

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
«Могилевский государственный университет продовольствия»

Кафедра охраны труда и экологии

ОХРАНА ТРУДА

Методические указания
к выполнению лабораторного практикума
для студентов всех специальностей

Могилев 2012

УДК 658.382
ББК 62.247

Рассмотрены и рекомендованы к изданию
на заседании кафедры охраны труда и экологии
Протокол № 11 от 29.06.2012 г.

Составители:

кандидат технических наук, доцент

Цап В.Н.

кандидат технических наук, доцент

Мирончик А.Ф.

ст. преподаватель

Баитова С.Н.

ст. преподаватель

Гапеева Т.М.

ст. преподаватель

Юращик К.К.

ст. преподаватель

Липская Д.А.

Рецензент

кандидат технических наук, доцент УО «Белорусский государственный
аграрно-технический университет» Л.Т. Ткачева

© Учреждение образования
«Могилевский государственный
университет продовольствия», 2012

Содержание

Введение	4
1 Лабораторная работа № 1. Исследование параметров микроклимата на производстве.....	5
2 Лабораторная работа № 2. Нормирование и оценка эффективности естественного освещения в производственных помещениях.....	11
3 Лабораторная работа № 3. Исследование искусственного производственного освещения.....	14
4 Лабораторная работа № 4. Определение и нормирование вредных веществ в воздухе рабочей зоны производственных помещений.....	17
5 Лабораторная работа № 5. Исследование и нормирование уровней шума на рабочих местах.....	24
6 Лабораторная работа № 6. Контроль сопротивления изоляции токоведущих частей оборудования.....	30
7 Лабораторная работа № 7 Исследование эффективности теплопоглощающих защитных экранов.....	34
8 Лабораторная работа № 8. Определение температуры вспышки и воспламенения паров огнеопасных жидкостей и категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности.....	38
9 Лабораторная работа № 9. Определение температурных пределов распространения пламени паров жидкостей.....	43
10 Лабораторная работа № 10. Аппараты и средства пожаротушения.....	48
11 Лабораторная работа № 11. Исследование и нормирование уровней вибрации на рабочих местах.....	56
Приложение А. Нормируемая освещенность промышленных предприятий.....	62
Приложение Б. Коэффициенты светового климата.....	63
Приложение В. Световые и электрические параметры ламп накаливания и люминесцентных ламп.....	64
Приложение Г. Нормируемая искусственная освещенность промышленных предприятий.....	65
Приложение Д. Предельно допустимые уровни звукового давления, уровни звука и эквивалентные уровни звука.....	66

Введение

Дисциплина «Охрана труда» состоит из лекционного курса, лабораторных и практических занятий.

В лекционном курсе студенты изучают теоретические основы обеспечения безопасности, безвредности и облегчения условий труда при достижении его максимальной производительности.

В лабораторном практикуме изучаются экспериментальные методы оценки производственной обстановки (загрязнение воздушной среды, метеорологические условия, качество освещения, уровень шума и вибрации), безопасной эксплуатации оборудования и пожаровзрывоопасности веществ и материалов АПК. Полученные экспериментальные данные используются для определения показателей защиты и других параметров, обеспечивающих производственную безопасность в соответствии с нормативными документами по охране труда.

Настоящее пособие служит методическим руководством для проведения работ в лаборатории кафедры. В руководство включены 11 работ, описание каждой работы построено таким образом, что студент вначале знакомится с основными теоретическими положениями и методами аналитического расчета исследуемых параметров, затем с устройством и принципом действия экспериментальных установок и приборов, порядком выполнения эксперимента.

Охрана труда при выполнении лабораторных работ

Перед проведением лабораторных работ студент получает от преподавателя инструктаж по охране труда и расписывается в журнале.

При выполнении работы студент обязан:

- 1) Не загромождать рабочее место посторонними предметами.
- 2) Эксперимент начинать только с разрешения преподавателя или лаборанта.
- 3) Перед включением установок (приборов) в электрическую сеть убедиться в соответствии напряжения, указанного на розетке и штепсельной вилке шнура электропитания установок.
- 4) Не приступать к работе при наличии трещин и дефектов в стеклянных реакционных сосудах, при неисправности установки (прибора) или при отсутствии защитных экранов, ограждений или других защитных приспособлений. Обо всех обнаруженных неисправностях или неполадках в работе установок (приборов) немедленно поставить в известность преподавателя.
- 5) Выполнять опыты с токсическими и пожароопасными веществами в соответствии с требованиями безопасности в вытяжном шкафу.
- 6) Не отлучаться от установок (приборов) во время проведения работы.

Лабораторная работа № 1. Исследование параметров микроклимата на производстве

- Цель работы:
- 1 Ознакомление с приборами, оборудованием и методами исследования, используемыми при определении параметров микроклимата.
 - 2 Определение параметров микроклимата на рабочем месте и его санитарно-гигиеническая оценка (СанПиН 9-80 РБ 98 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений»).

1.1 Теоретическая часть

Метеорологические условия – это физическое состояние воздушной среды, которое определяется действующим на организм человека сочетанием температуры, влажности, скорости движения воздуха, атмосферного давления и излучения нагретых поверхностей (лучистого тепла).

Микроклимат характеризует метеорологические условия на какой-либо ограниченной территории (населенный пункт, цех и т.п.) и оказывает существенное влияние на протекание внутренних процессов в организме человека, его работоспособность.

Температура воздуха – параметр, отражающий его тепловое состояние. Характеризуется кинетической энергией движения молекул газов воздуха.

Влажность воздуха – параметр, отражающий содержание в воздухе водяных паров. Различают абсолютную, максимальную и относительную влажность воздуха. Абсолютной влажностью называется плотность водяного пара в воздухе, выраженная в граммах на метр кубический. Максимальной влажностью называется максимально возможная плотность водяных паров при данной температуре. Относительной влажностью воздуха называется отношение абсолютной влажности к максимальной при одинаковых температуре и давлении. Относительная влажность выражается в процентах.

Движение воздуха в рабочей зоне может быть вызвано неравномерным нагревом воздушных масс, действием вентиляционных систем или технологического оборудования и измеряется в метрах в секунду.

Атмосферное давление характеризуется интенсивностью силы тяжести вышестоящего столба воздуха на единицу поверхности и измеряется в Па.

Лучистое тепло (инфракрасная радиация) представляет собой электромагнитные излучения нагретых тел с длиной волны от 780 до 10^6 нм.

Комплексное воздействие на человека перечисленных выше факторов обуславливает тот или иной микроклимат в рабочей зоне. При их благоприятных сочетаниях с учетом характера и тяжести выполняемой работы человек находится в комфортных условиях и может плодотворно трудиться. Неблагоприятные сочетания метеорологических условий могут вызвать перегрев или переохлаждение.

СанПиН 9-80 РБ 98 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» устанавливают для рабочих зон производственных помещений оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха для холодного (среднесуточная температура наружного воздуха ниже $+10^{\circ}\text{C}$) и теплого ($+10^{\circ}\text{C}$ и выше) периодов года.

По тяжести категории физические работы разделены исходя из общих энергозатрат организма в джоулях в секунду. К легкой категории Ia относятся работы, производимые сидя, не требующие систематического физического напряжения с энергозатратами до 139 Вт, а к категории Ib – производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой, сопровождающиеся физическим напряжением с расходом энергии 140–174 Вт.

К физическим работам средней тяжести категории IIa относятся все виды деятельности, при которых расход энергии равен 175–232 Вт, а к категории IIб – 233 – 290 Вт. Работы категории IIa – это связанные с ходьбой, перемещением мелких (до 1 кг) изделий или предметов в положении стоя или сидя и требующие определенного физического напряжения, а IIб – работы, выполняемые стоя, связанные с ходьбой, переноской небольших (до 10 кг) тяжестей и сопровождающиеся умеренным физическим напряжением. Тяжелые физические (категория III) – это работы, связанные с систематическим физическим напряжением, в частности, с постоянными передвижениями, переноской и перемещением значительных (более 10 кг) тяжестей, требующих больших физических усилий с энергозатратами более 290 Вт.

1.2 Приборы и оборудование

Для определения температуры воздуха – термометр ртутный, термограф. Для определения относительной влажности – психрометр Ассмана, Августа, гигрограф, гигрометр. Для определения скорости движения воздуха – анемометр цифровой переносной АП1. Для определения атмосферного давления – барометр, барограф.

Кроме того, в работе используется прибор комбинированный ТКА-ПКМ для измерения температуры и относительной влажности воздуха.

1.3 Порядок выполнения работы

Исследование микроклимата в лаборатории производят при естественных условиях воздушной среды, а также при искусственно созданном воздушном потоке с помощью вентилятора. Температуру воздуха определяют ртутным термометром, а давление – барометром-анероидом.

1.3.1 Определение влажности

Абсолютную и относительную влажности находят несколькими способами

Аналитический (расчетный) метод – с помощью этого метода абсолютную и относительную влажность определяют по формуле

$$\varphi = \frac{E_M - A \cdot P \cdot \Delta t}{E_C} \cdot 100, \quad (1.1)$$

где φ – значение относительной влажности воздуха, %;

E_M – насыщенная упругость водяного пара смоченного термометра, Па;

E_C – насыщенная упругость водяного пара сухого термометра, Па (E_M и E_C определяют по таблице 1.1);

A – психрометрический коэффициент $A = 6,62 \cdot 10^{-4} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$;

P – давление воздуха, Па (в лаборатории определяют по барометру-анероиду);

Δt – разность между температурой воздуха и температурой смоченного термометра.

В числителе формулы – аналитическая зависимость для определения абсолютной влажности, выражаемой парциальным давлением водяных паров, Па.

Графический метод – определение относительной влажности по психрометрическому графику.

Графический метод – определение относительной влажности по J-d - диаграмме параметров влажного воздуха по температуре сухого и влажного термометра.

1.3.2 Порядок работы с прибором ТКА-ПКМ (термогидрометр)

Снимите защитный колпачок с зонда и поместите прибор в зону измерения. Поворотом переключателя выберите нужный параметр и считайте с дисплея измеренное значение относительной влажности и температуры.

1.3.3 Порядок работы с аспирационным психрометром

Смочите батист на резервуаре термометра. Для этого возьмите резиновый баллон с пипеткой, заполните дистиллированной водой, легким нажимом доведите воду в пипетке не ближе чем на 1 см до края. Введите пипетку во внутреннюю трубку защиты и смочите батист. Выждав некоторое время, не вынимая пипетки из трубки, вбейте воду в баллон и выньте пипетку; заведите почти до отказа вентилятор психрометра МВ-4М; через четыре минуты после пуска вентилятора производят отсчет по термометрам с точностью до половины деления шкалы.

1.4 Определение скорости движения воздуха

Скорость движения воздуха определяют с помощью цифрового переносного анемометра АП1. Анемометр цифровой переносной АП1 состоит из следующих составных частей: первичного измерительного преобразователя АП1-1, первичного измерительного преобразователя АП1-2, цифрового измерительного прибора, устройства выпрямительного зарядного УВЗ, штанги. Все остальные части анемометра размещены в футляре.

Первичный измерительный преобразователь АП1-1 имеет крыльчатый ветроприемник, размещенный на полой оси и вращающийся на струне. Принцип работы чувствительного элемента анемометра заключается в преобразовании скорости воздушного потока, вращающего ветроприемник, в импульсы с частотой, пропорциональной скорости вращения.

Для определения скорости движения воздуха необходимо соединить первичный измерительный преобразователь АП1-2 с цифровым измерительным прибором через разъем. Установить переключатель напряжения питания в положение «ВКЛ», при этом индикатор «1-20» должен мигать с частотой 1 Гц. Проверить равномерность вращения ветроприемника (например, несильно дунуть), через 10 с на табло должно появиться некоторое значение скорости воздушного потока. После этого анемометр устанавливают вертикально в измеряемом воздушном потоке. Значение скорости воздушного потока индицируется через 10 с в течение 3 секунд.

