100	0,2	92
	3в	X,Y,Z	0,014	83	0,028	75

Приложение 2

Весовые коэффициенты коррекции для общей вибрации

Среднегеометрическая частота октавной полосы, Гц	Виброускорение				Виброскорость			
	Z		XY		Z		XY	
	K _i	L _{ki}	K _i	L _{ki}	K _i	L _{ki}	K _i	L _{ki}
2	0.71	-3	1.0	0	0.16	-16	0.9	-1
4	1.0	0	0.5	-6	0.45	-7	1.0	0
8	1.0	0	0.25	-12	0.9	-1	1.0	0
16	0.5	-6	0.125	-18	1.0	0	1.0	0
31,5	0.25	-12	0.63	-24	1.0	0	1.0	0
63	0.125	-18	0.315	-30	1.0	0	1.0	0

Приложение 3

Весовые коэффициенты коррекции для локальной вибрации

Среднегеометрическая частота октавной полосы, Гц	Виброускорение		Виброскорость	
	K _i	L _{ki}	K _i	L _{ki}
8	1.0	0	0.5	-6
16	1.0	0	1.0	0
31.5	0.5	-6	1.0	0
63	0.25	-12	1.0	0
125	0.125	-18	1.0	0
250	0.063	-24	1.0	0
500	0.032	-30	1.0	0
1000	0.016	-36	1.0	0

**Допустимая наименьшая освещенность рабочих поверхностей в
производственных помещениях (по СнИП 23-05-95)**

Наименование цеха, производств. операции оборудования	Характеристика зрительной работы	Наименьший размер объекта, мм	Разряд зрительной работы	Подряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Освещенность, лк			Сочетание нормируемых значений Р и Кп
						характеристика фона	комбинированное освещение	общее освещение	
Очень точная сборка монтаж микро-схем, сборка женских наручных часов	Наивысшей точности	Менее 0,15	I	б	Малый	Средний	4000	1250	20 и 10
Сборка мужских часов, цеха металлопокрытий	Очень высокой точности	От 0,15 до 0,3	II	б	Малый средний	Средний темный	3000	750	20 и 10
				в	Малый	Светлый	2000	500	20 и 10
Разборка и сборка моторов, сборка щитов и кабелей управления	Высокой точности	Свыше 0,3 до 0,5	III	б	Малый средний	Средний темный	1500 1000	400 300	20 и 10 40 и 15
Экбрузия и каогуляция нитей из латекса вулканизация нитей и др.	Средней точности	Свыше 0,5 до 1,0	IV	б	Малый средний	Средний темный	500	200	
				г	Средний	Светлый	300	150	
Производство пива и других напитков, моечно-разливочный цех.	Малой точности	Свыше 1,0 до 5,0	V	б	Малый средний	Средний темный	500	200	

Содержание

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 13.....	3
Оценка эффективности средств снижения вибрации.....	3
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 14.....	10
Оценка эффективности защиты человека от шума	10
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 15.....	19
Оценка эффективности искусственного освещения.....	19
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 16.....	26
Оценка эффективности использования защитных экранов при наличии теплового излучения	26
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 17.....	31
Оценка эффективности использования защитных экранов при наличии электромагнитного излучения сверхвысокой частоты	31
ПРИЛОЖЕНИЯ	38