



Министерство образования
Республики Беларусь

**БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

Кафедра «Охрана труда»

ОХРАНА ТРУДА

**Лабораторный практикум
для студентов всех специальностей**

Минск 2008

Министерство образования Республики Беларусь
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра «Охрана труда»

ОХРАНА ТРУДА

Лабораторный практикум
для студентов всех специальностей

Минск 2008

УДК 658.345(076.5)

~~ББК 65.247я7~~

О 92

Составители:

А.М. Лазаренков, Б.М. Данилко, Н.М. Журавков, И.В. Заяц,
Т.Н. Киселева, А.М. Науменко, Н.М. Углик, Л.П. Филянович,
С.Н. Винерский, Т.П. Кузьмич, Е.В. Мордик, Ж.В. Первачук,
Г.Л. Автушко, Е.Г. Вершеня

Рецензенты:

В.А. Калиниченко, И.Н. Ушакова

О 92 Охрана труда: лабораторный практикум для студентов всех специальностей / сост.: А.М. Лазаренков [и др.]. – Минск: БНТУ, 2008. – 152 с.

Изложены общие сведения об основных производственных факторах условий труда (электробезопасность, освещение, микроклимат, запыленность, загазованность, шум, вибрация, электромагнитные излучения); средствах пожаротушения и оказании первой доврачебной помощи при поражении электрическим током. Рассмотрены принципы нормирования рассматриваемых параметров производственной среды и меры защиты работающих от их воздействия. Дано описание и схемы измерительных приборов и экспериментальных лабораторных установок и стендов для исследования параметров условий труда. Приведены справочно-нормативные данные.

Лабораторная работа № 1

ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЗАЩИТНЫХ ЗАЗЕМЛЕНИЙ И СОПРОТИВЛЕНИЯ ИЗОЛЯЦИИ

Цель работы

1. Изучение условий электробезопасности, принципа действия, защитных свойств, области применения и требований к защитному заземлению и электрической изоляции.

2. Ознакомление с измерительной аппаратурой, измерение сопротивления защитного заземления, удельного сопротивления грунта, сопротивления изоляции электроустановок и электросетей.

3. Расчет защитного заземляющего устройства для электроустановок напряжением до 1000 В.

Общие сведения

Условия электробезопасности

Поражение человека электрическим током возможно как при случайном его прикосновении непосредственно к токоведущим частям, так и к металлическим нетоковедущим элементам электрооборудования (корпуса электрических машин, трансформаторов, светильников и т.д.), которые могут оказаться под напряжением в результате какой-либо аварийной ситуации (замыкания фазы на корпус, повреждения изоляции и т.п.).

На исход поражения электрическим током влияет целый ряд факторов: величина, род, частота тока, проходящего через тело человека; длительность прохождения и путь тока; величина электрического сопротивления тела человека; индивидуальные свойства организма человека и др.

Основным фактором, определяющим тяжесть исхода поражения, является величина тока I_h , проходящего через тело человека. Она определяется напряжением между точками цепи тока, которых одновременно касается человек, т.е. напряжением прикосновения $U_{пр}$, и сопротивлением тела человека:

$$I_h = \frac{U_{\text{пр}}}{R_h},$$

где $U_{\text{пр}}$ – напряжение прикосновения, В;

R_h – сопротивление тела человека, Ом.

Воздействие электрического тока на организм человека характеризуется пороговыми значениями токов (табл. 1.1).

Таблица 1.1

Пороговые значения тока

Название тока	Величина тока, мА		Характер воздействия	
	переменный 50 Гц	постоянный	переменный ток 50...60 Гц	постоянный ток
Пороговый осязаемый	0,5...1,5	5,0...7,0	Начало ощущения: легкое покалывание, тепло	Ощущение нагрева, зуд
Пороговый неотпускающий	10...25	50...80	Паралич рук, сильные боли, затрудненное дыхание	Ощущение нагрева, судорожное сокращение мышц, затрудненное дыхание
Пороговый фибрилляционный	50...80	300	Остановка дыхания, фибрилляция сердца	Остановка дыхания, фибрилляция сердца

Пороговый осязаемый ток оказывает воздействие на уровне ощущений – наименьшее значение тока, при котором рука, держащая проводник, ощущает тепло, покалывание, «зуд».

Пороговый неотпускающий ток – наименьшее его значение, которое вызывает непреодолимое судорожное сокращение мышц, когда рука, держащая проводник, не в состоянии самостоятельно разжаться.

Пороговый фибрилляционный ток – наименьшее значение тока, при котором происходит судорожное, неравномерное сокращение мышц сердца (фибрилляция).

При значениях токов 100 мА и более – для переменного, более 300 мА – для постоянного тока происходит остановка сердца.

В качестве критериев безопасности электрического тока приняты наибольшие допустимые для человека значения напряжений прикосновения $U_{пр}$ и токов I_h , протекающих через тело человека. Значения наибольших допустимых для человека напряжений прикосновения и токов регламентируются ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ «Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжения прикосновения и токов», изм. 1.07.88 (табл. 1.2). При этом учитывается, что опасность поражения растет при увеличении времени воздействия.

Таблица 1.2

Предельно допустимые значения напряжения прикосновения и токов

Нормируемая величина	Предельно допустимые значения напряжения прикосновения и токов (не более)					
	при продолжительности воздействия тока t , с					
	0,1	0,2	0,5	0,7	1,0	более 1,0
$U_{пр}$, В	340	160	105	85	60	20
I_h , мА	400	190	125	90	50	6

Для предотвращения опасного воздействия электрического тока на человека в электроустановках применяются следующие меры защиты (ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ, изм. от 1.07.87):

- защитное заземление;
- зануление;
- электрическое разделение сетей;
- применение малых напряжений;
- контроль и профилактика повреждения изоляции;
- компенсация емкостной составляющей тока замыкания на землю;
- двойная изоляция;
- защитное отключение;
- выравнивание потенциала;
- защита от случайного прикосновения к токоведущим частям;

- оградительные устройства;
- электрозащитные средства и приспособления;
- блокировки;
- предупредительная сигнализация, знаки безопасности.

Согласно ГОСТ 12.1.019-79 ССБТ электробезопасность и действие мер защиты от опасности поражения электрическим током обеспечиваются:

- конструкцией электроустановки;
- техническими способами и средствами защиты;
- организационными и техническими мероприятиями.

Технические способы и средства применяются отдельно или в сочетании друг с другом исходя из соображений обеспечения оптимальной защиты.

Значительное снижение показателей электротравматизма может быть достигнуто лишь применением защитных мер всех видов. Их сочетание определяется типом электроустановок и условиями их эксплуатации.

Защитное заземление

Наиболее распространенным и эффективным техническим способом защиты от поражения электрическим током является защитное заземление.

Защитное заземление – это преднамеренное электрическое соединение металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением, с землей или ее эквивалентом. Принцип действия защитного заземления заключается в снижении до безопасных значений напряжения прикосновения $U_{пр}$ и тока I_h , протекающего через тело человека. Назначение защитного заземления – устранение опасности поражения электрическим током в случае прикосновения человека к корпусу электрооборудования или другим нетоковедущим металлическим частям, оказавшимся под напряжением. В основе этого метода защиты человека от поражения электрическим током лежит явление стекания тока в землю, при котором происходит резкое снижение потенциала оказавшихся под напряжением металлических частей оборудования (корпуса, станины и т.д.) до потенциала заземлителя фз:

$$\varphi_3 = I_3 \cdot R_3,$$

где I_3 – величина тока, стекающего в землю;

R_3 – сопротивление, которое ток встречает на своем пути (сопротивление заземляющего устройства).

При этом между корпусом и землей создается соединение большой проводимости, благодаря чему ток, проходящий через параллельное этому соединению тело человека (имеющее значительно большее сопротивление), становится неопасным для жизни. Сопротивление тела человека R_h может достигать значений порядка $10^4 \dots 10^6$ Ом. Однако в расчетах для обеспечения большей надежности при выборе средств защиты и мероприятий, обеспечивающих электробезопасность, применяется расчетное значение сопротивления тела человека $R_h = 1000$ Ом. Таким образом, при возникновении аварийной ситуации, например замыкании фазы на корпус, прикосновение человека к корпусу равносильно прикосновению к фазе. При этом через тело человека может пройти ток опасной величины. Опасность поражения при наличии надежного заземления снижается, так как для тока I_3 создается цепь, имеющая малое сопротивление R_3 (4 или 10 Ом), вследствие чего происходит стекание тока по пути наименьшего сопротивления.

На рис. 1.1 изображены принципиальная электрическая схема защитного заземления и потенциальная кривая, отражающая закон распределения потенциала на поверхности земли вокруг одиночного заземлителя $\varphi = f(x)$, который показывает, что при возникновении замыкания в точке «А» закон распределения потенциала имеет гиперболический характер и потенциал в точке замыкания «А» принимает максимальное значение, снижаясь по мере удаления от места замыкания.

Конструктивно заземляющее устройство представляет собой совокупность вертикальных заземлителей (электродов), соединенных между собой полосовым горизонтальным заземлителем и находящихся в земле (грунте) на глубине H_0 не менее 0,5 м (рис. 1.2). В качестве вертикальных заземлителей (электродов) используются металлические элементы в виде стержней, трубы, уголка, тавра и др.

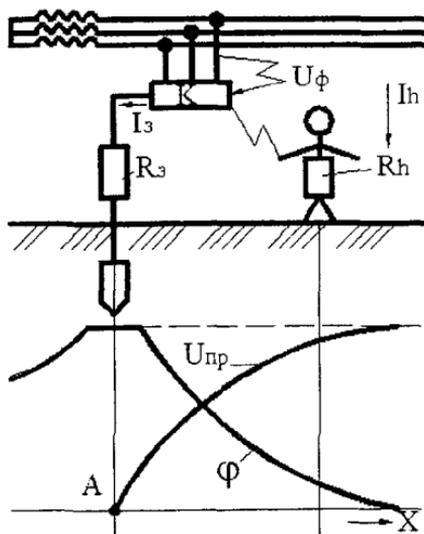


Рис. 1.1. Принципиальная схема защитного заземления:
 $\varphi(x)$ – потенциальная кривая; $U_{пр}$ – напряжение прикосновения;
 K – корпус электроустановки; $R_з$ – сопротивление заземления;
 $R_ч$ – электрическое сопротивление тела человека

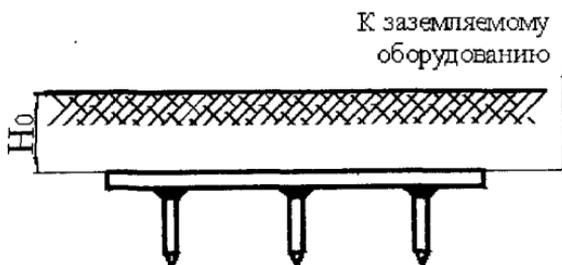


Рис. 1.2. Схема расположения заземляющего устройства в грунте

В качестве полосового заземлителя используется, как правило, металлическая полоса сечением 12×4 ; 14×4 ; 16×4 и др. Соединение вертикальных заземлителей и полосы производится только сваркой, другие виды соединений в соответствии с ПУЭ не допускаются.

На практике используются групповые заземлители – параллельное соединение одиночных заземлителей и полосы. Групповой заземлитель обладает меньшим сопротивлением растеканию тока и обеспечивает лучшее выравнивание потенциала в объеме и на поверхности земли.

Требования к конструкции, устройству и параметрам защитного заземления определяются «Прагилами устройства электроустановок (ПУЭ)» и ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. «Электробезопасность. Защитное заземление, зануление».

ПУЭ предписывает помимо искусственных заземлителей, предназначенных исключительно для целей заземления, обязательное использование естественных заземлителей, т.е. находящихся в земле металлических предметов иного назначения. В качестве естественных заземлителей могут использоваться проложенные в земле водопроводные и другие металлические трубы, за исключением трубопроводов горючих жидкостей, горючих или взрывоопасных газов; металлические и железобетонные конструкции зданий и сооружений, имеющие соединение с землей; свинцовые оболочки кабелей и т.п.

Указанные документы устанавливают следующие значения наибольшего допустимого сопротивления защитного заземляющего устройства в электроустановках напряжением до 1000 В: сети с изолированной нейтралью при мощности генератора или трансформатора до 100 кВА – 10 Ом, а при мощности более 100 кВА – 4 Ом.

Расчет заземляющего устройства заключается в определении типа заземлителя, количества, размеров и способа размещения одиночных заземлителей при условии, чтобы расчетное значение сопротивления группового заземлителя было не более допустимого по нормам. Для электроустановок напряжением до 1000 В расчет выполняется методом коэффициентов использования.

Область применения защитного заземления:

- сети до 1000 В переменного тока – трехфазные трехпроводные с изолированной нейтралью; однофазные двухпроводные, изолированные от земли; а также постоянного тока двухпроводные с изолированной средней точкой обмоток источника тока;
- сети выше 1000 В переменного и постоянного тока с любым режимом нейтральной или средней точки обмотки источника тока.

В соответствии с ПУЭ заземление или зануление электроустановок следует выполнять:

- при напряжении переменного тока 380 В и выше;
- постоянного тока 440 В и выше (во всех электроустановках);

– при номинальных напряжениях выше 42 В, но ниже 380 В переменного тока и выше 110 В, но ниже 440 В постоянного тока (только в помещениях с повышенной опасностью, особо опасных и в наружных установках).

Согласно ПУЭ к частям, подлежащим занулению или заземлению, относятся:

1) корпуса электрических машин, трансформаторов, аппаратов, светильников и т.п.;

2) приводы электрических аппаратов;

3) вторичные обмотки измерительных трансформаторов;

4) каркасы распределительных щитов, щитов управления, щитков и шкафов, а также съемные или открывающиеся части, если на последних установлено электрооборудование напряжением выше 42 В переменного или более 110 В постоянного тока;

5) металлические конструкции распределительных устройств, металлические кабельные конструкции, металлические кабельные соединительные муфты, металлические оболочки и броня контрольных и силовых кабелей, металлические оболочки проводов, металлические рукава и трубы электропроводки, кожухи и опорные конструкции шинопроводов, лотки, короба, струны, тросы и стальные полосы, на которых укреплены кабели и провода (кроме струн, тросов и полос, по которым проложены кабели с заземленной или зануленной металлической оболочкой или броней), а также другие металлические конструкции, на которых устанавливается электрооборудование;

6) металлические оболочки и броня контрольных и силовых кабелей и проводов напряжением до 42 В переменного тока и до 110 В постоянного тока, проложенных на общих металлических конструкциях, в том числе в общих трубах, коробах, лотках и т.п., вместе с кабелями и проводами, металлические оболочки и броня которых подлежат заземлению или занулению;

7) металлические корпуса передвижных и переносных электроприемников;

8) электрооборудование, размещенное на движущихся частях станков, машин и механизмов.

Проверка состояния заземляющих устройств электроустановок предусматривает:

– измерение сопротивления заземляющего устройства после монтажа, через год после включения в эксплуатацию и в последующем не реже чем через 10 лет на электростанциях, подстанциях и ЛЭП энергосистем; через три года на подстанциях потребителей; через один год в цеховых электроустановках потребителей; внеплановые измерения после их переустройства, капитального ремонта, осадки грунта;

– выборочное вскрытие грунта для осмотра элементов заземляющего устройства каждый раз при измерении сопротивления заземления;

– проверку наличия цепи между заземленными объектами и заземлителями;

– при каждом ремонте или перестановке оборудования;

– проверку надежности соединения естественных заземлителей после каждого их ремонта;

– периодический осмотр наземной части заземляющего устройства.

Каждое заземляющее устройство должно иметь паспорт, содержащий схему устройства, основные технические и расчетные данные, сведения о произведенных ремонтах и внесенных изменениях.

Экспериментальная часть

Техника безопасности

Не производить никаких переключений и присоединений под напряжением.

Не касаться выводных полюсов приборов, а также присоединенных к ним неизолированных участков проводов при вращении ручек генераторов приборов.

Измерение сопротивления заземляющих устройств

Измерение производится при помощи приборов типа М-1103, МС-08, МС-05 и др.

Перед началом измерений необходимо убедиться в исправности прибора М-1103. Для этого, не присоединяя клеммы прибора к испытуемым заземлениям, перевести переключатель P_2 в положение

«Контроль» и, вращая рукоятку генератора со скоростью 2 об/с, установить с помощью рукоятки реохорда стрелку гальванометра на «0», затем взять отсчет по шкале реохорда «Ш». Показание должно быть равным $10 \pm 0,5$ Ом. Собрать схему согласно рис. 1.3.

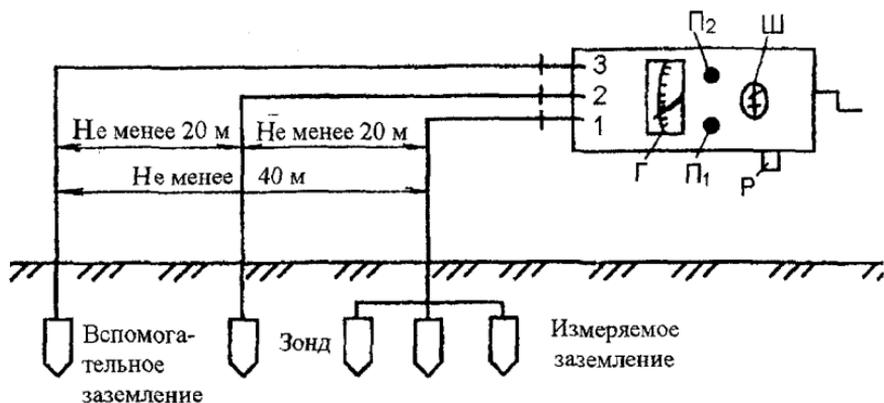


Рис. 1.3. Схема измерения сопротивления заземляющих устройств

Установить переключатель Π_1 в положение «X x 1» или «X x 5» в зависимости от предполагаемой величины сопротивления заземления; переключатель Π_2 — в положение «Измерение».

Вращая рукоятку генератора, рукояткой реохорда «Р» установить стрелку гальванометра «Г» на нулевую отметку. Снять отсчет измеряемого сопротивления по шкале реохорда «Ш». Результаты измерений и нормативные требования внести в табл. 1.3.

На основании сравнения результатов измеренных значений сопротивлений защитных заземлений с допустимыми значениями сделать вывод о пригодности их использования. Вывод записать в табл. 1.3.

Таблица 1.3

Результаты измерений сопротивлений заземляющих устройств

№ замера	Результаты измерения заземляющего устройства, Ом	Нормативные требования, Ом	Вывод о пригодности заземления
1			
2			
3			

Измерение сопротивления изоляции

Исправное состояние изоляции электроустановок – важное условие электробезопасности. Для контроля соблюдения необходимых требований к параметрам изоляции, обеспечивающим электробезопасность и надежность работы электрооборудования, периодически проводятся измерения ее сопротивления.

Существуют схемы постоянного контроля уровня изоляции.

В настоящей работе для измерения сопротивления изоляции используются переносные мегаомметры М-1101, Ф-4200/4 и др.

ВНИМАНИЕ! Номинальное напряжение на клеммах прибора М-1101 при разомкнутой внешней цепи равно 500 В, а на клеммах прибора типа Ф-4100/4 – 100, 500 или 1000 В. Поэтому по условиям электробезопасности запрещается касаться клемм при вращении рукоятки.

Измерение сопротивления изоляции электроустановок относительно земли проводится согласно схеме, изображенной на рис. 1.4.

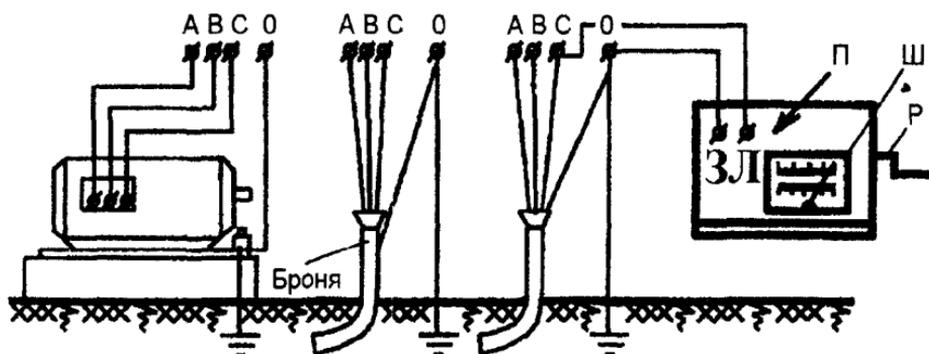


Рис. 1.4. Схема измерения сопротивления изоляции электроустановок

Жазим «З» (земля) подсоединяется к заземленному корпусу объекта или к заземлению. Жазим «Л» (линия) подсоединяется к жиле кабеля, вводу или токопроводу электроустановки. Вращая рукоятку генератора «Р», взять отсчет по шкале прибора «Ш» в кило- или мегаомах в соответствии с положением переключателя «П».

Произвести измерение сопротивления изоляции жил кабеля и проводов электроустановок относительно друг друга. Для этого за-

жимы «З» и «Л» прибора подключить к жилам испытуемых кабелей, проводам или фазам электроустановок. Результаты замеров величин сопротивлений изоляции электрических устройств записать в табл. 1.4. Сделать выводы о пригодности изоляции. *При этом необходимо учесть, что согласно ПУЭ сопротивление изоляции электроустановок, силовых и осветительных электросетей, сетей вторичной коммутации и возбуждения электрогенераторов и пр. напряжением до 1000 В должно быть не менее 0,5 МОм, в сетях управления – не менее 1 МОм.*

Таблица 1.4

Результаты измерений сопротивления изоляции

Название объекта замеров	Величина сопротивления, МОм или кОм	Выводы о пригодности изоляции

Сроки и объем контрольных испытаний изоляции в зависимости от напряжения и условий ее работы определяются ПУЭ, «Правилами технической эксплуатации электрических станций и сетей», «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей».

Измерение удельного сопротивления грунта

Измерение сопротивления грунта производится с помощью мегаомметра типа МС-08 (рис. 1.5).

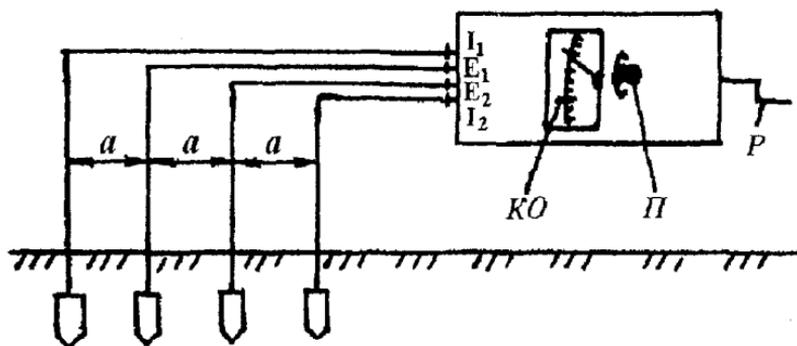


Рис. 1.5. Схема измерения удельного сопротивления грунта

Для проверки прибора необходимо установить переключатель «П» в положение «Регулировка» и, вращая рукоятку генератора «Р» со скоростью 2 об/с, установить стрелку на красной отметке «КО» шкалы. Перевести переключатель на шкалу «Измерение». Вращая рукоятку генератора, взять отсчет по шкале прибора.

Удельное сопротивление грунта определяется по формуле

$$\rho = 2\pi Ra, \text{ Ом}\cdot\text{м},$$

где R – показание прибора, Ом;

a – расстояние между стержнями, $a = 8$ м.

По удельному сопротивлению грунта ρ , согласно данным табл. 1.5, определяется его наименование. Величина ρ имеет определяющее значение при расчете защитных заземлений и влияния на человека напряжений прикосновения и шага.

Таблица 1.5

Приближенные значения удельных электрических сопротивлений грунтов

Наименование грунта	Пределы удельного сопротивления грунтов ρ , Ом·м	Удельное сопротивление ρ грунта при влажности грунта 10...20 %, Ом·м
Песок	400...700	700
Супесок	150...400	300
Суглинок	40...150	100
Глина	8...70	40
Чернозем	9...53	20
Торф	10...30	20

Расчет защитного заземления
(метод коэффициентов использования)

Исходные данные для расчета приведены в табл. 1.6. Вариант для расчета задается преподавателем. Допустимая величина сопротивления проектируемого заземляющего устройства $R_{\text{доп}}$ принимается по заданному напряжению и суммарной мощности электроустановки в соответствии с нормами.

Исходные данные для расчета защитных
заземляющих устройств

Наименование, размерность	В а р и а н т ы					
	1	2	3	4	5	6
Напряжение элект- роустановок, В	До 1000					
Суммарная мощ- ность э/установок, кВА	150	200	250	120	300	220
Грунт	Торф	Черно- зем	Глина	Сугли- нок	Супесь	Песок
Удельное сопро- тивление грунта ρ , Ом·м	30	53	70	150	400	700
Тип заземлителя и размеры сечения, мм	Труба Ø 32	Труба Ø 40	Уголок 50 x 50 x 4	Уголок 60 x 60 x 4	Круг Ø 12	Круг Ø 14
Расстояние между стержнями a , м	9	7	9	7	14	10
Длина стержня- заземлителя l , м	3,0	3,5	3,0	3,5	7,0	10,0
Отношение рас- стояния между за- землителями к их длине a/l	3	2	3	2	2	1
Глубина заложения верхних концов, стержней и гори- зонтальных про- водников H_0 , м	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8
Размеры сечения заземляющих со- единительных про- водников (полоса, сталь), мм	12 x 4	12 x 4	12 x 4	12 x 4	12 x 4	12 x 4
Способ заложения заземлителей	В ряд			По контуру		

Расчет сопротивления растеканию тока одиночного заземлителя (стержня)

Основная формула

$$R_{\text{ст.од}} = \frac{\rho}{2\pi l} \left(\ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4H+l}{4H-l} \right) = 0,366 \frac{\rho}{l} \left(\lg \frac{2l}{d} + \lg \frac{4H+l}{4H-l} \right),$$

где ρ – удельное сопротивление грунта, Ом·м;

l – длина стержня, м;

d – диаметр стержня – трубы или круга (если в качестве одиночного заземлителя принят электрод с профилем в виде уголка, то $d = 0,95b$, где b – ширина полки уголка), м;

H – параметр, определяемый по формуле

$$H = H_0 + \frac{l}{2}, \text{ м,}$$

где H_0 – глубина заложения верхнего конца стержня и горизонтального полосового заземлителя в грунте, м.

Приближенная формула (погрешность 5...10 %)

$$R_{\text{ст.од}} \approx 0,366 R_{\text{ст.од}} = 0,366 \frac{\rho}{l} \lg \frac{4l}{d}, \text{ Ом.}$$

Схема расположения одиночного электрода в грунте приведена на рис. 1.6.

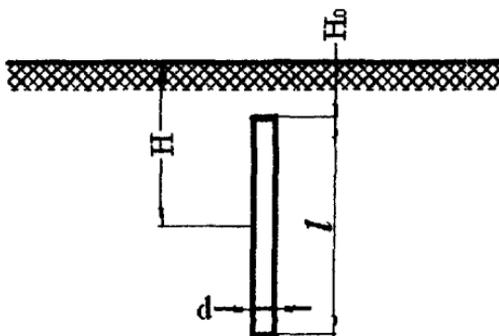


Рис. 1.6. Одиночный стержневой заземлитель

Количество стержней-заземлителей без учета работы со-единительных полос рассчитывается по формуле

$$n = \frac{R_{\text{ст.од}}}{\eta_{\text{ст}} \cdot R_{\text{доп}}}, \text{ шт.}, \quad (1.1)$$

где $\eta_{\text{ст}}$ – коэффициент использования вертикального стержневого заземлителя (находится из табл. 1.7 по предварительному значению n при $\eta_{\text{ст}} = 1$);

$R_{\text{доп}} = 4$ Ом при напряжении до 1000 В и суммарной мощности электроустановки более 100 кВА; $R_{\text{доп}} = 10$ Ом при суммарной мощности менее 100 кВА.

Таблица 1.7

Коэффициент использования $\eta_{\text{ст}}$ вертикальных стержней заземлителей (без влияния полосы связи)

Число стержней	Способ заложения заземлителей					
	в ряд			по контуру		
	Отношение расстояния между заземлителями к их длине a/l					
	1	2	3	1	2	3
2	0,85	0,91	0,94	-	-	-
4	0,73	0,83	0,89	0,69	0,78	0,80
6	0,65	0,77	0,85	0,61	0,73	0,80
10	0,59	0,74	0,81	0,55	0,68	0,76
20	0,48	0,67	0,76	0,47	0,63	0,71
40	-	-	-	0,41	0,58	0,66
60	-	-	-	0,39	0,55	0,64
100	-	-	-	0,36	0,52	0,62

Примечание. n следует округлить и принять несколько меньшим, чем вычисленное по формуле (1.1).

Длина горизонтального полосового заземлителя (рис. 1.7) вычисляется по формуле:

$l_{\text{пол}} = 1,05a \cdot (n - 1)$, м, при расположении стержней в ряд;

$l_{\text{пол}} = 1,05 a n$, м, при расположении стержней по контуру;

где a – расстояние между заземлителями, м;

n – количество стержней-заземлителей.

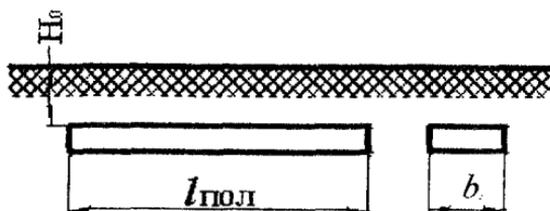


Рис. 1.7. Горизонтальный полосовой заземлитель

Расчет сопротивления растеканию тока горизонтального электрода (полосового заземлителя, соединяющего вертикальные электроды между собой).

Основная формула

$$R_{\text{пол}} = \frac{\rho}{2\pi l_{\text{пол}}} \ln \frac{2l_{\text{пол}}^2}{bH_0} = \frac{0,366\rho}{l_{\text{пол}}} \lg \frac{2l_{\text{пол}}^2}{bH_0};$$

приближенная формула (погрешность 25 %)

$$R_{\text{пол}} = 0,734 \frac{\rho}{l_{\text{пол}}} \lg \frac{4l_{\text{пол}}}{b},$$

где $l_{\text{пол}}$ – длина горизонтального полосового заземлителя, м;

b – ширина сечения полосового заземлителя, м (большая сторона сечения, см. рис. 1.7).

Сопротивление группового искусственного заземлителя $R_{\text{гр}}$, состоящего из параллельно включенных стержней заземлителей и полосы

$$R_{\text{гр}} = \frac{R_{\text{пол}} \cdot R_{\text{ст.од}}}{R_{\text{пол}} \cdot \eta_{\text{ст}} \cdot n + R_{\text{ст.од}} \cdot \eta_{\text{пол}}},$$

где $\eta_{\text{пол}}$ – коэффициент использования горизонтального полосового заземлителя (табл. 1.8).

Коэффициент использования $\eta_{\text{пол}}$ горизонтального полосового электрода, соединяющего вертикальные электроды

Отношение расстояния между стержневыми заземлителями к их длине a/l	Число стержневых заземлителей							
	2	4	6	10	20	40	60	100
Стержневые заземлители расположены в ряд								
1	0,85	0,77	0,72	0,62	0,42	-	-	-
2	0,94	0,89	0,84	0,75	0,56	-	-	-
3	0,96	0,92	0,88	0,82	0,68	-	-	-
Стержневые заземлители расположены по контуру								
1	-	0,45	0,40	0,34	0,27	0,22	0,20	0,19
2	-	0,55	0,48	0,40	0,32	0,29	0,27	0,23
3	-	0,70	0,64	0,56	0,45	0,39	0,36	0,33

Проверить выполнение условия: сопротивление заземляющего устройства растеканию тока должно быть равно или меньше допустимого сопротивления по ГОСТ 12.1.030-81, ССБТ или ПУЭ ($R_{\text{гр}} \leq R_{\text{доп}}$). Если $R_{\text{гр}} > R_{\text{доп}}$ произвести перерасчет заземляющего устройства, приняв большее количество стержней.

Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Измерение сопротивления заземляющих устройств: используемые приборы.
3. Измерение сопротивления изоляции: используемые приборы.
4. Измерение удельного сопротивления грунта: используемый прибор.
5. Расчет защитного заземления.

Лабораторная работа № 2

ОСВЕЩЕНИЕ РАБОЧИХ МЕСТ

Цель работы

1. Освоение методики измерения освещенности на рабочих местах.
2. Приобретение практических навыков в оценке естественного и искусственного освещения.
3. Ознакомление с методикой расчета искусственного освещения.

Общие сведения

Свет обеспечивает связь организма с внешней средой, обладает высоким биологическим и тонизирующим действием. Зрение – главный «информатор» человека: около 90 % всей информации о внешнем мире поступает в наш мозг через глаза.

Производственное освещение, правильно спроектированное и выполненное, улучшает условия зрительной работы, снижает утомление, способствует повышению производительности труда и качества выпускаемой продукции, благоприятно влияет на производственную среду, оказывая положительное психологическое воздействие на работающего, повышает безопасность труда и снижает травматизм на производстве.)

Часть электромагнитного спектра с длинами волн 340000...10 нм называется оптической областью спектра, которая делится на инфракрасное излучение с длинами волн 340000...770 нм, видимое излучение (770...380 нм), ультрафиолетовое излучение (380...10 нм). В пределах видимой части спектра излучения различной длины волны вызывают различные световые и цветовые ощущения: от фиолетового ($\lambda = 400$ нм) до красного ($\lambda = 750$ нм) цветов. Чувствительность зрения максимальна к излучению с длиной волны 555 нм (желто-зеленый цвет) и уменьшается к границам видимого спектра.

Производственное освещение характеризуется количественными и качественными показателями.)

К количественным показателям относятся световой поток, сила света, яркость, освещенность, коэффициент отражения, а к качест-

венным – объект различения, фон, контраст объекта с фоном, видимость и др.

Световой поток Φ определяется как мощность лучистой энергии, оцениваемой по световому ощущению человеческого глаза. За единицу светового потока принят люмен (лм).

Сила света I – это величина пространственной плотности светового потока, которая определяется как отношение светового потока $d\Phi$, исходящего от источника и распространяющегося равномерно внутри элементарного телесного угла $d\Omega$, к величине этого угла:

$$I = d\Phi/d\Omega.$$

За единицу силы света принята кандела (кд).

Освещенность E – плотность светового потока $d\Phi$ на освещаемой поверхности dS :

$$E = d\Phi/dS.$$

За единицу освещенности принят люкс (лк). Поверхность имеет освещенность в один люкс, если световой поток равен одному люмену на квадратный метр.

Яркость L определяется силой света, излучаемой с единицы площади освещаемой поверхности:

$$L = \frac{I \cdot \rho}{S}, \text{ кд/м}^2.$$

Коэффициент отражения ρ характеризует способность поверхности отражать падающий на нее световой поток; определяется как отношение отраженного от поверхности светового потока $\Phi_{\text{отр}}$ к падающему на нее световому потоку $\Phi_{\text{пад}}$.

Объект различения – наименьший размер рассматриваемого объекта или его части, который необходимо различать в процессе работы. В зависимости от наименьшего размера зрительные работы подразделяются на разряды (см. приложение).

Фон – поверхность, прилегающая непосредственно к объекту различения, на которой он рассматривается. Фон характеризуется ко-

эффицентом отражения, зависящим от цвета и фактуры поверхности, значения которого находятся в пределах 0,02...0,95. Фон считается светлым при коэффициенте отражения поверхности более 0,4; средним – от 0,2 до 0,4; темным – менее 0,2.

Контраст объекта различения с фоном K – отношение абсолютной величины разности между яркостью объекта и фона к яркости фона:

$$K = |L_o - L_{\phi}|/L_{\phi},$$

где L_o и L_{ϕ} – яркость соответственно объекта и фона.

Контраст объекта различения с фоном считается большим при $K > 0,5$ (объект и фон резко отличаются по яркости), средним при $0,2 < K < 0,5$ (объект и фон заметно отличаются по яркости), малым – при $K < 0,2$ (объект и фон мало отличаются по яркости).

В зависимости от сочетания характеристик фона и контраста объекта с фоном разряды зрительных работ подразделяются на подряды а, б, в, г (см. приложение).

Видимость V – универсальная характеристика качества освещения, которая характеризует способность глаза воспринимать объект. Она зависит от освещенности, размера объекта, его яркости, контраста объекта с фоном, длительности экспозиции. Видимость определяется отношением

$$V = K/K_{\text{пор}},$$

где K – контраст объекта с фоном;

$K_{\text{пор}}$ – пороговый контраст, т.е. наименьший различимый глазом контраст, при небольшом уменьшении которого объект становится неразличимым.

Виды освещения и их краткая характеристика

В зависимости от источника света производственное освещение может быть естественным, искусственным и совмещенным (искусственное + естественное). Требования к освещению определяются СНБ 2.04.05-98 «Естественное и искусственное освещение».

Естественное освещение – это освещение помещений дневным светом неба (прямым или отраженным), проникающим через световые проемы в наружных ограждающих конструкциях. По конструктивному исполнению подразделяется на боковое (одно- и двухстороннее), верхнее и комбинированное. *Боковое* – освещение через проемы в наружных стенах, *верхнее* – через светоаэрационные и зенитные фонари в кровле здания, *комбинированное* – сочетание верхнего и бокового естественного освещения.

Помещения с постоянным пребыванием людей должны иметь, как правило, естественное освещение. Без естественного освещения допускается проектировать помещения, которые определены строительными нормами на проектирование зданий и сооружений, утвержденными в установленном порядке, а также помещения, размещение которых разрешено в подвальных и цокольных этажах зданий.

Искусственное освещение по функциональному назначению подразделяется на рабочее, аварийное, охранное и дежурное. *Аварийное* освещение разделяют на освещение безопасности (предусматривается в случаях, если отключение рабочего освещения может привести к взрыву, пожару, длительному нарушению технологического процесса, и должно обеспечить возможность продолжения работ) и эвакуационное (предназначено для безопасной эвакуации людей).

По месту расположения светильников искусственное освещение бывает двух видов: общее и комбинированное. *Общее* – освещение, при котором светильники размещаются в верхней зоне помещения равномерно (общее равномерное) или группируются с учетом расположения оборудования (общее локализованное). Система *комбинированного* освещения включает общее и местное освещение. Последнее предназначено для концентрации светового потока на конкретном рабочем месте. Применение одного местного освещения (без общего) внутри помещений не допускается.

В качестве источников искусственного света для освещения помещений следует использовать, как правило, наиболее экономичные разрядные лампы. Использование ламп накаливания для общего освещения допускается только в случае невозможности или технико-экономической нецелесообразности использования разрядных ламп. Для местного освещения кроме разрядных источников света рекомендуется использовать лампы накаливания, в том числе галогенные.

При совмещенном освещении недостаточное по нормам естественное освещение дополняется искусственным.

Совмещенное освещение помещений производственных зданий следует предусматривать:

а) для производственных помещений, в которых выполняются работы I – III разрядов;

б) для производственных и других помещений в случаях, когда по условиям технологии, организации производства или климата в месте строительства требуются объемно-планировочные решения, которые не позволяют обеспечить достаточное естественное освещение (многоэтажные здания большой ширины, одноэтажные многопролетные здания с пролетами большой ширины и т.п.).

Нормирование освещения

При выборе требуемого минимального уровня освещенности рабочего места необходимо установить разряд (характер) выполняемой зрительной работы. Его определяют по наименьшему размеру объекта различения (мм).

В соответствии с СНБ 2.04.05-98 все зрительные работы, проводимые на промышленных предприятиях, делятся на восемь разрядов (см. приложение).

При определении минимальной освещенности рабочих мест, расположенных вне здания, предусмотрено еще шесть разрядов зрительной работы (IX – XIV) в зависимости от отношения минимального размера объекта различения к расстоянию от этого объекта до глаз работающего.

Нормирование естественного освещения

Непостоянство естественного света даже в течение короткого промежутка времени вызвало необходимость нормировать естественное освещение с помощью относительного показателя – коэффициента естественной освещенности (КЕО, e).

КЕО – это отношение естественной освещенности, создаваемой в некоторой точке заданной плоскости внутри помещения, к одновременному значению наружной горизонтальной освещенности, создаваемой светом полностью открытого небосвода, выраженное в процентах:

$$KEO(e) = \frac{E_{\text{внутр}}}{E_{\text{нар}}} \cdot 100 \% . \quad (2.1)$$

Для зданий, расположенных в различных районах местности, нормированные значения КЕО (e_N) определяют по формуле

$$e_N = e_H \cdot m_N, \quad (2.2)$$

где e_H – значения КЕО, приведенные в таблице приложения;

m_N – коэффициент светового климата для соответствующего номера группы районов (табл. 2.1);

N – номер группы административного района.

Значения, полученные по формуле (2.2), следует округлять до десятых долей.

Таблица 2.1

Значения коэффициента светового климата

Световые проемы	Ориентация световых проемов по сторонам горизонта	Коэффициент светового климата m_N	
		Административные районы	
		Брестская и Гомельская области	Остальная территория Республики Беларусь
В наружных стенах зданий	С	0,9	1
	СВ, СЗ	0,9	1
	З, В	0,9	1
	ЮВ, ЮЗ	0,85	1
	Ю	0,85	0,95
В прямоугольных и трапециевидных фонарях	С-Ю	0,9	1
	СВ-ЮЗ	0,9	1
	ЮВ-СЗ		
	В-З	0,85	1

Примечание: С – северная, СВ – северо-восточная, СЗ – северо-западная, В – восточная, З – западная, С-Ю – север-юг, В-З – восток-запад, Ю – южная, ЮЗ – юго-западная.

При боковом одно- и двухстороннем естественном освещении нормируется минимальное значение КЕО. При боковом односто-

роннем – в точке на расстоянии 1 м от стены, наиболее удаленной от световых проемов, и на высоте 0,8 м от пола (уровень условной рабочей поверхности), при боковом двухстороннем – в точке посередине помещения.

При верхнем или комбинированном естественном освещении нормируется среднее значение КЕО в точках, расположенных на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения, и условной рабочей поверхности (или пола). Первая и последняя точки располагаются на расстоянии 1 м от поверхности стен (перегородок) или осей колонн.

Характерный разрез помещения (рис. 2.1) – поперечный разрез посередине помещения, плоскость которого перпендикулярна к плоскости остекления световых проемов (при боковом освещении) или к продольной оси пролетов помещения. В характерный разрез помещения должны попадать участки с наибольшим количеством рабочих мест, а также точки рабочей зоны, наиболее удаленные от световых проемов.

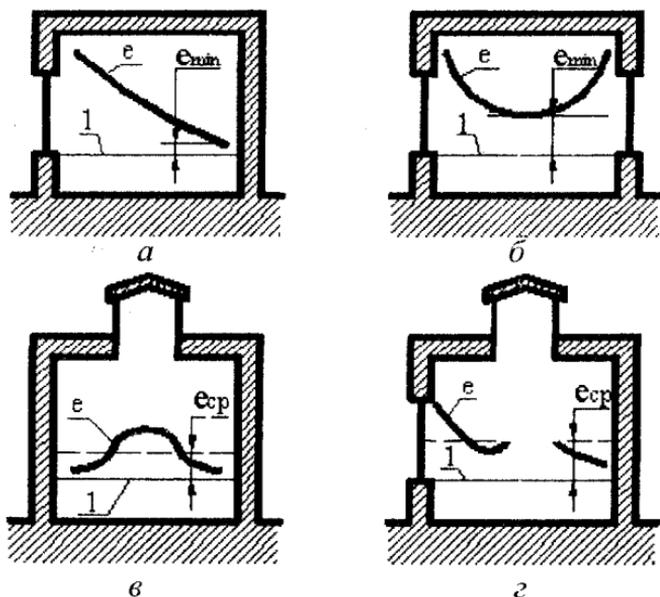


Рис. 2.1. Схема распределения КЕО по разрезу помещения:
а – одностороннее боковое освещение; *б* – двухстороннее боковое освещение;
в – верхнее освещение, *г* – комбинированное освещение; *1* – уровень условной рабочей поверхности

Условная рабочая поверхность – условно принятая горизонтальная поверхность, расположенная на высоте 0,8 м от пола.

Нормирование искусственного освещения

В соответствии с СНБ 2.04.05-98 искусственное освещение оценивается непосредственно по величине освещенности рабочей поверхности (E , лк). Рабочей считается поверхность, на которой производится работа. При выборе нормы освещенности кроме характера (разряда) зрительной работы необходимо также учесть контраст объекта различения с фоном и характеристику фона, на котором рассматривается этот объект, т.е. определить подразряд зрительной работы – а, б, в или г (см. приложение).

При выполнении в помещениях работ I – III, IVа, IVб, IVв, Va рядов следует применять систему комбинированного освещения. Предусматривать систему общего освещения допускается при технической невозможности или нецелесообразности устройства местного освещения, что конкретизируется в отраслевых нормах освещения.

В темное время суток использовать только местное освещение (без общего) категорически запрещено, т.к. это приводит к созданию весьма неблагоприятных зрительных условий, быстрому утомлению, нарушению зрения, головным болям и т.п.

Освещенность рабочей поверхности, создаваемая светильниками общего освещения в системе комбинированного, должна составлять не менее 10 % нормируемой для комбинированного освещения. В помещениях без доступа естественного света освещенность рабочей поверхности, создаваемую светильниками общего освещения в системе комбинированного, следует повышать на одну ступень.

Освещенность проходов и участков, где работа не производится, должна составлять не более 25 % от освещенности, приведенной в СНБ 2.04.05-98 для системы общего освещения, но не менее 75 лк при разрядных лампах и не менее 30 лк при лампах накаливания.

Нормирование совмещенного освещения

При оценке и нормировании совмещенного освещения необходимо по таблице (приложение) выбрать нормативную величину КЕО

для выполняемого разряда зрительной работы и конструктивного исполнения естественного освещения.

Освещенность от системы общего искусственного освещения (при совмещенном освещении) принимается по таблице приложения (графа 9) для соответствующего разряда и подразряда зрительной работы с повышением на одну ступень по шкале освещенности (кроме разрядов Ib, Iv, IIb). При этом освещенность рабочей поверхности в любом случае должна приниматься не менее 200 лк при разрядных лампах и 100 лк при лампах накаливания.

При использовании комбинированного искусственного освещения (в системе совмещенного) нормативная освещенность от светильников общего освещения принимается по графе 8 таблицы приложения с повышением на одну ступень по шкале освещенности для всех разрядов, кроме Ia, Ib, IIa.

Приборы

Для определения количественных и качественных показателей производственного освещения применяют фотометры, люксометры, измерители видимости. В настоящей работе используется люксметр Ю-116.

Люксметр Ю-116

Люксметр (рис. 2.2) состоит из измерителя 1, фотоэлектрического датчика 5 и комплекта насадок 6 и 7. В качестве фотоэлектрического датчика используется селеновый фотоэлемент, у которого спектральная чувствительность наиболее близка к спектральной чувствительности глаза.

На передней панели измерителя имеются кнопки 3 переключения шкалы измерителя и таблица 2 со схемой, связывающей действие кнопок и используемых насадок. Прибор имеет две шкалы (0-100 и 0-30), на которых точками отмечено начало диапазона измерений. На шкале 0-100 точка находится над отметкой 17, на шкале 0-30 – над отметкой 5. (Показания до точек имеют большую погрешность). Прибор имеет корректор 4 для установки стрелки в нулевое положение. На боковой стенке корпуса измерителя расположена вилка 8 для присоединения фотоэлектрического датчика.

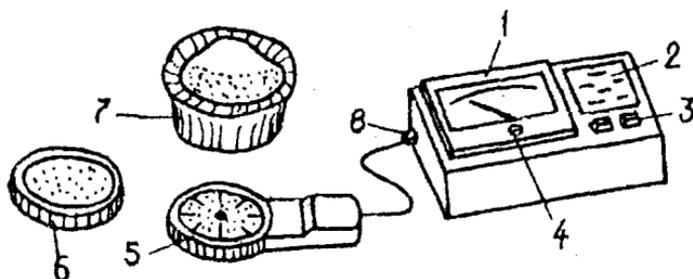


Рис. 2.2. Люксметр Ю-116

Для уменьшения косинусной погрешности, возникающей при падении световых лучей на освещаемую поверхность под углом применяется насадка 7 на фотоэлемент, выполненная в виде полусферы из белой светорассеивающей пластмассы. Эта насадка, обозначенная буквой К, применяется не самостоятельно, а совместно с одной из трех других насадок 6, обозначенных М (10), Р (100), Т (1000).

Каждая из этих трех насадок совместно с насадкой К образует три поглотителя с коэффициентами ослабления 10, 100, 1000 и применяется для расширения диапазона измерений по нижней шкале с 30 до 300, 3000 и 30000 лк соответственно и по верхней шкале со 100 до 1000, 10000 и 100000 лк. Насадка должна быть подобрана так, чтобы стрелка измерителя находилась в пределах шкалы, т.е. справа от точек, обозначающих начало диапазона измерений.

Измерение освещенности в контрольной точке производится в следующей последовательности.

Фотоэлектрический датчик, подключенный к прибору-измерителю, располагают параллельно рабочей поверхности чувствительным фотоэлементом вверх. Нажатием кнопок выбирают шкалу, на которой стрелка люксметра находится в ее диапазоне. Если стрелка «зашкаливает» (т.е. освещенность больше градуировки шкалы), то необходимо расширить диапазон измерений, используя одну из насадок (М, Р или Т) совместно с насадкой К. Показания прибора умножают на коэффициент пересчета, указанный на насадке и в таблице схемы 2 люксметра (для насадки М коэффициент составляет 10; для насадки Р – 100; для насадки Т – 1000). Таким образом, если, например, нажата кнопка шкалы 30, на фотоэлемент установле-

на насадка Р + К и стрелка на делении 27 шкалы люксметра, то фактическая освещенность составит

$$27 \cdot 10 = 2700 \text{ лк.}$$

Порядок выполнения работы

При проведении занятий в светлое время суток определяются показатели освещенности при естественном и искусственном освещении. В темное время суток – только при искусственном.

Исследование зрительных условий при естественном освещении

1. Указать вид естественного освещения в помещении: боковое одностороннее, боковое двустороннее, верхнее, комбинированное.

2. Определить размер минимального объекта различения на рабочем месте (мм), соотнести его с графой 2 таблицы приложения. Выписать характеристику, разряд зрительной работы и нормативный коэффициент естественного освещения ($KEO_{\text{норм}}$).

3. Произвести измерение освещенности в помещении через 1 м от поверхности стены по ширине помещения (на высоте 0,8 м от пола) с помощью люксметра и полученные данные занести в табл. 2.2.

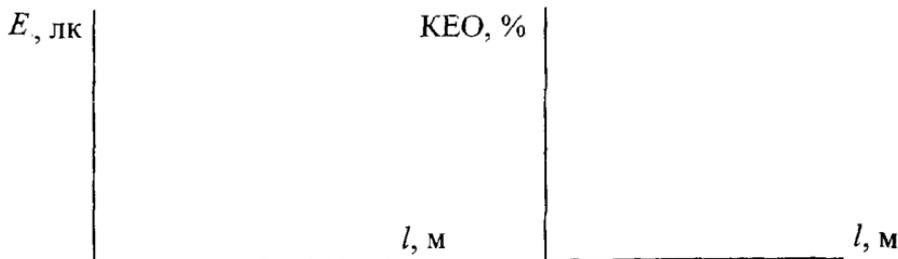
Одновременно с замером освещенности в помещении измерить освещенность на улице (при полностью открытом небосводом) $E_{\text{нар}}$, лк. Вычислить KEO по формуле (2.1) и результаты занести в табл. 2.2.

Таблица 2.2

Результаты измерений естественного освещения

Расстояние от поверхности стены l , м	1	2	3	4	5
Освещенность E , лк					
KEO , %					

4. Построить кривую светораспределения помещения.



5. Сравнив данные табл. 2.2 с нормативной величиной КЕО, сделать вывод о соответствии естественного освещения требованиям СНБ 2.04.05-98 и требованиям СанПиН № 14-46-96 (табл. 2.3).

Таблица 2.3

Нормируемые показатели освещения (учреждения образования)

Помещения	Плоскость (Г – горизонтальная, В – вертикальная) нормирования освещенности и КЕО, высота плоскости над полом, м	Разряд и под-разряд зрительной работы	Искусственное освещение		Естественное освещение	
			Освещенность рабочих поверхностей, лк		КЕО, e_n , %	
			при комбинированном освещении	при общем освещении	при верхнем или верхнем и боковом освещении	при боковом освещении
1	2	3	4	5	6	7
Классные комнаты, аудитории, учебные кабинеты, лаборатории, лаборантские	В – на середине доски	А-1	-	500	-	-
	Г – 0,8 м на рабочих столах и партах	Б-1	-	500	4,0	1,5
Кабинеты информатики и вычислительной техники	В – 1,2 м (на экране дисплея) Г – 0,8 м на рабочих столах и партах	А-2	500/300	400	-	1,5
Кабинеты технического черчения и рисования	В – на доске Г – 0,8 м на рабочих столах и партах	А-1	-	500	5,0	2,0

1	2	3	4	5	6	7
Помещения для работы с дисплеями и видеотерминалами, дисплейные залы	В – 1,2 м (на экране дисплея)	Б-2	-	200	-	-
	Г – 0,8 м на рабочих столах	А-2	500/300	400	-	1,2
Актовые залы, киноаудитории	Г – 0,8	Д	-	200	-	-
Кабинеты и комнаты преподавателей	Г – 0,8	Б-1	-	300	-	1,0
Спортивные залы	Пол В – на уровне 2 м от пола с обеих сторон на продольной оси помещения	Б-2	-	200	3,0	1,0
				75		

Примечание: А, Б – разряды зрительной работы (наименьший размер объекта различения: А – очень высокой точности (от 0,15 до 0,30 мм), Б – высокой точности (от 0,30 до 0,50 мм); 1, 2 – подразряды зрительной работы (относительная продолжительность зрительной работы: 1 – не менее 70 %, 2 – менее 70 %).

Исследование зрительных условий при искусственном освещении

1. Определить вид искусственного освещения в помещении (общее, местное, комбинированное).
2. Определить объект различения на рабочем месте и его размер (мм).
3. По таблице приложения определить характеристику выполняемой работы, разряд и подразряд зрительной работы, а также нормативное значение минимальной освещенности ($E_{\text{норм}}$, лк).
4. С помощью люксметра произвести замер фактической освещенности на рабочем месте ($E_{\text{факт}}$, лк).
5. Сделать вывод о количественном соответствии $E_{\text{факт}}$ требованиям СНБ 2.04.05-98.

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта различения с фоном	Характеристика фона	Искусственное освещение				Естественное освещение				Совмещенное освещение	
						Освещенность, лк				КЕО, с.ч				%	
						при системе комбинированного освещения	в том числе от общего	при системе общего освещения	при системе комбинированного освещения	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении		
I	Менее 0,15	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13			
						5000	500	—							
						4500	500	—							
						4000	400	1250							
Наивысшей точности		I	в	Малый	Средний	3500	400	1000							
						2500	300	750							
						2000	200	600							
						1500	200	400							
Очень высокой точности	От 0,15 до 0,30	II	а	Малый	Темный	1250	200	300							
						4000	400	—							
						3500	400	—							
						3000	300	750							
			б	Средний	Темный	2500	300	600							
						2000	200	500							
						1500	200	400							
						1000	200	300							
			в	Средний	Темный	750	200	200							
						1500	200	400							
						1000	200	300							
						750	200	200							
			г	Средний	Темный	4000	400	—							
						3500	400	—							
						3000	300	750							
						2500	300	600							
			г	Средний	Темный	2000	200	400							
						1500	200	300							
						1000	200	300							
						750	200	200							
				Большой	Средний	4000	400	—							
						3500	400	—							
						3000	300	750							
						2500	300	600							
				Большой	Средний	2000	200	500							
						1500	200	400							
						1000	200	300							
						750	200	200							
				Большой	Средний	4000	400	—							
						3500	400	—							
						3000	300	750							
						2500	300	600							
				Большой	Средний	2000	200	400							
						1500	200	300							
						1000	200	300							
						750	200	200							
				Большой	Средний	4000	400	—							
						3500	400	—							
						3000	300	750							
						2500	300	600							
				Большой	Средний	2000	200	500							
						1500	200	400							
						1000	200	300							
						750	200	200							
				Большой	Средний	4000	400	—							
						3500	400	—							
						3000	300	750							
						2500	300	600							
				Большой	Средний	2000	200	400							
						1500	200	300							
						1000	200	300							
						750	200	200							
				Большой	Средний	4000	400	—							
						3500	400	—							
						3000	300	750							
						2500	300	600							
				Большой	Средний	2000	200	500							
						1500	200	400							
						1000	200	300							
						750	200	200							
				Большой	Средний	4000	400	—							
						3500	400	—							
						3000	300	750							
						2500	300	600							
				Большой	Средний	2000	200	400							
						1500	200	300							
						1000	200	300							
						750	200	200							
				Большой	Средний	4000	400	—							
						3500	400	—							
						3000	300	750							
						2500	300	600							
				Большой	Средний	2000	200	500							
						1500	200	400							
						1000	200	300							
						750	200	200							
				Большой	Средний	4000	400	—							
						3500	400	—							
						3000	300	750							
						2500	300	600							
				Большой	Средний	2000	200	400							
						1500	200	300							
						1000	200	300							
						750	200	200							
				Большой	Средний	4000	400	—							
						3500	400	—							
						3000	300	750							
						2500	300	600							
				Большой	Средний	2000	200	500							
						1500	200	400							
						1000	200	300							
						750	200	200							
				Большой	Средний	4000	400	—							
						3500	400	—							
						3000	300	750							
						2500	300	600							
				Большой	Средний	2000	200	400							
						1500	200	300							
						1000	200	300							
						750	200	200							
				Большой	Средний	4000	400	—							
						3500	400	—							
						3000	300	750							
						2500	300	600							
				Большой	Средний	2000	200	500							
						1500	200	400							
						1000	200	300							
						750	200	200							
				Большой	Средний	4000	400	—							
						3500	400	—							
						3000	300	750							
						2500	300	600							
				Большой	Средний	2000	200	400							
						1500	200	300							
						1000	200	300							
						750	200	200							
				Большой	Средний	4000	400	—							
						3500	400	—							
						3000	300	750							
						2500	300	600							
				Большой	Средний	2000	200	500							
						1500	200	400							
						1000	200	300							
						750	200	200							
				Большой	Средний	4000	400	—							
						3500	400	—							
						3000	300	750							
						2500	300	600							
				Большой	Средний	2000	200	400							
						1500	200	300							
						1000	200	300							
						750	200	200							
				Большой	Средний	4000	400	—							
						3500	400	—							
						3000	300	750							
						2500	300	600							
				Большой	Средний	2000	200	500							
						1500	200	400							
						1000	200	300							
						750	200	200							
				Большой	Средний	4000	400	—							
						3500	400	—							
						3000	300	750							
						2500	300	600							
				Большой	Средний	2000	200	400							
						1500	200	300							
						1000	200	300							
						750	200	200							
				Большой	Средний	4000	400	—							
						3500	400	—							
						3000	300	750							

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Высокой точности	От 0,30 до 0,50	III	а	Малый	Темный	2000 1500	200 200	500 400				
			б	Малый	Средний	1000	200	300				
				Средний	Темный	750	200	200				
Средней точности	Свыше 0,5 до 1,0	IV	а	Малый	Средний	750 500	200 200	300 200				
			б	Малый	Средний	400	200	200				
				Средний	Темный	400	200	200				
Малой точности	Свыше 1 до 5	V	а	Малый	Средний	400	200	300				
			б	Малый	Средний	—	—	200				
				Средний	Темный	—	—	—				
Грубая (очень малой точности)	Более 5	VI	а	Малый	Средний	—	—	—				
			б	Малый	Средний	—	—	—				
				Средний	Темный	—	—	—				
				Независимо от характеристик фона и контраста объекта с фоном			200	3	1	1,8	0,6	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Работа со светящимися материалами и изделиями в горячих цехах	Более 0,5	VII		То же		-		200	3	1	1,8	0,6
Общее наблюдение за ходом производственного процесса: постоянное периодическое при постоянном пребывании людей в помещении периодическое при периодическом пребывании людей в помещении		VIII	а	Независимо от характеристик фона и контраста объекта с фоном		-	-	200	3	1	1,8	0,6
			б	То же		-	75	1	0,3	0,7	0,2	
			в	То же		-	50	0,7	0,2	0,5	0,2	
Общее наблюдение за инженерными коммуникациями			г	То же		-	-	20	0,3	0,1	0,2	0,1

Примечания.

1. Для подразряда норм от Ia до IIIв может приниматься один из наборов нормируемых показателей, приведенных для данного подразряда в графах 7 - 11.
2. Наименьшие размеры объекта различения и соответствующие им разряды зрительной работы установлены при расположении объектов различения на расстоянии не более 0,5 м от глаз работающего.
3. Освещенность при использовании ламп накаливания следует снижать по шкале освещенности:
 - а) на одну ступень при системе комбинированного освещения; если нормируемая освещенность составляет 750 лк и более;
 - б) то же общего освещения для разрядов I - V, VI;
 - в) на две ступени при системе общего освещения для разрядов VI и VIII.
4. Освещенность при работах со светящимися объектами размером 0,5 мм и менее следует выбирать в соответствии с размером объекта различения и относить их к подразряду «в».

ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ МИКРОКЛИМАТА В РАБОЧЕЙ ЗОНЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Цель работы: ознакомление с нормативными требованиями и методикой измерения показателей микроклимата (метеорологических условий) в рабочей зоне.

Общие сведения

Самочувствие, работоспособность и здоровье человека в значительной степени определяются показателями микроклимата (метеорологическими условиями) производственной среды. Требования к показателям микроклимата воздуха рабочей зоны производственных помещений устанавливаются ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» и СанПиН 9–80 РБ 98 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».

Производственным помещением считается любое замкнутое пространство в специально предназначенных зданиях и сооружениях, в которых постоянно или периодически (в течение рабочего дня) осуществляется трудовая деятельность людей.

Рабочая зона – это пространство, ограниченное по высоте двумя метрами над уровнем пола или площадки, на которых находятся места постоянного или временного пребывания работающих. Постоянным считается рабочее место, на котором работающий находится более 50 % рабочего времени за смену или более двух часов непрерывно.

Показателями, характеризующими микроклимат в рабочей зоне являются:

- температура воздуха T , °С;
- относительная влажность воздуха ϕ , %;
- скорость движения воздуха V , м/с;

– интенсивность теплового облучения от нагретых поверхностей оборудования и открытых источников J , Вт/м².

Если рабочее место находится на расстоянии менее двух метров от поверхности ограждающей конструкции (стены, потолок, пол), от защитных экранов, а также от технологического оборудования, то дополнительно нормируется (измеряется) температура этих поверхностей.

Между телом человека и окружающей средой постоянно происходит теплообмен. Несмотря на колебания параметров внешней среды, температура тела поддерживается на относительно постоянном уровне ($36,6 \pm 0,5$ °С) за счет реакций терморегуляции в организме. Однако длительное нарушение параметров микроклимата может привести к негативным последствиям для организма. Так, воздействие высоких температур, особенно в сочетании с повышенной влажностью воздуха, приводит к значительному накоплению тепла и перегреванию организма. При этом наблюдаются головная боль, общая слабость, тошнота, обильное потоотделение, происходят обезвоживание организма, потеря минеральных солей и водорастворимых витаминов, появляются стойкие изменения в деятельности сердечно-сосудистой системы (увеличение частоты пульса, повышение кровяного давления).

