

Контактное действие нарушает функциональное состояние ССС и ЦНС, сравнимо с действием высокочастотной вибрации.

Нормирование ультразвука					
1/3 октавные среднегеометрические частоты, кГц	12,5	16	20	25	31,5-100
Допустимые уровни звукового давления, дБ	80	90	100	105	110

Допустимо ориентировочно считать, что ЦДУ контактного ультразвука составляет 110 дБ, или 0,1Вт/см².

Контрольные вопросы по теоретической части (к разделу 1.3.2.)

1. Какое общее действие оказывает шум на человека?
2. Какие характерные состояния возникают вследствие действия на человека повышенного шума?
3. Какое воздействие оказывает шум на отдельные органы и системы организма человека?
4. Что понимается под термином «шумовая болезнь», какие нарушения в организме человека наблюдаются при шумовой болезни?
5. Сколь значительно влияние шума на производительность труда человека?
6. Какое воздействие оказывает шум на психику человека?
7. Как осуществляется метод нормирования производственного шума?
8. В чем заключается метод нормирования «по предельному спектру шума»?
9. Каким образом человек воспринимает инфразвук?
10. Приведите примеры характерных источников инфразвука в быту и на производстве?
11. В чем состоят характерные отличия инфразвука от звука, ощущаемого органами слуха человека?
12. Какие особенности характеризуют действие инфразвука на организм человека?
13. Какие звуковые частоты относят к ультразвуковым?
14. На какие характерные поддиапазоны делится область ультразвуковых частот? В какой области деятельности человека эти диапазоны находят применение?
15. Дайте характеристику распространения ультразвуковых частот отдельных поддиапазонов в воздухе. Какой из поддиапазонов в этом аспекте является более благоприятным для человека?
16. Какие эффекты наблюдаются при действии ультразвука на биологические ткани?
17. Какие изменения в организме человека наблюдаются под действием ультразвука?

2. Практическая часть

2.1. Описание стенда



Рисунок 2.1

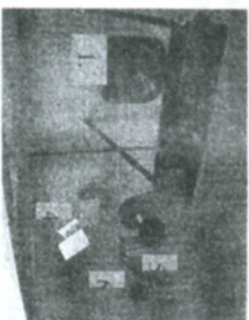
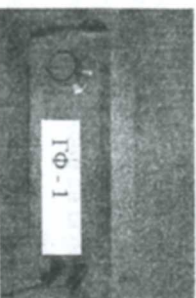
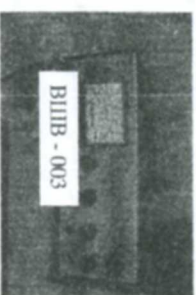


Рисунок 2.2

- Стенд имеет вид макета производственных помещений, одно из которых имитирует производственный участок, а второе - конструкторское бюро. Источник шума (громкоговоритель) 1 находится под «полом» левой камеры 2 и защищен решеткой 3. В левой камере 2 размещены макеты заводского оборудования (на рисунке не показаны). В правой камере 4 размещены макеты конструкторского бюро (на рисунке не показаны) и на подставке устанавливается микрофон 5 из комплекта ВШВ - 003. Обе камеры могут накрываться звукопоглощающим коробом (см. рисунок 2.1 и 2.2). Кроме того, обе камеры снабжены осветительными лампами 6. Тумблеры для включения ламп находятся на передней стенке стенда 7.

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

Для возбуждения громкоговорителя используется функциональный генератор типа ГФ-1, все измерения проводятся с помощью шумомера типа ВШВ 003.



Исследование методов защиты от вибрации

1. Теоретическая часть

1.1. Цель лабораторной работы

Цель работы — ознакомиться с явлениями вибрации, аппаратурой для измерения её параметров и нормированием.

1.2. Актуальность вопроса

При длительном воздействии вибрации у человека может развиваться *вибралезнь* — профессиональное заболевание, возникающее при систематической работе на вибрирующем оборудовании.

1.3. Основные теоретические сведения

1.3.1 Классификация вибрации

Вибрация (лат. *Vibratio* — колебание) механические колебания упругих тел, характеризующиеся периодичностью изменения параметров. Вибрация возникает при неправильной балансировке валов, шкивов в машинах и станках, воздействии динамических нагрузок, при работе машин и механизмов ударного действия, например ткацких станков, пневматических инструментов и др.

С гигиенической точки зрения *вибрация* — механические колебания материальных систем, энергия которых передается телу человека непосредственно (при прикосновении), т.е. осязается.

Показатели вибрационной нагрузки и нормирование вибрации

Показателями вибрационной нагрузки на оператора являются:

- виброскорение (виброскорость);
- диапазон частот;
- время воздействия вибрации.

К нормируемым показателям вибрационной нагрузки при производственном контроле относятся среднеквадратические значения виброскорения v или виброскорости V , а также их логарифмические уровни в децибелах. Виброскорость V , м/с⁻¹, определяется по формуле:

$$V = 2\pi fA, \quad (1)$$

где f - частота механических колебаний, Гц;

A - амплитуда колебаний, м.