Первый отсчет показаний анемометра производить через 30 секунд.

При скорости воздушного потока менее 5 м/с измерения производят с помощью первичного измерительного преобразователя АП1-1. Для этого отсоединить первичный измерительный преобразователь АП1-2, уложить его в футляр и присоединить АП1-1, соблюдая меры предосторожности. После этого первичный измерительный преобразователь АП1-1 установить в воздушном потоке – ветроприемником навстречу потоку – (осью крыльчатки вдоль направления потока). При включенном энергопитании индикатор «0,3–5» должен мигать с частотой 1 Гц. Значение скорости воздушного потока индицируется через 5 с в течение 3 секунд.

После проведения необходимого числа измерений включить напряжение питания, разобрать анемометр и уложить его в футляр.

Полученные результаты измерений и расчетов по пунктам заносят в таблицу 1.2.

Таблица 1.1 – Зависимость упругости насыщенных водяных паров от температуры

Температура воздуха, °С	Упругость водяного пара, Па	Температура воздуха, °С	Упругость водяного пара, Па
10	1226,9	21	2484,7
11	1311,5	22	2641,6
12	1401,3	23	2806,9
13	1496,3	24	2981,3
14	1597,0	26	3358,6
15	1703,8	27	3562,4
16	1816,5	28	3776,3
17	1935,8	29	4002,6
18	2062,0	30	4242,3
19	2195,2	31	4489,2
20	2336,9		

Таблица 1.2 – Результаты измерений и вычислений

Показатели	Результаты	Оптимальные значения по СанПиН 9-80 РБ 98	Допустимые нормы по СанПиН 9-80 РБ 98
Температура воздуха, °С: – по ртутному термометру – по термогигрометру			
Атмосферное давление, Па			
Показания «влажного термометра», °С			
Относительная влажность: – по термогигрометру – по формуле 1.1, % – по монограмме			
Скорость движения воздуха: в лаборатории (в скобках указать источник искусственного воздушного потока)			

Таблица 1.3 - Нормируемые величины температуры, влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений

Период года	Категория работ	Температура, °С			Относительная влажность		Скорость воздуха, м/с	
		Оптимальная	Допустимая		Оптимальная	Допустимая на постоянных и непостоянных рабочих местах	Оптимальная	Допустимая на постоянных и непостоянных рабочих местах
			верхняя граница	нижняя граница				
Холодный	Легкая							
	Ia	22–24	20,0–21,9	24,1–25,0	40–60	15–75	0,1	<0,1
	Iб	21–23	19,0–20,9	23,1–24,0	40–60	15–75	0,1	<0,2
	Средней тяжести							
	IIa	19–21	17,0–18,9	21,1–23,0	40–60	15–75	0,2	<0,3
	IIб	17–19	15,0–19,9	19,1–22,0	40–60	15–75	0,2	<0,4
	Тяжелая III	16–18	13,0–15,9	18,1–21,0	40–60	15–75	0,3	<0,4
Теплый	Легкая							
	Ia	23–25	21,0–22,9	25,1–28,0	40–60	15–75	0,1	0,1–0,2
	Iб	22–24	20,0–21,9	24,1–28,0	40–60	15–75	0,1	0,1–0,3
	Средней тяжести							
	IIa	20–22	18,0–19,9	22,1–27,0	40–60	15–75	0,2	0,1–0,4
	IIб	19–21	16,0–18,9	21,1–27,0	40–60	15–75	0,2	0,2–0,5
	Тяжелая III	18–20	15,0–17,9	20,1–26,0	40–60	15–75	0,3	0,2–0,5

Лабораторная работа №2. Нормирование и оценка эффективности естественного освещения в производственных помещениях

Цель работы: 1 Ознакомиться с порядком нормирования и расчета естественного освещения, с приборами и методами определения качества естественного освещения на рабочих местах.

2.1 Теоретическая часть

При освещении производственных помещений используют естественное освещение, создаваемое светом неба (прямым или отраженным). В спектре естественного света находится большое количество ультрафиолетовых лучей, необходимых для человека. Солнечный свет оказывает биологически оздоравливающее и тонизирующее воздействие на человека. Величина естественной наружной освещенности имеет большие колебания как по временам года, так и по часам суток, зависит от состояния погоды и облачности. Поэтому естественная освещенность внутри помещений изменяется в больших пределах. В связи с этим для помещений регламентируют не абсолютные величины естественной освещенности, а относительные показатели, не меняющиеся в зависимости от ее постоянных колебаний. Таким показателем является коэффициент естественной освещенности (КЕО):

$$\text{Е} = E_{\text{в}}/E_{\text{н}} \cdot 100, \quad (2.1)$$

где Е – КЕО в данной точке помещения, %;

$E_{\text{в}}$ – естественная освещенность в какой-либо точке заданной плоскости, внутри помещения, лк;

$E_{\text{н}}$ – наружная горизонтальная освещенность, создаваемая светом полностью открытого небосвода, замеренная одновременно с $E_{\text{в}}$, лк.

По конструктивным особенностям естественное освещение подразделяется на боковое, осуществляемое через световые проемы в наружных стенах (окна); верхнее, осуществляемое через фонари, а также через световые проемы в местах перепадов высот зданий; комбинированное – сочетание верхнего и естественного бокового освещения.

В производственных помещениях со зрительной работой I-III разрядов следует устраивать совмещенное освещение, при котором недостаточное по нормам естественное освещение дополняется искусственным. Освещенность от системы общего должна составлять не менее 200 лк при газоразрядных лампах и 100 лк при лампах накаливания.

При проектировании естественного освещения помещения вновь строящихся и реконструируемых зданий и сооружений различного назначения нормативы освещенности принимаются в соответствии с техническим кодексом установившейся практики ТКП 45-2.04-153-2009 «Естественное и

искусственное освещение. Строительные нормы проектирования». Основной величиной для расчета и нормирования естественного освещения внутри помещений является КЕО, значение которого зависит от коэффициента светового климата, характера и разряда зрительной работы, а также разновидности естественного освещения производственных помещений.

Нормированные значения КЕО для зданий, располагаемых в различных районах, определяется по формуле

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

где e_N – значение КЕО (приложение А);

m – коэффициент светового климата (приложение Б).

Разряды зрительных работ (от I до VIII) устанавливаются в зависимости от наименьшего размера (мм) объекта различения при его расположении на расстоянии не более 0,5 м от глаза работающего.

Работы на пищевых предприятиях в основном относятся к зрительным работам малой точности (разряд V, размер такого объекта различия свыше 1 до 5 мм).

Для измерения естественного освещения используются люксметр Ю-116, прибор комбинированный «ТКА-ПКМ» (31).

2.2 Порядок выполнения работы

Изучить устройство, принцип работы люксметра Ю-116, прибора комбинированного «ТКА-ПКМ» (31) и методики измерения.

Люксметр Ю-116 состоит из фотоэлемента с набором поглотительных насадок и гальванометра. Действие прибора основано на фотоэлектрическом эффекте. Световой поток, падающий на селеновый фотоэлемент, вызывает электрический ток, величина которого фиксируется стрелкой гальванометра пропорционально величине светового потока. Прибор имеет две шкалы измерения: от 0 до 30 лк и от 0 до 100 лк и соответствующие им кнопки управления. При нажатии левой кнопки отсчет ведется по шкале 0–30 лк, при нажатии правой – 0–100 лк.

Наибольшую погрешность измерений прибор дает при малых отклонениях стрелки гальванометра, поэтому на каждой шкале точкой обозначено допустимое начало измерения. На шкале 0–30 лк эта точка находится над отметкой 5 лк, а на шкале 0–100 – над отметкой 20 лк.

Для измерения больших освещенностей (свыше 100 лк) на фотоэлемент надевают светопоглощающие насадки К, М, Р, Т. Насадка К выполнена в виде полусферы из белой светорассеивающей пластмассы и служит для уменьшения косинусной погрешности, связанной с углом падения света на фотоэлемент. Насадка К применяется только совместно с одной из насадок М, Р или Т. При использовании насадок К и М коэффициент ослабления светового потока

составляет 10, при использовании насадок К и Р – 100, а насадок К и Т – 1000. Показания прибора при использовании насадок умножают на соответствующий коэффициент ослабления. Благодаря использованию насадок можно измерить освещенность до 100000 лк.

Прибор комбинированный ТКА-ПКМ (31) состоит из двух функциональных блоков. Принцип работы прибора заключается в преобразовании фотоприемным устройством оптического излучения в электрический сигнал с последующей цифровой индикацией числовых значений освещенности (лк). Для измерения освещенности необходимо фотометрическую головку прибора расположить в плоскости измеряемого объекта, выбрать необходимый диапазон измерения и считать с цифрового индикатора измеренное значение освещенности.

Замерить освещенность в помещении лаборатории на расстоянии 0, 1, 2, 3, 4, 5 м от окна. При этом пластину фотоэлемента держать параллельно полу, обращенной вверх, на уровне высоты столов (0,8 м от пола). Одновременно замерить наружную освещенность. Так как наружная освещенность определяется на горизонтальной плоскости, освещаемой всей небесной полусферой, то замерять следует на открытой со всех сторон площадке, где небосклон не затенен рядом стоящими зданиями или деревьями. Засекается по хронометру момент и через условное время одна группа студентов замеряет освещенность внутри помещения $E_{в}$, а другая – наружную $E_{н}$.

По формуле (2.1) для каждой из шести точек подсчитать значение КЕО и построить график изменения освещенности по оси лаборатории.

По ТКП 45-2.04-153-2009 (приложение А) определить разряд зрительной работы по наименьшему размеру объекта различения, допустимые в лаборатории при существующем естественном освещении. В небольших помещениях с боковым односторонним освещением нормируется минимальное значение КЕО в точке, расположенной на расстоянии 1 м от наиболее удаленной от световых проемов стен. Результаты исследований представить в виде таблицы (таблица 2.1).

Таблица 2.1 – Исследование естественной освещенности лаборатории

Расстояние от окна, м	Освещенность, лк		Значение КЕО, %	Допустимый разряд работы	Размер объекта различения, мм
	$E_{в}$	$E_{н}$			
0					
1					
2					
3					
4					
5					

Лабораторная работа № 3. Исследование искусственного производственного освещения

Цель работы: 1 Ознакомиться с порядком нормирования искусственного освещения, а также с методами и приборами для определения состояния искусственного освещения на рабочих местах.

3.1 Теоретическая часть

При недостаточном естественном освещении или в темное время суток применяется искусственное освещение. Оно создается искусственными источниками света и подразделяется на рабочее, аварийное, охранное и дежурное. Аварийное освещение разделяется на освещение безопасности и эвакуационное.

Искусственное освещение может быть двух систем – общее и комбинированное. При общем освещении светильники размещаются в верхней зоне помещения равномерно (общее рабочее равномерное освещение) или с учетом расположения оборудования и рабочих мест (общее рабочее локализованное освещение).

Комбинированное освещение – это сочетание общего освещения с местным. Местное освещение позволяет получить концентрирующий световой поток непосредственно на рабочей поверхности. При этом создаваемая на ней освещенность светильниками общего освещения должна составлять не менее 10 % нормируемой для комбинированного освещения.

Освещение безопасности (резервное освещение) предназначено для обеспечения работы при аварийном отключении рабочего освещения, если связанное с ним нарушение нормального обслуживания оборудования и механизмов может вызвать взрыв, пожар или отравление людей; длительное нарушение технологического процесса; нарушение работы диспетчерских пунктов, насосных установок водоснабжения, канализации, теплофикации, вентиляции, кондиционирования воздуха, нарушение режима детских учреждений. Наименьшая величина освещенности безопасности при аварийном режиме в соответствии с нормами должна составлять не менее 5 % освещенности, нормируемой для рабочего общего освещения, при этом не менее 2 лк внутри зданий и 1 лк на территории предприятий

Эвакуационное освещение предназначено для обеспечения освещения путей эвакуации людей из помещения при аварийном отключении рабочего освещения. Оно должно предусматриваться в местах, опасных для прохода людей; в проходах и на лестницах, служащих для эвакуации людей при числе эвакуирующихся более 50 человек; в производственных помещениях с постоянно работающими в них людьми, где выход людей при аварийном отключении рабочего освещения связан с опасностью нанесения травм работающим оборудованием; в помещениях административных и бытовых зданий промышленных предприятий, если в них могут одновременно

находиться более 100 человек; в производственных помещениях без естественного света.