Значительный перепад температур приводит к переохлаждению организма и возникновению простудных заболеваний, радикулита, функциональным сдвигам в сердечно-сосудистой системе. Особенно эти процессы усиливаются при повышенной влажности и скорости движения воздуха. Поэтому в рабочей зоне производственного помещения должны обеспечиваться показатели микроклимата, сохраняющие тепловой баланс человека с окружающей средой, т.е. поддерживаться оптимальные или допустимые микроклиматические условия.

Оптимальные микроклиматические условия – это сочетание показателей микроклимата, которое обеспечивает человеку ощущение теплового комфорта в течение 8-часовой рабочей смены без напряжения механизмов терморегуляции и не отражается на здоровье. При этом создаются предпосылки для высокого уровня работоспособности.

Допустимые микроклиматические условия – это сочетание показателей микроклимата, которое может вызвать напряжение реакций терморегуляции, но это напряжение не выходит за пределы физиологических приспособительных возможностей человека. При этом нарушения в состоянии здоровья не возникают, но могут наблюдаться ощущения теплового дискомфорта, ухудшение самочувствия и понижение работоспособности.

Оптимальные величины показателей микроклимата необходимо соблюдать там, где работа связана с нервно-эмоциональным напряжением (рабочие места операторов в кабинах, на пультах управления технологическими процессами, в залах вычислительной техники и т.п.). Допустимые величины показателей микроклимата устанавливаются в тех случаях, когда по технологическим требованиям, техническим и экономически обоснованным причинам оптимальные величины не могут быть обеспечены. Если в производственном помещении из-за особенностей технологического процесса невозможно поддерживать и допустимые величины показателей микроклимата, то метеорологические условия рабочей зоны рассматриваются как вредные и опасные.

Оптимальные и допустимые величины температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха устанавливаются вышеприведенными нормативными документами с учетом периода (сезона) года, категории выполняемых работ по тяжести и времени выполнения работы (является ли рабочее место постоянным или непостоянным).

Периоды года условно разделены:

- **на холодный** (среднесуточная температура наружного воздуха $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ и ниже);
- **теплый** (среднесуточная температура наружного воздуха выше $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Разграничение работ по тяжести осуществляется по уровню (интенсивности) общих энергозатрат организма в процессе труда, ккал/ч (Вт). Установлены три категории работ:

- **категория I** – легкие физические работы – виды деятельности с энергозатратами до 150 ккал/ч (174 Вт). Легкие физические работы делятся на категории Iа и Iб. **К категории Iа** относятся работы, производимые сидя и сопровождающиеся незначительным физиче-

ским напряжением (энергозатраты до 120 ккал/ч, т.е. до 139 Вт);
к категории I б – работы, производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и некоторым физическим напряжением (энергозатраты 121...150 ккал/ч, т.е. 140...174 Вт);

– **категория II** – физические работы средней тяжести – виды деятельности с расходом энергии 151...250 ккал/ч (175...290 Вт).

Физические работы средней тяжести делятся на категории II а и II б.

К категории II а относятся работы, связанные с постоянной ходьбой, перемещением мелких (до 1 кг) изделий или предметов в положении стоя или сидя и требующие определенного физического напряжения (энергозатраты 151...200 ккал/ч, т.е. 175...232 Вт).

К категории II б – работы, связанные с ходьбой, перемещением и переноской тяжестей до 10 кг и сопровождающиеся умеренным физическим напряжением (энергозатраты 201...250 ккал/ч, т.е. 233...290 Вт);

– **категория III** – тяжелые физические работы – работы, связанные с постоянным передвижением, перемещением и переноской значительных (свыше 10 кг) тяжестей и требующие больших физических усилий (расход энергии более 250 ккал/ч, т.е. более 290 Вт).

Оптимальные и допустимые величины температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха для рабочей зоны производственных помещений приведены в табл. 3.1.

Нормируемые величины температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений

Период года	Категория работ	Температура, °С						Относительная влажность, %		Скорость движения, м/с	
		допустимая			оптимальная			оптимальная	допустимая	не более	допустимая
		верхняя граница	нижняя граница		на рабочих местах		на рабочих местах по стоянным и непостоянным *				
		постоянных	постоянных	постоянных	постоянных	постоянных		постоянных			
Холодный период года	Легкая – I а	22...24	25	26	21	18	40...60	75	0,1	Не более 0,1	
	Легкая – I б	21...23	24	25	20	17	40...60	75	0,1	Не более 0,2	
	Средней тяжести – II а	18...20	23	24	17	15	40...60	75	0,2	Не более 0,3	
	Средней тяжести – II б	17...19	21	23	15	13	40...60	75	0,2	Не более 0,4	
Теплый период года	Тяжелая – III	16...18	19	20	13	12	40...60	75	0,3	Не более 0,5	
	Легкая – I а	23...25	28	30	22	20	40...60	55 – при 28 °С	0,1	0,1...0,2	
	Легкая – I б	22...24	28	30	21	19	40...60	60 – при 27 °С	0,2	0,1...0,3	
	Средней тяжести – II а	21...23	27	29	18	17	40...60	65 – при 26 °С	0,3	0,2...0,4	
Теплый период года	Средней тяжести – II б	20...22	27	29	16	15	40...60	70 – при 25 °С	0,3	0,2...0,5	
	Тяжелая – III	18...20	26	28	15	13	40...60	75 – при 24 °С и ниже	0,4	0,2...0,6	

* Большая скорость движения воздуха в теплый период года соответствует максимальной температуре воздуха, меньшая – минимальной температуре воздуха. Для промежуточных величин температуры воздуха скорость его движения может быть определена интерполяцией. При минимальной температуре воздуха скорость его движения может приниматься также ниже 0,3 м/с при легкой работе и ниже 0,2 м/с – при работе средней тяжести и тяжелой.

Допустимые величины интенсивности теплового облучения работающих от различных производственных источников должны соответствовать значениям, приведенным в табл. 3.2.

Таблица 3.2

Допустимые величины интенсивности теплового облучения поверхности тела работающих от производственных источников

Облучаемая поверхность тела, %	Интенсивность теплового облучения, Вт/м ² , не более
50 и более	35
25...50	70
не более 25	100

Интенсивность теплового облучения от открытых источников (нагретый металл, стекло, открытое пламя и т.д.) не должна превышать 140 Вт/м². При этом облучению должно подвергаться не более 25 % поверхности тела и обязательным является использование средств индивидуальной защиты.

В целях профилактики тепловых травм температура наружных поверхностей технологического оборудования, ограждающих устройств, с которыми соприкасается в процессе труда человек, не должна превышать 45 °С.

В производственных помещениях для обеспечения необходимых показателей микроклимата используются системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха.

В целях профилактики неблагоприятного воздействия микроклимата (при нарушенных показателях) должны быть использованы защитные мероприятия: системы местного кондиционирования воздуха, воздушное душирование, компенсация неблагоприятного воздействия одного параметра микроклимата изменением другого, спецодежда, помещения для отдыха и обогрева, регламентация времени работы (дополнительные перерывы, сокращение рабочего дня и т.п.), а также профилактические медосмотры.

Измерение показателей микроклимата в помещении

Измерение показателей микроклимата в целях контроля их соответствия гигиеническим требованиям проводится в дни, когда тем-

температура наружного воздуха отличается от среднемесячной не более чем на 5 °С.

Измерения проводятся не менее трех раз в смену (в начале, середине и в конце). При работах, выполняемых сидя, температура (T), относительная влажность (φ) и скорость движения воздуха (v) измеряются на высоте 1,0 м от пола или рабочей площадки. При работах, выполняемых стоя, – на высоте 1,5 м.

При наличии источника лучистого тепла измерения интенсивности теплового облучения проводят на высоте 0,5; 1,0 и 1,5 м от пола или рабочей площадки, располагая приемник прибора перпендикулярно падающему потоку.

Измерение температуры и относительной влажности воздуха

Измерение температуры и относительной влажности воздуха производится аспирационными психрометрами (психрометры Ассмана). Измерение влажности воздуха – гигрометрами и гигрографами.

Аспирационный психрометр состоит из двух ртутных термометров, каждый из которых заключен в металлическую оправу, что исключает влияние на их показания внешних тепловых потоков от отдельных производственных источников. В верхней части прибора – аспирационной головке – находится вентилятор, с помощью которого вдоль термометров с постоянной скоростью протягивается значительное количество воздуха. Резервуар одного из термометров обернут тканью, которая перед началом измерений увлажняется водой. Принцип работы психрометров основан на оценке разности показаний сухого и влажного термометров. По этим показаниям с помощью психрометрического графика, прилагаемого к техническому паспорту прибора, определяется относительная влажность воздуха.

Принцип работы гигрометров основан на способности человеческого волоса удлиняться во влажном воздухе и укорачиваться в сухом. В гигрографах в специальной рамке натянут пучок специально обработанных волос, который через систему рычажков соединен с пером самописца, регистрирующим влажность воздуха на ленте барабана.

В последнее время широкое применение находят миниатюрные гигрометры типа Testo 605 для быстрого измерения влажности и температуры в воздухе рабочей зоны, а также в системах кондицио-

нирования и вентиляции. Датчик влажности защищен поворотной крышкой, которую следует открывать только в процессе измерения. Он соединен с дисплеем, расположенным на поворотной головке, что создает дополнительные удобства при считывании информации. Эти приборы обладают точностью и стабильностью показаний.

Порядок работы с аспирационным психрометром:

- с помощью пипетки смочить дистиллированной водой ткань на влажном термометре, держа прибор вертикально головкой вверх;
- включить психрометр в электросеть, завести ключом вентилятор в аспирационной головке до упора для психрометра с механическим приводом вентилятора и поместить психрометр в исследуемую точку;
- через 4...5 минут снять отсчет по сухому и влажному термометрам;
- по психрометрическому графику определить относительную влажность воздуха (рис. 3.1). Значение относительной влажности в процентах (%), получают на пересечении двух линий: вертикальной, проведенной через значение (показание) сухого термометра, и наклонной, проведенной через значение (показание) влажного термометра.

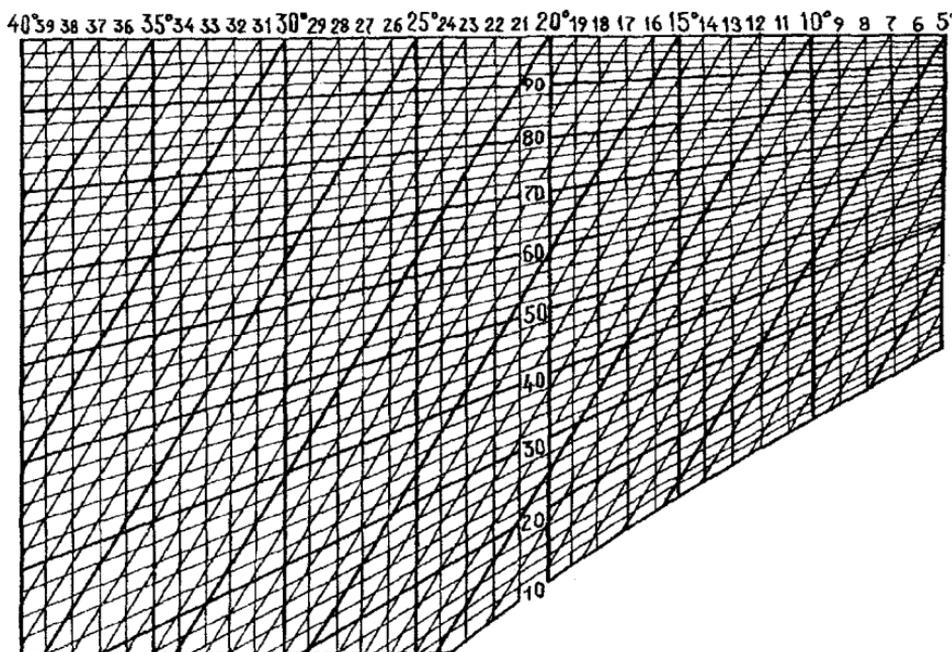


Рис. 3.1. Психрометрический график

Порядок работы с гигрометром Testo 605:

- открыть поворотную крышку на датчике влажности;
- держась за поворотный шарнир дисплея, поместить гигрометр в точку измерения на расстоянии вытянутой руки;
- нажать кнопку пуска измерения $O_{п}$ на дисплее и снять показания температуры и относительной влажности воздуха;
- выключить питание прибора путем повторного нажатия кнопки $O_{п}$, удерживая ее в течение трех секунд;
- закрыть поворотную крышку на датчике влажности.

Измерение скорости движения воздуха

Скорость движения воздуха от 0,5 до 20 м/с измеряют чашечными, от 0,5 до 10 м/с – крыльчатыми анемометрами. В чашечном анемометре приемной частью служит четырехчашечная метеорологическая вертушка, в крыльчатом – крыльчатое колесо с пластинками.

В настоящее время для измерения скорости движения воздуха в диапазоне от 0 до 10 м/с используются термоанемометры Testo 405. Этот простой и удобный прибор позволяет измерять скорость и температуру воздуха как в рабочей зоне, так и в воздуховодах вентиляционных систем. В Testo 405 применяется запатентованный в России профессиональный сенсор с обогреваемой струной. Конструктивно прибор представляет собой дисплей, который через поворотный шарнир соединен с зондом. Зонд имеет длину 150 мм в сложенном состоянии и 300 мм в разложенном рабочем состоянии. Зонд заканчивается сенсорным датчиком, закрывающимся поворотной крышкой.

Санитарные нормы допускают также измерение малых скоростей движения воздуха (до 0,5 м/с) с помощью цилиндрических и шаровых кататермометров, которые представляют собой спиртовые термометры с цилиндрическим или шаровым резервуаром в нижней и расширением капилляра в верхней его части. Шкала шарового кататермометра имеет деления от 33 до 40 °С. Охлаждение кататермометра наблюдают в одном из следующих диапазонов: от 40 до 33 °С, от 38 до 35 °С, т.е. средняя температура должна составлять 36,5 °С. Количество тепла, теряемое кататермометром при его охлаждении в одном из диапазонов температур, постоянное, а про-

должительность охлаждения – различная в зависимости от совместного действия всех метеофакторов. Количество тепла, теряемое шаровым кататермометром с 1 см^2 поверхности резервуара, называется его *фактором* и указывается непосредственно на приборе.

Порядок работы с шаровым кататермометром:

– погрузить кататермометр в воду, температура которой $60 \dots 75 \text{ }^\circ\text{C}$, и выдержать его там до тех пор, пока спирт не заполнит половину верхнего расширения капилляра;

– тщательно вытереть прибор досуха и подвесить вертикально в исследуемой точке так, чтобы он не раскачивался;

– отметить по секундомеру время охлаждения прибора τ с 38 до $35 \text{ }^\circ\text{C}$;

– произвести расчет скорости движения воздуха.

Расчет скорости движения воздуха произвести в следующем порядке.

Определить охлаждающую силу воздуха:

$$f = \frac{F}{\tau}, \text{ мкал/см}^2 \cdot \text{с},$$

где F – фактор прибора (указан на кататермометре с обратной от шкалы стороны), мкал/см^2 .

Определить

$$\Delta T = T_{\text{ср.кат}} - T_{\text{в}}, \text{ }^\circ\text{C},$$

где $T_{\text{ср.кат}}$ – средняя температура кататермометра (составляет $36,5 \text{ }^\circ\text{C}$);

$T_{\text{в}}$ – температура воздуха в рабочей зоне.

Рассчитать отношение $f/\Delta T$.

Если $f/\Delta T < 0,6$, то

$$V = \left(\frac{f/\Delta T - 0,20}{0,40} \right)^2, \text{ м/с.}$$

Если $f/\Delta T > 0,6$, то

$$V = \left(\frac{f/\Delta T - 0,13}{0,47} \right)^2, \text{ м/с.}$$

Порядок работы с чашечным анемометром (для измерения скорости движения воздуха от настольного вентилятора):

- записать показание счетчика прибора по всем трем шкалам при выключенном счетном механизме, для чего повернуть арретир, находящийся на корпусе анемометра, по часовой стрелке;
- включить вентилятор, установив анемометр вертикально в измеряемом воздушном потоке на расстоянии 0,5...1 м от вентилятора и одновременно включить счетный механизм прибора и секундомер;
- по истечении 1 мин отключить счетный механизм анемометра, записать конечные показания счетчика и время экспозиции в секундах;
- определить число делений, приходящихся на одну секунду, разделив разность между конечным и начальным показаниями счетчика на время экспозиции в секундах;
- определить скорость движения воздушного потока по графику, приложенному к паспорту анемометра.

Порядок работы с термоанемометром Testo 405:

- разложить зонд прибора на полную длину;
- открыть поворотную крышку на сенсорном датчике;
- держась за поворотный шарнир дисплея, поместить термоанемометр в точку измерения на расстояние вытянутой руки;
- нажать кнопку пуска измерений O_n на дисплее и снять показания скорости и температуры воздуха;
- повторно нажав кнопку O_n на дисплее и удерживая ее в течение трех секунд выключить питание прибора, закрыть поворотную крышку на сенсорном датчике, сложить зонд.

Измерение интенсивности теплового облучения

Для измерения интенсивности теплового облучения используются актинометры и радиометры. Действие актинометров основано на поглощении лучистой энергии и превращении ее в тепловую. Чув-

ствительным элементом этого прибора является алюминиевая пластинка, на которой в шахматном порядке расположены зачерненные и блестящие секции. Эта пластина через термопару подсоединена к гальванометру, проградуированному в калориях. Принцип действия прибора основан на том, что зачерненные и блестящие полосы алюминиевой пластины обладают различной лучепоглощающей способностью. Зачерненные полоски, поглощая во много раз больше инфракрасных лучей, чем блестящие, нагреваются при облучении сильнее, что способствует образованию термоэлектрического тока, величина которого пропорциональна разнице температур прикрепленных к полоскам спаев.

Актинометр предназначен для измерения интенсивности теплового облучения в диапазоне от 0 до 20 кал/см² мин. Цена одного деления шкалы равна 0,5 кал.

Порядок работы с актинометром:

- установить стрелку гальванометра в нулевое положение при помощи корректора при закрытом термоприемнике;
- направить термоприемник в сторону источника тепла и открыть крышку актинометра;
- провести измерение в течение 2...3 с, после чего закрыть термоприемник крышкой.

Радиометры предназначены для измерения интенсивности теплового излучения в широких диапазонах тепловых потоков. Принцип их работы основан на преобразовании потоков излучения в непрерывный электрический сигнал, преобразующийся в цифровой код, который выводится на табло прибора.

Радиометр «АРГУС-03» имеет диапазон измерения 1,0...2000 Вт/м² и может быть использован для измерения плотности потока теплового излучения от нагретых производственных источников, а также тепловых потерь в энергетике, машиностроении и пр.

Порядок работы с радиометром «АРГУС-03»:

- расположить измерительный датчик прибора перпендикулярно направлению теплового потока;
- переключатель прибора перевести из положения «Off» в положение «Вт/м²» на один из диапазонов измерений;
- снять показания по цифровому табло;
- выключить прибор, вернув переключатель в положение «Off».

Порядок выполнения работы

Считая помещение учебной лаборатории производственным, необходимо произвести измерение показателей микроклимата и оценить их соответствие требованиям ГОСТ 12.1.005-88 и СанПиН 9-80 РБ 98. Для этого следует:

- определить текущий период года (по среднесуточной температуре наружного воздуха);
- определить категорию выполняемых в аудитории работ по тяжести (энергозатратам);
- оценить, является ли рабочее место в аудитории постоянным (непостоянным);
- выбрать оптимальные и допустимые величины T , φ , V из табл. 3.1. Все данные занести в табл. 3.3.
- с помощью аспирационного психрометра или гигрометра Testo 605 произвести измерение температуры и относительной влажности воздуха;
- произвести измерение скорости движения воздуха с помощью кататермометра или термоанемометра Testo 405;
- занести полученные данные в табл. 3.3.

Таблица 3.3

Результаты измерений

Период года	Категория работ	Наименование показателей микроклимата	Нормативные величины параметров по ГОСТ 12.1.005-88		Фактические значения показателя
			оптимальные	допустимые	
		Температура, °С			
		Относительная влажность, %			
		Скорость движения воздуха, м/с			
		Интенсивность теплового облучения, Вт/м ²			

При наличии в помещении источника лучистого тепла произвести измерение интенсивности теплового облучения с помощью актинометра или радиометра.

Сравнив фактические показатели микроклимата с нормативными величинами, сделать заключение о соответствии или несоответствии последних требованиям ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ.

Лабораторная работа № 4

ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ В ВОЗДУХЕ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ

Цель работы

Ознакомление с нормативными требованиями к содержанию вредных веществ (газов и пыли) в воздухе рабочей зоны и методами их контроля.

Общие сведения

ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» и СанПиН № 11-19-94 «Перечень регламентированных в воздухе рабочей зоны вредных веществ» устанавливают требования к показателям микроклимата и допустимому содержанию вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

Рабочей зоной считается пространство, ограниченное по высоте двумя метрами над уровнем пола или площадки, на которых находятся места постоянного или непостоянного (временного) пребывания работающих. К постоянным относятся рабочие места, на которых работающий находится более 50 % рабочего времени за смену или более двух часов непрерывно.

Вредными веществами называют вещества, вызывающие нарушение процессов нормальной жизнедеятельности как при непосредственном контакте, так и в отдаленные сроки. Результатом воздействия вредных веществ могут явиться острые и хронические отравления. *Острые* отравления являются следствием кратковременного воздействия вредных веществ, поступающих в организм в значительных количествах. *Хронические* развиваются в результате длит-

тельного воздействия вредных веществ, поступающих в организм малыми дозами. Наиболее опасными являются хронические отравления, отличающиеся стойкостью симптомов отравления и приводящие к профессиональным заболеваниям.

СанПиН № 11-19-94 и ГОСТ 12.1.005-88 устанавливают предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны – обязательные санитарные нормативы для использования их при проектировании производственных зданий, технологических процессов, оборудования и вентиляции, а также для текущего санитарного надзора.

ПДК – это концентрация, которая при ежедневной работе (но не более 40 ч в неделю) в течение всего рабочего стажа не может вызвать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований, в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений.

ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ «Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности» подразделяет **вредные вещества по степени воздействия** на организм человека на четыре класса опасности:

- I – вещества чрезвычайно опасные ($\text{ПДК} < 0,1 \text{ мг/м}^3$);
- II – вещества высокоопасные ($\text{ПДК} = 0,1 \dots 1,0 \text{ мг/м}^3$);
- III – вещества умеренно опасные ($\text{ПДК} = 1,1 \dots 10,0 \text{ мг/м}^3$);
- IV – вещества малоопасные ($\text{ПДК} > 10,0 \text{ мг/м}^3$).

Вредные вещества также подразделяются:

- а) **по характеру воздействия** на организм человека:
 - на общетоксические, приводящие к отравлению всего организма;
 - раздражающие, вызывающие раздражение слизистых оболочек и кожных покровов;
 - сенсibiliзирующие, вызывающие различные аллергические реакции в организме;
 - канцерогенные, приводящие к возникновению новообразований, не свойственных здоровым тканям;
 - мутагенные, приводящие к изменению наследственных свойств организма;
 - влияющие на репродуктивную функцию, т.е. способность иметь потомство;

б) по характеру (пути) проникновения в организм на проникающие:

- через дыхательные пути;
- желудочно-кишечный тракт;
- кожный покров;

в) по химическим классам соединений:

- на органические;
- неорганические;
- элементоорганические и др.

Токсический эффект воздействия вредных веществ неодинаков в отношении пола. К одним ядам более чувствителен женский организм, к другим – мужской. СанПиН № 9-72 РБ 98 приводит перечень 156 потенциально опасных химических веществ, влияющих на репродуктивную функцию. В этот перечень внесены такие вещества, как ацетон, бензол, кадмий, ксилол, марганец, медь, пестициды, ртуть, свинец, стирол, фенол, формальдегид и др.

Характер и тяжесть выполняемой работы также влияют на восприимчивость организма к ядам. При тяжелой физической работе активизируются дыхание, кровообращение и потовыделение, что усиливает процесс проникновения ядовитых веществ в организм человека.

Эффективность воздействия токсических веществ зависит от таких производственных факторов, как метеорологические условия, изменение барометрического давления, шум и вибрация. В большинстве случаев они увеличивают опасность воздействия из-за функциональных изменений в состоянии организма и изменения токсических свойств самих веществ.

Фактическая концентрация вредного вещества C_{ϕ} ($\text{мг}/\text{м}^3$) в воздухе рабочей зоны не должна превышать ПДК, т.е. должно соблюдаться условие

$$\frac{C_{\phi}}{\text{ПДК}} \leq 1.$$

При одновременном содержании в воздухе рабочей зоны нескольких веществ *разнонаправленного действия* на организм фактическая концентрация каждого из них сравнивается с соответствующей ПДК.

Если несколько веществ, находящихся в воздухе одновременно, относятся к веществам *однонаправленного действия*, то в этом случае должно соблюдаться условие

$$\frac{C_1}{\text{ПДК}_1} + \frac{C_2}{\text{ПДК}_2} + \dots + \frac{C_n}{\text{ПДК}_n} \leq 1,$$

где C_1, C_2, \dots, C_n – фактические концентрации веществ;

$\text{ПДК}_1, \text{ПДК}_2, \dots, \text{ПДК}_n$ – предельно допустимые концентрации для каждого вещества соответственно.

Министерством здравоохранения совместно с Министерством труда и социальной защиты Республики Беларусь определен перечень химических веществ повышенной опасности и токсичности, наличие которых в воздухе рабочей зоны считается вредным даже в том случае, когда их фактическая концентрация меньше ПДК. Этот перечень разработан на основе СанПиН № 12-32-95 и включает 186 наименований (например: окислы азота, аммиак, марганец и его соединения, медь, озон, оксид углерода, ртуть, серную кислоту, фенол, хлор, щелочи едкие и другие). В соответствии с постановлением правительства Республики Беларусь при работе с указанными веществами осуществляется бесплатное обеспечение работников молоком или равноценными пищевыми продуктами с целью профилактики профессиональных заболеваний.

Многие технологические процессы характеризуются выделением в воздушную среду пыли – взвешенных в воздухе и медленно оседающих твердых частиц разных размеров. Пыль, способная некоторое время находиться в воздухе во взвешенном состоянии, называется аэрозолем, осевшая – аэрогелем.

Вредное воздействие пыли на человека определяется ее концентрацией в воздухе рабочей зоны, происхождением, степенью дисперсности (размером частиц), способом образования и химическим составом.

Фактическая концентрация пыли в воздухе рабочей зоны не должна превышать ПДК, которые приведены в ГОСТ 12.1.005-88 и СанПиН № 11-19-94.

Производственная пыль (аэрозоль) подразделяется:

а) по происхождению:

– на органическую естественного (древесная, костяная, шерстяная и др.) и искусственного (пыль пластмасс, резины и других синтетических продуктов) происхождения;

– неорганическую минеральную (кварцевая, силикатная, цементная и др.) и металлическую (чугунная, железная, алюминиевая и др.);

б) по степени дисперсности:

– на крупнодисперсную (частицы размером более 10 мкм);

– среднедисперсную (частицы размером от 5 до 10 мкм);

– мелкодисперсную (частицы размером от 1 до 5 мкм);

– пылевой «туман» (частицы размером до 1 мкм);

в) по способу образования:

– на аэрозоли дезинтеграции (образуются при механическом измельчении твердых веществ, материалов);

– аэрозоли конденсации (образуются при термических процессах возгонки твердых материалов, например при плавлении, электросварке, вследствие охлаждения и конденсации паров).

Пыль (аэрозоль) также, как и вредные вещества, по степени воздействия на человека делится на четыре класса опасности по воздействию на организм человека (чрезвычайно опасные, высокоопасные, умеренно опасные, малоопасные) и может оказывать раздражающее, канцерогенное и другое действие.

Важную роль играют такие свойства пыли, как ее растворимость, взрывоопасность, радиоактивность, электростатическая зарядность.

Если фактическая концентрация пыли в воздухе рабочей зоны превышает ПДК, то развиваются пылевые заболевания – одни из самых тяжелых и распространенных во всем мире. К таким заболеваниям относятся пневмокониозы, хронические бронхиты и заболевания верхних дыхательных путей.

Пневмокониозы – это хронические пылевые заболевания, при которых наблюдаются выраженные изменения легочной ткани, приводящие к нарушению функций дыхания. Наиболее часто встречаются следующие виды пневмокониозов:

– силикоз, обусловленный вдыханием кварцевой пыли, содержащей свободную двуокись кремния (SiO_2). Это наиболее тяжелая форма пневмокониоза, причем тяжесть заболевания возрастает с увеличением содержания в пыли свободной SiO_2 . Поэтому ПДК для

таких видов пыли 2...4 мг/м³, в то время как для остальных видов – от 1 до 10 мг/м³ с учетом их опасности для человека;

– силикатоз, развивающийся при вдыхании пыли, содержащей SiO₂ в связанном с другими элементами состоянии (магнием, кальцием, алюминием и т.д.);

– электросварочный пневмокониоз;

– асбестоз.

Оценка содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны

Для определения содержания вредных веществ в воздухе отбор проб должен производиться в зоне дыхания при характерных производственных условиях с учетом основных технологических процессов, источников выделения вредных веществ и функционирования технологического оборудования.

В соответствии с ГОСТ 12.1.005-88 и СанПиН № 11-19-94 в течение смены или на отдельных этапах технологического процесса в каждой точке должно быть отобрано такое количество проб (но не менее трех), которое явилось бы достаточным для достоверной гигиенической характеристики состояния воздушной среды. *Периодичность контроля устанавливается в зависимости от класса опасности вредного вещества и принимается:*

для I класса опасности – не реже одного раза в 10 дней;

II класса – не реже одного раза в месяц;

III и IV класса – не реже одного раза в квартал.

Для веществ I и II класса опасности рекомендуется преимущественно использовать непрерывный (автоматический) контроль с обязательным включением систем аварийной вентиляции. Периодичность контроля может быть изменена по согласованию с органами санитарного надзора.

Определение содержания вредных веществ в воздухе производится различными методами: фотометрическим, спектрографическим, хроматографическим и экспресс-анализом.

Наиболее совершенным является метод газовой хроматографии, который позволяет проанализировать химические соединения, входящие в сложные композиции загрязненного воздуха. Сущность метода заключается в отборе пробы и последующем ее анализе в

специальном приборе – хроматографе. На самописце прибора автоматически отображается хроматограмма, при расшифровке которой получают сведения о том, какие вещества и в каком количестве содержались в исследуемой пробе.

Хроматограф и дополнительное к нему оборудование имеют высокую стоимость, а проведение самого анализа требует высокой квалификации специалистов-химиков. Поэтому на предприятиях используют экспрессные методы анализа воздушной среды с помощью газоанализаторов различной конструкции (например, универсальных газоанализаторов типа УГ-1, УГ-2).

Газоанализатор УГ-2 имеет воздухозаборник 1 (рис. 4.1), к которому присоединяется стеклянная трубка 2, наполненная индикаторным порошком, реагирующим на исследуемое вещество. Когда сильфон 3, предварительно сжатый путем надавливания на шток 4, расправляется, воздух с определенной скоростью протягивается через индикаторную трубку. Содержимое индикаторной трубки из-за реакции, возникающей между анализируемым веществом и реактивом (индикаторным порошком), меняет свою окраску. Длина окрашенного столбика соответствует определенной концентрации исследуемого вещества.