2.3. Требования безопасности при выполнении работы

1. К работе допускаются студенты, ознакомленные с устройством лабораторного стенда, принципом действия и мерами безопасности при проведении лабораторной работы.

2.4. Постановка задач для экспериментальных исследований и порядок работ

Используя имеющиеся оборудование получить экспериментальным путем область звукового восприятия человека (ее нижнюю границу), аналогичную приведенной на рис 4, 5.

Порядок работы

Порядок выполнения работы.

1. Подключить стенд к электросети, с помощью тумблеров подать напряжение на генератор сигналов ГФ-1.
2. Изменяя частоты и интенсивность сигнала построить кривые области звукового восприятия человека (прежде всего ее нижнюю границу) с учетом доступных значений параметров генератора сигналов.

2.5. Контрольные вопросы по практической части

1. Как в эксперименте производились оценки уровня интенсивности звукового сигнала?
2. Как снимались показания в области инфразвуковых и ультразвуковых частот?
3. Сколь значительны расхождения момента потери слышимости звукового сигнала у отдельных членов бригады?
4. Какое влияние на положение полученной кривой оказывает вид звукового сигнала?

2.6. Отчет о лабораторной работе

1. Общие сведения.
2. Таблица с результатами замеров.
3. Изобразить на рисунке область звукового восприятия человека, приведенную на рис.4,5, и границу области, полученную экспериментальным путем.
4. Дайте объяснение и обоснование расхождения полученных результатов с известными.
5. Выводы.

Логарифмические уровни виброскорости L_v , дБ, определяют по формуле:

$$L_v = 20 \lg \frac{v}{5 \cdot 10^{-8}}, \quad (2)$$

где v - среднеквадратическое значение виброскорости, м/с². Логарифмические уровни виброускорения L_a , дБ, определяют по формуле:

$$L_a = 20 \lg \frac{a}{10^{-6}}, \quad (3)$$

где a - среднеквадратическое значение виброускорения, м/с². Нормируемый диапазон частот для технологической вибрации, для вибрации на рабочих местах работников умственного труда устанавливается в виде октавных полос со среднегеометрическими частотами:

• для локальной вибрации: 2; 4; 8; 16; 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000 Гц;

• для общей вибрации: 2; 4; 8; 16; 31,5; 63 Гц.

Воздействие вибрации на человека-оператора классифицируется:

- по способу передачи вибрации на человека;
- по направлению действия вибрации;
- по временной характеристике вибрации.

По способу передачи на человека различают общую и локальную вибрации. **Общая** вибрация передается через опорные поверхности на тело сидящего или стоящего человека. **Локальная** вибрация передается через руки человека. Вибрация, воздействующая на ноги сидящего человека и на предплечья, контактирующие с вибрирующей поверхностью рабочего стола, может быть отнесена к локальной.

По направлению действия вибрацию подразделяют в соответствии с направлением осей ортогональной системы координат. Для общей вибрации направления осей X_0 , Y_0 , Z_0 и их связь с телом человека показаны на рис. 1а.

По временной характеристике различают:

- постоянную вибрацию, для которой спектральный или скорректированный по частоте контролируемый параметр за время изменяется не более чем в 2 раза (на 6 дБ);
- непостоянную вибрацию, для которой эти параметры за время изменяются более чем в 2 раза (на 6 дБ).

Направление координатных осей при действии общей вибрации и при охвате цилиндрических, торцевых и близких к ним поверхностей в случае локальной вибрации указано на рис. 1.

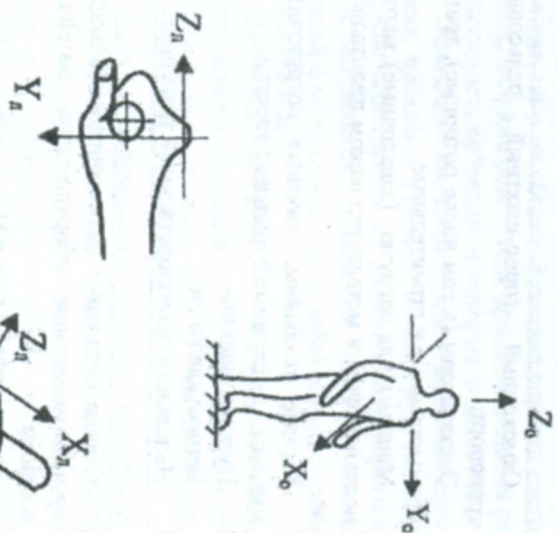


Рис. 1. Направление координатных осей при действии вибрации

Источниками локальной вибрации являются ручные пневматические и электрические машины (перфораторы, отбойные молотки, шлифовальные и полировальные машины, рубильно-чеканные и клепальные молотки, гайковерты, ножницы разного типа). Параметры их вибрации изменяются в пределах от 90 до 145 дБ.