Эвакуационное освещение должно обеспечивать на полу проходов и ступенях лестниц освещенность не менее 0,5 лк в помещениях и не менее 0,2 лк на открытых территориях.

В качестве источников света используются лампы накаливания, галогенные и газоразрядные лампы.

Газоразрядные лампы излучают свет в результате электрического разряда в парах и газах. Тонкий слой люминофора, нанесенный на внутреннюю поверхность стеклянной трубки, преобразует ультрафиолетовое излучение газового электрического разряда в видимый свет.

К недостаткам газоразрядных ламп относится пульсация светового потока, которая вызывает стробоскопический эффект.

В этом случае наблюдается искажение зрительного восприятия объектов различения, например, вместо одного предмета видны изображения нескольких или искажается направление и скорость движения, что увеличивает вероятность производственного травматизма.

3.2 Приборы и оборудование

Для определения эффективности искусственного освещения применяют люксметр Ю-116, прибор комбинированный ТКА-ТКМ (31); светильники общего и местного освещения.

3.3 Порядок выполнения работы

Исследовать зависимость искусственного общего освещения от высоты подвеса светильников.

Зашторить в лаборатории окна для исключения влияния естественного света. Включить общее освещение лаборатории. Определить зависимость освещенности от высоты подвеса перемещением фотоэлемента люксметра по вертикали. Фотоэлемент располагают сначала на полу, затем последовательно на высоту 0,4; 0,8; 1,2; 1,6; 2 метра от пола. Вычисляя для каждой точки высоту подвеса светильника над рабочим местом и освещенность.

Построить график зависимости, откладывая по оси абсцисс – высоту подвески, а по оси ординат – освещенность.

Выполнить проверочный расчет искусственного общего освещения в лаборатории.

Применить метод расчета по коэффициенту использования светового потока, которым определяется поток, необходимый для создания заданной освещенности горизонтальной поверхности при общем равномерном освещении с учетом света, отраженного стенами и потолком. Расчет выполняют по следующим формулам:

для ламп накаливания и ламп типов ДРЛ:

$$F = \frac{E \cdot S \cdot z \cdot K_3 \cdot 100}{n \cdot N \cdot \varphi}; \quad (3.1)$$

для люминесцентных ламп:

$$N = \frac{E \cdot S \cdot z \cdot K_3 \cdot 100}{F \cdot \varphi \cdot m}, \quad (3.2)$$

где F – световой поток одной лампы, лм;

E – нормированная освещенность, лк, (приложение Г);

S – площадь помещения, м²;

z – коэффициент неравномерности освещения, принимается равным 1, 2;

K_3 – коэффициент запаса ($K = 1,4-2,0$);

N – число светильников, шт.;

φ – коэффициент использования светового потока, зависящий от типа светильника, показателя (индекса) помещения, отраженности и т.д., находится в пределах 0,13-0,82;

m – число люминесцентных ламп в светильнике, шт.

Суть расчета состоит в следующем: зная тип светильников и ламп, их число, находят F – по приложению В; S – измеряя длину и ширину помещения рулеткой, далее, задаваясь значениями z , K_3 и φ определяют расчетную освещенность в лаборатории. Затем с помощью люксметра определяют фактическую освещенность в лаборатории при зашторенных окнах (находят как среднее арифметическое от трех измерений по оси лаборатории). По результатам делают выводы, учитывая, что нормируемая освещенность в лаборатории $E_{\text{норм.}} = 400$ лк, а фактическая освещенность должна отличаться от расчетной не более чем на $(-10 - +20) \%$.

Таблица 3.1 – Анализ уровня освещенности в лаборатории

Тип светильника (лампы), ее световой поток	Фактическая освещенность в лаборатории, лк				Расчетная освещенность в лаборатории, лк	Процент несовпадения фактической и расчетной освещенности	Процент несовпадения фактической и нормируемой освещенности	Процент несовпадения расчетной и нормируемой освещенности
	Точка 1	Точка 2	Точка 3	Среднее				

Лабораторная работа №4. Определение и нормирование вредных веществ в воздухе рабочей зоны производственных помещений

- Цель работы:
- 1 Экспериментальное определение количественного содержания паров и газов токсических веществ в воздухе производственных помещений с помощью газоанализатора УГ-2.
 - 2 Сопоставление полученных концентраций с предельнодопустимыми концентрациями (ПДК).

4.1 Теоретическая часть

Многие технологические процессы характеризуются выделением в производственную среду различных газов, паров, пыли, повышенные концентрации которых в воздухе оказывают вредное воздействие на организм человека.

Статистика профессиональных заболеваний показывает, что большинство промышленных отравлений связано с проникновением вредных веществ через органы дыхания в виде пыли, газа, паров и тумана, а также через пищеварительный тракт и кожные покровы.

Вредные вещества – вещества, которые при контакте с организмом человека могут вызвать профессиональные заболевания или отклонения в состоянии здоровья, обнаруживаемые современными методами как в процессе воздействия вещества, так и в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений.

Для предотвращения вредного воздействия веществ на организм человека их содержание в рабочей зоне не должно превышать предельно допустимую концентрацию.

ПДК – концентрация вредного вещества, которая при ежедневной (кроме выходных дней) работе в течение 8 ч и не более 40 ч в неделю в течение всего рабочего стажа не должна вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующего поколений.

Воздействие вредного вещества на уровне ПДК не исключает нарушения состояния здоровья у лиц с повышенной чувствительностью. ПДК устанавливаются в виде максимально разовых (ПДК_{м.р.}) и среднесменных гигиенических нормативов (ПДК_{с.с.}). Для веществ, способных вызывать преимущественно хронические интоксикации (фиброгенные пыли, аэрозоли дезинтеграции металлов и другие), устанавливаются среднесменные ПДК, для веществ с остронаправленным токсическим эффектом (ферментные, раздражающие яды и другие) устанавливаются максимальные разовые концентрации; для веществ, при воздействии которых возможно развитие как хронических, так и острых интоксикаций, устанавливаются наряду с максимально разовыми и среднесменные ПДК.

Среднесменная ПДК – средняя концентрация, полученная при непрерывном или прерывистом отборе проб воздуха при суммарном времени не менее 75 % продолжительности рабочей смены, или концентрация, средневзвешенная во времени длительности всей смены, в зоне дыхания работников на местах постоянного или временного их пребывания.

Если показатели ПДК не установлены, временно вводят гигиенические нормативы – так называемые ориентировочно безопасные уровни воздействия (ОБУВ).

По степени воздействия на организм вредные вещества подразделяются на 4 класса опасности:

- 1-й – вещества чрезвычайно опасные;
- 2-й – вещества высокоопасные;
- 3-й – вещества опасные;
- 4-й – вещества малоопасные.

Для каждого производственного участка должны быть определены вещества, которые могут выделяться в воздух рабочей зоны. Перечень вредных веществ, подлежащих определению, периодичность и порядок контроля, места и точки отбора проб согласуются с органами и учреждениями, осуществляющими государственный санитарный надзор.

Как правило, работники подвергаются одновременному или последовательному, т.е. комбинированному, воздействию сразу нескольких вредных веществ. Различают несколько видов комбинированного (совместного) действия вредных веществ.

1 Однонаправленное действие, компоненты смеси действуют на одни и те же системы в организме.

При одновременном содержании в воздухе рабочей зоны нескольких вредных веществ однонаправленного действия сумма отношений фактических концентраций каждого из них ($C_1, C_2 \dots C_n$) в воздухе к их ПДК ($ПДК_1, ПДК_2 \dots ПДК_n$) не должна превышать единицы:

$$\frac{C}{ПДК_1} + \frac{C_2}{ПДК_2} + \dots + \frac{C_n}{ПДК_n} \leq 1. \quad (4.1)$$

Таким образом, сумма отношений концентраций каждого из компонентов не должна превышать единицы.

2 Положительный синергизм (потенцирование) имеет место, когда одно вредное вещество усиливает токсическое действие другого.

При возможном поступлении в воздух рабочей зоны вредных веществ с остронаправленным механизмом действия должен быть обеспечен непрерывный контроль с сигнализацией о превышении ПДК.

3 Отрицательный синергизм (антагонизм) проявляется в том, что одно химическое вещество ослабляет действие другого.

4 Аддитивное (независимое) действие вредных веществ проявляется при одновременном содержании в воздухе рабочей зоны нескольких вредных

веществ, не обладающих однонаправленным действием. В этом случае их токсические индивидуальные эффекты не зависят один от другого.

При одновременном содержании в воздухе рабочей зоны нескольких вредных веществ разнонаправленного действия величины гигиенических нормативов остаются такими же, как и при их изолированном действии.

Совместное воздействие вредных химических веществ может усиливаться при влиянии таких неблагоприятных факторов производственной среды, как высокая температура, влажность, шум, физическое напряжение. Также токсический эффект зависит от биологических особенностей организма.

После реконструкции, модернизации, увеличения объема производства, капитального ремонта, внедрения новых технологий, сырья и химических веществ, при возникновении (или после) аварийных ситуаций, а также при расследовании случаев профессиональных заболеваний, отравлений контроль воздуха рабочей зоны осуществляется в обязательном порядке.

Систематический контроль за состоянием качества воздуха рабочей зоны осуществляют санитарные лаборатории промышленных предприятий или на договорной основе другие специализированные аккредитованные лаборатории. Плановый выборочный контроль, объем и частота которого определяются с учетом условий труда, специфики производства, класса опасности вещества, проводят органы и учреждения, осуществляющие государственный санитарный надзор.

Периодичность контроля (за исключением аэрозолей преимущественно фиброгенного действия) определяется в зависимости от класса опасности вредного вещества, характера технологического процесса (непрерывный, периодический) и устанавливается: для 1-го класса – не реже 1 раза в 10 дней, 2-го класса – не реже 1 раза в месяц, 3-го и 4-го классов – не реже 1 раза в квартал.

Периодичность контроля за соблюдением среднесменной ПДК должна быть не реже одного раза в год.

Для контроля воздушной среды применяют различные методы.

1 Лабораторные методы

Эти методы наиболее точны, они позволяют уловить минимальное содержание вредных веществ в воздухе. Их недостатком является периодичность, относительная сложность и большая продолжительность анализа.

2 Экспресс-методы

Выполняются с помощью газоанализаторов разового действия, дают менее точные, но достаточные для практических целей результаты, позволяющие быстро определить содержание вредных веществ в анализируемом воздухе.