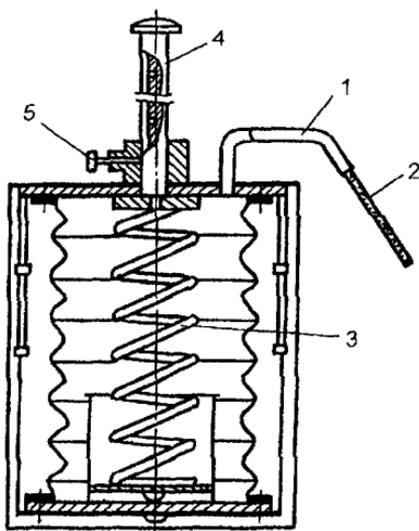


Рис. 4.1. Газоанализатор УГ-2:

1 – воздухозаборник; 2 – трубка с индикаторным порошком;
3 – сильфон; 4 – шток; 5 – стопор

Для анализа содержания в воздухе какого-либо вещества (по указанию преподавателя) с помощью универсального газоанализатора необходимо (см. рис. 4.1):

оттянуть стопор 5;

вставить шток 4 в направляющую втулку так, чтобы стопор скользил по канавке штока;

давлением руки на головку штока 4 сжать сильфон 3 так, чтобы наконечник стопора зашел в верхнее отверстие в канавке штока;

вставить индикаторную трубку 2 в резиновую трубку воздухозаборника;

поместить индикаторную трубку в исследуемую зону;

одной рукой надавить на головку штока 4, а другой рукой отвести стопор 5 (как только шток начнет двигаться, стопор следует отпустить), затем дождаться окончания движения штока;

извлечь индикаторную трубку из резиновой трубки воздухозаборника и приложить ее к шкале исследуемого вещества таким образом, чтобы нижняя граница окрашенного столбика совпала с нулевым делением шкалы, тогда верхняя граница окрашенного порошка определяет концентрацию вещества в воздухе рабочей зоны.

Затем путем сравнения концентрации исследуемого вещества с ПДК необходимо дать его гигиеническую оценку по ГОСТ 12.1.005-88 и СанПиН № 11-19-94.

Оценка содержания пыли в воздухе рабочей зоны

Основным методом определения содержания пыли в воздухе является весовой, основанный на просасывании запыленного воздуха через аналитические фильтры (АФА), эффективность пылезадержания которых составляет 99,5 %. Определив разницу в массе фильтра, взвешенного после отбора пробы пыли, и чистого фильтра, а затем разделив полученный результат на объем воздуха, прошедшего через фильтр, получают концентрацию пыли в воздухе. Для просасывания воздуха через фильтр используют специальный прибор – аспиратор.

Для освоения методики определения концентрации пыли весовым методом имеется установка (рис. 4.2), которая включает аспиратор 2 и пылевую камеру 1, имитирующую запыленное производственное помещение.

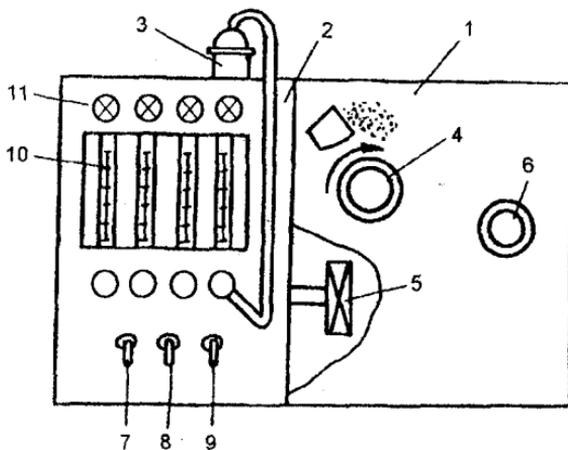


Рис. 4.2. Экспериментальная установка

1 – пылевая камера; 2 – аспиратор; 3 – аллонж; 4 – ручка дозатора; 5 – вентилятор; 6 – отверстие для взятия пробы; 7, 8, 9 – тумблеры для включения-отключения сети, аспиратора и вентилятора соответственно; 10 – реометры; 11 – ручки, регулирующие расход воздуха

Для определения концентрации пыли в пылевой камере необходимо:

взвесить фильтр на аналитических весах с точностью до 0,01 мг и вложить его в аллонж 3;

подсоединить аллонж 3 к аспиратору 2;

включить сеть тумблером 7 и аспиратор тумблером 8;

отрегулировать расход воздуха, отсасываемого из камеры аспиратором, ручкой 11, соответствующей тому реометру 10, к которому подсоединен аллонж с фильтром (расход воздуха устанавливается по верхней границе поплавка реометра), и отключить тумблер 8;

в отверстие 6 для взятия пробы вставить аллонж с фильтром и поворотом ручки дозатора 4 по часовой стрелке (на 1–2 щелчка) подать в пылевую камеру порцию пыли;

тумблером 9 включить вентилятор 5 в пылевой камере;

включить аспиратор на 4–5 мин тумблером 8;

отключить вентилятор, аспиратор и сеть тумблерами 9, 8, 7;

извлечь фильтр из аллонжа и взвесить его.

Затем необходимо определить фактическую концентрацию пыли в воздухе пылевой камеры по формуле

$$C = \frac{m_2 - m_1}{q \cdot t},$$

где m_1, m_2 – соответственно масса чистого фильтра и фильтра с пылью, мг;

q – расход воздуха, м³/мин;

t – время отбора проб, мин.

Путем сравнения концентрации пыли с ПДК дать гигиеническую оценку воздушной среды в пылевой камере.

Лабораторная работа № 5

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ШУМА И МЕТОДОВ ЕГО СНИЖЕНИЯ

Цель работы

1. Ознакомление с нормативными требованиями и методикой измерения характеристик шума в производственных помещениях.
2. Ознакомление с аппаратурой по замеру шума, измерение характеристик постоянного шума в акустической камере, оценка эффективности мероприятий по снижению шума.

Общие сведения

Шум – совокупность звуков, различных по частоте и интенсивности, вредно влияющих на организм человека. Шум возникает при механических колебаниях в твердых, жидких и газообразных средах. С физической стороны он характеризуется частотой колебаний, звуковым давлением, интенсивностью или силой звука.

Ухо человека способно воспринимать звуковые колебания воздуха с частотой от 16 до 20000 Гц. Колебания с частотой ниже 16 Гц называются инфразвуковыми, а свыше 20000 Гц – ультразвуковыми. Инфразвук и ультразвук не вызывают слуховых ощущений, но оказывают биологическое действие на организм человека.

Шум является общебиологическим раздражителем. Воздействуя на нервную систему, он оказывает влияние на весь организм человека.

Шум вызывает головные боли, повышение кровяного давления, снижает концентрацию внимания и остроту зрения, ослабляет память, замедляет психические реакции, приводит к расстройству нервной системы, понижает работоспособность и производительность труда, способствует возникновению условий, которые приводят к несчастным случаям.

> Интенсивный шум вызывает нарушение секреторной и моторной деятельности желудка, изменения в сердечно-сосудистой системе, приводит к развитию заболеваний органов слуха (неврит слухового нерва, тугоухость, глухота и т.д.).

○ Слуховой аппарат человека обладает неодинаковой чувствительностью к звукам различной частоты (рис. 5.1). Минимальное звуковое давление и минимальная интенсивность звуков, воспринимаемых слуховым аппаратом человека, определяют порог слышимости.

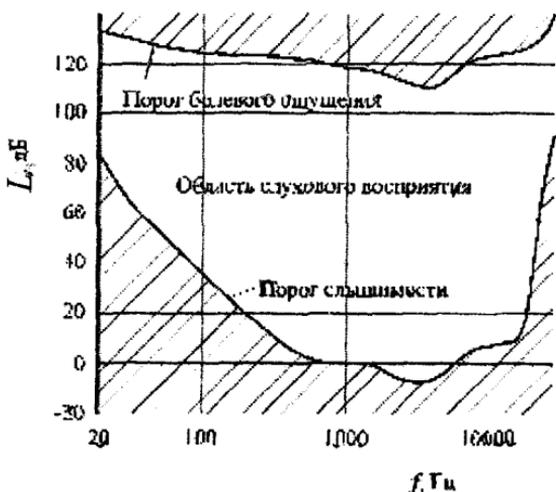


Рис. 5.1. Область слухового восприятия человека

За эталонный принят звук с частотой 1000 Гц. При этой частоте порог слышимости по интенсивности составляет $I_0 = 10^{-12}$ Вт/м², соответствующее ему звуковое давление $P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Па, а порог болевого ощущения возникает при $I = 10^2$ Вт/м² и $P = 2 \cdot 10^2$ Па.

Верхняя граница воспринимаемых человеком звуков принимается за порог болевого ощущения. Порог болевого ощущения 110...130 дБ.

Между порогом слышимости и болевым порогом лежит область слышимости.

Ухо человека реагирует не на абсолютное, а на относительное изменение интенсивности звука, при этом ощущения человека пропорциональны логарифму количества энергии шума или другого раздражителя. Кроме того, по закону Вебера–Фехнера раздражающее действие шума на человека пропорционально не квадрату звукового давления, а его логарифму.

Поэтому для характеристики шума пользуются двумя логарифмическими величинами: уровнем интенсивности L_I и уровнем звукового давления L_P , выражаемыми в децибелах:

$$L_I = 10 \lg I/I_0, \text{ дБ};$$

$$L_P = 20 \lg P/P_0, \text{ дБ},$$

где I – интенсивность звука в данной точке, Вт/м^2 ;

$I_0 = 10^{-12} \text{ Вт/м}^2$ – интенсивность звука, соответствующая порогу слышимости при частоте 1000 Гц;

P – звуковое давление в данной точке, Па;

$P_0 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Па}$ – пороговое звуковое давление на частоте 1000 Гц.

1 дБ – едва заметное на слух изменение громкости, которое соответствует изменению интенсивности звука на 26 % или звукового давления на 12 %.

Логарифмическая шкала в децибелах (0...140) позволяет определить чисто физическую характеристику шума независимо от частоты. Наибольшая чувствительность слухового аппарата человека характерна для средних и высоких частот (800...1000 Гц), наименьшая – для низких (20...100 Гц). Поэтому, чтобы приблизить результаты объективных измерений к субъективному восприятию, введено понятие скорректированного уровня звукового давления.

Суть коррекции – введение зависящих от частот звука поправок к уровню соответствующей величины. Эти поправки стандартизованы в международном масштабе. Наиболее употребительна коррекция A . Скорректированный уровень звукового давления ($L_A = L_P - \Delta L_A$) называется **уровнем звука** и измеряется в **дБА**.

При исследовании шумов весь диапазон частот разбивают на полосы частот и определяют мощность процесса, приходящуюся на каждую полосу. Чаще всего используют октавные ($f_2 / f_1 = 2$) и третьоктавные ($f_2 / f_1 = \sqrt[3]{2}$) полосы частот, где f_2 и f_1 – верхняя и нижняя граничные частоты соответственно. При этом в качестве частоты, характеризующей полосу в целом, берется среднегеометрическая частота f :

$$f = \sqrt{f_1 \cdot f_2}.$$

Например, октавную полосу 22,4...45 Гц выражает среднегеометрическая частота 31,5 Гц; 45...90 Гц – 63 Гц; 90...180 – 125 Гц; 180...355 Гц – 250 Гц; 355...710 Гц – 500 Гц и т.д.

В результате сформирован стандартный ряд из девяти октавных полос со среднегеометрическими частотами 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц, который используется в ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ «Шум. Общие требования безопасности» и СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки».

Шумы классифицируются:

а) по характеру спектра:

– на *широкополосный шум* с непрерывным спектром шириной более одной октавы;

– *тональный шум*, в спектре которого имеются выраженные дискретные (тональные) тона, причем для практических целей (при контроле параметров звука на рабочих местах) тональный характер шума устанавливают измерением в третьоктавных полосах частот по превышению уровня звукового давления в одной полосе над соседними не менее чем на 10 дБ;

б) по временным характеристикам:

– на *постоянный шум*, уровень звука которого за 8-часовой рабочий день (рабочую смену) изменяется во времени не более чем на 5 дБА;

– *непостоянный*, уровень звука которого за 8-часовой рабочий день (рабочую смену) изменяется во времени более чем на 5дБА.

Непостоянный шум подразделяется:

– на *колеблющийся* – шум, уровень звука которого непрерывно изменяется во времени;

– *прерывистый* – шум, уровень звука которого изменяется во времени ступенчато (на 5 дБА и более) при условии, что длительность интервала, в течение которого шум остается постоянным, составляет 1 с и более;

– *импульсный* – шум, состоящий из одного или нескольких звуковых сигналов, каждый длительностью менее 1 с, при этом уровни звука, измеренные на стандартизированных временных характеристиках «импульс» и «медленно» шумомера, отличаются не менее чем на 7 дБА и более.

Нормирование шума

Нормируемыми параметрами постоянного шума на рабочих местах являются:

– уровни звукового давления L_P , дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц, определяемые по формуле

$$L_P = 20 \lg P/P_0, \text{ дБ},$$

где P – среднее квадратическое значение звукового давления, Па;

$P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Па – исходное значение звукового давления в воздухе;

– уровень звука L_A , дБА, определяемый по формуле

$$L_A = 20 \lg P_A/P_0, \text{ дБА},$$

где P_A – среднее квадратическое значение звукового давления с учетом коррекции «А» шумомера, Па.

Оценка постоянного шума на соответствие предельно допустимым уровням должна проводиться как по уровням звукового давления, так и по уровням звука, которые приведены в табл. 5.1.

Превышение хотя бы одного из указанных показателей должно квалифицироваться как несоответствие ГОСТ 12.1.003-83 и СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002.

Предельно допустимые уровни звукового давления, уровни звука и эквивалентные уровни звука для основных наиболее типичных видов трудовой деятельности и рабочих мест

Вид трудовой деятельности, рабочие места	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц										Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	10	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1. Творческая деятельность, руководящая работа с повышенными требованиями, научная деятельность, конструирование и проектирование, программирование, преподавание и обучение, врачебная деятельность; рабочие места в помещениях дирекции, проектно-конструкторских бюро; расчетчиков; программистов вычислительных машин, в лабораториях для теоретических работ и обработки данных, приема больных в здравпунктах	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50	
2. Высококвалифицированная работа, требующая сосредоточенности, административно-управленческая деятельность, измерительные и аналитические работы в лабораториях; рабочие места в помещениях цехового управленческого аппарата, в рабочих комнатах конторских помещений, лабораториях	93	79	70	63	58	55	52	50	49	60	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<p>3. Работа, выполняемая с часто получаемыми указаниями и акустическими сигналами; работа, требующая постоянного слухового контроля; операторская работа по точному графику с инструкцией; диспетчерская работа: рабочие места в помещениях диспетчерской службы, кабинетах и помещениях наблюдения и дистанционного управления с речевой связью по телефону, машинписных бюро, на участках точной сборки, на телефонных и телеграфных станциях, в помещениях мастеров, в залах обработки информации на вычислительных машинах</p>	96	83	74	68	63	60	57	55	54	65
<p>4. Работа, требующая сосредоточенности, работа с повышенными требованиями к процессам наблюдения и дистанционного управления производственными циклами: рабочие места за пультами в кабинетах наблюдения и дистанционного управления без речевой связи по телефону; в помещениях лабораторий с шумным оборудованием, в помещениях для размещения шумных агрегатов вычислительных машин</p>	103	91	83	77	73	70	68	66	64	75

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
5. Выполнение всех видов работ (за исключением перечисленных в пп. 1-4 и аналогичных им) на постоянных рабочих местах в производственных помещениях и на территории предприятий	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80
6. Рабочие места водителей и обслуживающего персонала грузовых автомобилей	100	87	79	72	68	65	63	61	59	70
7. Рабочие места водителей и обслуживающего персонала (пассажиров) легковых автомобилей и автобусов	93	79	70	63	58	55	52	50	49	60
8. Рабочие места водителей и обслуживающего персонала тракторов, самоходных шасси, прицепных и навесных сельскохозяйственных машин, строительно-дорожных и других аналогичных машин	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Нормируемыми параметрами непостоянного шума на рабочих местах являются:

– *эквивалентный (по энергии) уровень звука, определяемый по формуле*

$$L_{A \text{ экв}} = 10 \lg 1/T \int_0^T (P_A(t)/P_0)^2 dt,$$

где T – заданный интервал времени, с.

$P_A(t)$ – текущее значение среднего квадратического звукового давления с учетом коррекции «А» шумомера, Па;

P_0 – исходное значение звукового давления в воздухе ($2 \cdot 10^{-5}$ Па);

– *максимальный уровень звука:*

а) для колеблющегося и прерывистого шума – в **дБА**, измеренный на временной характеристике «медленно»;

б) для импульсного шума – в **дБАИ**, измеренный на временной характеристике «импульс».

Оценка непостоянного шума на соответствие предельно допустимым уровням должна проводиться как по эквивалентному, так и по максимальному уровням звука (в **дБА** или **дБАИ**).

Превышение хотя бы одного из указанных показателей должно квалифицироваться как несоответствие ГОСТ 12.1.003-83 и СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002.

Предельно допустимые уровни в соответствии с ГОСТ 12.1.003-83 и СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002 должны приниматься:

– для тонального и импульсного шума – на **5 дБА (дБАИ)** меньше значений, указанных в табл. 5.1;

– для шума, создаваемого в помещениях установками кондиционирования воздуха, вентиляции и воздушного отопления, – на **5 дБ (дБА)** меньше значений, указанных в табл. 5.1.

*Максимальный уровень звука для колеблющегося и прерывистого шума не должен превышать **110 дБА**, а для импульсного шума – **125 дБАИ**.*

Запрещается даже кратковременное пребывание в зонах с уровнем звука или уровнем звукового давления в любой октавной полосе свыше **135 дБА(дБ)**.

Меры борьбы с шумом

Борьба с шумом ведется по трем основным направлениям: снижение шума в источнике его образования за счет конструктивных технологических и эксплуатационных мероприятий; снижение шума на пути его распространения от источника к рабочим местам; уменьшение вредного воздействия шума на организм человека за счет средств индивидуальной защиты.

Наиболее эффективным методом борьбы с шумом является дистанционное управление технологическим оборудованием. В этом случае обслуживающий персонал располагается в специальных кабинах наблюдения, находящихся в производственном помещении или за его пределами.

Сущность звукоизоляции состоит в том, что большая часть звуковой энергии отражается от преграды, часть энергии поглощается самой преградой и лишь незначительная часть энергии проникает за ограждение. В качестве звукоизолирующих преград используются звукоизолирующие стены, перегородки, акустические экраны, кожухи, кабины.

Одним из методов строительной акустики является использование шумопоглощающих конструкций или материалов, которыми облицовывают потолки и стены помещений. Процесс поглощения звука в материале происходит за счет перехода звуковой энергии в тепловую в результате вязкого трения воздуха в порах материала.

Звукопоглощающие материалы по своей структуре являются пористыми. К ним следует отнести пенопласт, поролон, технический войлок, минеральную вату, керамзит, гипсовые плиты и др.

На рабочих местах, где снизить шум до допустимых значений за счет технических мероприятий не представляется возможным, обслуживающий персонал должен применять средства индивидуальной защиты: вкладыши, наушники и шлемофоны.

Экспериментальная часть

Применяемые приборы и оборудование

Акустическая камера (рис. 5.2), моделирующая производственное помещение, представляет собой деревянный ящик, состоящий

из двух отсеков, один из которых (левый) облицован поролоном. Передняя стенка обоих отсеков выполнена откидной.

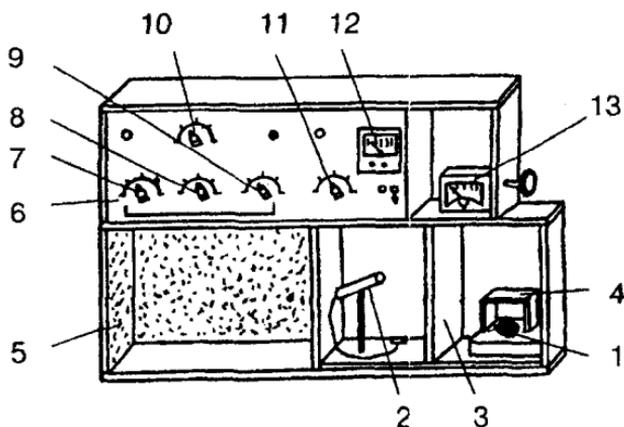


Рис. 5.2. Схема экспериментальной установки:

1 – источник шума; 2 – микрофон; 3 – звукоизолирующая перегородка; 4 – звукоизолирующий кожух; 5 – звукоизолирующая облицовка камеры; 6 – измеритель шума и вибрации ИШВ-1; 7 – переключатель «Децибелы I»; 8 – переключатель «Род измерения»; 9 – переключатель «Децибелы II»; 10 – переключатель «Частота»; 11 – переключатель «Род работ»; 12 – стрелочный прибор; 13 – регулятор напряжения источника шума

Источником шума является динамик 1, который вместе с микрофоном 2 крепится на выдвижном основании. В правом отсеке камеры предусмотрена возможность установки между источником шума (динамиком) и микрофоном звукоизолирующей перегородки 3, которая позволяет разделить отсек на две части, имитируя размещение источника шума и микрофона шумомера в соседних помещениях.

Звукоизоляция источника шума может быть достигнута и с помощью кожуха 4, внутренняя поверхность которого облицована слоем поролона.

Для измерения шума используется измеритель шума и вибрации ИШВ-1, принцип работы которого основан на преобразовании звуковых и механических колебаний исследуемых объектов в электрический сигнал, который затем усиливается и измеряется с помощью прибора ПИ-6.

В качестве преобразователя звуковых колебаний в электрический сигнал используется капсуль микрофонный конденсаторный М-101. Электрический сигнал через усилитель прибора поступает на стрелочный прибор, проградуированный в децибелах.

Измерение уровней звука шумомером ИШВ-1 производится по характеристикам ЛИН, А, В, С, а измерение уровней звукового давления в октавных полосах частот осуществляется с помощью встроенных в прибор октавных фильтров с частотами 16; 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц.

Для измерения уровня звука (шума) по характеристике «А» необходимо установить переключатели на передней панели прибора в следующие положения:

- «Децибелы I» – в положение «80»;
- «Децибелы II» – в положение «40»;
- «Род измерения» – в положение «А»;
- «Род работы» – в положение «Медленно».

Если при измерении стрелка прибора окажется в левой части шкалы, то она выводится в правую часть изменением положения переключателей «Децибелы I» и «Децибелы II». Отсчет по измерительному прибору производится сложением показаний переключателей «Децибелы I», «Децибелы II» и стрелочного прибора.

Измерение уровней звукового давления в октавных полосах частот производится при включении переключателя «Род измерения» в положение «Фильтры», а переключателя «Частота» – путем поочередной установки в положения 31,5...8000 Гц.

Порядок выполнения работы

1. Измерение уровней звука и звукового давления в акустической камере без использования средств снижения шума:

- включить источник шума в отсеке акустической камеры без звукопоглощающей облицовки, произвести измерения уровня звука по характеристике «А» шумомера и уровней звукового давления на всех нормируемых октавных полосах частот;
- выключить шумомер и источник шума;
- полученные данные занести в табл. 5.2.

Результаты замеров

Параметры	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц								Уровень звука, дБА
	31,5	63	125	500	1000	2000	4000	8000	
Измеренные характеристики шума: - в камере без средств снижения шума L									
- со звукоизолирующей перегородкой $L_{пер}$									
- со звукоизолирующим кожухом $L_{кож}$									
- со звукопоглощающей облицовкой $L_{обл.}$									
Допустимые значения (см. табл. 5.1)									

2. *Определение эффективности использования звукоизолирующей перегородки:*

– открыть крышку правого отсека, между источником шума и микрофоном установить звукоизолирующую перегородку, закрыть крышку камеры;

– включить источник шума и шумомер, произвести измерение уровня звука по характеристике «А» шумомера и уровней звукового давления во всех октавных полосах частот;

– выключить шумомер и источник шума, вынуть звукоизолирующую перегородку, закрыть крышку камеры, результаты измерений занести в табл. 5.2.

3. *Определение эффективности применения звукоизолирующего кожуха:*

– открыть крышку правого отсека камеры и накрыть источник шума звукопоглощающим кожухом таким образом, чтобы он не касался динамика;

– закрыть крышку камеры;

– включить источник шума и шумомер, произвести измерения уровня звука по характеристике «А» шумомера и уровней звукового давления в октавных полосах частот;

– выключить шумомер и источник шума, снять кожух, закрыть крышку камеры, результаты измерений занести в табл. 5.2.

4. *Определение эффективности применения звукопоглощающей облицовки:*

– открыть крышку правого отсека камеры, источник шума и микрофон извлечь оттуда и перенести в левый отсек камеры, облицованный поролоном, закрыть крышку камеры;

– включить источник шума и шумомер, произвести измерения уровня звука по характеристике «А» шумомера и уровней звукового давления в октавных полосах частот;

– выключить источник шума и шумомер, перенести микрофон и источник шума в правое отделение акустической камеры, закрыть крышку камеры, результаты измерений занести в табл. 5.2.

5. *Сделать вывод об эффективности средств, используемых для снижения шума в акустической камере.*

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ВИБРАЦИИ И МЕТОДОВ ЕЕ СНИЖЕНИЯ

Цель работы

1. Ознакомление с методикой измерения параметров вибрации и гигиенической оценкой вибрации, передающейся на работающих.
2. Ознакомление с методами и средствами вибрационной защиты.

Общие сведения

Вибрация – механические колебания и волны в твердых телах.

По способу передачи на человека вибрация подразделяется на локальную и общую.

Локальная вибрация передается через руки человека, воздействует на ноги сидящего человека, предплечья, контактирующие с вибрирующими поверхностями.

Общая вибрация передается через опорные поверхности на тело стоящего или сидящего человека.

Источниками локальной вибрации, передающейся на работающих, могут быть:

- ручные машины с двигателем или ручной механизированный инструмент;
- органы управления машинами и оборудованием;
- ручной инструмент и обрабатываемые детали.

Общая вибрация в зависимости от источника ее возникновения подразделяется:

- на общую вибрацию категории 1 – транспортную, воздействующую на человека на рабочих местах самоходных и прицепных машин, транспортных средств при движении по местности;
- общую вибрацию категории 2 – транспортно-технологическую, воздействующую на человека на рабочих местах машин, перемещающихся по специально подготовленным поверхностям производственных помещений, промышленных площадок, на горных выработках, а также на рабочих местах водителей легковых автомобилей и автобусов, как базовых, так и специальных;

– общую вибрацию категории 3 – технологическую, воздействующую на человека на рабочих местах стационарных машин или передающуюся на рабочие места, не имеющие источников вибрации.

Общая вибрация категории 3 по месту действия подразделяется на следующие типы:

3а – на постоянных рабочих местах производственных помещений предприятий;

3б – на рабочих местах на складах, в столовых, бытовых, дежурных и других вспомогательных производственных помещений, где нет машин, генерирующих вибрацию;

3в – на рабочих местах в административных и служебных помещениях заводов, конструкторских бюро, лабораторий, учебных пунктов, вычислительных центров, здравпунктов и других помещениях для работников умственного труда.

По временным характеристикам вибрация подразделяется:

– на *постоянную*, для которой величина нормируемых параметров за время наблюдения (не менее 10 мин или время технологического цикла) изменяется не более чем в 2 раза (6 дБ) при измерении с постоянной времени 1 с;

– *непостоянную*, для которой величина нормируемых параметров за время наблюдения (не менее 10 мин или время технологического цикла) изменяется более чем в 2 раза (6 дБ) при измерении с постоянной времени 1 с, в том числе:

а) на колеблющуюся во времени вибрацию, для которой величина нормируемых параметров непрерывно изменяется во времени;

б) прерывистую вибрацию, когда контакт человека с вибрацией прерывается, причем длительность интервалов, в течение которых имеет место контакт, составляет более 1 с;

в) импульсную вибрацию, состоящую из одного или нескольких вибрационных воздействий (например, ударов), каждый длительностью менее 1 с.

Основными параметрами, характеризующими вибрацию, являются частота (f , Гц), амплитуда (A , м), виброскорость (V , м/с) и виброускорение (a , м/с²), находящиеся в следующей зависимости:

$$V = 2\pi f A, \text{ м/с};$$

$$a = (2\pi f)^2 \cdot A, \text{ м/с}^2.$$

Вибрация может оцениваться также уровнями виброскорости (L_V , дБ) и виброускорения (L_a , дБ):

$$L_V = 20 \lg \frac{V}{V_0}, \text{ дБ};$$

(6.1)

$$L_a = 20 \lg \frac{a}{a_0}, \text{ дБ},$$

где V – среднеквадратичное значение виброскорости, м/с;

V_0 – пороговое значение виброскорости, равное $5 \cdot 10^{-8}$ м/с;

a – виброускорение, м/с²;

a_0 – пороговое значение виброускорения, равное $3 \cdot 10^{-4}$ м/с².

Неблагоприятное воздействие вибрации зависит также от способа передачи ее на человека, длительности воздействия, индивидуальной чувствительности организма, а также от сопутствующих факторов: шума, охлаждения, статических нагрузок и др.

Длительное и систематическое воздействие интенсивной вибрации на работающих вызывает виброболезнь, связанную с нарушением жизнедеятельности наиболее важных органов и систем человека: нервной, сердечно-сосудистой, опорно-двигательного аппарата и др.

Нормирование вибрации

В соответствии с ГОСТ 12.1.012-90 и СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-33-2002 гигиеническая оценка постоянной и непостоянной вибрации, воздействующей на человека, должна проводиться следующими методами:

- частотным (спектральным) анализом нормируемого параметра;
- интегральной оценкой по частоте нормируемого параметра;
- интегральной оценкой с учетом времени воздействия вибрации по эквивалентному (по энергии) уровню нормируемого параметра.

Основным методом, характеризующим вибрационное воздействие на человека, является частотный анализ.

Нормируемый диапазон частот для локальной вибрации устанавливается в виде октавных полос со среднегеометрическими частотами 8; 16; 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000 Гц.

Нормируемый диапазон частот для общей вибрации в зависимости от ее категории устанавливается в виде октавных ($\frac{f_2}{f_1} = 2$) или

третьоктавных полос ($\frac{f_2}{f_1} = \sqrt[3]{2}$) со среднегеометрическими частотами

($f = \sqrt{f_1 \cdot f_2}$, где f_1 и f_2 – нижние и верхние значения частот) 0,8; 1,0; 1,25; 1,6; 2,0; 2,5; 3,15; 4,0; 5,0; 6,3; 8,0; 10,0; 12,5; 16,0; 20,0; 25,0; 31,5; 40,0; 50,0; 63,0; 80,0 Гц (для категории 3а – 2,0; 4,0; 8,0; 16,0; 31,5; 63,0 Гц).

Нормируемыми параметрами постоянной вибрации являются:

– среднеквадратические значения виброускорения (м/с^2) и виброскорости (м/с), измеряемые в октавных (третьоктавных) полосах частот, или их логарифмические уровни (дБ);

– скорректированные по частоте значения виброускорения и виброскорости или их логарифмические уровни.

Нормируемыми параметрами непостоянной вибрации являются эквивалентные по (по энергии) скорректированные по частоте значения виброускорения и виброскорости или их логарифмические уровни.

Скорректированный уровень параметра вибрации (L_U , дБ) – одночисловая характеристика вибрации, непосредственно измеряемая или определяемая как результат энергетического суммирования уровней вибрации в октавных (третьоктавных) полосах с учетом октавных весовых коэффициентов (поправок) по формуле

$$L_U = 10 \lg \sum_{i=1}^n 10^{0,1(L_{Ui} + \Delta L_{Ui})},$$

где L_U – скорректированный уровень параметра вибрации, дБ;

L_{Ui} – октавные (третьоктавные) уровни параметра вибрации, дБ;

ΔL_{Ui} – октавные (третьоктавные) весовые поправки, дБ;

i – порядковый номер октавной (третьоктавной) полосы;

n – число октавных (третьоктавных) полос.