Источники *общей* вибрации делятся на три категории, табл. 1.

Таблица 1

Наименование вибрации и ее воздействие	Машины, генерирующие вибрацию (при мерный перечень)
Транспортная	Тракторы сельскохозяйственные и промышленные, самоходные машины для обработки почвы, уборки и посева сельскохозяйственных культур (в том числе комбайны) Автомобили грузовые (в том числе тягачи, самосвалы)
Воздействует на операторов подвижных машин и транспортных средств при их движении по местности, атрофонам и дорогам (в том числе при их строительстве).	Строительно-дорожные машины (в том числе бульдозеры, скреперы, грейдеры, катки и т.п.). Снегоочистители.
Транспортно-технологическая	

<p>Воздействует на операторов машин с ограниченным перемещением только по специально подготовленным поверхностям производственных помещений, промышленных площадок, горных выработок</p>	<p>Самоходный горно-шахтный рельсовый транспорт. Экскаваторы (в том числе роторные), краны промышленные и строительные. Машины для загрузки (завалочные) мартовских печей в металлургическом производстве. Горные комбайны, шахтные потрозоочные машины, самоходные бурильные каретки. Путевые машины. Бетоноукладчики. Напольный производственный транспорт.</p>
<p>Технологическая</p>	<p>Стенки металло- и деревообрабатывающие, кузнечно-прессовое оборудование, литейные машины Электрические машины Насосные агрегаты и вентиляторы Буровые вышки и установки. Буровые станки Машины для животноводства, очистки и сортировки зерна (в том числе сушилки) Оборудование промышленности стройматериалов (кроме бетоноукладчиков) Установки химической и нефтехимической промышленности</p>

1.3.2. Воздействие вибраций на человека

Вибрационная чувствительность человека — ощущение, возникающее при воздействии на кожу быстро чередующихся прерывистых раздражений. Частоты более 1500 Гц различаются плохо. Высокая степень вибрационной чувствительности развивается у слепотглухонемых и глухих, у которых оно может использоваться даже для восприятия звуков речи. Известны случаи восприятия музыкальных произведений путем прикосновения глухого рукой к крышке рояля.

Реакция организма больше выражена при частоте, близкой к частоте собственных колебаний тела человека и его органов. По данным различных исследований, резонансные частоты для всего тела, головы и органов брюшной полости находятся в диапазоне 6-9 Гц.

Травмирующее действие вибрации зависит не только от интенсивности и длительности воздействующих на организм механических колебаний упру-

гих тел, но и от общего функционального состояния организма. Утомление, холод, напряженность тела при неправильной рабочей позе повышают непереносимость вибрации; некоторые люди вовсе не переносят вибраций.

Основные симптомы вибрационной болезни: слабость и боль в руках и ногах, побегание (анемия) пальцев рук, особенно на холоде; в выраженных случаях заболевания могут возникать судороги в руках и ногах, расстройства чувствительности; появляется быстрая утомляемость, раздражительность, плохой сон, головные боли, заболевания суставов вплоть до потери их подвижности и др.

Вибрация, передаваемая элементам машин, конструкций, опор и т.п., является причиной аварий в машиностроении и строительстве (до 80% общего числа) из-за внезапного разрушения металлоконструкций от усталости металла или вследствие резонанса.

Действие вибрации на организм человека разнообразно. Под действием местной вибрации появляются нейрососудистые расстройства рук, выражающиеся в изменении кровенаполнения тканей, кистей рук, предплечья, а также в изменении упруговязкого состояния и реактивности сосудов дистальных отделов рук. Данные исследований свидетельствуют о влиянии вибрации на функцию эндокринных желез, на состав периферической крови, минеральный и витаминный обмен, на состав периферической крови, нарушается вегетативно-сосудистая регуляция. Существует четыре категории проявления воздействия местной вибрации: первая — покалывание или онемение пальцев рук; вторая — эпизодическое колебание фаланг пальцев при воздействии холода; третья — акроцианоз (синюшная окраска конечностей), нарушение циркуляции крови в кровеносных сосудах с ухудшением чувствительности; четвертая — некроз (омертвление) тканей фаланг пальцев.

Действие общей вибрации характеризуется нарушением деятельности вестибулярного аппарата, изменением электрической активности мозга; низкочастотная вибрация оказывает влияние на обменные процессы, нарушается углеводный обмен. Биохимические показатели крови, окислительно-восстановительные процессы, деятельность эндокринной системы.

1.4. Нормирование вибраций

Нормируются параметры вибрации в соответствии с требованиями СН 2.2.4/2.2.8.568-96 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий». Основным нормируемым параметром является среднеквадратическое значение виброскорости в октавных полосах частот, табл. 1. Значения могут быть даны в абсолютных (м/с) или относительных единицах (дБ).

Таблица 2
 Предельно допустимые уровни колебательной скорости в зависимости от
 средней геометрической частоты октавных полос (СН 2.2.4/2.2.8.568-96)
 «Промышленная вибрация, вибрация в помещениях жилых
 и общественных зданий».