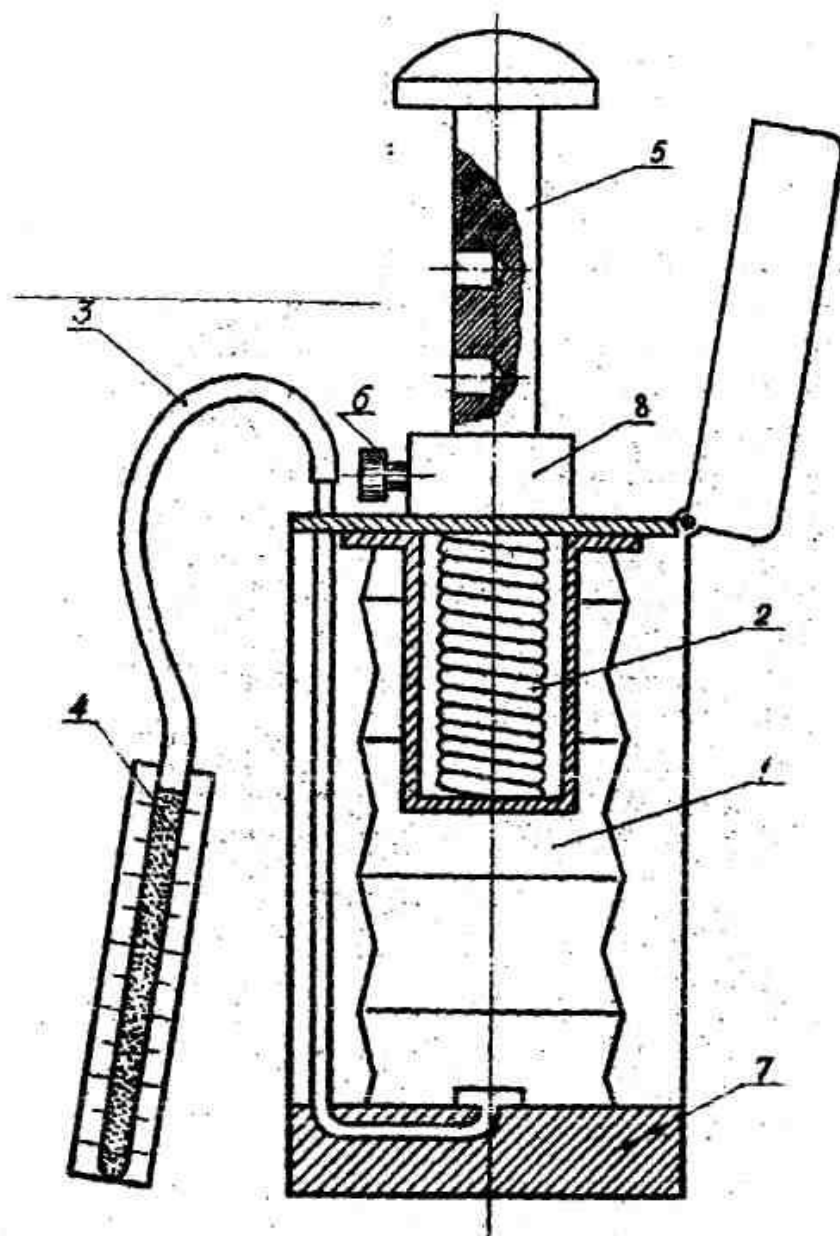
3 Автоматические методы

Они обеспечивают автоматичность, непрерывность, достаточную точность и объективность результатов анализа.

4.2 Приборы и оборудование

Универсальный переносной газоанализатор УГ-2 (рисунок 4.1) предназначен для количественного определения вредных примесей, содержащихся в воздухе помещений.

С помощью газоанализатора УГ-2 можно определить наличие в воздухе сероводорода, двуокиси азота, суммы окиси и двуокиси азота, паров бензина, бензола, толуола, аммиака, хлора и др.



- 1 – резиновый сильфон; 2 – пружина; 3 – резиновая трубка;
4 – индикаторная трубка; 5 – шток; 6 – стопор; 7 – корпус

Рисунок 4.1 – Схема универсального газоанализатора

Принцип работы газоанализатора УГ-2 основан на изменении окраски слоя индикаторного порошка в индикаторной трубке после просасывания через нее воздухозаборным устройством воздуха, содержащего определяемый газ (пар).

В закрытой части корпуса воздухозаборного устройства находится резиновый сильфон с двумя фланцами и стакан с пружиной.

Во внутренних гофрах сильфона установлены распорные кольца для придания сильфону жесткости и сохранения постоянства объема. На штуцер с внутренней стороны надета резиновая трубка, которая через нижний фланец соединяется с внутренней полостью сильфона. К свободному концу трубки при анализе присоединяют индикаторную трубку.

Исследуемый воздух через индикаторную трубку просасывается после предварительного сжатия сильфона штоком. На гранях (под головкой) штока обозначены объемы просасываемого при анализе воздуха.

Длина окрашенного столбика индикаторного порошка в трубке пропорциональна содержанию измеряемого вещества в исследуемом воздухе и измеряется по специально проградуированной шкале.

4.3 Порядок выполнения работы

Давлением руки на шток сжать сильфон таким образом, чтобы стопор вошел в верхнее отверстие канавки штока.

Присоединить стеклянную трубку с индикаторным порошком (заранее подготовленную лаборантом) к резиновой трубке прибора.

Отвести стопор, придерживая рукой шток. При движении штока рукой его не касаться. В это время за счет создавшегося разрежения происходит просасывание воздуха через индикаторную трубку. После того как движение штока прекратится и стопор войдет в нижнее отверстие в канавке, дать выдержку в 10–15 секунд, так как просасывание еще может продолжаться из-за остаточного вакуума в сильфоне.

Индикаторную трубку освободить от резиновой и сразу же сделать отсчет по соответствующей шкале.

Это производят таким образом, чтобы начало измененной окраски столбика совпало с нулевым делением шкалы, на которой обозначен объем просасываемого воздуха. Верхняя граница окрашенного столбика укажет на шкале концентрацию вещества в воздухе в миллиграммах на метр кубический.

При низких концентрациях газов (паров) через индикаторную трубку просасывают максимальные объемы воздуха; при наличии высоких концентраций – минимальные (таблица 4.1).

Результаты измерений заносят в таблицу 4.2. По заданию преподавателя производят расчет количества воздуха, необходимого для удаления вредных веществ.

Таблица 4.1 – Основные параметры работы газоанализатора

Анализируемый газ (пары)	Просасы- ваемые объемы, мл	Пределы измерений, мг/м ³	Время защелкивания, мин от.....до	Время просасы вания, мин	Срок год- ности, месяц
Сернистый ангидрид	300 60	0-30 0-200	1'50'' 2'40'' мгновенно	5 3	8
Этиловый эфир	400	0-3000	6'45'' 7'15''	10	15
Окись углерода	220 60	0-120 0-400	3'20'' 4'40'' мгновенно	8 3	18
Сероводород	300 30	0-30 0-300	2'20'' 3'20'' мгновенно	5 2	20
Хлор	350 100	0-15 0-80	4'45'' 5'30'' 0'20'' 0'25''	7 4	24
Аммиак	250 30	0-30 0-300	2'00'' 2'40'' мгновенно	4 1	8 24
Окись азота	325 150	0-50 0-200	4'20'' 5'30'' 1'20'' 2'10''	7 5	16
Бензин	300 100	0-1000 0-5000	3'20'' 3'50'' мгновенно	7 4	24
Бензол	350 100	0-200 0-1000	4'15'' 4'50'' 0'20'' 0'23''	7 4	24
Толуол	300 100	0-500 0-2000	3'20'' 3'50'' 0'20'' 0'25''	7 4	24
Ксилол	300 120	0-500 0-2000	1'40'' 2'12'' 0'18'' 0'25''	4 3	12
Ацетон	300	0-2000	0'00'' 4'00''	7	10
Углеводороды нефти	300	0-1000	3'20'' 3'50''	7	24

Таблица 4.2 – Результаты измерения

Номер опыта	Наименование вещества	Концентрация, мг/м ³	ПДК, мг/м ³	Класс опасности

Таблица 4.3 – ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны

Вещество	ПДК, мг/м ³	Класс опасности	Агрегатное состояние
Акролеин	0,2	2	п
Аммиак	20	4	п
Ацетон	200	4	п
Бензин-растворитель и керосин	300	4	п
1,2- Дихлорэтан	30/10	2	п
Ксилол	150/50	3	п
Ртуть металлическая, свинец	0,01	1	п
Серная кислота, серный ангидрид	1	2	а
Сернистый ангидрид	10	3	п
Сероводород	10	2	п
Соляная кислота	5	2	п
Спирт метиловый	5	3	п
Спирт этиловый	2000/1000	4	п
Толуол	150/50	3	п
Уксусная кислота	5	3	п
Окись углерода	20	4	п
Углекислый газ	27000/9000	4	п
Хладон СМ-1	3000	4	п
Щелочи едкие (растворы в пересчете на NaOH)	0,5	2	а
Этиловый, диэтиловый эфир	300	4	п
Фреон 12,22	3000	4	п

Условные обозначения: п - пары и (или) газы; а – аэрозоль.

Примечание: Если в графе «Величина ПДК, мг/м³» приведено два гигиенических норматива, то это означает, что в числителе максимальная разовая, а в знаменателе – среднесменная ПДК, прочерк в числителе означает, что гигиенический норматив установлен в виде среднесменной ПДК. Если приведен один гигиенический норматив, то это означает, что он установлен как максимальная разовая ПДК.

Лабораторная работа № 5. Исследование и нормирование уровней шума на рабочих местах

- Цель работы:
- 1 Изучение основных характеристик шума и мер борьбы с ним в производственных помещениях.
 - 2 Измерение шума на рабочих местах.

5.1 Теоретическая часть

Шум – это беспорядочное сочетание различных по частоте и интенсивности звуков, мешающих человеческой деятельности и вызывающих неприятные ощущения. Шум наносит большой ущерб производственной деятельности человека. В результате утомления из-за сильного шума увеличивается число ошибок при работе человека, повышается опасность возникновения травм, снижается производительность труда. Шум является также причиной значительных экономических потерь в результате роста числа и продолжительности заболеваний, непродуктивной работы и т.д. Поэтому борьба с шумом является важной народнохозяйственной задачей.

Источниками шума могут быть вибрирующие, колеблющиеся тела, которые вызывают звуковые волны, распространяющиеся в твердых, жидких и газообразных средах.

По источникам возникновения шумы делят на механические, аэродинамические и шумы электрических машин.

Физическими характеристиками шума являются частота звука в герцах, длина волны в метрах, скорость распространения звука в метрах в секунду.

Частотой волны φ называют число периодов, содержащихся в одной секунде $\varphi = 1/T$. В однородной среде длина волны связана с частотой через скорость звука C :

$$\lambda = \frac{C}{\varphi} \quad (5.1)$$

В акустике широкое распространение получила также круговая или циклическая (угловая) частота, измеряемая в радианах в секунду (рад/с)

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot \varphi \quad (5.2)$$

Человек может слышать только те звуки, частота которых находится в пределах от 16 до 20000 Гц. Колебания с частотой менее 16 Гц называются инфразвуковыми, с частотой выше 20000 Гц – ультразвуковыми.

Важными характеристиками шума являются звуковое давление P , в Па и интенсивность звука J , в Вт/м².

Звуковое давление – это разность между мгновенным значением полного давления и средним давлением, которое наблюдается в невозмущенной среде.

Интенсивность звука – это средний поток энергии в какой-либо точке среды в единицу времени, отнесенный к единице площади поверхности,

нормальной к направлению распространения волны.

Интенсивность шума (звука) измеряют как во всей области частот (суммарная звуковая энергия), так и в определенном диапазоне частотной полосы – в пределах октав.

Октава – это диапазон частот, в котором верхняя граница частоты вдвое больше нижней. Однако для обозначения октавы обычно указывают не диапазон частот, а так называемые *среднегеометрические частоты*, которые характеризуют полосу в целом и определяются по формуле

$$f_{cp.2} = \sqrt{f_1 \cdot f_2}, \quad (5.3)$$

где f_1 и f_2 – соответственно низшая и высшая частоты, Гц.

Так, для октавы 40–80 Гц среднегеометрическая частота равна 62,5 Гц; для октавы 80–160 Гц – 125 Гц и т. д.

Среднегеометрические частоты октавных полос стандартизированы и для санитарно-гигиенической оценки шума составляют 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц.

Значения интенсивности звука и звукового давления измеряются в очень широких пределах. Интенсивность звука измеряется от 10 до 10^{-12} Вт/м², звуковое давление – от $2 \cdot 10^2$ до $2 \cdot 10^{-5}$ Па.