Значения октавных и третьоктавных коэффициентов (поправок) для общей и локальной вибрации приведены в ГОСТ 12.1.012-90 и СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-33-2002.

Эквивалентный (по энергии) корректированный уровень параметра непостоянной вибрации за время оценки ($L_{U_{\text{экв}}}$, дБ) – это корректированный уровень параметра вибрации с учетом времени воздействия вибрации в течение рабочей смены, определяемый по формуле

$$L_{U_{\text{экв}}T} = 10 \lg [1/T \sum_{i=1}^n 10^{0,1L_{U_{\text{экв}}} t_i}],$$

где $L_{U_{\text{экв}}}$ – эквивалентный корректированный уровень параметра вибрации за время t , дБ;

$T = t_1 + t_2 + \dots + t_i$ – суммарное время оценки вибрации за смену;

t_i – время действия вибрации с уровнем $L_{U_{\text{экв}}}$, ч;

n – общее число интервалов действия вибрации за смену.

При длительности воздействия локальной вибрации менее 480 мин в течение смены определяют допустимое значение виброскорости V_t по формуле

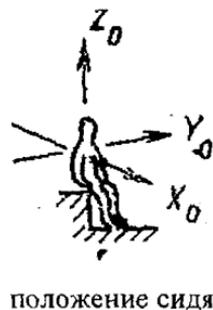
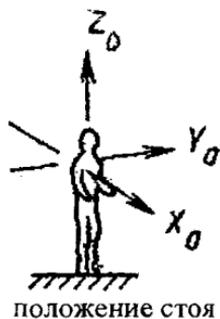
$$V_t = V_{480} \sqrt{\frac{480}{t}}, \quad (6.2)$$

где V_{480} – предельно допустимое значение виброскорости для длительности воздействия вибрации 480 мин (принимается по табл. 6.2);

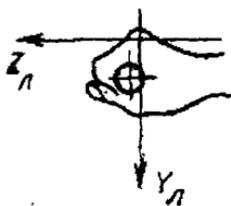
t – продолжительность воздействия вибрации за рабочую смену, мин.

Предельно допустимые значения виброскорости и виброускорения и их логарифмические уровни (рис. 6.1) вдоль осей ортогональной системы координат для общей вибрации категории 3а на постоянных рабочих местах в производственных помещениях предприятий приведены в табл. 6.1, а для локальной – в табл. 6.2.

Общая вибрация



Локальная вибрация



При охвате цилиндрических, торцовых и близких к ним поверхностей

При охвате сферических поверхностей

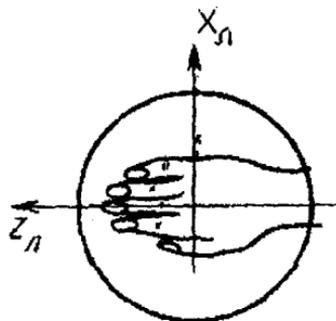
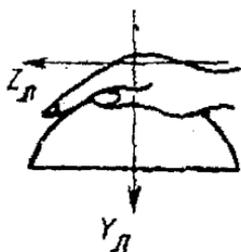


Рис. 6.1. Направление координатных осей при действии вибрации

Предельно допустимые значения общей вибрации
для рабочих мест, категория 3 – технологическая типа «а»

Среднегеометрические частоты полос, Гц	Допустимые значения по осям X_0, Y_0, Z_0			
	виброскорость		виброускорение	
	м/с · 10 ⁻²	дБ	м/с ²	дБ
	1/1 окт			
2,0	1,3	108	0,14	53
4,0	0,45	99	0,10	50
8,0	0,22	93	0,10	50
16,0	0,20	92	0,20	56
31,5	0,20	92	0,40	62
63	0,20	92	0,80	68
Корректированные и эквивалентные корректированные значения и их уровни	0,2	92	0,1	50

Таблица 6.2

Предельно допустимые значения локальной вибрации

Среднегеометрические частоты полос, Гц	Допустимые значения по осям X_0, Y_0, Z_0			
	виброускорение		виброскорость	
	м/с ²	дБ	м/с · 10 ⁻²	дБ
8	1,4	73	2,8	115
16	1,4	73	1,4	109
31,5	2,7	79	1,4	109
63	5,4	85	1,4	109
125	10,7	91	1,4	109
250	21,3	97	1,4	109
500	42,5	103	1,4	109
1000	85,0	109	1,4	109
Корректированные и эквивалентные корректированные значения и их уровни	2,0	76	2,0	112

Меры защиты от вибрации

Профилактика виброболезни обеспечивается применением вибробезопасных машин, использованием средств виброзащиты, снижающих воздействующую на работающих вибрацию на путях ее распространения от источника возбуждения.

При проектировании технологических процессов и производственных зданий и сооружений должны быть выбраны машины с наименьшей вибрацией; разработаны схемы размещения машин с учетом создания минимальных уровней вибрации на рабочих местах; произведена оценка ожидаемой вибрационной нагрузки на оператора; выбраны строительные решения оснований и перекрытий, обеспечивающие выполнение требований вибрационной безопасности труда.

При проведении организационно-технических мероприятий, направленных на соблюдение технического состояния машин в процессе эксплуатации, следует предусмотреть своевременное проведение планового и предупредительного ремонта машин, совершенствование режимов работы машин, применение средств индивидуальной защиты, введение и соблюдение режимов труда и отдыха работающих, соблюдение сроков контроля вибрационных характеристик машин и вибрационной нагрузки на оператора.

Ограничение времени воздействия вибрации осуществляется путем установления внутрисменного режима труда для лиц виброопасных профессий. Режим труда устанавливается при превышении вибрационной нагрузки на оператора не менее 1 дБ (в 1,12 раза), но не более 12 дБ (в 4 раза).

При превышении вибрационной нагрузки более 12 дБ запрещается проводить работы и применять машины, генерирующие такую вибрацию.

Периодичность контроля вибрационной нагрузки на оператора при воздействии локальной вибрации должна быть не реже двух раз в год, общей – не реже раза в год.

Усилие нажатия, необходимое для работы ручной машины в паспортном режиме, не должно превышать для одnorучной машины 100 Н, для двуручной – 150 Н. Температура поверхности рукояток ручных машин должна находиться в пределах 21,5...43,5 °С. Рукоятки и другие места контакта рук оператора с ручными машинами

должны иметь покрытие с коэффициентом теплопередачи не более $0,5 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$.

В табл. 6.3 приведено допустимое суммарное время непрерывного воздействия локальной вибрации на работающих за смену.

Таблица 6.3

Допустимое время воздействия локальной вибрации за смену

Показатель превышения вибрационной нагрузки на оператора Δ , дБ	$T_{\text{н}}$, мин	Показатель превышения вибрационной нагрузки на оператора Δ , дБ	$T_{\text{н}}$, мин
1	381	7	95
2	308	8	76
3	240	9	60
4	191	10	48
5	151	11	38
6	120	12	30

Экспериментальная часть

Измерение параметров вибрации производится с помощью механических, оптических или электрических приборов. Для гигиенической оценки вибрации рабочих мест применяются наиболее чувствительные электрические приборы, в которых с помощью специальных датчиков механическое колебание преобразуется в электрический сигнал с последующей его обработкой и измерением или регистрацией самопишущим устройством. К таким приборам относятся измеритель шума и вибрации ИШВ-1, низкочастотная виброизмерительная аппаратура НВА-1, аппаратура фирм RFT (Германия), «Брюль и Кьер» (Дания) и др.

***Порядок измерения параметров вибрации
с использованием электродинамического стенда ВЭДС-10***

В качестве источника колебаний в данной работе применяется электродинамический стенд ВЭДС-10А, позволяющий генериро-

вать колебания в диапазоне частот 5...5000 Гц с виброускорением до 160 м/с^2 (рис. 6.2).

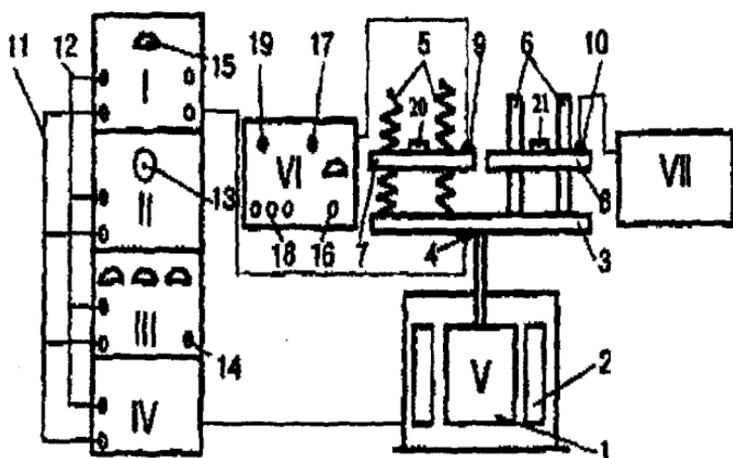


Рис. 6.2. Экспериментальная установка:

I, II, III, IV – соответственно блоки измерения вибрации, генератора, усилителя и катушки подмагничивания; V – вибровозбудитель; VI и VII – измеритель шума и вибрации; 1 – подвижная катушка; 2 – постоянный магнит; 3 – площадка; 4 – вибропреобразователь Д-14; 5 и 6 – соответствующие пружинные и поролоновые упругие опоры; 7 и 8 – виброизолированные площадки; 9 и 10 – вибропреобразователи Д-13; 11 – тумблеры включения блоков; 12 – сигнальные лампочки; 13 – шкала частоты; 14 – ручка «Уровень»; 15 – шкала блока измерения; 16 – переключатель «Род работы»; 17 – лампочка; 18 – переключатель «Род измерения», 19 – переключатель октавных полос; 20, 21 – пригрузки

Ток подвижной катушки 1 взаимодействует с постоянным магнитным полем электромагнита 2 и создает возбуждающую силу, вызывающую колебание подвижной площадки 3. На этой площадке закреплен вибропреобразователь 4 типа Д-14, с помощью которого контролируется величина виброускорения по шкале 15 блока измерения I.

С помощью пружинных 5 и поролоновых 6 упругих опор на столе 3 установлены виброизолированные площадки 7 и 8, на которых закреплены вибропреобразователи 9 и 10 типа Д-13, подключенные к измерителям шума и в вибрации VII типа ИШВ-1, позволяющим определять октавные уровни виброскорости в диапазоне частоты 16...8000 Гц.

Изучить экспериментальную установку и меры безопасности.

Произвести измерение параметров вибрации на площадках 7 и 8 экспериментальной установки с помощью измерителей шума и вибрации типа ИШВ-1 в следующей последовательности.

На площадках 7 и 8 закрепить пригрузки 20 и 21 массой по 0,19 кг.

Включить блоки стенда тумблерами 11 на передних панелях и проверить их включение с помощью лампочек 12. По шкале генератора 11 стенда установить заданную преподавателем частоту колебаний, а ручкой «Уровень» 14 блока усилителя III – виброускорение, контролируемое шкалой 15.

Включить ИШВ-1 правым поворотом переключателя 16 «Род работы» в положение «Контроль питания», при этом начинается мерцание лампочки 17.

Для измерения уровней виброскорости в октавных полосах частот переключатель 18 «Род измерения» установить в положение «Фильтры», а переключатель октавных частот 19 – на частоту 16 Гц.

Переключатели на приборе измерительном установить в следующие положения:

«Децибелы I» – «90»;

«Децибелы II» – «40».

Если при измерениях стрелка прибора измерительного располагается в левой части шкалы, она выводится в правую часть изменением положения переключателя «Децибелы I», а затем «Децибелы II» вправо.

Результат измерения равен сумме показания переключателей «Децибелы I» и «Децибелы II», показания стрелочного прибора и поправки ΔL , учитывающей ослабление сигнала интегратором и вибропреобразователем и равной 40 дБ.

Корректированный уровень виброскорости L_v на виброизолированных площадках 7 и 8 определяется при переводе переключателя 18 в положение «Лин».

Результаты измерений занести в табл. 6.4. Предельно допустимые значения уровня виброскорости ($L_{v \text{ доп}}$) определяются по табл. 6.1.

По результатам сравнения заданных, измеренных и предельно допустимых значений октавных уровней виброскорости производится гигиеническая оценка рабочих мест на площадках 7 и 8. При превышении вибрации определяется допустимая продолжительность ее воздействия в течение смены по формуле (6.2), записанной в виде

$$t = 480 \frac{V_{480}^2}{V_t^2},$$

где V_t – фактическое значение виброскорости на площадках 7 и 8; вычисляется по значению измеренного скорректированного уровня виброскорости L_V (табл. 6.4) с использованием формулы (6.1) или определяется по табл. 6.5.

Таблица 6.4

Результаты измерений

Параметры	Масса пригруза, кг	Уровень виброскорости в октавных полосах частоты, Гц						Корректированный уровень виброскорости L_V , дБ
		2	4	8	16	31,5	63	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Измеренные октавные уровни виброскорости $L_{V\text{изм}}$								
На виброизолированной площадке 7, дБ								
- на площадке 8, дБ								
Предельно допустимые уровни виброскорости $L_{V\text{доп}}$, дБ								
Результаты сравнения $L_{V\text{изм}} - L_{V\text{доп}}$								
- для площадки 7, дБ								
- для площадки 8, дБ								

Если по условиям технологии фактическая продолжительность воздействия вибрации превышает допустимую, необходимо произвести расчет виброизоляции.

Соотношение между уровнями виброскорости, дБ, и ее значениями, м/с

Десятки, дБ	Единицы, дБ									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
50	$1,6 \cdot 10^{-5}$	$1,8 \cdot 10^{-5}$	$2,0 \cdot 10^{-5}$	$2,2 \cdot 10^{-5}$	$2,5 \cdot 10^{-5}$	$2,8 \cdot 10^{-5}$	$3,2 \cdot 10^{-5}$	$3,5 \cdot 10^{-5}$	$4,0 \cdot 10^{-5}$	$4,5 \cdot 10^{-5}$
60	$5,0 \cdot 10^{-5}$	$5,6 \cdot 10^{-5}$	$6,3 \cdot 10^{-5}$	$7,1 \cdot 10^{-5}$	$7,9 \cdot 10^{-5}$	$8,9 \cdot 10^{-5}$	$1,0 \cdot 10^{-4}$	$1,01 \cdot 10^{-4}$	$1,3 \cdot 10^{-4}$	$1,4 \cdot 10^{-4}$
70	$1,6 \cdot 10^{-4}$	$1,8 \cdot 10^{-4}$	$2,0 \cdot 10^{-4}$	$2,2 \cdot 10^{-4}$	$2,5 \cdot 10^{-4}$	$2,8 \cdot 10^{-4}$	$3,2 \cdot 10^{-4}$	$3,5 \cdot 10^{-4}$	$4,0 \cdot 10^{-4}$	$4,5 \cdot 10^{-4}$
80	$5,0 \cdot 10^{-4}$	$5,6 \cdot 10^{-4}$	$6,3 \cdot 10^{-4}$	$7,1 \cdot 10^{-4}$	$7,9 \cdot 10^{-4}$	$8,9 \cdot 10^{-4}$	$1,0 \cdot 10^{-3}$	$1,1 \cdot 10^{-3}$	$1,3 \cdot 10^{-3}$	$1,1 \cdot 10^{-3}$
90	$1,6 \cdot 10^{-3}$	$1,8 \cdot 10^{-3}$	$2,0 \cdot 10^{-3}$	$2,2 \cdot 10^{-3}$	$2,5 \cdot 10^{-3}$	$2,8 \cdot 10^{-3}$	$3,2 \cdot 10^{-3}$	$3,5 \cdot 10^{-3}$	$4,0 \cdot 10^{-3}$	$4,5 \cdot 10^{-3}$
100	$5,0 \cdot 10^{-3}$	$5,6 \cdot 10^{-3}$	$6,3 \cdot 10^{-3}$	$7,1 \cdot 10^{-3}$	$7,9 \cdot 10^{-3}$	$8,9 \cdot 10^{-3}$	$1,0 \cdot 10^{-2}$	$1,1 \cdot 10^{-2}$	$1,3 \cdot 10^{-2}$	$1,4 \cdot 10^{-2}$
110	$1,6 \cdot 10^{-2}$	$1,8 \cdot 10^{-2}$	$2,0 \cdot 10^{-2}$	$2,2 \cdot 10^{-2}$	$2,5 \cdot 10^{-2}$	$2,8 \cdot 10^{-2}$	$3,2 \cdot 10^{-2}$	$3,5 \cdot 10^{-2}$	$4,0 \cdot 10^{-2}$	$4,5 \cdot 10^{-2}$
120	$5,0 \cdot 10^{-2}$	$5,6 \cdot 10^{-2}$	$6,3 \cdot 10^{-2}$	$7,1 \cdot 10^{-2}$	$7,9 \cdot 10^{-2}$	$8,9 \cdot 10^{-2}$	$1,0 \cdot 10^{-1}$	$1,1 \cdot 10^{-1}$	$1,3 \cdot 10^{-1}$	$1,4 \cdot 10^{-1}$
130	$1,6 \cdot 10^{-1}$	$1,8 \cdot 10^{-1}$	$2,0 \cdot 10^{-1}$	$2,2 \cdot 10^{-1}$	$2,5 \cdot 10^{-1}$	$2,8 \cdot 10^{-1}$	$3,2 \cdot 10^{-1}$	$3,5 \cdot 10^{-1}$	$4,0 \cdot 10^{-1}$	$4,5 \cdot 10^{-1}$
140	$5,0 \cdot 10^{-1}$	$5,6 \cdot 10^{-1}$	$6,3 \cdot 10^{-1}$	$7,1 \cdot 10^{-1}$	$7,9 \cdot 10^{-1}$	$8,9 \cdot 10^{-1}$	1,0	1,1	1,3	1,4

Порядок измерения параметров вибрации на стенде с виброплощадкой

Ознакомиться с экспериментальной установкой и изучить устройство виброметра ВИП-2 и методику измерения вибрации.

Виброметр ВИП-2 (в дальнейшем виброметр) предназначен для измерения вибрации работающего оборудования и машин в лабораторных условиях.

Диапазон измерения:

- действующих значений виброскорости $0,1 \pm 100$ мм/с;
- размаха виброперемещений 2 ± 1000 мкм.

Пределы измерительных поддиапазонов:

- а) по виброскорости 1, 3, 10, 30, 100 мм/с;
- б) по виброперемещению 10, 30, 100, 300, 1000 мкм.

Виброметр состоит из вибропреобразователя, прибора измерительного и соединительного кабеля.

Допустимый наклон вибропреобразователя относительно вертикального рабочего положения 30° .

Принцип работы вибропреобразователя состоит в следующем: при контактировании штыря с вибрирующим объектом происходит смещение подвижной системы (инертной массы) относительно корпуса магнитопровода, при этом на концах обмотки катушки подвешенной системы возникает ЭДС, величина которой пропорциональна скорости смещения.

Прибор измерительный конструктивно выполнен в виде отдельного блока. На лицевой панели расположены показывающий прибор и переключатели «Род работы» и «Пределы измерений». На корпусе также установлен входной разъем для подключения вибропреобразователя.

Переключатель «Род работы» имеет следующие положения:

- «откл.» – питание прибора отключено;
- «контр. питания» – контролируется наличие и величина питающего напряжения;

– $\frac{mm}{s}$ – положение, при котором измеряется действующее значение виброскорости, мм/с;

– $\mu\text{м}$ – положение, при котором измеряется виброперемещение, мкм .

Верхние цифры (1, 3, 10, 30, 100), относящиеся к переключателю «Пределы измерения», обозначают предельные числовые отметки шкалы (мм/с) показывающего прибора при измерении виброскорости.

Нижние цифры (10, 30, 100, 300, 1000) – предельные числовые отметки шкалы (мкм) показывающего прибора при измерении виброперемещения.

При подготовке к работе переключатели установить в следующие положения:

«Пределы измерения» – положение 100/100;

«Род работы» – контроль питания.

Стрелка показывающего прибора должна устанавливаться между отметками 7 и 10 шкалы прибора, что свидетельствует о нормальной величине напряжения питания.

Привести вибростенд (рис. 6.3) в рабочее состояние:

– подать напряжение на автотрансформатор 3 и электродвигатель 1 включением вилки в розетку 220 В и тумблера на панели (при этом на панели загорается красная лампочка);

– установить регулятор автотрансформатора в положение, соответствующее 480 об/мин (8 об/с).

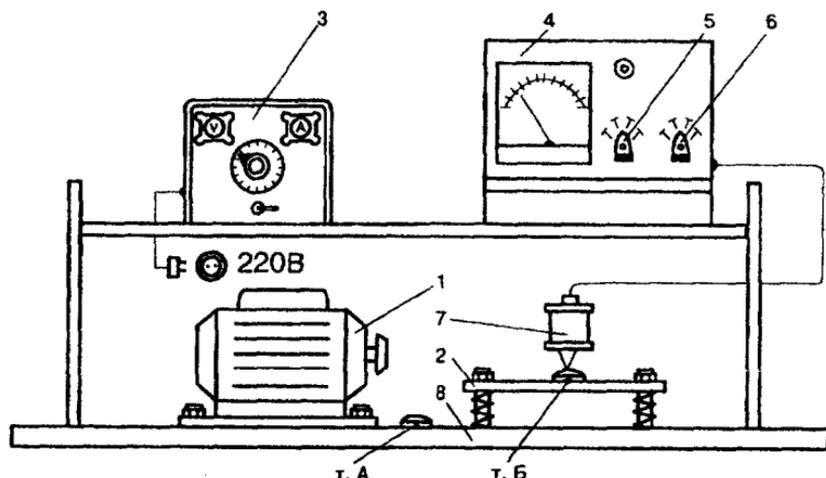


Рис. 6.3. Экспериментальная установка:

1 – электродвигатель (источник вибрации); 2 – платформа на виброизоляторах; 3 – автотрансформатор; 4 – измерительный прибор; 5 – переключатель «Пределы измерений»; 6 – переключатель «Род работы»; 7 – вибропреобразователь; 8 – основание

Произвести измерение параметров вибрации.

При измерении виброскорости переключатель «Род измерения» установить в положение «мм/с»; штырем вибропреобразователя прикоснуться к вибрирующей поверхности и переключателем «Пределы измерения» выбрать необходимый предел измерения. Измерения произвести в т. А на основании и т. Б платформы, расположенной на виброизоляторах.

При измерении виброперемещения переключатель «Род работы» перевести в положение « μm » и произвести измерение.

Затем установить регулятор автотрансформатора в положение, соответствующее 960 об/мин (16 об/с), а затем 1440 об/мин (24 об/с).

Произвести аналогичные измерения виброперемещения и виброскорости в вышеуказанных точках, результаты измерений занести в табл. 6.6.

Таблица 6.6

Результаты измерений

№ п/п	n , об/мин	f , Гц	$A \cdot 10^{-6}$, м	$v \cdot 10^{-2}$, м/с	L_v , дБ, м/с	$L_{\text{доп}} \cdot 10^{-2}$, м/с	$L_{\text{доп}}$, дБ
1	А						
	Б						
2	А						
	Б						
3	А						
	Б						

Рассчитать значения уровня виброскорости L_v . Сравнив измеренные и допустимые значения виброскорости, дать оценку эффективности виброизоляторов.

Порядок измерения параметров вибрации на стенде с вибропоглощающим материалов при помощи измерителя вибрации ВШВ-003

Ознакомиться с экспериментальной установкой и изучить устройство измерителя вибрации ВШВ-003 (в дальнейшем ВШВ-003, рис. 6.4).

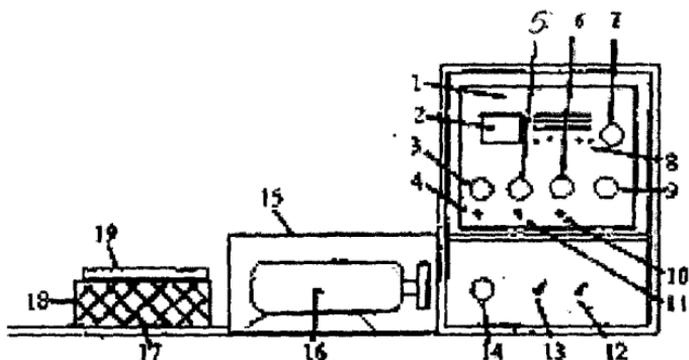


Рис. 6.4. Экспериментальная установка:

1 – прибор ВШВ-003; 2 – показывающий прибор; 3 – делитель dB1; 4 – кнопка «V»; 5 – делитель dB2; 6 – переключатель «Фильтры октавные»; 7 – «Род работы»; 8 – светодиоды; 9 – «Род измерений»; 10 – кнопка включения «Фильтры октавные»; 11 – кнопка « I_{KH2} »; 12 – тумблер «Сеть»; 13 – тумблер «Двигатель»; 14 – переключатель частоты вибрации; 15 – кожух; 16 – электродвигатель (источник вибрации); 17 – платформа; 18 – виброизолятор; 19 – платформа на виброизоляторе

ВШВ-003 построен по принципу преобразователя механических колебаний исследуемых объектов в пропорциональные сигналы, которые затем усиливаются и измеряются с помощью прибора.

В качестве преобразователя механических колебаний в электрические сигналы используется преобразователь пьезоэлектрический ДН-3.

Электрические сигналы, снимаемые с вибропреобразователя, пропорциональны виброускорению колеблющегося объекта.

При измерении виброскорости электрические сигналы, пропорциональные виброускорению, преобразуются интегрирующим устройством, расположенным в приборе.

Электрические сигналы, пропорциональные виброскорости и виброускорению, усиливаются измерительным трактом до величины, необходимой для нормальной работы среднеквадратичного детектора, и затем поступают на показывающий прибор, проградуированный в децибелах средних квадратичных значений виброускорения и виброскорости.

Измерение виброускорения

Вибропреобразователь ДН-3 устанавливается на исследуемом объекте и при помощи переходника $5 \text{ } \varnothing \text{ } 5.282.167$ соединяется с предусилителем ПМ-3.

Переключатели ВШВ-003 установить в положения:

ДЕЛИТЕЛЬ dV1 – 80;

ДЕЛИТЕЛЬ dV2 – 50;

Род измерений – ЛИН;

Род работы – F или S.

Нажать кнопку I_{KHz} (при работе со щупом).

В таком положении переключателей будет загораться светодиод против цифры 10^3 м/с^2 для вибропреобразователя ДНЗ. Это значит, что при измерении виброускорения отсчет необходимо производить по шкале 0-10 с учетом данного масштаба измерения, т.е. в диапазоне $0 \dots 1000 \text{ м/с}^2$. Например: при положении стрелки показывающего прибора на цифре 8 ускорение будет равно 800 м/с^2 .

При измерении необходимо использовать сначала ДЕЛИТЕЛЬ dV1, а затем ДЕЛИТЕЛЬ dV2.

Светодиоды указывают одновременно на масштаб и выбор шкалы на показывающем приборе (0-10) или (0-31,6).

Измерение виброскорости

Переключатели ВШВ-003 установить в положения:

ДЕЛИТЕЛЬ dV1 – 80;

ДЕЛИТЕЛЬ dV2 – 50;

Род измерений – ЛИН;

Род работы – F или S.

Нажать кнопку I_{KHz} (при работе со щупом).

1. Произвести измерения виброускорения.

2. Нажать кнопку «V».

3. Переключая ДЕЛИТЕЛЬ dV2 добиваться отключения стрелки показывающего прибора в секторе 0-10. При этом ДЕЛИТЕЛЬ dV1 должен оставаться в положении, выбранном при измерении виброускорения по общему уровню. Например, при использовании вибропреобразователя ДН-3 загорелся светодиод против цифры 0,3 по шкале мм/с. Это означает, что положение стрелки показывающего прибора на отметке 2 шкалы 0-31,6 соответствует виброскорости 0,2 мм/с.

Измерение виброускорения и виброскорости в октавных полосах

Необходимо произвести измерения по общему уровню. Затем установить переключатель частоты «Октавные фильтры» в положение, когда выбранная для измерения частота соответствует среднеквадратичному значению октавной полосы.

Нажать кнопку «Фильтры октавные» и произвести измерения по методике, описанной выше, для виброускорения или виброскорости.

П р и м е ч а н и е: при работе с октавными фильтрами необходимо использовать только переключатель ДЕЛИТЕЛЬ dB2. Переключатель ДЕЛИТЕЛЬ dB1 должен оставаться в положении, выбранном при измерении по общему уровню.

Результаты измерений внести в таб. 6.7.

Таблица 6.7

Результаты измерений

Частота, Гц	a , м/с ²	V , м/с ⁻²	a доп	V доп	L_a	L_V	L_a доп	L_V доп

При оценке виброускорения и виброскорости в децибелах следует сложить показания светодиода по шкале dB M 101 с показанием показывающего прибора (используется шкала ÷ dB) и затем к результатам измерения следует:

- прибавить 26 дБ при измерении виброскорости;
- отнять 10 дБ при измерении виброускорения.

ЗАЩИТА ОТ ИСТОЧНИКОВ ТЕПЛООВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Цель работы

1. Ознакомление с характером воздействия тепловых излучений на человека и защитными мерами.
2. Освоение методики измерения интенсивности тепловых излучений и гигиенической оценки теплового облучения работающих.
3. Расчет тепловых излучений технологического оборудования, подбор и оценка эффективности защитных экранов.

Общие сведения

Тепловое (инфракрасное) излучение возникает везде, где температура выше абсолютного нуля. Основными источниками тепловых излучений в производственных помещениях являются открытое пламя, расплавленный нагретый металл, нагретые поверхности оборудования, источники искусственного освещения. Исследования показывают, что не менее 60 % всего теряемого тепла распространяется в окружающей среде путем инфракрасного (ИК) излучения. Энергия ИК излучения при поглощении твердыми телами переходит в тепловую, вызывая их нагрев. Таким образом, наличие в производственном помещении источников ИК излучения (расплавленных или нагретых материалов, нагретых поверхностей технологического оборудования, открытого пламени и т.д.) приводит к повышению температуры всех окружающих предметов, что значительно ухудшает метеорологические параметры воздуха рабочей зоны. У человека под действием инфракрасных лучей наблюдается не только повышение температуры кожных покровов, но и морфологические, функциональные измерения в организме. Глубина проникновения ИК излучений зависит от длины волны λ . В производственных условиях гигиеническое значение имеет диапазон ИК излучений с $\lambda = 0,7 \dots 70$ мкм.

Неравномерный нагрев тканей организма при поглощении ИК лучей приводит к переполнению кровеносных сосудов, усилению обмена веществ (увеличивается содержание фосфора и натрия в крови), изменению морфологического состава крови (снижается число лейкоцитов и тромбоцитов). Наблюдаются изменения центральной нерв-

ной и сердечно-сосудистой систем (учащается сердцебиение, нарушается артериальное давление). Воздействуя на глаза, ИК излучения могут вызвать ряд патологических изменений: конъюнктивиты, помутнение роговицы, спазм зрачков, ожог сетчатки.

При длительном пребывании человека в зоне теплового потока происходит нарушение теплового баланса в организме. Реакции терморегуляции в теле работают с перегрузкой. Из-за обильного потоотделения происходит нарушение водно-солевого режима, что может привести к судорогам, тепловому удару. Все это отрицательно сказывается на работоспособности человека: наблюдается снижение внимания (нарастание числа ошибочных операций), возникает чувство «расслабленности». Поэтому при наличии в производственном помещении источников ИК излучений должны соблюдаться требования ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» и СанПиН 9-80 РБ 98 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».

Воздействие инфракрасных излучений на организм человека оценивается по величине интенсивности теплового излучения q , измеряемой в ваттах на квадратный метр ($Вт/м^2$). Колебания интенсивности теплового облучения на рабочих местах зависят от многих причин: характера технологического процесса, температуры источника излучения, расстояния между рабочим местом и источником, наличия средств защиты, длительности облучения, площади облучаемого участка тела человека.