Вид вибрации	Направ-ление, по ко-торому фор-мируется вибрация	Уровень виброскорости, дБ в октавных полосах со средними геометрическими частотами, Гц																					
		1	2	4	8	16	31,5	63	125	250	500	1000	2000										
Транспортная	По верти-кальной оси	132	123	114	108	107	107	107	107	101	92	82	75	66	58	50	42	34	26	18	10	2	
Транспортно-технологическая		117	108	102	101	101	101	101	101	92	82	75	66	58	50	42	34	26	18	10	2		
Технологиче-ская на постоян-ных рабочих мес-тах	По верти-кальной и го-ризонтальной осям	108	99	93	92	92	92	92	92	82	75	66	58	50	42	34	26	18	10	2			
В производст-венных помеще-ниях, в заводо-управлениях, ла-бораториях, КБ и вычислительных центрах			91	82	76	75	75	75	75	66	58	50	42	34	26	18	10	2					
Местная (ло-кальная)	По каж-дой из осей				120	120	117	114	111	108	105	102	99										

1.5. Методы вибрационной защиты

Для обеспечения вибрационной безопасности труда разработан комплекс мероприятий и средств защиты. Основными составляющими этого комплекса являются технические методы и средства борьбы с вибрацией в источнике ее возникновения и на путях ее распространения к рабочему месту (или в точке контакта с человеком-оператором), а также организационные мероприятия.

Технические методы и средства борьбы с вибрацией главным образом направлены на изменение интенсивности вибрации, воздействующей на человека-оператора. При этом критерием эффективности служит степень достижения нормативов вибрации, установленных для рабочих мест.

По организационному признаку методы виброзащиты подразделяются на коллективную и индивидуальную виброзащиту.
 По отношению к источнику возбуждения вибрации методы коллективной защиты подразделяются на методы, снижающие параметры вибрации:
 • воздействием на источник возбуждения;
 • снижением ее на путях распространения от источника возбуждения.
 По виду реализации методы, снижающие передачу вибрации при контакте оператора с вибрирующим объектом, подразделяются:
 • использование дополнительных устройств, устанавливаемых в конструкцию машины и в строительные конструкции (виброизоляция, динамическое виброгашение);
 • изменение конструктивных элементов машин и строительных конструкций;
 • использование демпфирующих покрытий;
 • антифазную синхронизацию двух или нескольких источников возбуждения вибраций.

1.6. Контрольные вопросы по теоретической части

1. Что именуется вибрацией?
2. Какими параметрами характеризуется вибрация?
3. Какими органами человек воспринимает вибрацию?
4. По каким признакам и каким образом классифицируется вибрация?
5. Какие заболевания человека возможны вследствие воздействия вибрации?
6. Как осуществляется нормирование вибрация?

2. Практическая часть

2.1. Описание лабораторного стенда

Внешний вид лабораторного стенда представлен на рис. 2. В состав стенда входит собственно вибростенд 1, на вибростоле которого устанавливается объект 2 виброизоляции и один из виброзащитных каждый из модулей 3. Каждый из модулей состоит из двух параллельных пластин, между которыми установлены либо пружины, либо прокладка из полиуретана.

Объект 3 виброизоляции представляет собой пластину с наборными трубами (стальные или алюминиевые пластины с прорезами). Объект виброизоляции крепится виброзащитные модули хранятся в ящике. К объекту 2 виброизоляции крепятся вибропреобразователи 4 типа ДН-4-М1 измерителя шума и вибрации ВШВ-003-М2 (поз.5), который располагается на лабораторном столе рядом с вибростендом 1. Там же располагается генератор сигналов БЖД\м, от которого питается вибростенд 1.

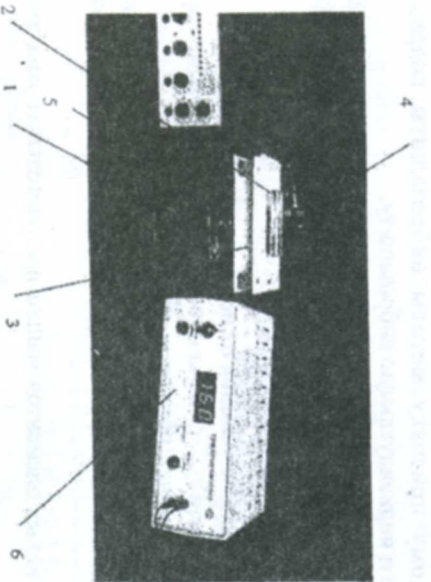


Рис.2 Внешний вид лабораторного стенда

Вибростенд имеет электромагнитную систему возбуждения вибрации, направленной по вертикали (ось Z), и состоит из магнитоприводящего корпуса 1, в который входит катушка 2, служащая опорой вибростола 3. Катушка 2 вибростола 3 крепится к плоским пружинам 4, которые, в свою очередь, прикреплены с помощью стоек к корпусу 1.