Также установлено, что ухо человека реагирует пропорционально логарифму относительного изменения интенсивности или звукового давления. Учитывая это, были введены логарифмические величины уровня интенсивности и звукового давления, выражаемые в децибелах (дБ).

Уровень интенсивности звука L , дБ, определяется по формуле

$$L_J = 10 \lg \frac{J}{J_0}, \quad (5.4)$$

где J_0 – пороговая величина интенсивности, $J_0 = 10^{-12}$, Вт/м².

Уровень звукового давления L_p определяется по формуле

$$L_p = 20 \lg \frac{P}{P_0}, \quad (5.5)$$

где P_0 – пороговое звуковое давление, $P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Па.

Допустимые уровни шума на рабочих местах регламентируются в соответствии с нормативными документами.

При нормировании шума используют два метода: нормирование по предельному спектру шума в дБ; нормирование интегрального (по всему

диапазону частот) показателя – уровня звука в дБА.

Допустимые уровни звукового давления в октавных полосах частот и уровни звука на рабочих местах для широкополосного постоянного и непостоянного (кроме импульсного) шума приведены в приложении Д.

5.2 Приборы и оборудование

В данной лабораторной работе используется прибор для измерения шума и вибрации ВШВ-003-МЗ.



Рисунок 5.1 – Прибор для измерения шума и вибрации ВШВ-003-МЗ

5.2.1 Принцип работы

В измерителе шума и вибрации ВШВ-003-МЗ используется принцип преобразования звуковых и механических колебаний исследуемых объектов в пропорциональные им электрические сигналы, которые затем усиливаются, преобразуются и измеряются измерительным трактом (прибором измерительным).

Таким образом, механические колебания мембраны преобразуются в переменное напряжение, пропорциональное воздействию на капсулу звуковому давлению.

5.2.2 Устройство прибора измерительного

На лицевую панель прибора измерительного выведены следующие органы управления, регулирования и индикации:

- 1) Переключатель РОД РАБОТЫ с положениями:
 - «0» – для включения измерителя;
 - «+» – для контроля состояния батарей;
 - «>» – для включения измерителя в режим калибровки;
 - F, S 10S – для включения измерителя в режим измерения с постоянной времени F (быстро), S (медленно), 10S (10 с).
- 2) Переключатели ДЛТ1, дБ; ДЛТ2, дБ и единичные индикаторы (индикаторы) 20, 30...130 дБ.
- 3) Индикатор ПРГ – для индикации перегрузки измерительного тракта.

4) ЛИН – для включения ФНЧ 20 кГц, ограничивающего частотный диапазон при измерении уровня звукового давления по характеристике ЛИН.

5) А, В, С – для включения корректирующих фильтров А,В,С.

6) ОКТ, 1/3 ОКТ – для включения измерителя в режим частотного анализа в октавных и третьоктавных полосах.

7) Переключатель ФЛТ ОКТ, 1/3 ОКТ с множителем «х1»,...«х2·10³» для включения одного из октавных или третьоктавных фильтров со средними геометрическими частотами 1Гц...16 кГц; и 2 Гц...16 кГц соответственно.

5.3 Подготовка к работе прибора ВШВ-003-МЗ

1) Установить измеритель в рабочее положение (горизонтальное или вертикальное) и механическим корректором нуля установить стрелку на отметку 0 шкалы 0–1.

2) Установить переключатели измерителя в положения:

- РОД РАБОТЫ;

- ДЛТ1, дБ – 80;

- ДЛТ2, дБ – 50.

3) Зафиксировать показание измерителя, оно должно быть в пределах сектора, указанного на шкале измерителя. Если это требование не выполняется, то необходимо заменить батареи.

5.3.1 Измерение уровней звукового давления в диапазоне частот от 2 Гц до 18 кГц с частотной характеристикой ЛИН, в октавных и третьоктавных полосах частот от 2 Гц до 16 кГц.

Установить переключатели измерителя:

- «РОД РАБОТЫ» – в положение «F»;

- «ДЛТ1», (дБ) – 80;

- «ДЛТ2», (дБ) – 50;

- «ФЛТ», (Гц) – «ЛИН»;

все кнопки отжаты.

При этом светится индикатор 130 дБ.

При проведении измерений уровня звукового давления предусилитель ВПМ-101 с капсюлем следует зафиксировать на вытянутой руке в направлении излучателя звука (шумового объекта), не допуская произвольных перемещений предусилителя и его соединительного кабеля.

При измерениях уровня звука в помещениях необходимо, чтобы предусилитель ВПМ-101 с капсюлем находился не ближе 1,5 м от пола и 1 м от источника звука и стен.

При измерениях низкочастотных составляющих могут возникнуть флуктуации (колебания) стрелки измерителя, тогда следует перевести переключатель «РОД РАБОТЫ» из положения «F» в положение «S».

Для определения результата измерения следует сложить показание, соответствующее светящемуся индикатору и показание по шкале децибел.

5.3.2 Измерение уровней звука по характеристикам А,В,С следует проводить аналогично 5.3.1, устанавливая переключатель измерителя ФЛТ, Гц в положения «А», «В», «С».

5.3.3 Измерение уровней звукового давления в октавных и третьоктавных полосах частот проводится при положении переключателя «ФЛТ», «Гц», «ОКТ», «1/3 ОКТ».

Необходимый октавный фильтр включается переключателем «ФЛТ», «ОКТ» и множителем « $x1$ »...« $x2 \cdot 10^3$ ». Измерение проводить по методике 5.3.1.

5.4 Порядок выполнения работы

1 Для измерения эквивалентного уровня звука установить переключатель измерителя:

– «Род работы» – «F»

При возникновении флуктуации (колебания) стрелки измерителя следует перевести переключатель «РОД РАБОТЫ» из положения «F» в положение «S»;

– «ФЛТ», (Гц) – «A» (диапазон измерения – 22–140 дБ)

(Все кнопки отжаты);

– «ДЛТ1», (дБ) – 50;

– «ДЛТ2», (дБ) – 10.

Если при измерении стрелка измерителя находится в начале шкалы децибел, то следует ввести ее в сектор 0–10 шкалы децибел сначала переключателем «ДЛТ1», «дБ», затем «ДЛТ2», «дБ» по необходимости. Если периодически загорается индикатор ПРГ, то следует переключить переключатель «ДЛТ1», «дБ», затем «ДЛТ2», «дБ» по необходимости на более высокий уровень вправо, пока не погаснет индикатор ПРГ.

Результаты измерений заносятся в таблицу 5.3.

2 Для измерения уровня звукового давления в октавных полосах со среднегеометрическими частотами необходимый октавный фильтр включается переключателем «ФЛТ» в положение «ОКТ» и множителем « $x1$ »...« $x2 \cdot 10^3$ ».

Измерения проводятся в соответствии с п. 1.

Результаты измерений заносятся в таблицу 5.4.

Таблица 5.3 – Измеренные уровни шума

Источник шума	Измеренный уровень шума, дБА	Сравнительная оценка измеренных уровней шума, $\Delta L = \pm (L_{\text{изм}} - L_{\text{доп}})^*$, дБА	
		Допустимый уровень шума, дБА	
		учебная лаборатория	производственный цех
Воздуходувка			
Вентилятор			
Аспиратор			
Психрометр			
Вытяжка			

*Примечание: ΔL со знаком «+» при $L_{\text{изм}} > L_{\text{доп}}$,

ΔL со знаком «-» при $L_{\text{изм}} < L_{\text{доп}}$.

Таблица 5.4 – Измеренные уровни шума по предельному спектру

Источники шума	Уровни звукового давления, дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
ПДУ									
Вентилятор									
Воздуходувка									

Лабораторная работа № 6. Контроль сопротивления изоляции токоведущих частей оборудования

Цель работы: 1 Определение величины сопротивления изоляции силовых и осветительных электроустановок напряжением до 1000 В.

6.1 Теоретическая часть

Изоляция является одним из основных средств защиты человека от прикосновения и к токоведущим частям электрооборудования. Физическая сущность изоляции как средства защиты состоит в создании между телом человека и токоведущими частями оборудования среды, обладающей надежно связанными зарядоносителями. Другими словами, это средство защиты ограничивает проводимость элементов между телом человека и токоведущими частями оборудования величиной, при которой возникающее движение зарядоносителей (электрический ток) не превышает безопасных для человека значений.

В качестве изолирующих используются различные органические и неорганические материалы, пластмассы, каучук, синтетические материалы с высокой диэлектрической проницаемостью.

Различают следующие виды изоляции:

- рабочая – это изоляция токоведущих частей электрооборудования, обеспечивающая его нормальную работу и защиту человека от поражения электрическим током;
- дополнительная - изоляция, предусмотренная дополнительно к рабочей для защиты от поражения электрическим током в случае повреждения рабочей изоляции (например, покрытие пластмассовой рукоятки электроинструмента);
- двойная – это изоляция, состоящая из рабочей и дополнительной изоляции;
- усиленная – улучшенная рабочая изоляция, обеспечивающая такую же степень защиты от поражения электрическим током, как и двойная изоляция.

Во многих элементах электрооборудования средой, изолирующей человека от токоведущих частей, является воздух. К таким элементам относятся распределительные устройства, кабельные вводы, провода воздушных линий электропередачи и т.п. В этих случаях безопасность обеспечивается организационными и конструктивными мероприятиями, жестко регламентирующими или исключающими приближение человека на опасное расстояние к токоведущим частям электрооборудования.

В процессе эксплуатации электрооборудования изоляция стареет, в результате чего изменяются наиболее важные ее свойства. Основными причинами, вызывающими старение изоляции, являются:

- нагревание рабочими и пусковыми токами, токами короткого замыкания, теплом от посторонних источников, от солнечной радиации и т.д.;
- динамические усилия, которым подвергается изоляция во время

рабочего процесса, вызывающие трещины, смещение и истирание изоляции;

- коммутационные и атмосферные перенапряжения.

Большое влияние на срок службы изоляции оказывают также различные механические повреждения, возникающие из-за недостаточных радиусов изгиба проводов и кабелей, чрезмерных растягивающих усилий при монтаже и т.п. На предприятиях, расположенных в приморских зонах, значительное влияние оказывает влажный морской воздух, насыщенный морскими солями, что приводит к резкому ускорению процессов коррозии и понижению сопротивления изоляции. Существенное влияние на состояние изоляции оказывает загрязненность среды пылью. В жарких помещениях чрезмерная сухость воздуха неблагоприятно сказывается на поведении изоляционных конструкций и вызывает деформацию деталей из органических материалов. В сырых помещениях происходит постепенное увлажнение изоляции, что также снижает ее сопротивление. Особенно губительно сказывается на состоянии изоляции воздействие агрессивной (химически активной) среды.

Таким образом, обеспечение надежности изоляции достигается следующими мерами:

- правильным выбором ее материала и его толщины, обусловленным в первую очередь значением рабочего напряжения и конструкций оборудования;
- правильной оценкой условий эксплуатации;
- надежным контролем и профилактикой в процессе работы.

Правилами устройства электроустановок определено, что сопротивление изоляции в сетях напряжением до 1000 В на участке между двумя предохранителями или за последними предохранителями между любым проводом и землей, а также между двумя любыми проводами должно быть не менее 0,5 МОм.

Для ручного электроинструмента, в связи с большой опасностью при пользовании им по ГОСТ 12.2.013, требуется более высокое сопротивление изоляции – не менее 2 МОм, а для инструмента с усиленной изоляцией – 7 МОм.

Содержание изоляции в исправном состоянии является одним из важнейших требований ПУЭ. В обычных помещениях изоляцию проверяют не реже одного раза в 2 года, а в сырых, особо сырых, пожароопасных, взрывоопасных помещениях и в зданиях с химически агрессивной средой, вредно действующих на изоляцию, ежегодно.

6.2 Приборы и оборудование

Для измерения сопротивления изоляции применяют мегомметры Е6-4А и М-4100/4.