Интенсивность теплового облучения работающих от нагретых поверхностей технологического оборудования, осветительных приборов и т.д. в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.005-88 и СанПиН 9-80 РБ98 не должна превышать значений, приведенных в табл. 7.1.

Таблица 7.1

Допустимые величины интенсивности теплового облучения работающих

Облучаемая поверхность тела, %	Интенсивность теплового облучения, $Вт/м^2$, не более
50 и более	35
25...50	70
Не более 25	100

Интенсивность теплового облучения от открытых источников (нагретый металл, стекло, открытое пламя и т.д.) не должна превышать 140 Вт/м^2 при условии облучения не более 25 % поверхности тела и обязательном использовании средств индивидуальной защиты, в том числе средств защиты лица и глаз.

При наличии источников теплового облучения работающих СанПиН 9-80 РБ98 устанавливает следующие величины максимальной допустимой температуры воздуха на рабочих местах:

- 25 °С – при категории работ I а;
- 24 °С – при категории работ I б;
- 22 °С – при категории работ II а;
- 21 °С – при категории работ II б;
- 20 °С – при категории работ III.

В целях профилактики тепловых травм температура наружных поверхностей технологического оборудования не должна превышать 45 °С.

При значениях интенсивности теплового облучения, превышающих вышеуказанные нормативные величины, необходимо учитывать время, в течение которого организм человека может переносить тепловую радиацию. Степень переносимости человеком тепловой радиации приведена в табл. 7.2.

Таблица 7.2

Степень переносимости человеком тепловой радиации

Интенсивность тепловой радиации, Вт/м^2	Переносимость (время)
560	Неопределенно долго
840	До 6 мин
1400	2,5...5 мин
2100	40...60 с
2800	30...40 с
3500	10...30 с
7000	5...11 с
8750	3...8 с
10500	3...7 с
14000	1...5

Мероприятия по оздоровлению воздушной среды

Требуемое состояние воздушной среды в рабочей зоне может быть обеспечено выполнением определенных мероприятий, к основным из которых относятся:

- механизация и автоматизация производственных процессов, дистанционное управление;
- устройство систем вентиляции и отопления;
- защита от источников тепловых излучений (теплоизоляция нагретых поверхностей, экранирование источников излучения и рабочих мест, использование индивидуальных средств защиты, рациональный режим труда и отдыха).

Теплоизоляция является эффективным средством уменьшения не только интенсивности теплового излучения от нагретых поверхностей, но и общих тепловыделений, а также предотвращения ожогов при прикосновении к этим поверхностям. Для теплоизоляции применяют самые разнообразные материалы и конструкции из них (специальный бетон и кирпич, минеральную и стеклянную вату, асбест, войлок и т.п.).

Теплоизоляция должна быть выполнена так, чтобы температура наружных поверхностей технологического оборудования не превышала 45 °С.

Экранирование, т.е. устройство оградительных конструкций на пути распространения инфракрасных излучений, является наиболее распространенным и эффективным способом уменьшения интенсивности облучения работающего. Экраны по характеру действия делятся на теплоотражающие, теплопоглощающие и теплоотводящие.

Теплоотражающие экраны используются для отражения тепловыделений от поверхностей печей, наружных поверхностей кабин управления, кранов и изготавливаются из листового алюминия, белой жести, алюминиевой фольги, укрепленных на несущем материале – картоне, сетке. Используются также экраны из закаленного стекла «Затос» (силикатное закаленное стекло с пленочным оксидно-оловянным покрытием и легированными добавками), превосходящие по своим отражательным способностям экраны из сталинита.

К **теплопоглощающим экранам** относятся металлические сетки (размер ячейки 3...5 мм), цепные звенья, армированное стекло, водяные завесы.

Водяные и цепные завесы, устраиваемые у рабочих окон печей, используются в том случае, когда через экран необходимо вводить детали, заготовки и т.п.

Цепные экраны, изготовленные в виде плотной сетки с подвижными петлями или из обыкновенных мелких цепей, снижают лучистый поток на 60...70 %, при этом сохраняется возможность наблюдения за ходом технологического процесса.

Хороший эффект дают прозрачные водяные завесы в виде сплошной тонкой пленки, образующейся при равномерном стекании воды с гладкой поверхности. Пленочные завесы эффективны в основном для экранирования излучения низкотемпературных источников. Водяные завесы поглощают поток тепла до 80 % без существенного ухудшения видимости, т.е. являются прозрачными для световых лучей. Для защиты машинистов кранов в горячих цехах, операторов постов управления используются экраны из силикатного и органического стекла.

Теплоотводящие экраны выполняются в виде стальных плит, в полостях которых циркулирует вода или водовоздушная смесь, обеспечивая температуру на наружной поверхности экрана не выше 35 °С.

Эффективность теплозащитного экрана определяется по формуле

$$\gamma = \frac{q_0 - q_1}{q_0} \cdot 100 \%,$$

где q_0 – интенсивность теплового излучения источника, Вт/м²;

q_1 – интенсивность теплового излучения за экраном, Вт/м².

Рациональный питьевой режим, режим труда, гидропроцедуры.

Для восстановления водного баланса в организме рабочих снабжают газированной подсоленной водой (от 0,2 до 0,5 % хлористого натрия) из расчета 4–5 л на человека в смену. Такая вода уменьшает жажду, потоотделение, потерю массы, способствует снижению температуры тела, улучшению самочувствия, повышению производительности труда.

При высокой интенсивности теплового излучения в течение смены устраиваются перерывы, частота и длительность которых определяется условиями и категорией работы. С этой целью для рабо-

тающих устраиваются специальные так называемые радиационные кабины или комнаты отдыха, в которых обеспечивается оптимальный микроклимат. Температура стен в этих комнатах предусматривается более низкая, чем температура воздуха.

Средства индивидуальной защиты применяются в целях исключения или снижения воздействия лучистой энергии на организм человека (спецодежда, очки со специальными стеклами-светофильтрами).

Лечебно-профилактические мероприятия включают предварительные и периодические медицинские осмотры в целях предупреждения и ранней диагностики заболеваний у работающих.

Экспериментальная часть

Измерение интенсивности теплового излучения

При наличии источников лучистого тепла интенсивность теплового облучения на рабочих местах замеряют в направлении максимального теплоизлучения от каждого источника, располагая приемник перпендикулярно потоку на высоте 0,5; 1,0 и 1,5 м от пола. Для измерения используются актинометры, действие которых основано на поглощении лучистой энергии и превращении ее в тепловую. Чувствительным элементом этого прибора является алюминиевая пластинка, на которой в шахматном порядке расположены зачерненные и блестящие секции. Эта пластина через термопару подсоединена к гальванометру, проградуированному в калориях. Принцип действия прибора основан на том, что зачерненные и блестящие полосы алюминиевой пластины обладают различной лучепоглощающей способностью. Зачерненные полосы, поглощая во много раз больше инфракрасных лучей, чем блестящие, нагреваются при облучении сильнее, что способствует образованию термоэлектрического тока, сила которого пропорциональна разнице температур прикреплённых к полоскам спаев.

Актинометр предназначен для измерения интенсивности тепловой радиации в диапазоне от 0 до 20 кал/см² · мин. Цена одного деления шкалы равна 0,5 кал. Для получения интенсивности теплового излучения в ваттах на квадратный метр показания гальванометра необходимо умножить на 700.

Порядок работы с актинометром:

установить стрелку гальванометра в нулевое положение при помощи корректора при закрытом термоприемнике;

направить термоприемник в сторону источника тепла и открыть крышку актинометра;

проводить измерение в течение 2–3 с, после чего закрыть термоприемник крышкой;

занести результаты измерений в табл. 7.3.

Таблица 7.3

Результаты измерений

Вид защитного экрана	Интенсивность тепловых излучений, Вт/м ² , при расстоянии l до источника, м			Величина γ , % (для $l = 0,8$ м)	Нормативная величина интенсивности теплового излучения для открытого источника, Вт/м ²
	0,4	0,6	0,8		
При отсутствии экрана					
С водяной завесой					
С цепной завесой: из одного ряда цепей двух рядов цепей трех рядов цепей					

Для измерения интенсивности тепловых излучений в диапазоне от 1 до 2000 Вт/м² может быть использован радиометр «Аргус-03». Принцип работы прибора основан на преобразовании потока излучения, создаваемого источником, в непрерывный электрический сигнал, который затем преобразуется аналого-цифровым преобразователем в цифровой код, который отображается на цифровом табло индикаторного блока.

В измерительной головке установлен первичный преобразователь излучения – термоэлемент для измерения энергетической освещенности. На передней панели индикаторного блока прибора размещен переключатель пределов измерений и гнезда для аналогового сигнала с выхода головки.

Оценка эффективности теплозащитных экранов

Работа выполняется на установке для определения поглощения лучистой энергии экранами (рис. 7.1). Источником лучистой энергии 1 служит нагревательное устройство, выполненное в виде спирали накаливания и отражателя. Водяная завеса 3 создается за счет слива воды из ванночки 6, конструкция которой обеспечивает получение водяной завесы равномерной толщины по всей ширине. Секция цепной завесы состоит из трех рядов висящих металлических цепей 4, установленных на поворотных кронштейнах, которые дают возможность устанавливать на пути потока излучения один, два или три ряда цепей.

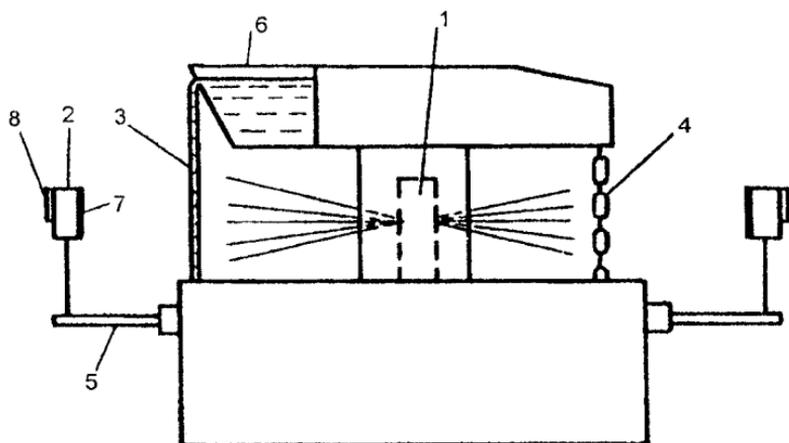


Рис. 7.1. Схема установки для определения поглощения лучистой энергии экранами: 1 – источник лучистой энергии; 2 – актинометр; 3 – водяная завеса; 4 – цепная завеса; 5 – штанга; 6 – ванночка водослива; 7 – алюминиевые полоски; 8 – гальванометр

Измерение интенсивности тепловых потоков производится актинометром 2. Расстояние между источником лучистой энергии 1 и актинометром 2 регулируется подвижной штангой 5.

Выполняя работу, необходимо:

1) произвести измерения интенсивности тепловых излучений на расстоянии от источника излучения $l = 0,4; 0,6; 0,8$ м;

2) рассчитать эффективность используемых теплозащитных экранов γ (для $l = 0,8$ м);

- 3) полученные данные занести в табл. 7.3;
- 4) соотнести их с нормативной величиной интенсивности;
- 5) сделать вывод о наиболее эффективном теплозащитном экране, используемом в лабораторной установке.

Расчет тепловых излучений технологического оборудования

Цель расчета – теоретически определить интенсивность теплового потока, идущего от источника; используя справочную литературу, подобрать защитный экран и проверить его эффективность. Исходные данные для расчета принимаются по табл. 7.4 по указанию преподавателя.

Таблица 7.4

Исходные данные для расчета интенсивности излучения технологического оборудования

Вариант расчета	Источник излучения	$T, ^\circ\text{C}$	Площадь $F, \text{ м}^2$, источника или его размеры, м	$l, \text{ м}$
1	Разливка стали из печи в ковш	1520	0,4	6,0
2	Разливка чугуна из вагранки в ковш	1320	0,60	4,0
3	Заливка кокилей алюминием вручную	750	0,25	1,2
4	Печь отжига	860	0,8 x 1,0	3,0
5	Печь кузнечная	1000	0,4 x 0,6	2,5
6	Сушило проходное для сушки полуформ	180	1,5 x 2,0	1,5
7	Кабина завалочного крана при плавке металла в дуговых электропечах	1520	6,2	14,0
8	Приемка горячего металла (блужинг)	950	2,8	4,5

Порядок расчета:

1. Исходя из заданного источника излучения и необходимости его обслуживания рабочим, по табл. 7.1 выбрать нормативную величину интенсивности теплового облучения.

2. Рассчитать фактическую интенсивность теплового потока от источника тепловых излучений по одной из следующих формул:

$$q = 3,26F[(T/100)^4 - 110]/l^2 \text{ при } l/F \geq 1;$$

$$q = 3,26 \sqrt{F} [(T/100)^4 - 110]/l \text{ при } l/F < 1,$$

где q – интенсивность теплового потока, Вт/м²;

F – площадь излучающей поверхности, м²;

T – температура излучающей поверхности, °С;

l – расстояние от центра излучающей поверхности до облучаемого объекта, м.

Для выбора расчетной формулы предварительно необходимо определить отношение l/F .

3. Если по данным расчета наблюдается превышение допустимой величины интенсивности, необходимо по табл. 7.5 подобрать защитное средство, учитывая при этом и температуру источника излучения.

4. Определить эффективность выбранного экрана.

Таблица 7.5

Характеристика теплозащитных средств

Средства, их назначение	Вид	Конструктивные особенности	Коэф. пропускания излучений	Условия применения	
				облученность, кВт/м ²	температура источника, °С
1	2	3	4	5	6
Экраны для локализации излучений непрозрачные	Теплоотводящие	Полостные плиты-коробки (с проточной водой, с воздушным охлаждением и т.п.)	0,07	4,9...14	200...1200
		Заслонка сварная, футерованная огнеупором, с водяным охлаждением	0,12	14	1800...2000
		Металлический лист, омываемый водой	0,12	0,7...3,5	300

1	2	3	4	5	6
Экраны для локализации излучений непрозрачные	Теплопогло- тительные	Заслонка литая, футерованная кирпичом или теплоизолирующим материалом	0,70	3,5...7	800...900
		Щит металлический, футерованный кирпичом	0,70	3,5...10,5	400...600
		Щит металлический, облицованный асбестом	0,45	0,35...3,5	300
		Завесы из стеклоткани	0,5	0,7...3,5	400
	Теплоотра- жательные	Экран из алюминиевых листов одинарный	0,15	0,7...3,5	800
		Экран из алюминиевых листов многослойный с продувом водовоздушной смесью	0,10	3,5...10,5	1400
	Комбиниро- ванные	Экран из алюминия на перлите	0,03	3,5...7	1200
Экраны для локализации излучений полупрозрачные	Теплоотво- дящие	Цепная завеса, орошаемая водой	0,20	0,7...8,4	1200
	Теплопогло- тительные	Цепная завеса	0,40	0,7...4,9	1000
		Стекло с металлической сеткой	0,30	0,7...4,9	1000
Экраны для локализации излучений прозрачные	Теплоотво- дящие	Завеса водяная	0,10	0,35...4,9	900
	Теплопогло- тительные	Вододисперсная завеса	0,40	3,5...7	1800
		Стекло-сталинит одинарное	0,37	0,7...1,4	1000
		Стекло оконное одинарное (2 мм)	0,49	0,7...1,4	800
		Оргстекло сине-зеленое толщиной 5 мм	0,30	3,5...4,9	1000
	Теплоотра- жательные	Стекло с пленочным покрытием из окислов металлов оловянно-сурьмяное «Затос»	0,12	0,7...11,9	1300

Лабораторная работа № 8

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ РАДИОЧАСТОТНОГО ДИАПАЗОНА

Цель работы: ознакомление с нормативными требованиями и методикой измерения напряженности электромагнитного поля и плотности магнитного потока на рабочем месте оператора ПЭВМ.

Общие сведения

Источники и характеристики электромагнитных излучений

Электромагнитные колебания – взаимосвязанные колебания электрического и магнитного полей, составляющих единое электромагнитное поле (ЭМП). Распространение электромагнитных колебаний происходит в виде электромагнитных волн. *Электромагнитное излучение* – электромагнитные волны, испускаемые каким-либо источником, свободно распространяющиеся в пространстве и не связанные с источником, образовавшим эти волны.

Источниками излучения электромагнитной энергии являются мощные радиостанции, телевизионные станции, радиолокаторы, промышленные установки индукционного нагрева, системы сотовой связи, измерительные, контрольные и лабораторные приборы различного назначения, лазеры, видеомониторы, клавиатура и системные блоки компьютеров.

Электромагнитные поля характеризуются следующими параметрами: частотой излучения f , Гц; напряженностью электрического E , В/м, и магнитного H , А/м, полей; плотностью T_{Π} магнитного потока B ; плотностью потока энергии ППЭ, Вт/м².

Плотность потока энергии показывает, какое количество энергии протекает за 1 с сквозь площадку в 1 м², расположенную перпендикулярно распространению волн.

Биологическое действие электромагнитных полей (ЭМП) радиочастот

Изменения в организме может вызвать только та часть энергии излучения, которая поглощается этим веществом, а отраженная или проходящая через него энергия действия не оказывает.

Степень и характер воздействия ЭМП на организм человека определяются длиной волны, интенсивностью излучения, режимом облучения (непрерывный или прерывистый), продолжительностью воздействия, размером облучаемой поверхности, индивидуальными особенностями человека.

Электромагнитные поля оказывают термическое, морфологическое действия и приводят к функциональным изменениям в организме.

Под воздействием ЭМП происходит поглощение энергии поля тканями тела человека. Колебания дипольных молекул воды и ионов, содержащихся в тканях, приводят к преобразованию электромагнитной энергии внешнего поля в *теловую*, что сопровождается повышением температуры тела или локальным избирательным нагревом тканей, органов, клеток, особенно органов с плохой терморегуляцией (хрусталик, стекловидное тело, мозг и др.). При общем облучении повышение температуры тела более чем на 1 °С недопустимо. Электромагнитное поле с $\lambda = 1...20$ см оказывает вредное воздействие на глаза, вызывая катаракту.

Морфологическое воздействие – изменение строения внешнего вида тканей и органов тела человека (изменение ориентации клеток, омертвление тканей, изменение структуры клеток; расстройство питания тканей, органов или организма в целом, сосудистые изменения).

Функциональные изменения проявляются в преждевременной утомляемости, сонливости или нарушении сна, головной боли. Наступает расстройство нервной системы, изменение кровяного давления, замедление пульса, наблюдаются трофические явления (выпадение волос, ломкость ногтей). Возможно возникновение «эффекта жемчужной нити», проявляющегося в появлении на коже ряда последовательно расположенных пузырьков, наполненных мутноватой жидкостью.

Нормирование ЭМП радиочастот

СанПиН 2.2.4/2.1.8.9-36-2002 «Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ)» устанавливают предельно допустимые уровни воздействия на людей электромагнитных излучений в диапазоне частот 30 кГц...300 ГГц.

В диапазоне частот 30 кГц...300 МГц интенсивность ЭМИ РЧ оценивается напряженностью электрического поля (E , В/м), напряжен-

ностью магнитного поля (H , А/м) и энергетической экспозицией (ЭЭ) ЭМИ РЧ.

Энергетическая экспозиция определяется как произведение квадрата напряженности электрического или магнитного поля на время воздействия на человека:

$$\text{ЭЭ}_E = E^2 \cdot T,$$

$$\text{ЭЭ}_H = H^2 \cdot T,$$

где ЭЭ_E – энергетическая экспозиция электрической составляющей ЭМП, $(\text{В/м})^2 \cdot \text{ч}$;

ЭЭ_H – энергетическая экспозиция магнитной составляющей ЭМП, $(\text{А/м})^2 \cdot \text{ч}$;

T – время, ч.

Предельно допустимые значения напряженностей электрической и магнитной составляющей в зависимости от времени воздействия определяются по формулам

$$E_{\text{ПДУ}} = \sqrt{\frac{\text{ЭЭ}_{E\text{ПД}}}{T}},$$

$$H_{\text{ПДУ}} = \sqrt{\frac{\text{ЭЭ}_{H\text{ПД}}}{T}}.$$

В диапазоне 300 МГц...300 ГГц интенсивность ЭМИ РЧ оценивается значениями плотности потока энергии (ППЭ, Вт/м^2 , мкВт/см^2) и энергетической экспозицией плотности потока энергии (ЭЭ_{ППЭ}, мкВт/см^2 или $\text{Вт} \cdot /\text{м}^2$):

$$\text{ЭЭ}_{\text{ППЭ}} = \text{ППЭ} \cdot T,$$

где T – время облучения, ч.

Предельно допустимые значения плотности потока энергии в зависимости от времени воздействия определяются по формуле

$$\text{ППЭ}_{\text{ПДУ}} = \frac{\text{ЭЭ}_{\text{ППЭПД}}}{T}.$$

Энергетическая экспозиция не должна превышать значений, указанных в табл. 8.1.

Таблица 8.1

Предельно допустимые значения энергетической экспозиции

Диапазон частот	Предельно допустимая энергетическая экспозиция		
	по электрической составляющей, $(В/м)^2 \cdot ч$	по магнитной составляющей, $(А/м)^2 \cdot ч$	по плотности потока энергии, $(мкВт/см)^2 \cdot ч$
30 кГц...3 мГц	20000	200	-
3...30 мГц	7000	Не разработаны	-
30...50 мГц	800	0,72	-
50...300 мГц	800	Не разработаны	-
300 мГц...300 ГГц	-	-	200

Предельно допустимые уровни плотности потока энергии в диапазоне 300 мГц...300 ГГц равны:

- при длительности воздействия 8 ч – 25 мкВт/см²;
- при длительности воздействия 0,2 ч – 1000 мкВт/см² (10 Вт/м²).

Таблица 8.2

Предельно допустимые уровни ЭМИ РЧ для населения

Назначение помещений или территории	Диапазон частот				
	30 кГц...300 кГц	0,3...3 мГц	3...30 мГц	30...300 мГц	300 мГц...300 ГГц
	Предельно допустимые уровни ЭМИ РЧ				
	В/м	В/м	В/м	В/м	мкВт/см ²
Территория жилой застройки и мест массового отдыха; помещения жилых, общественных и производственных зданий	25	15	10	3	10
Для пользователей радиотелефонами (ГН 2.1.8/2.2.4.019-94)	-	-	-	-	100

Предельно допустимые уровни ЭМИ РЧ при работе ЭВМ приведены в СанПиН 9-131 РБ 2000 «Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, электронно-вычислительным машинам и организации работы».

Уровни напряженности (плотности магнитного потока) ЭМП, излучаемых *монитором*, не должны превышать допустимых значений на расстоянии 50 см от экрана, правой, левой, верхней и тыльной поверхности видеомонитора при работе с ним учащихся средних специальных, высших учебных заведений и взрослых пользователей, приведенных в табл. 8.3.

Таблица 8.3

Допустимые значения параметров электромагнитных излучений для видеомонитора

Наименование параметра	Допустимые значения
Напряженность электромагнитного поля.	
Электрическая составляющая:	
диапазон частот 5 Гц...2 кГц	25 В/м
диапазон частот 2...400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока:	
диапазон частот 5 Гц...2 кГц	250 нТл
диапазон частот 2...400 кГц	25 нТм

Допустимые уровни напряженности (плотности потока энергии) электромагнитных полей, излучаемых клавиатурой, системным блоком, манипулятором «мышь», беспроводными системами передачи информации на расстояния и иными вновь разработанными устройствами в зависимости от основной рабочей частоты изделия приведены в табл. 8.4.

Таблица 8.4

Допустимые уровни электромагнитных полей, излучаемых клавиатурой, системным блоком, манипулятором «мышь»

Диапазон частот	0,3...300 кГц	0,3...3,0 МГц	3,0...30,0 МГц	3...300 МГц	0,3...300 ГГц
Допустимые уровни	25 В/м	15 В/м	10 В/м	3 В/м	10 мкВт/см ²

Защита от воздействия ЭМП

Защита персонала, обслуживающего установки ЭВМ, достигается:

- уменьшением излучения от источника;
- экранированием источника: экранируют либо источник излучения, либо рабочее место. Экраны бывают отражающие и поглощающие. Их делают из хорошо проводящих металлов – меди, латуни, алюминия, стали. Защитное действие обусловлено тем, что экранируемое поле создает в экране токи Фуко, наводящие в нем вторичное поле, по амплитуде почти равное, а по фазе противоположное экранируемому полю. Результирующее поле, возникающее при сложении этих двух полей, очень быстро убывает в экране, проникая в него на незначительную величину. Экран должен заземляться. Средство защиты (экраны, кожаные и т.п.) из радиопоглощающих материалов выполняют в виде тонких резиновых ковров, гибких или жестких листов поролона или волокнистой древесины, пропитанной соответствующим составом, ферромагнитных пластин;

- экранированием рабочего места или удалением его от источника (дистанционное управление);
- рациональной организацией рабочего процесса;
- применением средств индивидуальной защиты (СИЗ).

В качестве СИЗ рекомендуются специальные защитные очки и защитная одежда из экранирующей ткани.

Защитные очки следует применять при уровне интенсивности излучения свыше $0,1 \text{ мВт/см}^2$, защитную одежду – при интенсивности излучения свыше $1,0 \text{ мВт/см}^2$ с обязательным использованием защитных очков.

Экспериментальная часть

В данной лабораторной работе для измерений параметров ЭМП используется измеритель параметров электрического и магнитного полей ВЕ-МЕТР-АТ-002.

Описание прибора

Измеритель параметров электрического и магнитного полей ВЕ–МЕТР–АТ–002 предназначен для контроля норм по электромагнитной безопасности видеодисплейных терминалов.

Данный прибор измеряет напряженность электрического поля, В/м, и плотность магнитного потока (мкТл или нТл).

Технические характеристики:

- общий диапазон частот, в котором измеряются напряженность электрического поля и плотность магнитного потока: 5 Гц...400 кГц;
- диапазон значений напряженности электрического поля:
в полосе 1 (5...2000 Гц) – от 8 до 100 В/м,
в полосе 2 (2...400 кГц) – от 0,8 до 10 В/м;
- диапазон значений плотности магнитного потока:
в полосе 1 – от 0,08 до 1 мкТл,
в полосе 2 – от 8 до 100 нТл.

Питание прибора осуществляется от аккумуляторной батареи. При падении напряжения ниже критического уровня на дисплее в левом нижнем углу индикатора результатов высвечивается символ «Р».

Порядок работы прибора

Нажатием на кнопку «Питание» включить измеритель, дождаться результатов самотестирования.

По выбору пользователя может быть установлен либо режим непрерывного измерения значений напряженности электрического поля и плотности магнитного потока (режим «НЕПРЕРЫВНО»), либо режим измерения абсолютной величины полного вектора, включающий измерения трех компонентов среднеквадратических значений напряженности электрического поля и плотности магнитного потока и последующее вычисление абсолютной величины вектора напряженности электрического поля и плотности магнитного потока (режим «АТТЕСТАТ»). В лабораторной работе используется первый режим («НЕПРЕРЫВНО»). Второй режим целесообразно ис-

пользовать для аттестации рабочих мест операторов ЭВМ и других электротехнических устройств.

При измерениях следует закрепить прибор на диэлектрической штанге и держать его только с ее помощью.

Результаты измерений параметров электрического поля выдаются в вольтах на метр (В/м), результаты измерений параметров магнитного поля в диапазоне 1 – микротеслах (мкТл), в диапазоне 2 – в нанотеслах (нТл) ($1 \text{ мкТл} = 1000 \text{ нТл}$).

Для выбора первого режима при высвечивании на индикаторе надписи «Выберите режим» следует кнопкой «Выбор» выбрать (добиваясь мигания соответствующей надписи) режим непрерывного измерения. Кнопкой «Ввод» включить выбранный режим измерений.

Далее следует разместить измеритель передней торцевой частью в точке измерения и считать показания индикатора. Перемещая измеритель в различные точки, определяют величину значений напряженности электрического поля и плотности магнитного потока в этих точках. Результат измерения относится к точке, в которой находится геометрический центр передней торцевой панели прибора.

Исследование параметров электромагнитного поля радиочастот на рабочем месте оператора ЭВМ

Провести измерения напряженности электрического поля и плотности магнитного потока на рабочем месте оператора ЭВМ.

Для этого на расстоянии 50 см от экрана, правой, левой, верхней и тыльной поверхностей видеомонитора измерить напряженность электрической составляющей электромагнитного поля (E) и плотность магнитного потока (B) прибором ВЕ-МЕТР-АТ-002.

После окончания измерений записать результаты в протокол измерений (табл. 8.5) и, нажав на кнопку «ПИТАНИЕ», выключить прибор. Индикатор на панели измерителя погаснет. Затем сделать выводы о соответствии измеренных фактических значений E и B предельно допустимым уровням согласно СанПиН 9-131 РБ 2000.

Протокол замеров напряженности электрической составляющей ЭМП (E , В/м) и плотности магнитного потока (B , нТл)

№ пп	Наименование места замера	Напряженность электромагнитного поля. Электрическая составляющая (E , В/м)				Плотность магнитного потока (B , нТл)				Вы- воды
		Диапазон частот 5 Гц...2 кГц		Диапазон частот 2...400 кГц		Диапазон частот 5 Гц...2 кГц		Диапазон частот 2...400 кГц		
		Факт. зна- чен.	ПДУ	Факт. зна- чен.	ПДУ	Факт. зна- чен.	ПДУ	Факт. зна- чен.	ПДУ	
1	Экран монитора: без защитного экрана с защитным экраном									
2	Правая поверх- ность монитора									
3	Левая поверх- ность монитора									
4	Верхняя поверх- ность монитора									
5	Тыльная поверх- ность монитора									

Лабораторная работа № 9

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННОСТИ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО ПОЛЯ

Цель работы

1. Изучение общих сведений о статическом электричестве, влиянии электростатического поля на организм человека, нормировании и методах защиты.

2. Ознакомление с измерителем напряженности электростатического поля СТ-01 и методикой проведения измерения напряженности электростатического поля на рабочем месте оператора ПЭВМ.

Общие сведения

Статическое электричество – это совокупность явлений, связанных с возникновением, сохранением и релаксацией свободного электрического заряда на поверхности и в объеме диэлектрических и полупроводниковых материалов, изделий или на изолированных проводниках. Заряды статического электричества образуются при трении веществ с различной диэлектрической проницаемостью, при перемещении слоев жидких и сыпучих материалов, кристаллизации, в зоне работы электронно-вычислительных машин, на участках множительной техники, при изготовлении и испытаниях полупроводниковых приборов и интегральных микросхем.

Опасность зарядов статического электричества проявляется в возможности возникновения электрических разрядов, что может явиться причиной *пожара* или *взрыва*.

Воздействие статического электричества на обслуживающий персонал сказывается в разрядах статических зарядов через человека и в воздействии электростатического поля.

Непосредственно *ток разряда* не опасен, т.к. время его протекания через тело человека мало (равно миллисекундам). Такие кратковременные импульсы могут вызвать электрические удары, которые приводят к испугу, что опасно при работе с подвижными частями оборудования или на высоте.

Постоянное электростатическое поле (ЭСП) – это поле неподвижных электрических зарядов, осуществляющее взаимодействие между ними. ЭСП характеризуется напряженностью (E), определяемой отношением силы, действующей в поле на точечный электрический заряд, к величине этого заряда. Единицей измерения напряженности ЭСП является вольт на метр (В/м). Напряженность ЭСП, создаваемая точечным зарядом, убывает обратно пропорционально квадрату расстояния.

Биологическое действие

Наиболее чувствительным к электростатическим полям являются нервная и сердечно-сосудистая системы организма.

У людей, работающих в зоне воздействия электростатического поля, встречаются разнообразные жалобы: на раздражительность, голов-

ную боль, нарушение сна или сонливость, снижение аппетита, повышенную утомляемость и др. Характерны своеобразные фобии, обусловленные страхом ожидаемого разряда. Склонность к «фобиям» обычно сочетается с повышенной эмоциональной возбудимостью.