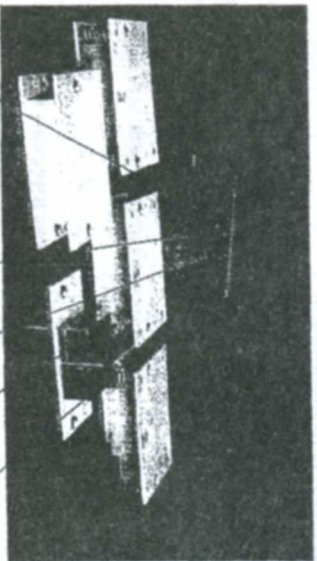


Рис.3 Внешний вид вибростенда

На рис.3 представлен внешний вид объекта виброизоляции 5 и сменных виброизолирующих модулей.

2.2. Требования безопасности при выполнении лабораторной работы

1. К работе допускаются студенты, ознакомленные с устройством лабораторной установки, принципом действия и мерами безопасности при проведении лабораторной работы.
2. Для предотвращения неполадок не допускается перетрив установки.
3. После проведения лабораторной работы отключить энергоснабжение стенда.

2.3. Задачи и порядок выполнения работы

1. Закрепить на вибростоле 3 модуль с жесткими стойками, а на нём закрепить объект виброизоляции 5.
2. Закрепить вибропреобразователь ДН-4-М1 на объекте виброизоляции.
3. Провести калибровку измерителя вибрации ВШВ 003, для чего гнездо 50 мV измерителя соединить кабелем 5Ф6.644.368 с эквивалентом вибропреобразователя (калибровка производится преподавателем).
4. Подключить генератор 6 к сети 220 В. Соединить однополюсные вилки вибратора с выходными гнездами генератора, вывести ручку «Амплитуда» на лицевой панели генератора в крайнее левое положение, включить тумблер «сеть» на задней стенке генератора и дать ему прогреться в течение 1 - 2 мин.

Установить переключатель грубой регулировки частоты генератора (множитель) в положение х1, далее ручкой плавного регулирования частоты установить значение октавной частоты возбуждения 2 Гц, контролируя это значение на индикаторе частоты. Значение амплитуды вибрации задается ручкой «Амплитуда» в пределах от 0 до 5 В (отмечены точки).

ВНИМАНИЕ. При возникновении перегрузки на лицевой панели генератора загорается светодиод «ПЕРЕГРУЗКА». Необходимо выключить питание генератора тумблером «сеть». Повторное включение сетевого питания возможно только после погасания светодиода «ПЕРЕГРУЗКА».

5. Произвести измерения виброускорения объекта виброизоляции в направлении Z для общей или локальной вибрации во всем диапазоне частот, изменяя частоту вибрации с помощью множителя и ручки плавного регулирования. Результаты измерений занести в таблицу 3.

6. Выключить генератор. Снять объект виброизоляции, установить навигатор один из виброзащитных модулей (с пружинами или полиуретаном), установить на него объект виброизоляции. Включить генератор.

7. Закрепить вибропреобразователь ДН-4-М1 на объекте виброизоляции и провести измерения виброускорения объекта виброизоляции совместно с виброзащитным модулем в направлении Z для общей или локальной вибрации во всем диапазоне частот, изменяя частоту вибрации с помощью множителя и ручки плавного регулирования.

8. После выполнения лабораторной работы отключить генератор и измеритель. Объект виброизоляции, модули, вибропреобразователь и кабели положить в ящик для хранения.

2.4. Задание на обработку полученных результатов

По результатам измерений оценить эффективность виброзащиты Э для каждой октавной полосы частот

$$\xi = [(a - a_{\text{ср}}) / a] \cdot 100 \%$$

где a - среднеквадратическое значение виброускорения до применения виброзащиты, мс^{-2} ;

$a_{\text{ср}}$ - среднеквадратическое значение виброускорения после применения виброзащиты, мс^{-2} .

Результаты расчетов занести в таблицу 3.

Таблица 3

Средне-геометрические частоты Гц	Наименование пп.		Наименование пп.		Наименование пп.	
	Мс ⁻²	дБ	Мс ⁻²	дБ	Мс ⁻²	дБ

1.5. Общие контрольные вопросы по практической части

1. Какие показатели вибрационной нагрузки вы измеряли?
2. Какие измерительные приборы использовались в работе?
3. Расскажите порядок проведения эксперимента.

2.6. Отчет по лабораторной работе

1. Общие сведения.
2. Данные измерений и расчетов вибрации представить в виде графиков.
3. Оценить изменение виброускорения при увеличении частоты f Гц. Проанализируйте полученные графики. Оцените эффективность виброзащиты для выбранных виброзащитных модулей.

Защита от высокочастотного электромагнитного излучения

1. Теоретическая часть

1.1. Цель работы

Цель работы – ознакомить студентов с характеристиками электромагнитного излучения, нормативными требованиями к электромагнитному излучению, провести измерения электромагнитного излучения СВЧ диапазона в зависимости от расстояния до источника и оценить эффективность защиты от СВЧ излучения с помощью экранов.