Лагомметр Е6-4А имеет предел измерений от 3-х Ом до 200 МОм на четырех диапазонах: 1-й с множителем «х1» 3 Ом – 300 Ом; 2-й – с множителем «хх100» – 300 Ом – 30 кОм, 3-й с множителем «х10000» – 30 кОм – 3 мОм, 4-й – «МОМ» – 1–200 МОм.

Мегомметр М–4100/4 состоит из генератора постоянного тока, приводимого в действие вращением ручки, измерительного прибора (лагомметра) и добавочных сопротивлений. Показание лагомметра не зависит от напряжения генератора, поэтому небольшое изменение скорости вращения рукоятки генератора не снижает точности измерения. Скорость вращения рукоятки генератора должна составлять 120 оборотов в минуту. Мегомметр М-4100/4 имеет предел измерений 0–1000 МОм.

6.2.1 Требования безопасности при использовании мегомметра М-4100/4

1) Измерение с использованием мегомметра М–4100/4 разрешается производить только после проверки схемы преподавателем.

2) При измерении сопротивления изоляции мегомметром М–4100/4 необходимо соблюдение следующих мер предосторожности:

- запрещается вращение рукоятки генератора мегомметра до окончания сборки схемы;
- запрещается прикосновение к элементам схемы при измерениях, в связи с высоким напряжением на клеммах прибора.

6.3 Порядок выполнения работы

При работе на мегомметре Е6–4А необходимо откорректировать микроамперметр с помощью механического корректора, проверить возможность установки нуля на всех диапазонах, установить переключатель диапазонов последовательно в положение «х1», «х100», «х10000», «МОм», поставить тумблер в положение «ПРОВ,НУЛЯ», нажать кнопку «ПИТАНИЕ» и ручкой «УСТ.НУЛЯ» установить стрелку микроампера на ноль в каждом положении (на каждом диапазоне измерения). Возможность установки нуля на всех диапазонах свидетельствует о работоспособности прибора.

Измерения на приборе Е6–4А (рисунок 6.1) производят в следующей последовательности: подключить измеряемое сопротивление к клеммам прибора, установить переключатель диапазонов в положение, удобное для отсчета, если порядок величины измеряемого сопротивления известен, произвести установку нуля, поставить тумблер в положение «ИЗМЕРЕНИЕ» и произвести отсчет величины сопротивления по шкале измерительного прибора. Для измерения сопротивления изоляции обмоток двигателя соединить одну клемму мегомметра Е6–4А с корпусом электродвигателя. Затем присоединить последовательно шуп с клеммами С₁, С₂, С₃ и измерить сопротивление изоляции между обмотками С₁, С₂, С₃. На основании полученных данных сделать выводы о качестве изоляции, результаты занести в таблицу 6.1.

При измерении сопротивления изоляции токоведущей части оборудования относительно земли (корпусом) зажим «земля» мегомметра М4100/4 соединяется с заземленным корпусом объекта или с заземлением. Зажим «линия» присоединяется к токоведущей части оборудования (рисунок 6.2). Присоединение осуществляется хорошо изолированным проводом.

Результаты измерений сопротивления изоляции электроустановок занести в таблицу 6.1.

Таблица 6.1 – Результаты измерений сопротивления изоляции

Наименование	Нормативные величины	Результаты измерений	Вывод
Сопротивление изоляции обмоток электродвигателя, МОм: корпус – обмотка С1 корпус – обмотка С2 корпус – обмотка С3 Сопротивление тела человека, Ом: ладонь – ладонь тыльные стороны ладоней ноготь-ноготь правой и левой рук Сопротивление изоляции приборов и оборудования, МОм: электрополотенце аспиратор лабораторный электробаня лабораторная электрочайник прибор ТВ-1			

Лабораторная работа № 7. Исследование эффективности теплопоглощающих защитных экранов

Цель работы: 1 Расчет интенсивности теплового инфракрасного излучения.

2 Исследование эффективности поглощения теплового излучения цепной и водяной завесами.

7.1 Теоретическая часть

Большинство производственных процессов на пищевых предприятиях сопровождается выделением инфракрасного (теплового) излучения, как оборудованием, так и материалами. Находясь вблизи нагретых материалов, поверхностей оборудования, аппаратов, трубопроводов, пламени, человек подвергается воздействию инфракрасного излучения. Из-за его поглощения повышается не только температура человеческого тела, но и конструкции помещений (пол, стены, перекрытия), оборудования, инструмента. В результате может резко повыситься температура воздуха внутри помещения, что значительно ухудшит микроклимат рабочей зоны. Кроме того, воздействие инфракрасного излучения сопровождается морфологическими и функциональными изменениями в организме человека.

По физической природе инфракрасное излучение представляет собой поток материальных частиц, обладающих волновыми и квантовыми свойствами.

Они представляют собой периодические электромагнитные колебания и в то же время являются потоком квантовых фотонов. Инфракрасные излучения охватывают область спектра с длиной волны, лежащей в пределах от 760 нм до 540 мкм.

Исследования показывают, что не менее 60% всей теряемой теплоты распространяется в окружающей среде путем инфракрасного излучения. По закону Стефана-Больцмана излучение абсолютно черного тела пропорционально четвертой степени его абсолютной температуры:

$$E_0 = \sigma_0 \cdot T^4 = C_0 \cdot \left(\frac{T}{100} \right)^4, \quad (7.1)$$

где E_0 - интегральное излучение, Вт/м²;

$\sigma_0 = 5,67 \cdot 10^{-8}$, Вт/(м²·К⁴) – коэффициент излучения абсолютно черного тела;

$C_0 = 5,67$ Вт/(м²·К⁴) – коэффициент излучения абсолютно черного тела;

T – температура излучаемого тела, К.

В практических условиях нагретые тела излучают одновременно различные длины волн. С увеличением температуры излучаемой поверхности длина волны уменьшается. Спектр теплового излучения – сплошной.

Эффект теплового действия инфракрасных излучений на человека зависит от длины волны, которая обуславливает глубину их проникновения. В связи с этим инфракрасное излучение (согласно классификации Международной комиссии по освещению) подразделяется на три области: А, В и С.

К области А относятся излучения с длиной волны (в мкм) 0,76-1,4, к В – 1,4–3 и С – более 3 мкм. Первая обладает большой проникаемостью через кожу и обозначается как коротковолновое инфракрасное излучение, а остальные – как длинноволновое, которое большей частью поглощается в эпидермисе.

Инфракрасные излучения влияют на функциональное состояние центральной нервной и сердечнососудистой систем (учащение пульса, повышается максимальное и понижается минимальное артериальное давление, учащается дыхание, повышается температура тела, усиливается потоотделение), приводят к повышению сердечнососудистых заболеваний и органов пищеварения. Кроме того, поглощение длинноволнового инфракрасного излучения слезной жидкостью и поверхностью роговицы глаз оказывает на них тепловое действие, а интенсивное поглощение хрусталиком коротковолнового излучения является причиной катаракты. Эти воздействия могут вызывать ряд других патологических изменений: конъюнктивиты, помутнение роговицы, спазм зрачков, помутнение хрусталика.

Интенсивное воздействие коротковолновых инфракрасных излучений может вызвать тепловой удар – головную боль, головокружение, учащение пульса, ускорение дыхания, затмение и потерю сознания, нарушение координации движений, тяжелое поражение мозговых оболочек и мозговых тканей вплоть до выраженного менингита и энцефалита.

При длительном пребывании человека в зоне теплового лучистого потока, как и при систематическом воздействии высокой температуры, происходит резкое нарушение теплового баланса в организме. Нарушается работа терморегулировочного аппарата, усиливается деятельность сердечнососудистой и дыхательной систем, усиливается потоотделение, происходят потери нужных организму солей.

При систематических перегревах отмечается повышенная восприимчивость к простудным заболеваниям. Наблюдается снижение внимания, резко повышается утомляемость.

7.2 Расчет интенсивности теплового инфракрасного излучения

Расчет интенсивности облучения, Вт/м², от нагретой поверхности или через отверстия в аппарате осуществляется по формулам

для $\ell \geq \sqrt{S}$

$$E_1 = \frac{0,91 \cdot S \cdot \left[\left(\frac{T}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_{\text{доп}}}{100} \right)^4 \right]}{\ell^2}; \quad (7.2)$$

для $\ell < \sqrt{S}$

$$E_2 = \frac{0,91 \cdot \sqrt{S} \cdot \left[\left(\frac{T}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_{\text{доп}}}{100} \right)^4 \right]}{\ell}, \quad (7.3)$$

где S – площадь нагретой поверхности, м^2 ;

ℓ – расстояние от рабочей поверхности, м ;

T – температура рабочей поверхности, $^{\circ}\text{К}$.

Подсчитанную величину интенсивности облучения сравнивают с допустимой по нормам согласно СанПиН 9-80 РБ 98. Если E больше нормы, возникает необходимость в проведении мероприятий по уменьшению действия излучения на работающих.

7.3 Экспериментальное определение интенсивности теплового инфракрасного излучения

Установка ОТ–5А для определения теплового инфракрасного излучения состоит из следующих основных узлов: корпуса, секции завес, гидроагрегата и панели управления. Источником лучистой энергии служит спираль накаливания.

Секция завес состоит из трех рядов висящих металлических цепей, а также водяной завесы.

Лучистую энергию направляют к одной из завес (водяной или цепной) при помощи отражателя. Для измерения интенсивности теплового излучения используют радиометр РАТ–2П–Кварц–41, который состоит из электронного блока со встроенной в него радиометрической головкой и блока питания. На лицевой панели прибора расположено цифровое табло, переключатель с двумя положениями «А» (включено) и «ЗО» (отключение) и две регулировки для установления нуля – грубо «V» и плавно «V V».

Тепловой поток, попадая на чувствительный элемент головки, генерирует ток, который преобразуется в пропорциональное ему напряжение постоянного тока. Аналогоцифровой преобразователь преобразует напряжение в цифровой код и выводит его на жидкокристаллический индикатор.

Включить радиометр, переключатель установить в положение «А». Затемнить головку радиометрическую колпачком. Установить ноль радиометра резисторами грубо и плавно и направить радиометр на источник излучения.

Снять колпачок с входного окна радиометрической головки и произвести отсчет значения излучения по цифровому табло в Вт/м².

Для проведения излучений в ИК–области необходимо воспользоваться съемным фильтром («Ф»). При этом значение энергетической освещенности в ИК–области $E_{ИК}$ рассчитывают по формуле

$$E_{ИК} = E/K, \quad (7.4)$$

где E – показания прибора с фильтром;

K – коэффициент ослабления фильтра, $K = 0,5$.

7.4 Исследование эффективности поглощения инфракрасного излучения цепной и водяной завесами

Исследование эффективности защитных экранов выполняется в следующей последовательности:

- 1 Включить питание насосов;
- 2 Включить источник лучистой энергии;
- 3 Радиометром измерить интенсивность излучения на различных расстояниях от источника;
- 4 Установить один ряд цепной завесы и повторить измерения;
- 5 Произвести измерения 2 и 3 рядами цепей;
- 6 Создать водяную завесу;
- 7 Замерить интенсивность излучения на разных расстояниях от источника излучения.

Результаты работы заносят в таблицу 7.1, 7.2.

Таблица 7.1 – Интенсивность излучений на различных расстояниях от источника излучений

Интенсивность теплового излучения, Вт/м ²	Расстояние от источника излучения, м			
	0,25	0,35	0,5	1
При отсутствии защитных экранов				
При одном ряде цепей				
При двух рядах цепей				
При трех рядах цепей				
При водяной завесе				

Таблица 7.2 – Расчетная интенсивность теплового излучения

Интенсивность теплового излучения, Вт/м ²	Расстояние от источника излучения, м			
	0,25	0,35	0,5	1
При отсутствии защитных экранов				

Лабораторная работа № 8. Определение температуры вспышки и воспламенения паров огнеопасных жидкостей и категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности

- Цель работы:
- 1 Расчет температур вспышки и воспламенения горючих жидкостей.
 - 2 Экспериментальное определение температур вспышки и воспламенения горючих жидкостей.
 - 3 Определение категории помещения по взрывопожарной и пожарной опасности согласно НПБ 5–2005.