Нормирование электростатических полей

Допустимые уровни напряженности электростатических полей установлены СанПиН № 11-16-94 «Санитарно-гигиенические нормы допустимой напряженности электростатического поля на рабочих местах» и СанПиН 9-131 РБ 2000 «Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, ЭВМ и организации работы».

Допустимый уровень напряженности электростатических полей ($E_{\text{пред}}$) устанавливается равным 60 кВ/м в течение одного часа.

При напряженности электростатических полей менее 20 кВ/м время пребывания персонала в электростатических полях не регламентируется.

В диапазоне напряженности от 20 до 60 кВ/м допустимое время пребывания персонала в электростатическом поле без средств защиты ($t_{\text{доп}}$, ч) определяется по формуле

$$t = \left(\frac{E_{\text{пред}}}{E_{\text{факт}}} \right)^2,$$

где $E_{\text{факт}}$ – фактическое значение напряженности электростатического поля, кВ/м.

При определенном времени воздействия (t) допустимая напряженность ($E_{\text{доп}}$) ЭСП определяется по формуле

$$E_{\text{доп}} = 60/\sqrt{t}, \text{ кВ/м.}$$

Согласно СанПиН 9-131 РБ 2000 «Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, электронно-вычислительным машинам и организации работы» допустимые уровни напряженности электростатического поля создаваемые монитором, клавиатурой, системным блоком, манипулятором «мышь», изделием в целом, не должны превышать 15,0 кВ/м.

Методы и средства защиты

Одним из распространенных средств защиты от статического электричества является уменьшение генерации электростатических зарядов или их отвод с наэлектризованного материала, что достигается:

- заземлением металлических и электропроводных элементов оборудования;
- увеличением поверхностной и объемной проводимости диэлектриков;
- установкой нейтрализаторов статического электричества;
- увеличением относительной влажности воздуха до 65...75 %.

В качестве индивидуального средства защиты может применяться обувь с электропроводящей подошвой; при выполнении работ сидя применяют антистатические халаты в сочетании с электропроводной подушкой стула или электропроводные браслеты, соединенные с заземляющим устройством.

Заземление проводится независимо от использования других методов защиты. Заземляются не только элементы оборудования, но и изолированные электропроводящие участки технологических установок.

Экспериментальная часть

В данной лабораторной работе для измерений используется измеритель напряженности электростатического поля СТ-01.

Описание прибора

Измеритель СТ-01 предназначен для измерений напряженности электростатического поля при обеспечении контроля опасных уровней электростатических полей.

Диапазон измерения напряженности электростатического поля от 0,3 до 180 кВ/м.

Время установления рабочего режима – не более одной минуты.

Измеритель выполнен в виде портативного прибора с автономным питанием. Конструктивно измеритель состоит из преобразователя напряженности электростатического поля, блока управления и индикации и сетевого блока питания.

Основным элементом блока преобразования является модулятор, представляющий собой металлическую пластинку (лепесток модулятора), закрепленную на оси вращения микроэлектродвигателя. При вращении лепестка модулятора в однородном электростатическом поле потенциал лепестка модулятора относительно земли изменяется по синусоидальному закону с частотой, равной частоте вращения лепестка, а амплитуда этого переменного потенциала пропорциональна проекции напряженности электростатического поля на плоскость вращения.

Блок управления и индикации имеет встроенный микропроцессор и размещен в корпусе, на котором расположены элементы управления и индикации.

По выбору пользователя может быть установлен *режим непрерывного измерения* проекции вектора напряженности электростатического поля на плоскость вращения лепестка модулятора и *режим измерения трех ортогональных компонентов вектора напряженности* электростатического поля и последующее вычисление его модуля.

На лицевой панели блока управления и индикации установлены:

- а) жидкокристаллический матричный индикатор;
- б) гибкая пленочная клавиатура.

На торце корпуса установлены:

- а) тумблер включения и выключения напряжения «ПИТАНИЕ»;
- б) разъем для подключения блока преобразования;
- в) разъем для подключения сетевого блока зарядки аккумулятора.

Порядок работы с прибором

Подготовка к измерению

Включить питание измерителя переключателем «ПИТАНИЕ». При этом на мониторе появится надпись «Ready», сопровождаемая кратковременным звуковым сигналом.

Выбор режима работы осуществляется нажатием одной из кнопок 1...9 на лицевой панели. Остановка соответствующего режима работы осуществляется при вторичном нажатии данной кнопки.

Контроль напряжения на аккумуляторной батарее осуществляется после нажатия кнопки 4. Рабочее напряжение должно находиться в пределах $8,0 \pm 1,5$ В.

В случае разряда батареи ($U < 6,5$ В) следует подключить измеритель к зарядному устройству. Контроль напряжения на батарее осуществляется через 3 мин после включения измерителя при отключенном блоке питания.

Контроль работы цифрового преобразователя осуществляется после нажатия кнопки 3. На мониторе выводятся показания тест-кода (28000 ± 500).

В измерителе предусмотрено два режима работы:

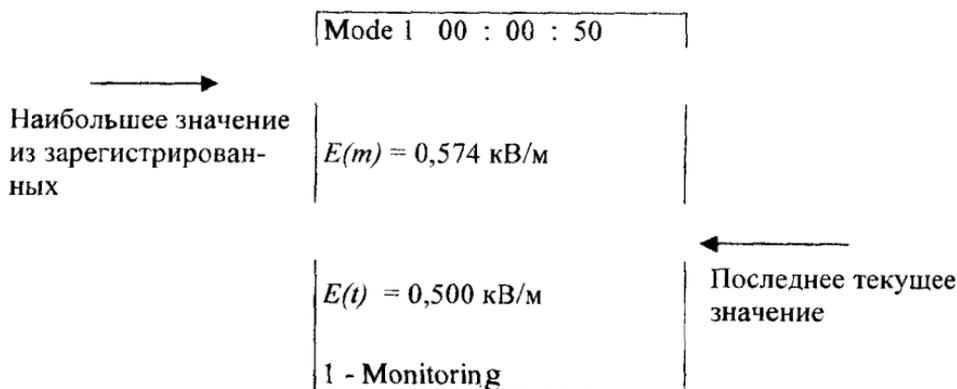
- измерение значения вектора напряженности электростатического поля на плоскость вращения лепестка модулятора;
- измерение модуля напряженности электростатического поля, включающее измерение трех ортогональных компонентов вектора напряженности электростатического поля, с последующим вычислением его модуля.

Результаты измерений напряженности электростатических полей выдаются на мониторе в киловольтах на метр (кВ/м).

Работа в режиме измерения

1-й режим – Mode 1. Режим непрерывного измерения значения проекции вектора напряженности электростатического поля на плоскость вращения лепестка модулятора с последующей индексацией текущего и наибольшего значения из зарегистрированных.

После нажатия кнопки 1 появится надпись Mode 1 и начинается измерение напряженности электростатического поля. После вторичного нажатия кнопки 1 измерения прекращаются и на мониторе появится надпись



2-й режим – Mode 2. Режим измерения модуля напряженности электростатического поля, включающий измерения трех ортогональных компонент вектора напряженности электростатического поля, с последующим вычислением его модуля (последовательно нажимать кнопку 2). Этот режим целесообразно использовать для аттестации рабочих мест операторов ПЭВМ и других электротехнических устройств.

Исследование напряженности электростатического поля (E) на рабочем месте оператора ПЭВМ

Провести измерения напряженности электростатического поля (E) на рабочем месте оператора ПЭВМ.

Для этого на расстоянии 50 см от экрана, правой, левой, верхней и тыльной поверхностей видеомонитора, клавиатуры, системного блока и манипулятора «мышь» прибором СТ-01 измерить напряженность электростатического поля.

Измеренные значения занести в табл. 9.1, после чего сделать вывод о соответствии измеренных фактических значений напряженности электростатического поля предельно допустимым уровням согласно СанПиН 9-131 РБ 2000.

Таблица 9.1

Протокол замеров напряженности электростатического поля

Наименование места замера	Дата	ПДУ $E_{\text{доп}}$, кВ/м	Фактическое значение E, кВ/м	Примечание
1. Экран монитора: - без защитного экрана - с защитным экраном				
2. Правая поверхность монитора				
3. Левая поверхность монитора				
4. Верхняя поверхность монитора				
5. Тыльная поверхность монитора				
6. Клавиатура				
7. Системный блок				
8. Манипулятор «мышь»				

Лабораторная работа № 10

СРЕДСТВА И МЕТОДЫ ПОЖАРОТУШЕНИЯ

Цель работы

Ознакомление с характеристиками огнетушащих веществ, средствами пожаротушения.

Методы тушения загораний

Применяемые средства и методы пожаротушения должны максимально ограничивать размеры пожара и обеспечивать его тушение. К основным методам тушения загораний относятся следующие:

- охлаждение поверхности горения;
- изоляция горючего вещества от зоны горения;
- понижение концентрации кислорода в зоне горения;
- замедление или полное прекращение реакции горения химическим путем (ингибирование);
- подавление горения взрывом.

Огнетушащие вещества

Наиболее эффективными огнетушащими веществами, используемыми в настоящее время, являются:

- вода;
- вода с добавками;
- водяной пар;
- пена;
- инертные и негорючие газы;
- порошковые составы.

Существующие огнетушащие вещества обладают, как правило, комбинированным воздействием на процесс горения. Однако каждому веществу присуще какое-то одно преобладающее свойство.

Выбор огнетушащего вещества зависит от класса пожара. Согласно ГОСТ 27331 все пожары делятся на пять классов – А, В, С, D, Е (табл. 10.1).

Классификация пожаров и выбор огнетушащих веществ

Класс пожара	Характеристика горючей среды или объекта	Огнетушащие вещества
А	Твердые горючие материалы (древесина, уголь, бумага, резина, текстиль)	Все виды огнетушащих веществ (прежде всего вода)
В	Горючие жидкости и плавящиеся при нагревании материалы	Распыленная вода, все виды пен, порошки
С	Горючие газы (водород, ацетилен, углеводороды и др.)	Газовые составы: инертные разбавители (CO ₂ , N ₂), галоидоуглеводороды, порошки, вода (для охлаждения)
Д	Легкие и щелочные металлы (алюминий, магний, калий, натрий и др.)	Порошки (при спокойной подаче на горящую поверхность)
Е	Электроустановки, находящиеся под напряжением	Галоидоуглеводороды, углекислый газ, порошки

Нормы пожарной безопасности «Категорирование помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности. НПБ 5-2005» устанавливают категории помещений и наружных установок в зависимости от количества и взрывопожароопасных свойств находящихся (обращающихся) в них веществ и материалов с учетом особенностей технологических процессов размещенных в них производств (прил. 10.1).

Вода

Вода является наиболее дешевым и распространенным огнетушащим веществом, используемым для пожаротушения. Она охлаждает горящую поверхность (зону горения), а образующийся при этом водяной пар понижает концентрацию горючих газов и кислорода вокруг горящего вещества, изолирует вещество от зоны горения и тем самым способствует прекращению горения (из 1 л воды образуется 1725 л пара).

Как средство пожаротушения вода применяется:

- в виде компактных струй;
- в виде распыленных струй;
- в смеси со смачивателями;
- в виде водяных эмульсий галоидированных углеводов.

В виде компактных и распыленных струй вода используется для тушения большинства твердых горючих веществ и материалов, тяжелых нефтепродуктов, создания водяных завес и охлаждения объектов вблизи очага пожара.

Вода также используется для тушения загораний электроустановок и кабельных линий напряжением до 110 кВ. Однако при этом следует соблюдать следующие меры безопасности:

- тушение могут производить ствольщики из числа специально обученного персонала, имеющие квалификационную группу по электробезопасности не ниже III;
- тушение может производиться только в открытых для обзора ствольщика местах;
- ствол должен быть заземлен при помощи гибких медных проводов с суммарным сечением не менее 16 мм^2 (при напряжении более 1 кВ – сечение не менее 25 мм^2);
- ствольщик должен работать в диэлектрических ботах и диэлектрических перчатках;
- вода должна иметь удельное электрическое сопротивление не менее $10 \text{ Ом}\cdot\text{м}$;
- должны быть соблюдены необходимые расстояния до защищаемого объекта.

Водяной пар

Применение парового пожаротушения основано на способности пара вытеснять кислород из объема помещения и уменьшать его концентрацию в зоне горения. Обычно при концентрации кислорода менее 15 % горение становится невозможным. При этом одновременно охлаждается зона горения, а также происходит механический отрыв пламени струями пара. Огнегасительная эффективность пара невелика, поэтому его рекомендуется применять для тушения загораний в помещениях объемом до 500 м^3 и небольших загораний

на открытых установках. Огнегасительная концентрация пара составляет около 35 % по объему.

Пена

Пена представляет собой массу пузырьков газа (углекислый газ, воздух), заключенных в тонкие оболочки жидкости. Растекаясь по поверхности горящего вещества, пена изолирует его от пламени, вследствие чего прекращается поступление горючих паров и кислорода. Одновременно происходит охлаждение поверхности горения и тем самым создается инертная среда.

По способу получения пена может быть:

- химическая;
- воздушно-механическая.

Химическая пена получается при взаимодействии щелочного и кислотного растворов в присутствии пенообразователя. Применение химической пены в практике пожаротушения сокращается, ее все больше вытесняет воздушно-механическая пена.

Пена воздушно-механическая – это смесь воздуха, воды и пенообразующих веществ. Покрывая место загорания, она локализует его, предотвращая доступ кислорода воздуха, охлаждает горючее вещество и зону горения.

Пена характеризуется следующими основными показателями:

- *устойчивостью* – способностью противостоять разрушению в течение определенного времени;
- *вязкостью* – способностью к растеканию по поверхности;
- *кратностью* – отношением объема пены к объему исходного раствора.

Различают пены низкой (до 10), средней (от 10 до 200) и высокой (свыше 200) кратности.

Промышленность выпускает более 10 наименований порошков типа ПО, которые используются для получения пен различной кратности. Воздушно-механическая пена образуется на основе водных растворов пенообразователя типа ПО-1, в состав которого входят:

- керосиновый контакт;
- столярный клей;
- этиловый спирт;
- сода каустическая.

Установка пожаротушения с применением воздушно-механической пены состоит:

- из емкости для хранения пенообразователя;
- источника водоснабжения;
- питательных трубопроводов;
- питательных насосов для забора и подачи под давлением воды или готового водного раствора пенообразователя;
- пеногенераторов.

Схема получения воздушно-механической пены в пеногенераторе ГВП-600 приведена на рис. 10.1.

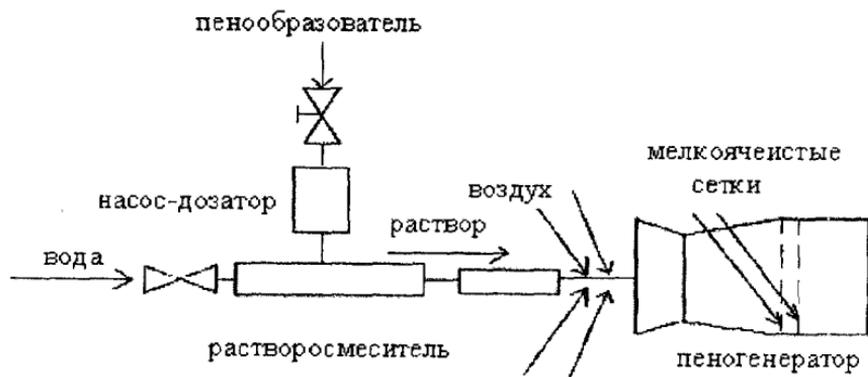


Рис. 10.1. Схема получения воздушно-механической пены

Технические характеристики пеногенераторов ГВП-200, ГВП-600 и ГВП-2000 представлены в табл. 10.2.

Таблица 10.2

Технические характеристики пеногенераторов

Пеногенератор	Расход раствора, л/с	Производительность по пене, л/с	Длина, мм	Диаметр, мм	Расчетное давление перед пеногенератором, мПа
ГВП-200	1,6...2	160...200	540	224	0,4...0,6
ГВП-600	4...6	400...600	655	309	0,4...0,6
ГВП-2000	16...20	1600...2000	1660	640	0,4...0,6

Пеногенераторы для получения пены средней кратности рекомендуются в качестве основного средства пожаротушения при горении нефтепродуктов, тушении пожаров в подвалах, туннелях, шахтах, трюмах и других закрытых объемах, на энергетических объектах (в кабельных сооружениях, при хранении мазута).

Порошковые составы

Огнетушащие порошки представляют собой мелкоизмельченные минеральные соли с различными добавками. Они обладают хорошей огнетушащей способностью и универсальностью применения.

Порошковые составы применяют для тушения легковоспламеняющихся жидкостей, сжиженных газов, а также для тушения пожаров в тех случаях, когда другие огнетушащие вещества непригодны или малоэффективны. Так, например, загорания таких металлов, как калий, натрий, литий, цирконий, уран, торий, титан, магний, трудно поддаются тушению обычными огнетушащими веществами.

Порошковые составы неэлектропроводны, что дает возможность использовать их при тушении пожаров на электрооборудовании, находящемся под напряжением. Порошковые составы практически нетоксичны, не оказывают вредных воздействий на материалы.

Различают порошки общего и специального назначения. *Порошки общего назначения* используют для тушения загорания органических горючих материалов (ЛВЖ, ГЖ, различных нефтепродуктов, растворителей, твердых материалов – древесины, резины, пластика и т.п.). Тушение этих материалов достигается путем создания порошкового облака, которое окутывает очаг горения. Порошки обладают высокой огнетушащей способностью и хорошими эксплуатационными свойствами. Огнетушащая способность порошков общего назначения повышается с увеличением их дисперсности (уменьшением размера частиц).

Порошки специального назначения используют для тушения горючих веществ и материалов (некоторых металлов), прекращение горения которых достигается путем изоляции горячей поверхности от кислорода воздуха.

Огнетушащие и эксплуатационные свойства порошков определяются их химическим составом.

Порошковые составы включают в себя следующие компоненты:

- кальцинированную соду;
- графит;
- стеарат алюминия;
- стеарат магния;
- стеариновую кислоту и др.

Тушение пожаров порошковыми составами происходит за счет действия следующих факторов:

- разбавления горючей среды газообразными продуктами разложения порошка или непосредственно порошковым облаком;
- охлаждения зоны горения в результате затрат тепла на нагрев частиц порошка;
- изоляции очага горения от кислорода воздуха (огнепреграждение);
- ингибирования процесса горения (прекращение процесса горения химическим путем).

При разработке огнетушащих порошков подбирают соли, которые удовлетворяют требованиям:

- по эксплуатационным свойствам (слеживаемость, текучесть, комкование, увлажнение);
- огнетушащей способности.

Негорючие и инертные газы

Негорючие и инертные газы, главным образом углекислый газ, азот, аргон, гелий, понижают концентрацию кислорода в очаге горения и тормозят интенсивность горения.

Углекислый газ применяют для быстрого тушения небольших очагов пожара, а также (из-за его неэлектропроводности) для тушения электроустановок. В зоне горения углекислый газ испаряется, понижая температуру и уменьшая концентрацию кислорода.

Инертные газы обычно применяют в небольших по объему помещениях. Огнегасительная концентрация инертных газов при тушении в закрытом помещении составляет 31...36 % к объему помещения. Их целесообразно использовать в тех случаях, когда применение воды может вызвать взрыв или повреждение аппаратуры и т.п.

Первичные средства пожаротушения

Первичные средства пожаротушения – это такие средства, которые используются в начальной стадии загорания. Они предназначены для ликвидации начинающихся очагов пожара силами персонала, обнаружившего загорание, просты в обращении, и для приведения их в действие не требуется сложных операций. Обычно они располагаются в открытых и доступных местах и должны постоянно находиться в готовности к применению. Количество первичных средств пожаротушения определяется существующими нормами в зависимости от назначения помещения и пожарной опасности технологического процесса.

К первичным средствам пожаротушения относятся огнетушители; пожарные щиты, укомплектованные шанцевым инструментом (багор, кирка, лопата); ящики с песком; асбест, войлок (кошма), емкости с водой. Простейшим и доступным средством пожаротушения является **песок**. Он применяется для тушения разлитой по полу или на земле горячей жидкости, электрооборудования, деревянных предметов, автомобилей и т.п.

Кошма (войлок) предназначена для изоляции очага горения от доступа кислорода. Применение кошмы весьма эффективно, однако она может использоваться лишь при небольшом очаге горения: при вспышках газовых или керосиновых приборов, воспламенении небольшого количества разлившихся горючих или легковоспламеняющихся жидкостей. Вместо кошмы можно использовать шерстяные или суконные одеяла, скатерти и т.п. Горящий объект следует быстро накрыть кошмой, стремясь лучше изолировать его от доступа кислорода.

Самым распространенным видом первичных средств пожаротушения являются **огнетушители**. В настоящее время в Республике Беларусь разрешены к использованию следующие основные типы огнетушителей: углекислотные (ОУ), воздушно-пенные (ОВП), порошковые (ОП). Их технические характеристики представлены в прил. 10.2.

Огнетушители углекислотные (газовые)

Углекислотные огнетушители ОУ получили наибольшее распространение из-за их универсальности, компактности и эффективно-

сти тушения. Они предназначены для тушения загораний различных веществ и материалов, а также электроустановок, кабелей и проводов, находящихся под напряжением до 10 кВ.

Углекислотные огнетушители бывают ручные, стационарные и передвижные.

Ручной огнетушитель ОУ (ОУ-2, ОУ-5, ОУ-8) представляет собой стальной баллон 1, в горловину которого ввернут на конусной резьбе вентиль 3 с сифонной трубкой 4 (рис. 10.2). Раструб 5 огнетушителей ОУ-2 и ОУ-5 присоединен к корпусу шарнирно. При тушении загораний раструб огнетушителя направляют на горящий объект и до упора поворачивают маховик вентиля.

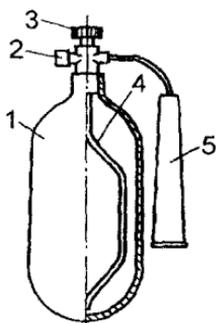


Рис. 10.2. Огнетушитель углекислотный:

- 1 – стальной баллон;
- 2 – предохранитель;
- 3 – запорный вентиль;
- 4 – сифонная трубка;
- 5 – раструб

Принцип действия углекислотных огнетушителей основан на свойстве углекислоты изменять агрегатное состояние.

Так, в огнетушителе типа ОУ находится углекислота – углекислый газ в жидком состоянии.

Для приведения огнетушителя в действие открывается вентиль 3, и углекислота по сифонной трубке 4 выходит наружу через раструб 5. При этом происходит переход углекислоты в снегообразное состояние (твердая фаза), объем ее увеличивается в 400...500 раз, поглощается большое количество тепла. Углекислота превращается в «снег» с температурой минус 72 °С.

Эту снегообразную массу и применяют для локального тушения загораний. Тушение при этом происходит за счет действия двух факторов: во-первых, углекислый газ уменьшает концентрацию кислорода в зоне горения, во-вторых, снижает температуру в очаге.

При использовании огнетушителей ОУ необходимо иметь в виду, что углекислый газ в больших концентрациях к объему помеще-

ния (более 10 %) может вызвать отравление персонала, поэтому после применения углекислотных огнетушителей небольшие помещения следует проветрить.

Огнетушители воздушно-пенные (ОВП)

Огнетушители воздушно-пенные предназначены для тушения пожаров и загораний твердых веществ и горючих жидкостей.

Применение этих огнетушителей запрещается для тушения электроустановок, находящихся под напряжением, а также щелочных металлов.

Данные огнетушители выпускаются трех типов: переносные (ручные) (ОВП-10), передвижные (ОВП-100) и стационарные (ОВП-250).

В качестве огнетушащего средства ОВП применяют 6 %-й водный раствор пенообразователя ПО-1. Огнетушители выпускаются как закачного типа, так и с баллончиком для рабочего газа. Баллончик располагается внутри корпуса огнетушителя. Огнетушители ОВП состоят из стального корпуса 1 и баллона для газа 3, имеются также сифонная трубка 2, рукоятка 4 и воздушно-пенный ствол 5 (рис. 10.3).

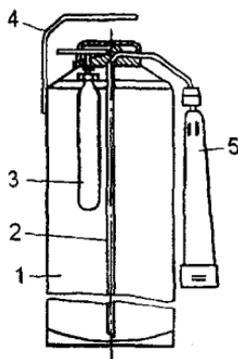


Рис. 10.3. Огнетушитель воздушно-пенный:
1 – стальной корпус;
2 – сифонная трубка;
3 – баллон с крышкой и запорно-пусковым устройством для подачи газа;
4 – рукоятка;
5 – ствол-распылитель

Для приведения его в действие нажимают на пусковой рычаг, при этом происходит прокалывание мембраны газового баллончика. Рабочий газ выходит через дозирующее устройство и в корпусе огнетушителя создает давление. Под давлением газа заряд поступает в воздушно-пенный ствол, где распыляется, смешивается с воздухом и образует воздушно-механическую пену средней кратности. В рабочем положении огнетушитель следует держать вертикально.

Огнетушители порошковые

Огнетушители порошковые (ОП) предназначены для тушения загораний твердых, жидких и газообразных веществ (в зависимости от марки используемого огнетушащего порошка), а также электроустановок, находящихся под напряжением до 1 кВ.

Огнетушители выпускаются трех типов: ручные (переносные), возимые и стационарные.

В качестве огнетушащего вещества в огнетушителях используют порошки общего и специального назначения.

Огнетушитель ОП-10 состоит из корпуса, в котором находятся баллон с газом, сифонные трубки, пусковой рычаг и др.

Огнетушитель ОП-10 (рис. 10.4) приводится в действие нажатием на пусковой рычаг 6. После этого игольчатый шток 5 прокалывает мембрану баллона 4 с газом. Рабочий газ (углекислота, воздух, азот и т.п.), выходя из баллона, поступает по сифонной трубке 3 под днище 1. В центре сифонной трубки (по высоте) имеется ряд отверстий, через которые выходит часть рабочего газа и производитсярыхление порошка.

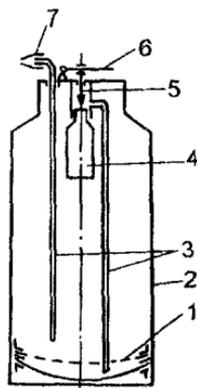


Рис. 10.4. Огнетушитель порошковый ОП-10:

- 1 – днище;
- 2 – корпус;
- 3 – сифонные трубки;
- 4 – баллон с газом;
- 5 – игольчатый шток;
- 6 – пусковой рычаг;
- 7 – насадок

Взрыхленный порошок под действием давления рабочего газа выдавливается по сифонной трубке и через насадок 7 выбрасывается на очаг загорания.

В рабочем положении огнетушитель необходимо держать строго вертикально.

Автоматические установки пожаротушения

Спринклерные и дренчерные установки

Среди установок водяного тушения широкое распространение получило спринклерно-дренчерное оборудование.

Спринклерные оросители монтируются под потолком пожароопасного помещения (из условия орошения одним спринклером от 9 до 12 м² площади пола). Вода подается в сеть разветвленных трубопроводов, на которых размещены спринклерные оросители. В нормальном режиме в трубопроводах вода находится под давлением и удерживается спринклером (рис. 10.5), выходное отверстие которого закрыто специальным замком 3. Этот замок выполнен из легкоплавкого металла.

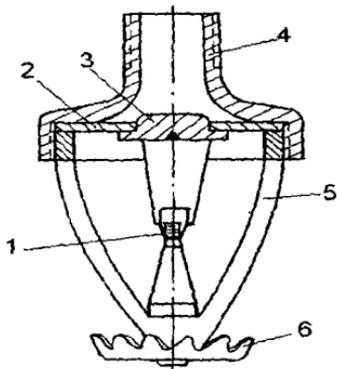


Рис. 10.5. Спринклерная головка:

- 1 – легкоплавкий замок;
- 2 – металлическая диафрагма;
- 3 – замок;
- 4 – обойма с винтовой нарезкой;
- 5 – кольцевая часть с хомутом;
- 6 – розетка для разбрызгивания воды

При возникновении загорания и повышении температуры в помещении замок спринклера выбрасывается, и вода, имея свободный проход из трубопровода, разбрызгивается.

Таким образом по мере распространения высокой температуры по помещению поочередно открываются спринклеры и происходит орошение помещения водой.

Как только при пожаре вскрылся хотя бы один спринклер, контрольно-сигнальная система подает световой или звуковой сигнал о пожаре.

Таким образом спринклерная система совмещает в себе функции системы подачи сигнала и тушения загорания.

При защите неотапливаемых помещений применяют спринклерную установку воздушной системы, в которой трубопроводы заполнены не водой, а сжатым воздухом с использованием вместо водяного контрольно-сигнального клапана клапана воздушного типа. Вода в такой системе расположена только до контрольно-сигнального клапана, а после него в системе находится сжатый воздух. Следовательно, при вскрытии головок в воздушной системе выходит воздух, и только после этого она начинает заполняться водой.

Если в помещении температура воздуха в течение всего года превышает 4°C , то монтируются водяные спринклерные установки; в отапливаемых помещениях, где не гарантируется температура, равная 4°C на протяжении четырех месяцев года, применяют воздушные спринклерные установки; в неотапливаемых помещениях, в которых на протяжении более восьми месяцев года поддерживается температура, равная 4°C , – смешанные спринклерные установки.

Как указывалось выше, в спринклерных установках вскрывается только такое количество головок, которое при пожаре оказалось в зоне высокой температуры. При этом спринклерные головки обладают сравнительно большой инерционностью – они вскрываются через 2–3 минуты с момента повышения температуры в помещении. В пожароопасных помещениях такая инерционность не всегда приемлема. Кроме того, с целью повышения эффективности действия системы пожаротушения оказывается целесообразным подать воду сразу по всей площади помещения или его части. В таких случаях применяют дренчерные установки.

В дренчерных установках группового действия на трубопровод, который монтируется под перекрытиями, устанавливают дренчеры, имеющие вид спринклеров, но без замков, с открытыми выходными отверстиями для воды. В нормальных условиях выход воды в трубопроводы закрыт клапаном группового действия.

При возникновении пожара пуск воды осуществляется после срабатывания какого-либо датчика, реагирующего на повышение температуры (спринклер, электрический датчик), либо ручным включением; вода поступает в трубопроводную сеть, находящуюся под потолком помещения, и имеет свободный выход через оросители дренчеров. В отличие от спринклерной системы пожаротушения

дренчерные головки работают все одновременно, независимо от распределения высокой температуры по помещению.

Дренчерные установки используются для тушения пожаров в помещениях, где требуется одновременное орошение площади, создание водяных завес, орошение отдельных элементов технологического оборудования.

Аэрозольное пожаротушение

В настоящее время основным направлением обеспечения пожарной безопасности на промышленных предприятиях является использование автоматических установок пожаротушения (АУП).

По времени срабатывания АУП могут быть сверхбыстродействующими с временем включения менее 0,1 с; быстродействующими – менее 0,3 с; нормальной инерционности – менее 20 с; повышенной инерционности – до 3 мин.

Аэрозольное пожаротушение – это новая технология тушения пожаров с использованием небольшого количества гасящего вещества. Разработано высокоэффективное средство тушения пожаров и взрывопреупреждения – огнетушащий аэрозоль.

Аэрозольные пожарные генераторы (АПГ) представляют собой автономные и стационарные компактные изделия, которые достаточно эффективны для быстрой ликвидации и локализации пожаров в закрытых производственных, административных, складских, торговых и других помещениях и сооружениях.

В аэрозольных пожарных генераторах применяется огнетушащий аэрозоль. Принцип действия аэрозольных генераторов основан на огнетушащих свойствах высокодисперсных твердых частиц аэрозоля. Его состав образован из смеси инертных газов и мелкодисперсных частиц ингибиторов горения. Такой состав безопасен для людей и оборудования, экологически безвреден, при его применении отсутствует озоноразрушающий эффект.