1.2. Актуальность вопроса

Природа воздействия на человека электромагнитных полей (ЭМП) имеет чрезвычайно широкий спектр. Последствиями воздействия на человека ЭМП, превышающих предельно допустимые уровни, являются нарушения функционального состояния сердечно-сосудистой и центральной нервной систем, нарушения обменных процессов, изменения в составе крови.

1.3. Основные теоретические сведения

Основные понятия

Электромагнитные волны возникают при ускоренном движении электрических зарядов и представляют собой взаимосвязанное распространение в пространстве изменяющихся электрического и магнитного полей. Совокупность этих полей, неразрывно связанных друг с другом, называется электромагнитным полем (ЭМП). Источниками естественного ЭМП служат атмосферное электричество, космические лучи, излучение солнца. Источниками ЭМП являются различные генераторы, трансформаторы, антенны, лазерные установки, микроволновые печи, мониторы компьютеров и т.д. Источниками электромагнитных полей промышленной частоты являются высоковольтные линии электропередачи (ЛЭП), открытые распределительные устройства, устройства защиты и автоматики и др. Источниками постоянных магнитных полей являются электромагниты, литые или металлокерамические магниты и др.

Электромагнитное поле обладает определенной энергией и распространяется в виде электромагнитных волн. Основными параметрами электромагнитных колебаний являются: длина волны (λ – 1000км ÷ 0,001 мкм), частота колебаний (f – $3 \cdot 10^2$ ÷ $3 \cdot 10^{20}$ Гц) и скорость распространения (c – $3 \cdot 10^8$ м/с).

Частота колебаний выражается в герцах (Гц). Произвольные единицы: килогерц ($1 \text{ кГц} = 10^3 \text{ Гц}$); мегагерц ($1 \text{ МГц} = 10^6 \text{ Гц}$); гигагерц ($1 \text{ ГГц} = 10^9 \text{ Гц}$).

Таблица 1

Название диапазона частот	Диапазоны длин волн электромагнитного излучения	
	Диапазон частот	Диапазон длин волн
Низкие частоты НЧ	0,003...0,3 Гц	$10^7 \dots 10^8 \text{ км}$ Инфранизкие
	0,3...3,0 Гц	$10^6 \dots 10^4 \text{ км}$ Низкие
	3...300 Гц	$10^4 \dots 10^2 \text{ км}$ Промышленные
Высокие частоты ВЧ	300 Гц...30 кГц	$10^2 \dots 10 \text{ км}$ Звуковые
	30...300 кГц	10...1 км Длинные
Ультравысокие частоты - УВЧ	300 кГц...3 МГц	1 км...100 м Средние
	3...30 МГц	100...10 м Короткие
Сверхвысокие частоты - СВЧ	300 МГц...3 ГГц	100...10 м Дециметровые
	3...30 ГГц	10...1 см Сантиметровые
	30...300 ГГц	10...1 мм Миллиметровые

При оценке опасности ЭМП необходимо учитывать электрическую E (В/м) и магнитную H (А/м) составляющие. Неблагоприятное воздействие магнитной составляющей электромагнитных полей промышленной частоты (ЭПЩ) проявляется при напряженностях порядка 150-200 А/м. В большинстве случаев магнитная напряженность ЭПЩ $H \leq 20-25 \text{ А/м}$, поэтому потенциальная опасность таких полей оценивается величиной электрической составляющей напряженности поля.

Область распространения электромагнитных волн от источника излучения условно разделяют на три зоны:

- ближнюю (зону индукции);
 - промежуточную (зону интерференции);
 - дальнюю (волновую или зону излучения);
- Ближняя зона имеет радиус, равный $1/6$ длины волны, от излучателя. Дальняя зона начинается с расстояния от излучателя, равного примерно 6 длинам волн. Между ними располагается промежуточная зона. Для оценки ЭМП в этих зонах используются разные принципы. В ближней и промежуточной зонах электромагнитная волна еще не сформирована. Поэтому интенсивность ЭМП в этих зонах оценивается раздельно напряженностью электрической и магнитной составляющих поля. В этой зоне обычно находятся рабочие места по обслуживанию источников ВЧ и УВЧ-колебаний.

В дальней (волновой) зоне, в которой находится рабочее место по обслуживанию СВЧ-аппаратуры, электромагнитная волна уже сформировалась. Здесь ЭМП оценивается не по напряженности, а по энергии (мощности), переносимой волной в направлении своего распространения. Эта энергия оце-

нивается плотностью потока энергии (ПТЭ), т.е. количеством энергии, проходящей в единицу времени на единицу поверхности (Вт/м^2).

Степень воздействия электромагнитных излучений на организм человека зависит от диапазона частот, интенсивности воздействия соответствующего фактора, продолжительности облучения, характера излучения (непрерывное или модулированное), режима облучения, размеров облучаемой поверхности тела и индивидуальных особенностей организма.