8.1 Теоретическая часть

Температурой вспышки называется самая низкая температура горючего вещества, при которой в условиях специальных испытаний над его поверхностью образуются пары или газы, способные вспыхивать от источника зажигания, но скорость их образования еще недостаточна для возникновения устойчивого горения.

Значения температуры вспышки применяют при классификации жидкостей по степени пожароопасности, при определении категории помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности в соответствии с требованиями НПБ 5–2005, а также классов взрывоопасных и пожароопасных зон в соответствии с требованиями Правил устройства электроустановок, при разработке мероприятий для обеспечения пожарной безопасности и взрывобезопасности в соответствии с требованиями ПУЭ.

Температурой воспламенения называется наименьшая температура вещества, при которой в условиях специальных испытаний вещество выделяет горючие пары и газы с такой скоростью, что после их зажигания возникает устойчивое пламенное горение.

Данные о температуре воспламенения применяют при установлении группы горючести веществ, оценке пожарной опасности оборудования и технологических процессов, связанных с переработкой горючих веществ; при разработке мероприятий для обеспечения пожаровзрывоопасности технологических процессов в соответствии с требованиями ПУЭ.

8.2 Расчет температуры вспышки и воспламенения ЛВЖ и ГЖ

Для вещества известного строения приближенную величину температуры вспышки можно получить из уравнения Элея:

$$t_{\text{всп}} = t_{\text{кип}} - 18 \sqrt{K}, \quad (8.1)$$

где $t_{\text{кип}}$ – температура кипения жидкости, °С;

K – коэффициент горючести, величина которого находится из алгебраической суммы произведения числа атомов, входящих в состав молекул на соответствующий коэффициент:

$$K = 4C + 4S + 1H + 1N - 2O - 2Cl - 3F - 5Br, \quad (8.2)$$

если $K > 2$ – вещество горючее;

$K = 0+2$ – трудногорючее;

$K < 0$ – негорючее.

8.3 Экспериментальное определение температур вспышки и воспламенения жидкостей

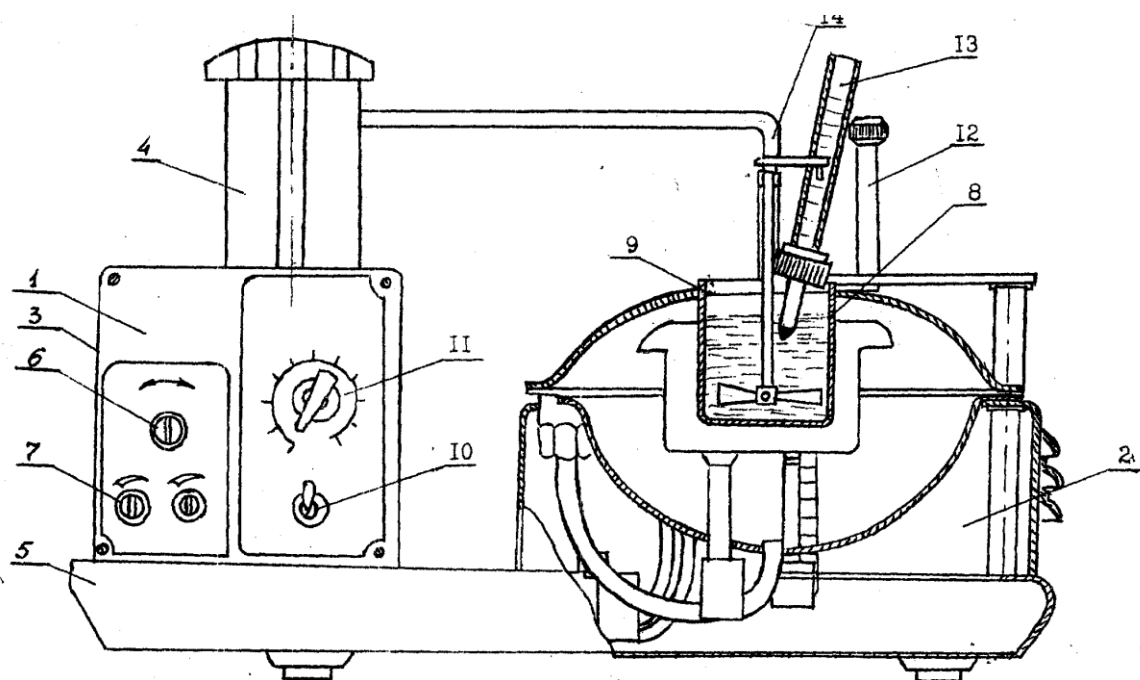
Температуру вспышки и воспламенения жидкостей определяют по методике, изложенной в ГОСТ 12.1.044-89.

По формуле 8.1 определяют приблизительные температуры вспышки и воспламенения исследуемой жидкости. Полученное значение температуры вспышки проверяют экспериментально на приборе ТВ-1 (закрытый тигель) который представлен на рисунке 8.1.

Исследуемую жидкость заливают в тигель (это делает лаборант), который вставляют в нагревательную ванну аппарата. В отверстие в крышке вставляют термометр так, чтобы он не задевал лопастей мешалки, и крышкой накрывают тигель. Подключают к электропитанию нагревательную ванну и перемешивающее устройство, обеспечивая частоту вращения мешалки от 90 до 120 об/мин. Нагревают образец исследуемой жидкости со скоростью от 5 °С до 6 °С в минуту, что обеспечивается регулятором скорости нагрева. Через каждые 5 °С повышения температуры проводят испытание на вспышку, зажигая при этом спичку. Если при этом произошла вспышка паров исследуемой жидкости, то нагревание образца прекращают и показания термометра в момент появления вспышки принимают за температуру вспышки, если нет, то продолжают нагрев образца.

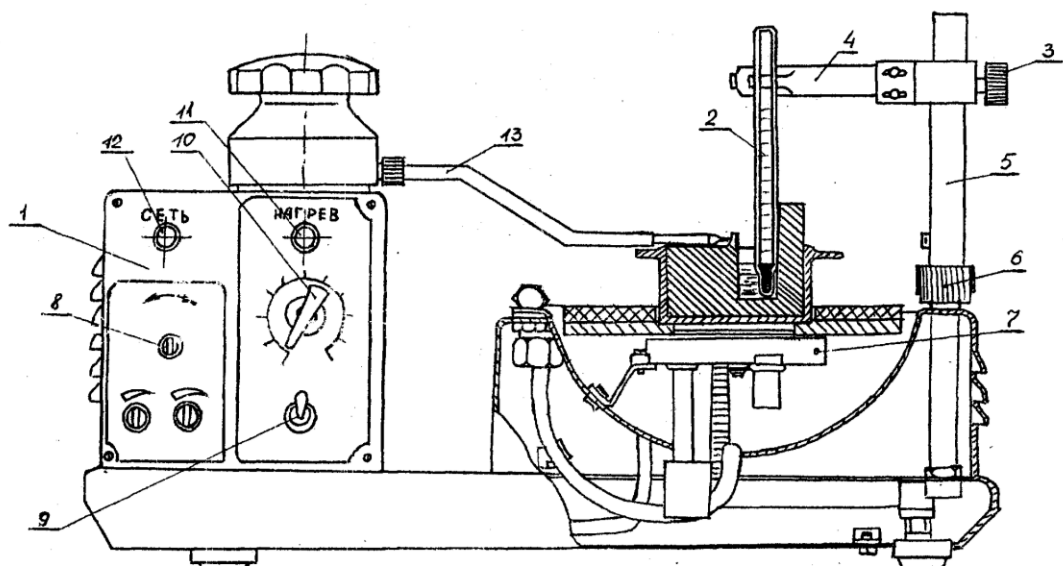
Определив ориентировочную температуру вспышки, проводят серию основных испытаний на трех образцах исследуемой жидкости в той же последовательности, что и предварительное испытание. Образцы исследуемой жидкости, имеющей ориентировочную температуру вспышки менее 50 °С, охлаждают до температуры, которая на 17 °С меньше ориентировочной температуры вспышки. Нагревание образца за 10 °С до ориентировочной температуры вспышки осуществляют со скоростью 1 °С в минуту для жидкостей с температурой вспышки до 104 °С и 2 °С в минуту для жидкостей с температурой вспышки выше 104 °С.

Испытание на вспышку проводят при повышении температуры на каждый 1 °С для жидкостей с температурой вспышки до 104 °С и на каждые 2 °С для жидкостей с температурой вспышки выше 104 °С.



1 – блок управления, 2 – термоблок, 3 – кожух, 4 – привод мешалки, 5 – корпус, 6 – вентиль газовый, 7 – регуляторы газовые, 8 – тигель, 9 – крышка тигеля, 10 – тумблер, 11 – регулировка нагрева, 12 – ручка открытия заслонки, 13 – термометр, 14 – мешалка

Рисунок 8.1 – Прибор ТВ-1



1 – блок управления, 2 – термометр, 3 – винт стопорный, 4 – зажим, 5 – стойка, 6 – гайка, 7 – нагревательный элемент, 8 – вентиль газовый, 9 – тумблер, 10 – регулятор, 11 – лампа «Нагрев», 12 – лампа «Сеть», 13 – поводок

Рисунок 8.2 – Прибор ТВ-2

За температуру вспышки каждого определения принимают показание термометра при появлении пламени над частью или всей поверхностью образца.

Температуру вспышки и воспламенения в открытом тигле определяют при помощи прибора ТВ-2, представленного на рисунке 8.2. Проводят испытание для оценки ориентировочной температуры вспышки, для чего образец исследуемой жидкости заливают в тигель до уровня 12 мм ниже края тигля. Тигель с исследуемой жидкостью устанавливают в нагревательную ванну прибора ТВ-2.

Для защиты от движения воздуха прибор с трех сторон окружают экраном. Нагревают образец исследуемого вещества со скоростью от 5°C до 6°C в минуту, что обеспечивается регулятором скорости нагрева, и контролируется секундомером. Через каждые 5°C повышения температуры проводят испытание на вспышку. Для чего пламя газовой горелки проносят от одной стороны тигля до другой в течение $(1,5 \pm 1)$ мм от поверхности исследуемого вещества. Если при этом наблюдалась вспышка паров исследуемого вещества, то нагревание образца прекращают, и показание термометра в момент появления вспышки принимают за температуру вспышки. Если вспышка не произошла, то нагревание образца продолжают, периодически повторяя испытание на вспышку.

Определив ориентировочную температуру вспышки, проводят серию основных испытаний на трех образцах исследуемого вещества в той же последовательности, что и предварительное испытание. Образцы исследуемого вещества, имеющие ориентировочную температуру вспышки менее 50°C , охлаждают до температуры, которая на 17°C меньше ориентировочной температуры вспышки. Нагревание образца за 10°C , до ориентировочной температуры вспышки, осуществляют со скоростью 1°C в минуту – для веществ с температурой вспышки до 70°C , и 2°C в минуту – для веществ с температурой вспышки более 70°C .

Испытание на вспышку проводят при повышении температуры на каждый 1°C – для веществ с температурой вспышки до 70°C , и каждые 2°C – для веществ с температурой вспышки более 70°C .

За температуру вспышки каждого определения принимают показание термометра при появлении пламени над частью или всей поверхностью образца.

Испытуемую жидкость, после установления температуры вспышки, необходимо нагреть со скоростью 1°C – для веществ с температурой воспламенения до 70°C , и 2°C в минуту – для веществ с температурой воспламенения более 70°C . За температуру воспламенения принимают наименьшую температуру образца, при которой образующие пары воспламеняются при поднесении пламени газовой горелки и продолжают гореть не менее 5 секунд после его удаления.