АПГ могут применяться для тушения:

- всех видов нефтепродуктов;
- полимерных и изоляционных материалов;
- каучука и резины;
- древесины, бумаги;

- газов;
- электрооборудования под напряжением до 10 кВ.

Генераторы АПГ-3 и АПГ-10 могут применяться в стационарных установках пожаротушения в сочетании с автоматическими системами пожарной сигнализации. У них более высокая огнетушащая эффективность (в 3...10 раз выше, чем порошков), возможность доставки огнетушащего вещества в труднодоступные места, компактность.

В настоящее время применяются аэрозольные генераторы типа АПГ-3, АПГ-10, «Пурга», «Маг».

Запуск генераторов при возникновении пожара или при угрозе взрыва производится автоматически или по команде с пульта управления.

При запуске генератора через 2–3 секунды аэрозоль полностью заполняет защищаемый объем, в это время происходит химическая реакция и процесс горения прекращается за счет отбора тепла на расплавление и испарение твердых частиц аэрозоля. Частицы аэрозоля в течение 30...50 минут находятся во взвешенном состоянии в защищаемом объеме, что способствует полному прекращению горения пожаров класса А, В, С. При соответствующей концентрации аэрозоля исключается возможность взрыва пыле- и газозводушных смесей.

В качестве первичного средства пожаротушения могут применяться также аэрозольные пожаротушащие гранаты.

Модульная автоматическая установка порошкового тушения

Модульная автоматическая установка порошкового тушения (МАУПТ) – система пожаротушения, предназначенная для использования в системах пожарной защиты складских и производственных помещений.

Установка комплектуется необходимым количеством модулей (от 1 до 5). Срабатывание установки происходит от датчиков-извещателей (ручных или автоматических) при температуре 70 ± 2 °С.

МАУПТ может работать как в автономном режиме, так и в режиме автоматического запуска от серийных извещателей и сигнально-пусковых устройств. В автономном режиме установка запускается автоматически либо вручную и предназначена для тушения пожаров класса А, В, Е.

МАУПТ может устанавливаться в закрытых объемах с температурным режимом от + 40 до – 40 °С.

Огнезащитные покрытия металлических, деревянных конструкций и кабелей

Для повышения огнестойкости различных изделий, конструкций и их элементов все шире применяется так называемая пассивная защита. Она выполняется с помощью огнезащитных составов терморасширяющегося (вспучивающегося) типа. Под воздействием пламени терморасширяющиеся покрытия резко увеличиваются в объеме (в десятки раз) с образованием слоя пены, имеющей низкую теплопроводность и высокую устойчивость к повышенным температурам. Этот слой пены покрывает защищаемые поверхности, заполняет щели и отверстия. Для защиты конструкций от пожаров достаточно нанести очень тонкое покрытие – толщиной от нескольких десятых долей миллиметра до нескольких миллиметров.

Огнезащитные материалы используются в строительстве и энергетике: для защиты электрических кабелей всех видов, независимо от величины напряжения, для металлических и деревянных конструкций, для изготовления противопожарных дверей, для огнезадерживающих вентиляционных клапанов.

Основными огнезащитными покрытиями терморасширяющегося типа, используемыми в Беларуси, являются лаки и дисперсионные покрытия марки UNITERM, огнезащитные краски на основе органических растворителей марки ПРОТЕРМ, вододисперсионные пасты и материалы типа ОГРАКС.

Терморасширяющиеся материалы позволяют получить гибкие покрытия. Они отличаются высокой водо- и атмосферостойкостью, долговечностью, не выделяют вредные вещества.

**Категории помещений по взрывопожарной
и пожарной опасности**

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
1	2
А (взрывопожароопасная)	<p>Горючие газы (далее – ГГ), легковоспламеняющиеся жидкости (далее – ЛВЖ) с температурой вспышки не более 28 °С в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых в помещении развивается расчетное избыточное давление взрыва, превышающее 5 кПа.</p> <p>Вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом, в таком количестве, что расчетное избыточное давление взрыва в помещении превышает 5 кПа</p>
Б (взрывопожароопасная)	<p>Горючие пыли или волокна, ЛВЖ с температурой вспышки более 28 °С, горючие жидкости (далее – ГЖ) в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные пыле- или паровоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа</p>
В1-В4 (пожароопасные)	<p>ЛВЖ, ГЖ и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом взрываться и гореть, при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии или обращаются, не относятся к категории А или Б</p>
Г1	<p>ГГ, ЛВЖ и ГЖ, твердые горючие вещества и материалы, используемые в качестве топлива</p>
Г2	<p>Негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени</p>
Д	<p>Негорючие вещества и материалы в холодном состоянии</p>

Технические характеристики огнетушителей

Тип, марка огнетушителя	Вид огнетушащего вещества	Длина струи, м	Продолжительность действия, с	Диапазон рабочих температур, °С	Средний срок службы, лет	Периодичность зарядки	Область применения
Углекислотные: ОУ-2 ОУ-5 ОУ-10	Двуокись углерода сжиженная (углекислый газ)	1,5	8	-40...+50	10	1 раз в год	Для тушения различных веществ и материалов, а также электрооборудования, находящегося под напряжением до 10 кВ
		2,0	9		10		
		3,0	12		10		
Воздушно-пенные: ОВП-10 ОВП-100	Пенообразователь	4,5	45	+5...+45	10	1 раз в год	Для тушения различных горючих, твердых, жидких, щелочных материалов. Не допускается тушение электрооборудования, находящегося под напряжением
		6,5	65	+5...+50	5		
Порошковые: ОП-1 ОП-2 ОП-5 ОП-10	Порошок	4,0	10	-25...+35	10	По инструкции завода-изготовителя	Для тушения твердых, жидких и газообразных веществ, а также электрооборудования, находящегося под напряжением до 1 кВ
		5,0	15	-50...+50	10		
		3,5	20	-40...+50	10		

ОКАЗАНИЕ ПЕРВОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ ПРИ ПОРАЖЕНИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ

Цель работы

1. Научиться быстро и квалифицированно оказывать первую доврачебную медицинскую помощь человеку, пораженному электрическим током.

2. Приобрести практические навыки в оценке состояния пострадавшего и выведении человека из состояния клинической смерти методом искусственного дыхания и наружного массажа сердца с использованием манекена-тренажера.

Содержание работы

Ознакомиться с общими положениями и устройством манекена-тренажера. Изучить методы освобождения пострадавшего от электрического тока. Оценить состояние пострадавшего и выбрать метод оказания первой помощи. Произвести практические действия по оживлению-реанимации человека, пораженного электрическим током на манекене-тренажере методом искусственного дыхания способом «изо рта в рот» с наружным массажем сердца.

Общие положения

Первая помощь при поражениях электрическим током состоит из двух этапов: освобождение пострадавшего от действия тока и оказание ему доврачебной медицинской помощи. При этом основными условиями успеха являются быстрота и правильность действий, что зависит от знания и умения, спокойствия и находчивости оказывающего помощь. Такие навыки вырабатываются специальной подготовкой.

Первую помощь следует оказывать немедленно и по возможности на месте происшествия. *Наилучший эффект достигается в тех случаях, когда с момента остановки сердца прошло менее четырех минут, промедление может привести к гибели пострадавшего. При*

поражениях электрическим током смерть часто бывает клинической (мнимой), поэтому никогда не следует отказываться от оказания помощи пострадавшему и считать его мертвым, даже если у него отсутствует дыхание, сердцебиение, пульс. Первую помощь следует оказывать пострадавшему всегда, а вынести заключение о его смерти имеет право только врач.

Известны случаи, когда пострадавшие были возвращены к жизни через 3...4 и даже 11...20 часов после проведения непрерывных мер – искусственного дыхания и массажа сердца.

При своевременном и правильном оказании первой помощи около 90 % пораженных электрическим током с нарушением дыхания и кровообращения оживают. Однако из-за промедлений и ошибочных действий в практике только около одной трети пострадавших возвращают к жизни. Каждый работник предприятия должен уметь правильно оказывать первую помощь пострадавшим, обучение которой наиболее эффективно с использованием манекенов-тренажеров.

Основные данные о манекене-тренажере

Манекен-тренажер предназначен для обучения практическим навыкам проведения искусственного дыхания способом «изо рта в рот» и наружного массажа сердца при оказании первой медицинской доврачебной помощи в случаях поражения электрическим током, отравления, утопления и других несчастных случаев.

Габаритные размеры – 170 x 500 x 350 мм, масса – 20 кг.

Напряжение питания пульта управления – 220 В, цепей управления – 12, 24 В.

Мощность, потребляемая пультом управления, – не более 50 ВА.

Сопротивление изоляции электрических цепей – не менее 0,5 МОм.

Манекен имеет следующие механизмы: дыхания, непрямого массажа сердца, поворота головы и глаз (изменение величины зрачка), подъема грудной клетки, пульса в груди, пульса на шее, пульса на руке, ритм дыхания.

Требования безопасности. Металлический корпус пульта перед включением в сеть должен быть заземлен через клемму «Земля». Для обеспечения электробезопасности выбрано напряжение 12 В. Полость рта манекена должна дезинфицироваться с применением марлевой повязки.

Подготовка к работе. Манекен и пульт должны находиться на ровной твердой поверхности на высоте 0,4...0,7 м от пола. После наружного осмотра манекена и пульта при отсутствии механических повреждений – заземлить пульт, соединить штепсельный разъем шлангового провода и включить пульт в сеть 220 В.

Проверка исправности механизмов манекена производится преподавателем или учебным мастером перед занятиями.

Механизм дыхания проверяется вдуванием воздуха в рот при откинутой до упора голове и зажатом носе по сигнальной лампе «Давление нормальное».

Наружный массаж сердца – нажатием на грудину по сигнальным лампам «Нормально» и «Больше».

Поворот головы – вращением ее на 90° от положения лицом вверх.

Механизм глаз – включением соответствующего тумблера на пульте (устанавливается зрачок большего или меньшего размера).

Механизм подъема грудной клетки – включение тумблера на пульте – грудь должна ритмично подниматься и опускаться.

Пульс в груди, на шее и на руке – включение соответствующих тумблеров на пульте.

Механизм ритмов дыхания и пульса включается автоматически при проверке исправности механизмов дыхания и наружного массажа сердца – начинают мигать соответствующие лампы на пульте с оптимальными частотами пульса и дыхания.

Освобождение пострадавшего от действия электрического тока

При поражении электрическим током необходимо как можно быстрее освободить пострадавшего от действия тока, т.к. от продолжительности этого действия зависит тяжесть электротравмы. По правилам техники безопасности при эксплуатации электроустановок «при несчастных случаях с людьми снятие напряжения для освобождения пострадавшего должно быть произведено немедленно без предварительного разрешения». Часть установки, которой касается пострадавший, отключается с помощью выключателей, рубильника или другого отключающего аппарата (рис. 11.1), напряжение снимается путем снятия или вывертывания предохранителей (пробок), разъема штепсельного соединения.



Рис. 11.1. Освобождение пострадавшего от тока путем отключения электроустановок (плакат)

Если пострадавший находится на высоте, то следует принять меры, предупреждающие его падение при освобождении от тока.

Следует предусмотреть меры по обеспечению освещения помещений без естественного света при отключении электроустановок с учетом взрыво- и пожароопасности помещений.

Напряжение до 1000 В. При невозможности отключить электроустановку или привод напряжением до 1000 В для освобождения пострадавшего следует воспользоваться сухим канатом, палкой, доской или каким-либо другим предметом, не проводящим электрический ток (рис. 11.2).



Рис. 11.2. Освобождение пострадавшего от тока в установках до 1000 В отбрасыванием провода доской

Можно оттянуть пострадавшего от токоведущих частей, взявшись за его одежду, если она сухая и отстает от тела, например за полы пиджака, пальто, за воротник, избегая при этом прикосновения к

телу пострадавшего, его обуви, которая может оказаться токопроводящей из-за загрязнения, наличия в ней гвоздей и т.п., к сырой одежде, а также окружающим заземленным металлическим предметам. Следует действовать одной рукой (рис. 11.3).



Рис. 11.3. Освобождение пострадавшего от тока установки до 1000 В оттаскиванием за сухую одежду

При необходимости прикоснуться к телу пострадавшего, не покрытому сухой одеждой, надо надеть на руки диэлектрические перчатки или обмотать их сухой тканью (шарфом и т.п.), натянуть на руки рукава пиджака или пальто и т.д. (рис. 11.4).



Рис. 11.4. Отделение пострадавшего от токоведущей части, находящейся под напряжением до 1000 В

Можно также изолировать себя от земли или токопроводящего пола, надев галоши или встав на сухую доску или другие не проводящие электрический ток предметы.

Если пострадавший судорожно сжимает рукой провод, находящийся под напряжением, то разжимают каждый палец в отдельности с помощью диэлектрических перчаток. Возможно также прервать цепь тока, отделив пострадавшего от земли (подсунуть под него сухую доску или оттащить за одежду или за ноги), соблюдая меры безопасности.

Можно перерубить провода топором с сухой деревянной рукояткой (рис. 11.5) или перекусить их инструментом с изолированными рукоятками пофазно, при этом рекомендуется стоять на сухих досках, деревянной лестнице, резиновом коврикe и т.п.

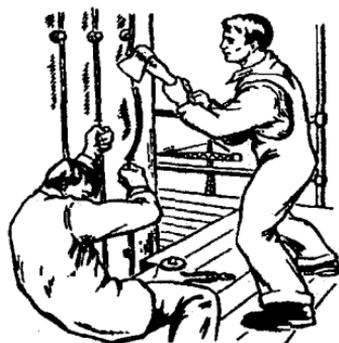


Рис. 11.5. Освобождение пострадавшего от тока в установках до 1000 В перерубанием проводов

Напряжение выше 1000 В. Для отделения пострадавшего от токоведущих частей необходимо надеть диэлектрические перчатки и боты и действовать штангой или изолирующими клещами, рассчитанными на напряжение данной электроустановки или линии (рис. 11.6).



Рис. 11.6. Освобождение пострадавшего от тока в установках свыше 1000 В отбрасыванием провода изолирующей штангой

Применение диэлектрических ботов необходимо для защиты от шагового напряжения, если токоведущая часть (провод и др.) лежит на земле. Пострадавшего необходимо вынести из этой зоны после освобождения от токоведущих частей. При отсутствии возможности

быстро отключить линию электропередачи из пунктов питания производят (вызывают) автоматическое отключение созданием искусственного режима короткого замыкания путем наброса на провода гибкого неизолированного провода достаточного сечения, чтобы он не перегорел при прохождении через него тока короткого замыкания. Наименьшее сечение замыкающего провода (по меди) для линий до 1000 В должно быть 16 мм^2 и для линий свыше 1000 В – 25 мм^2 .

Перед набросом один конец провода заземляется путем присоединения к металлической опоре, заземляющему спуску и др., а на другой свободный конец провода для удобства заброса прикрепляется груз. Провод набрасывается так, чтобы он не коснулся людей. Если пострадавший касается одного провода, то часто достаточно заземлить только этот провод.

Первая помощь пострадавшему от электрического тока

После освобождения пострадавшего от действия электрического тока необходимо оценить его состояние. Первая помощь оказывается немедленно после освобождения от действия тока здесь же на месте, если это не опасно пострадавшему или оказывающим помощь.

Во всех случаях поражения электрическим током независимо от состояния пострадавшего необходимо вызвать врача.

Для определения состояния пострадавшего необходимо уложить его на спину и проверить наличие дыхания и пульса.

Наличие дыхания определяется на глаз по подъему и опусканию грудной клетки.

Проверка пульса (наличие в организме кровообращения) осуществляется на лучевой артерии руки, и если он здесь не обнаруживается, то его следует проверить на сонной артерии на шее с правой и левой сторон выступа щитовидного хряща – адова ябллка. При отсутствии кровообращения глазной зрачок бывает расширен (0,5 см в диаметре и более).

Если пострадавший в сознании, с устойчивым дыханием и пульсом, но до этого был в обмороке, его следует уложить на подстилку из одежды, расстегнуть одежду, стесняющую дыхание, создать приток свежего воздуха, растереть и согреть тело и обеспечить полный покой, удалив лишних людей.

Если пострадавший находится в бессознательном состоянии, но с устойчивым дыханием и пульсом (кровообращением), его следует удобно уложить на подстилку, расстегнуть стесняющую одежду, обеспечить приток свежего воздуха, поднести к носу вату, смоченную нашатырным спиртом, и опрыскивать лицо холодной водой.

При возникновении у пострадавшего рвоты необходимо повернуть его голову и плечи набок для удаления рвотных масс.

Если пострадавший придет в сознание, то следует дать ему выпить 15...20 капель настойки валерьяны и горячего чая.

Пострадавшему нельзя позволять продолжать работу или двигаться, не следует его раздевать, т.к. это может привести к ухудшению состояния здоровья.

Если пострадавший дышит очень редко и судорожно, но у него прощупывается пульс, необходимо сразу же делать искусственное дыхание.

Если у пострадавшего отсутствуют дыхание и пульс – он находится в состоянии клинической смерти.

По истечении периода клинической смерти наступает биологическая (или истинная) смерть, когда в первую очередь начинают погибать наиболее чувствительные к кислородному голоданию клетки коры головного мозга, что является необратимым явлением.

Достоверными признаками биологической – необратимой смерти – являются трупные пятна, окоченение, охлаждение тела до температуры окружающей среды.

Восстановление жизненных функций человека из состояния клинической смерти производится путем искусственного дыхания и наружным массажем сердца, при этом чем раньше начать меры по оживлению, тем больше вероятность успеха.

При поражении молнией оказывается та же помощь, что и при поражении электрическим током.

Ни в коем случае нельзя зарывать пострадавшего в землю.

Перевозить пострадавшего можно только при удовлетворительном дыхании и удовлетворительном пульсе.

Искусственное дыхание

Искусственное дыхание проводится в тех случаях, когда пострадавший не дышит или дышит плохо (редко, судорожно, как бы со

всхлипыванием), а также если его дыхание постоянно ухудшается независимо от того, чем это вызвано: поражением электрическим током, отравлением, утоплением и т.д.

Наиболее эффективным способом искусственного дыхания является способ «изо рта в рот» или «изо рта в нос», так как при этом обеспечивается поступление достаточного объема воздуха в легкие (за один вдох до 1000...1500 мл). Выдыхаемый человеком воздух физиологически пригоден для дыхания пострадавшего. Вдувание воздуха производится через марлю, носовой платок, другую неплотную ткань или специальный «воздуховод».

Этот способ искусственного дыхания позволяет легко контролировать поступление воздуха в легкие пострадавшего по расширению грудной клетки после вдувания и спаданию ее в результате пассивного выхода.

Для проведения искусственного дыхания пострадавшего следует уложить на спину, расстегнуть стесняющую дыхание одежду.

Необходимо в первую очередь обеспечить проходимость верхних дыхательных путей, которые в положении на спине при бессознательном состоянии всегда закрыты запавшим языком. Также в полости рта могут находиться рвотные массы, смещенные протезы и т.д., которые необходимо удалить пальцем, обернутым платком или бинтом (рис. 11.7).



Рис. 11.7. Очищение рта и глотки

После этого оказывающий помощь располагается сбоку от головы пострадавшего, одну руку подсовывает ему под шею, а ладонью другой руки надавливает на его лоб, максимально запрокидывая голову (рис. 11.8). При этом корень языка поднимается и освобождает вход в гортань, а рот пострадавшего открывается.



Рис. 11.8. Положение головы пострадавшего при проведении искусственного дыхания

Оказывающий помощь наклоняется к лицу пострадавшего, делает глубокий вдох, полностью плотно охватывает губами открытый рот пострадавшего и делает энергичный выдох, с некоторым усилием вдывая воздух в его рот; одновременно он закрывает нос пострадавшего щекой или пальцами руки, находящейся на лбу (рис. 11.9). При этом надо наблюдать за грудной клеткой пострадавшего, которая поднимается.



Рис. 11.9. Проведение искусственного дыхания по способу «изо рта в рот»

После подъема грудной стенки нагнетание (вдувание) воздуха приостанавливают, оказывающий помощь поворачивает лицо в сторону, происходит пассивный выдох у пострадавшего.

Если у пострадавшего хорошо определяется пульс и необходимо проводить только искусственное дыхание, то интервал между искусственными вдохами должен составлять 5 с (12 дыхательных циклов в минуту). При эффективном искусственном дыхании кроме расширения грудной клетки может быть порозовение кожных и слизистых покровов, а также выход пострадавшего из бессознательного состояния и появление у него самостоятельного дыхания.

При проведении искусственного дыхания необходимо следить за тем, чтобы воздух не попал в желудок пострадавшего, о чем свидетельствует вздутие его живота. В таких случаях осторожно надав-

ливают на живот между грудиной и пупком. При этом может возникнуть рвота, тогда следует повернуть голову и плечи пострадавшего набок, чтобы очистить его рот и глотку (см. рис. 11.7).

Если после вдувания воздуха грудная клетка не расправляется, необходимо нижнюю челюсть пострадавшего выдвинуть вперед. Для этого четырьмя пальцами обеих рук захватывают нижнюю челюсть сзади за углы и, опираясь большими пальцами в ее край ниже углов рта, оттягивают и выдвигают челюсть вперед так, чтобы нижние зубы стояли впереди верхних (рис. 11.10).



Рис. 11.10. Выдвижение нижней челюсти двумя руками

Если челюсти пострадавшего плотно стиснуты и открыть рот не удастся, следует проводить искусственное дыхание «изо рта в нос» (рис. 11.11).



Рис. 11.11. Проведение искусственного дыхания по способу «изо рта в нос»

В отдельных случаях при отсутствии дыхания и наличии пульса искусственное дыхание можно выполнять и в положении сидя или вертикальном (в люльке, на опоре или на мачте). При этом голову пострадавшего запрокидывают как можно больше назад или выдвигают вперед нижнюю челюсть. Остальные приемы те же.

Маленьким детям вдвуют воздух одновременно в рот и в нос (рис. 11.12). Чем меньше ребенок, тем меньше ему нужно воздуха для вдоха и тем чаще следует проводить вдввание (до 15...18 раз в минуту, т.е. через 4...3,5 с), вдввания должны быть неполными и менее резкими, чтобы не повредить дыхательные пути ребенка.



Рис. 11.12. Проведение искусственного дыхания ребенку

При появлении первых слабых вдохов следует приурочить проведение искусственного вдоха к моменту начала самостоятельного вдоха пострадавшего.

Искусственное дыхание прекращают после восстановления у пострадавшего достаточно глубокого и ритмичного самостоятельного дыхания.

Наружный (непрямой) массаж сердца

При поражении электрическим током может наступить не только остановка дыхания, но и прекратиться кровообращение, которое необходимо возобновить искусственным путем. Комплекс мероприятий при сочетании искусственного дыхания и кровообращения с наружным массажем сердца называется реанимацией, т.е. оживлением. Признаком остановки сердечной деятельности (остановка сердца или его фибрилляция) является появление бледности или синюшности кожных покровов, потеря сознания, отсутствие пульса на сонных артериях, прекращение дыхания или судорожные неправильные вдохи — при этом необходимы реанимационные мероприятия. Для этого пострадавшего немедленно надо уложить на ровное жесткое основание (никаких валиков под плечи и шею подкладывать нельзя) и при одновременном искусственном дыхании проводить наружный (непрямой) массаж сердца, строго чередуя операции.

При наружном массаже сердца производят ритмичное надавливание на грудь, т.е. на переднюю стенку грудной клетки пострадав-

шего, от этого сердце сжимается между грудиной и позвоночником и выталкивает из своих полостей кровь, а после прекращения надавливания грудная клетка и сердце распрямляются и сердце заполняется кровью, поступающей из вен.

Если помощь оказывает один человек, он располагается сбоку от пострадавшего и наклонившись делает два быстрых энергичных вдувания («изо рта в рот» или «изо рта в нос»), затем поднимается, кладет ладонь одной руки на нижнюю половину грудины (на два пальца от ее нижнего края) и приподнимает пальцы, а ладонь второй руки кладет поверх первой. При надавливании на грудину помогает наклоном своего корпуса, руки при этом должны быть выпрямлены в локтевых суставах (рис. 11.13...11.16).



Рис. 11.13. Положение оказывающего помощь при проведении наружного массажа сердца



Рис. 11.14. Место расположения рук при проведении наружного массажа сердца



Рис. 11.15. Правильное положение рук при проведении наружного массажа сердца и определение пульса на сонной артерии (пунктир)

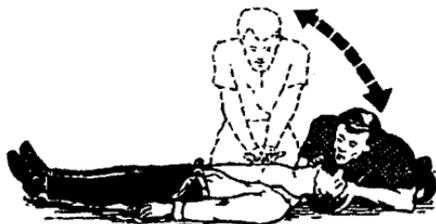


Рис. 11.16. Проведение искусственного дыхания и наружного массажа сердца одним лицом

Надавливание следует производить быстрыми толчками, таким образом, чтобы прогнуть грудину внутрь на 4...5 см с продолжительностью надавливания не более 0,5 с и интервалами между надавливаниями 0,5 с.

В паузах между надавливаниями руки с грудины не снимают, пальцы остаются прямыми, руки – выпрямленными в локтевых суставах.

При оживлении одним человеком, на каждые два вдувания производится 15 надавливаний на грудину. За одну минуту необходимо сделать не менее 60 надавливаний и 12 вдуваний, т.е. выполнить 72 манипуляции, поэтому темп реанимационных мероприятий должен быть высоким без затяжки вдувания – как только грудная клетка пострадавшего расширилась, вдувание прекращают.

При участии в реанимации двух человек (рис. 11.17) соотношение «дыхание-массаж» составляет 1 : 5, т.е. после одного глубокого вдувания производится пять надавливаний на грудную клетку. В период искусственного вдоха не производят надавливания на грудину для массажа сердца, т.е. операции по реанимации необходимо строго чередовать.



Рис. 11.17. Проведение искусственного дыхания и наружного массажа сердца двумя лицами

При правильных действиях по реанимации кожные покровы розовеют, зрачки сужаются, самостоятельное дыхание восстанавливается. Пульс на сонных артериях во время массажа должен хорошо прощупываться. После восстановления сердечной деятельности при хорошо определяемом собственном (без массажа) пульсе массаж сердца немедленно прекращают, продолжая искусственное дыхание при слабом самостоятельном дыхании пострадавшего и стараясь, чтобы естественный и искусственный вдохи совпадали. При восстановлении полноценного самостоятельного дыхания искусственное дыхание также прекращают. При неэффективности реанимации (кожные покровы синюшно-фиолетовые, зрачки широкие, пульс на артериях во время массажа не определяется), реанимацию прекращают через 30 мин.

Детям от года до 12 лет массаж сердца производят одной рукой и в минуту делают от 70 до 100 надавливаний в зависимости от возраста, детям до года – от 100 до 120 надавливаний в минуту двумя пальцами (вторым и третьим) на середину грудины. Объем вдоха необходимо соразмерять с возрастом ребенка.

Экспериментальная часть

Практические занятия по реанимации проводятся на манекен-тренажере.

Искусственное дыхание «изо рта в рот»

На груди манекена, лежащего на спине, расстегнуть одежду и по неподвижному состоянию грудной клетки установить необходимость проведения дыхания.

Осмотреть полость рта с целью выявления инородных предметов, препятствующих проведению искусственного дыхания.

Голову манекена повернуть набок, при необходимости удалить инородные предметы.

Голову манекена максимально запрокинуть назад путем подкладывания одной руки под шею с надавливанием другой на лоб, что обеспечивает проходимость дыхательных путей.

Продезинфицировать полость рта манекена этиловым спиртом, на рот положить дезинфицированную марлевую повязку.

Сделать глубокий вдох и затем плотно прижав свой рот ко рту манекена (нос закрыть) произвести в него выдох. При этом грудная

клетка манекена должна подниматься, а на пульте должна загораться сигнальная лампа «Давление нормально».

Ритм искусственного дыхания задается на пульте лампой «Искусственное дыхание, ритм». Вдувание воздуха производить через каждые 5 с (12 дыхательных циклов в минуту).

После каждого вдувания рот и нос пострадавшего (манекена) освобождаются для свободного выхода воздуха из дыхательного механизма. Делается 10 вдуваний.

Наружный массаж сердца

По состоянию пульса (на руке, шее или в груди) и зрачка установить необходимость проведения массажа сердца.

Занять место слева или справа у груди манекена и определить место приложения усилий при массаже посредством прощупывания участка грудной клетки, имитирующего конец грудины, — оно находится примерно на два пальца выше мягкого ее конца.

Наложить на найденное место нижнюю часть ладони одной руки, а затем поверх первой руки под прямым углом — вторую руку.

Надавливание следует производить быстрым толчком, слегка помогая наклоном всего корпуса, а руки при этом должны быть выпрямлены в локтевых суставах так, чтобы прогнуть грудину внутрь на 4...5 см. При этом на пульте загорается зеленая лампа «Усилие нормальное». После толчка руки остаются в нижнем положении в течение не более 0,5 с, после чего следует слегка выпрямиться и расслабить руки, не отнимая их от груди манекена. При приложении усилия больше нормального на пульте загорается красная лампа «Усилие больше нормы».

Надавливание производится в такт с лампой «Ритм сердца» (один раз в секунду).

Группа обучающихся по указанию преподавателя разбивается попарно, и поочередно один из обучаемых проводит искусственное дыхание, второй — массаж сердца в соотношении 1 : 5 (один вдох — пять надавливаний), затем производят реанимацию одним человеком (два вдоха — 15 надавливаний) и т.д.

При обучении одного лица после двух вдуваний производится 15 надавливаний с последующим повторением циклов.

СОДЕРЖАНИЕ

Лабораторная работа № 1. ИЗМЕРЕНИЕ ЗАЩИТНЫХ ЗАЗЕМЛЕНИЙ И СОПРОТИВЛЕНИЯ ИЗОЛЯЦИИ.	3
Лабораторная работа № 2. ОСВЕЩЕНИЕ РАБОЧИХ МЕСТ.	21
Лабораторная работа № 3. ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ МИКРОКЛИМАТА В РАБОЧЕЙ ЗОНЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ.	37
Лабораторная работа № 4. ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ В ВОЗДУХЕ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ.	50
Лабораторная работа № 5. ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ШУМА И МЕТОДОВ ЕГО СНИЖЕНИЯ.	59
Лабораторная работа № 6. ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ВИБРАЦИИ И МЕТОДОВ ЕЕ СНИЖЕНИЯ.	73
Лабораторная работа № 7. ЗАЩИТА ОТ ИСТОЧНИКОВ ТЕПЛОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ. ...	92
Лабораторная работа № 8. ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ РАДИОЧАСТОТНОГО ДИАПАЗОНА.	103
Лабораторная работа № 9. ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННОСТИ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО ПОЛЯ.	111
Лабораторная работа № 10. СРЕДСТВА И МЕТОДЫ ПОЖАРОТУШЕНИЯ.	118
Лабораторная работа № 11. ОКАЗАНИЕ ПЕРВОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ ПРИ ПОРАЖЕНИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ.	136

Учебное издание

ОХРАНА ТРУДА

Лабораторный практикум
для студентов всех специальностей

Составители:

ЛАЗАРЕНКОВ Александр Михайлович
ДАНИЛКО Богдан Михайлович
ЖУРАВКОВ Николай Михайлович и др.

Редактор Т.Н. Микулик

Компьютерная верстка Н.А. Школьниковой

Подписано в печать 20.06.2008.

Формат 60×84 1/16. Бумага офсетная.

Отпечатано на ризографе. Гарнитура Таймс.

Усл. печ. л. 8,89. Уч.-изд. л. 6,95. Тираж 200. Заказ 153.

Издатель и полиграфическое исполнение:

Белорусский национальный технический университет.

ЛИ 02330/0131627 от 01.04.2004.

220013, Минск, проспект Независимости, 65.