Длительное воздействие электрического поля (ЭП) низкой частоты вызывает функциональные нарушения центральной нервной и сердечно-сосудистой систем человека, а также некоторые изменения в составе крови, особенно выраженные при высокой напряженности ЭП. Биологическое действие электромагнитных полей (ЭМП) более высоких частот в основном связано с их тепловым и аритмическим эффектом. Тепловое действие может привести к повышению температуры тела и местного избирательному нагреву тканей, органов, клеток вследствие перехода электромагнитной энергии в тепловую. Биологическая активность ЭМП увеличивается с возрастанием частоты колебаний и является наибольшей в области СВЧ. Облучение ЭМП большой интенсивности может привести к разрупительным изменениям в тканях и органах. Тяжелые поражения возникают только в аварийных случаях и встречаются крайне редко. Длительное хроническое воздействие ЭМП небольшой интенсивности (не вызывающих теплового эффекта) приводит к различным нервным и сердечно-сосудистым расстройствам (головной боли, утомляемости, нарушению сна, боли в области сердца и т. п.). Возможны нарушения со стороны эндокринной системы и изменение состава крови. На ранних стадиях нарушения в состоянии здоровья носят обратимый характер.

1.4. Краткие сведения о нормировании

В зависимости от диапазона частот в основу гигиенического нормирования электромагнитных излучений положены разные принципы. Критерием безопасности для человека, находящегося в электрическом поле промышленной частоты, принята напряженность этого поля. Гигиенические нормы для персонала, который систематически находится в этой зоне, установлены ГОСТ 12.1.002-84 «ССБТ. Электрические поля токов промышленной частоты напряжением 400 кВ и выше. Общие требования безопасности».

Таблица 2

Нормирование времени пребывания человека в электрическом поле (ЭП) в зависимости от напряженности	
Напряженность ЭП, кВ/м	Время пребывания человека в ЭП в течение одних суток, мин
Менее 5	Без ограничений
5-10	Не более 180
10-15	- « - 90
15-20	- « - 10
20-25	- « - 5

Эти нормы обеспечивают безопасность при условии, что в остальное время суток человек не подвергается воздействию ЭП напряженностью более 5 кВ/м, а также исключена возможность воздействия на организм человека электрических разрядов.

В диапазоне частот 60 кГц... 300 МГц нормируются напряженности электрической и магнитной составляющих ЭМП. Они установлены ГОСТ 12.1.006-84 «СБЭТ. Электромагнитные поля радиочастот. Общие требования безопасности» для персонала, связанного профессионально с воздействием ЭМП. Напряженность ЭМП на рабочих местах и в местах возможного нахождения персонала не должна превышать следующих предельно-допустимых значений:

по электрической составляющей, В/м:		по магнитной составляющей, А/м:	
50 - для частот от 60 кГц до 3 МГц	5 - для частот от 60 кГц до 1,5 МГц		
20 - -> - от 3 МГц до 30 МГц	0,3 - -> - от 30 МГц до 50 МГц		
10 - -> - от 30 до 50 МГц			
5 - -> - от 50 до 300 МГц			

В диапазоне частот 300 МГц... 300 ГГц нормируется плотность потока энергии (ППЭ) электромагнитного поля. Предельно допустимая ППЭ зависит от допустимого значения энергетической нагрузки на организм человека и времени пребывания в зоне облучения, но во всех случаях она не должна превышать 10 Вт/м², а при наличии рентгеновского излучения или высокой температуры воздуха в рабочих помещениях (выше 28°C) - 1 Вт/м² (ГОСТ 12.1.006-84). Для постоянного магнитного поля предельно допустимым уровнем на рабочем месте является напряженность, которая не должна превышать 8 кА/м.

1.5. Средства защиты

При превышении допустимых значений напряженности и плотности потока энергии ЭМП необходимо применять следующие средства и способы защиты персонала:

- уменьшение напряженности и плотности потока энергии;
- экранирование рабочего места;
- удаление рабочего места от источника ЭМП;
- рациональное размещение в рабочем помещении оборудования, излучающего электромагнитную энергию;
- установление рациональных режимов работы оборудования и обслуживания персонала;
- применение предупредительной сигнализации (световой, звуковой);
- применение средств индивидуальной защиты.

Выбор того или иного способа защиты зависит от рабочего диапазона частот, характера выполняемых работ, напряженности и плотности потока энергии ЭМП и необходимой степени защиты.

Одним из наиболее эффективных и часто применяемых методов защиты от низкочастотных волн и радиополучений является экранирование. Для экранов используются, главным образом, материал с большой электрической проводимостью (медь, латунь, алюминий и его сплавы, сталь). Основной характеристикой экрана является эффективность экранирования, т.е. степень ослабления ЭМП. Эффективность экранирования возрастает с увеличением частоты колебаний электромагнитных излучений и почти не изменяется от того, изготовлен экран из сплошных металлических листов или металлических сеток. Экраны должны быть заземлены.

В помещениях, где установлены источники ВЧ, УВЧ, излучений, распределение напряженности ЭМП может быть сложным за счет вторичного излучения, которое может возникнуть также и в соседних помещениях. Проводниками энергии радиочастот в этом случае могут являться провода осветительной и телефонной сети. Для предотвращения распространения энергии радиочастот по осветительной, силовой, телефонной сети и в местах выхода проводов из экрана ВЧ-установки применяются электрические фильтры различной конструкции.

В качестве средств индивидуальной защиты применяется спецодежда, изготовленная из металлизированной ткани в виде комбинезонов, халатов, переноски, курток с капюшонами и вымпотированными в них защитными очками. При выполнении кратковременных работ с интенсивностью излучения более 10 Вт/см² обязательно применение защитных очков. При использовании спецодежды из металлизированной ткани необходимо строго соблюдать требования электробезопасности.

1.6. Контрольные вопросы по теоретической части

5. Дайте определение понятия «электромагнитное поле».
6. Какими физическими параметрами характеризуется ЭМП?
7. Какие источники ЭМП вы знаете?
8. Каково воздействие электромагнитных полей на организм человека?
9. Какие принципы положены в основу нормирования ЭМП?
10. Перечислите основные методы защиты от электромагнитных излучений.

2. Практическая часть

2.1. Описание стенда

Внешний вид стенда представлен на рис. 1. Стенд представляет собой стол со столешницей 1, под которой размещаются сменные экраны 2, используемые для изучения экранирующих свойств различных материалов. На сто-

лешнице 1 размещены СВЧ-печь 3 (источник излучения) и координатное устройство 4.

Координатное устройство 4 ретристрирует перемещение датчика 5 СВЧ-поля по осям «Х», «У», 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).

Датчик 5 выполнен в виде полувольтового вибратора, рассчитанного на частоту 2,45 ГГц и состоящего из диэлектрического корпуса, вибратора и СВЧ-диола. Координатное устройство 4 выполнено в виде планшета, на который нанесена координатная сетка. Планшет приклеен непосредственно к столешнице 1. Стойка 6 изготовлена из диэлектрического материала (органическое стекло), чтобы исключить искажение распределения СВЧ-поля. В качестве нагрузки в СВЧ-печи используется строительный кирпич, устанавливаемый на неподвижную подставку, в качестве которой используется неглубокая фансовая тарелка, обеспечивающая стабильность измеряемого сигнала.

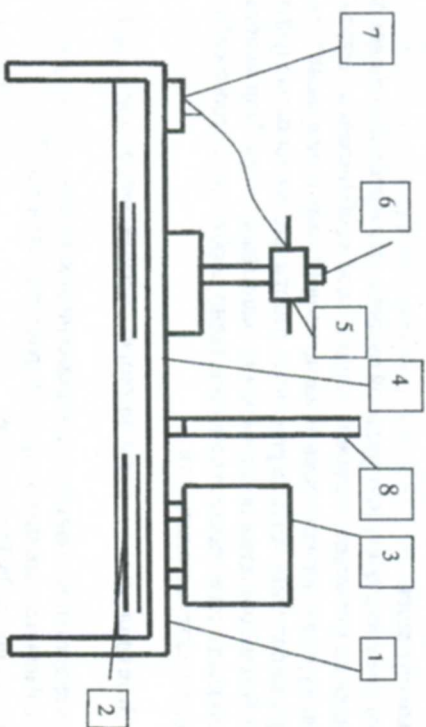


Рис. 1 Внешний вид стенда

Сигнал с датчика 5 поступает на мультиметр 7, размещенный за пределами координатной сетки на свободной части столешницы 1. На столешнице имеются гнезда 8 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 алюминивый;
- полистирол;
- резина

2.2. Техническая характеристика стенда

Наименование параметра	Значение параметра
Диапазон плотности потока электромагнитного излучения в измеряемой зоне СВЧ-печи, мкВт/см ²	0...120
Соотношение показаний мультиметра М 3900 и измерителя плотности потока ПЗ-19	1 мкА=0,35 мкВт/см ²
Значения перемещений датчика относительно СВЧ-печи, мм, не менее:	
По оси «Х»	500
По оси «У»	± 250
По оси «Z»	300
Мощность СВЧ-печи, Вт, не более	800
Количество сменных защитных экранов	5
Размеры экранов, мм	(330±5)*(500±5)
Потребляемая мощность, В*А, не более	1200
Цена деления шкал по осям, Х, У, Z, мм	10±1
Габаритные размеры стенда, мм, не более	5
Масса стенда, кг, не более	40
Электропитание стенда должно осуществляться от сети переменного тока напряжением, В	220±22
Режим работы СВЧ-печи:	
• продолжительность работы, мин, не более	5
• продолжительность перерыва между рабочими циклами, с, не менее	30
• уровень мощности	100%

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