Результаты испытаний заносят в таблицу 8.1.

Таблица 8.1 – Температуры вспышки и воспламенения исследуемых веществ

Наименование жидкости	Расчетные температуры, °С		Экспериментальные температуры, °С			Категория помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности согласно НПБ 5-2005
	вспышки	воспламенения	вспышки (закрытый тигель)	вспышки (открытый тигель)	воспламенения	

Таблица 8.2 –Пожароопасные свойства водных растворов этилового спирта

Содержание этанола, % (масс.)	Плотность, кг/м ³	Температура, °С		Температурные пределы распространения пламени, °С	
		вспышки	самовоспл.	нижний	верхний
95	—	14	—	—	—
90	—	16	—	—	—
80	—	18	—	—	—
70	890	20-22	468	20	43
60	—	22	—	—	—
55	924	25	480	23	45
50	—	26	—	—	—
40	951	28	535	25	49
30	—	32	—	—	—
20	975	39-40	570	33	54
10	986	50-54	615	50	62
5	993	61	750	60	71
3	995	нет	нет	нет	нет

Лабораторная работа № 9. Определение температурных пределов распространения пламени паров жидкостей

- Цель работы:
- 1 Экспериментальное определение нижнего и верхнего температурных пределов воспламенения для легковоспламеняющихся и горючих жидкостей.
 - 2 Определение безопасного температурного режима технологического процесса, связанного с применением горючих жидкостей.

9.1 Теоретическая часть

Температурные пределы распространения пламени по сравнению с температурой вспышки являются более удобными для характеристики пожароопасных свойств горючих и легковоспламеняющихся жидкостей. Поскольку концентрация насыщенных паров всегда находится в определенной зависимости от температуры жидкости, то можно оценить, при каких температурах возникает взрывоопасная концентрация внутри аппаратов и сосудов при хранении и переработке жидких продуктов.

При определенной температуре над жидкостью будет существовать какое-то давление насыщенного пара, который может образовать с воздухом горючую смесь, способную воспламениться от внешнего источника поджигания.

Таким образом, температурные пределы распространения пламени будут показывать тот интервал температур, в котором пары над поверхностью жидкости будут давать смеси, способные воспламениться от источника зажигания.

Температурные пределы распространения пламени – такие температуры вещества, при которых его насыщенные пары образуют в конкретной окислительной среде концентрации, равные соответственно нижнему (нижний температурный предел) и верхнему (верхний температурный предел) концентрационным пределам распространения пламени.

Значение температурных пределов распространения пламени применяют при разработке мероприятий по обеспечению пожаровзрывобезопасности, при расчете пожаровзрывобезопасности температурных режимов работы технологического оборудования, при оценке аварийных ситуаций, связанных с разливом горючих жидкостей и для расчета концентрационных пределов распространения пламени.

9.2 Методы расчета температурных пределов распространения пламени

9.2.1 Расчет температурных пределов распространения пламени для индивидуальных жидких веществ

Если известна зависимость давления насыщенных паров жидкости от температуры, то величину нижнего или верхнего температурного предела

распространения пламени (t_n) в градусах Цельсия рассчитывают по соответствующему значению концентрационного предела распространения пламени ϕ_n по формуле

$$t_n = \frac{B}{A - \lg \phi_n \cdot P_0 / 100} - C_A, \quad (9.1)$$

где A, B, C_A – константы уравнения Антуана;
 P_0 – атмосферное давление, кПа.

Для веществ нижеперечисленных классов температурные пределы распространения пламени рассчитывают по формуле

$$t_n = K \cdot t_{\text{кип}} - E, \quad (9.2)$$

где $t_{\text{кип}}$ – температура кипения, $^{\circ}\text{C}$;

K, E – коэффициенты, постоянные в пределах гомологического ряда, величины которых приведены в таблице 9.1

Таблица 9.1 – Значение коэффициентов K и E для расчета температурных пределов распространения пламени

Название гомологического ряда	Температурный предел	Коэффициент	
		K	E
Углеводороды алифатические	Нижний	0,69	74
	Верхний	0,79	51
Спирты алифатические	Нижний	0,61	38
	Верхний	0,69	15
Эфиры сложные	Нижний	0,61	54
	Верхний	0,75	33
Алкиламины первичные	Нижний	0,50	55

Погрешность расчета по формуле не превышает 10°C .

Кроме того, величину нижнего температурного предела распространения пламени (t_n) в градусах Цельсия рассчитывают по формуле

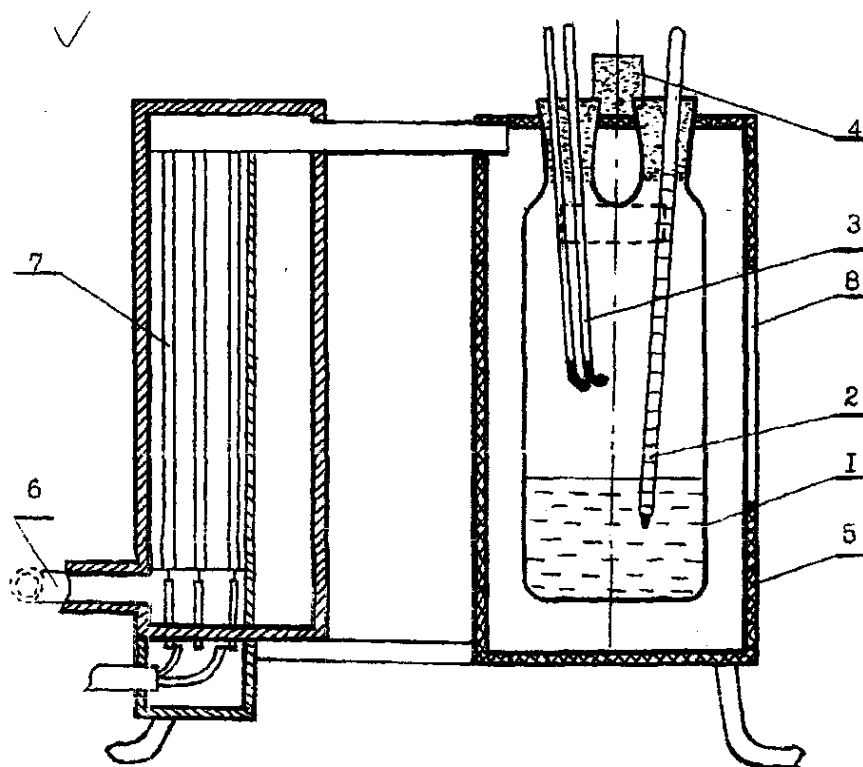
$$t_n = t_{\text{всп}} - C, \quad (9.3)$$

где C – константа, равная 2, если для расчета используют значение $t_{\text{всп}}$ в закрытом тигле, и равная 8, если для расчета используют значение $t_{\text{всп}}$ в открытом тигле.

Определение температурных пределов распространения пламени производится на приборе ТП, представленном на рисунке 9.1.

Прибор ТП представляет собой реакционный цилиндрический стеклянный сосуд, изготовленный из молибденового стекла с тремя горловинами, в одну из которых вставлена пробка с термометром для замера температуры жидкости в сосуде. Две другие служат для спирального или искрового зажигания и заливки исследуемой жидкости.

Для испытания при температуре от 50°C до 30°C используется воздушный термостат, который обеспечивает поддержание постоянной температуры в реакционном сосуде в течение 15 минут с точностью до 1°C и имеет устройство для визуального наблюдения за распространением пламени в реакционном сосуде.



1 - реакционный сосуд; 2 - термометр; 3 - электроды; 4 - отверстие для заливки жидкости; 5 - корпус термостата; 6 - входной штуцер для воздуха; 7 - электронагреватель; 8 - смотровое окно

Рисунок 9.1 – Прибор ТП

9.3 Порядок выполнения работы

Проверяют плотность вставленных в горловины сосуда пробок с термометром и искровыми электродами.

В сосуд заливают исследуемую жидкость (20 % от объема сосуда) и слегка закрывают пробкой.

Подогревают жидкость внутри прибора до предполагаемой температуры, соответствующей нижнему температурному пределу.

Вынимая на 1–2 секунды пробку, выравнивают давление внутри сосуда до атмосферного.

При помощи электрозажигалки воспламеняют горючую паровоздушную смесь.

Результат испытания на воспламенение определяют визуально. При этом пламя должно распространяться по всему объему или вверх до горловины сосуда.

Появление пламени только в области электродов без его распространения по всему объему колбы считают «отказом».

После каждого включения источника зажигания, независимо от результатов опыта, сосуд продувают воздухом (резиновой грушей), освобождая его от оставшихся продуктов сгорания.

В том случае, если воспламенения не произошло, жидкость нагревают на 2 °С и повторяют опыт.

За нижний температурный предел распространения пламени принимают ту наименьшую температуру, при которой произошло воспламенение паров жидкости.

Нагревают исследуемую жидкость внутри прибора выше предполагаемой температуры, соответствующей верхнему температурному пределу на 10–15 °С, воспламеняют горючую паровоздушную смесь.

В том случае, если воспламенения не произошло, охлаждают жидкость на 2 °С и повторяют эксперимент.

За верхний температурный предел распространения пламени принимают наибольшую температуру, при которой произошло воспламенение паров жидкости.

По полученным значениям температурных пределов распространения пламени рассчитывают по формулам концентрационные пределы воспламенения:

$$\varphi_{\text{н}} = \frac{P_1 \cdot 100}{P_{\text{общ}}}, \quad (9.4)$$

$$\varphi_{\text{в}} = \frac{P_2 \cdot 100}{P_{\text{общ}}}, \quad (9.5)$$

где $\varphi_{\text{н}}$ и $\varphi_{\text{в}}$ – соответственно нижний и верхний концентрационные пределы распространения пламени в объемных процентах;

P_1 – давление насыщенных паров при температуре, соответствующей нижнему температурному пределу воспламенения (таблица 9.1);

P_2 – давление насыщенных паров при температуре, соответствующей верхнему температурному пределу воспламенения;

$P_{\text{общ}}$ – атмосферное давление.

Результаты работы заносят в таблицу 9.2.

Таблица 9.1 – Зависимость упругости паров жидкостей от температуры

Наименование паров жидкости	Упругость паров жидкости при t °С, мм. рт. ст.		
	+10	+20	+30
Ацетон	117,4	186,3	284,6
Бензол	44,75	75,65	118,4
Метиловый спирт	50,16	80,67	149,9
Этиловый спирт	23,6	43,9	78,8

Таблица 9.2 – Температурные и концентрационные пределы распространения пламени

№ опыта	Наименование вещества	Темпера- тура нагрева, °С	Наличие вспышки смеси паров с воздухом	Температур- ные пределы распростране- ния пламени, °С		Концентра- ционные пре- делы рас- пространения пламени, % (об).	
				ниж- ний	верх- ний	ниж- ний	верх- ний

Определяют, при каком температурном режиме необходимо осуществлять технологический процесс в аппарате и хранение данной жидкости в закрытой емкости, чтобы исключить опасность образования взрывоопасных паровоздушных смесей.

Лабораторная работа № 10. Аппараты и средства пожаротушения

- Цель работы:
- 1 Изучить принцип работы и устройство огнетушителей, порядок их проверки.
 - 2 Ознакомиться с автоматическими средствами обнаружения и тушения пожара.

10.1 Теоретическая часть

При тушении пожаров широкое применяются такие вещества, как вода, ее пары, а также другие жидкости, газы, порошки некоторых веществ, обладающих наиболее эффективным огнетушащим действием.

Огнетушащее вещество – это вещество, обладающее физико-химическими свойствами, позволяющими создать условия для прекращения горения. Огнетушащие вещества могут быть в твердом, жидком или газообразном состоянии.

Наиболее распространенным средством пожаротушения является вода. Она обладает высокой теплоемкостью (теплота парообразования составляет 2258 Дж/г), повышенной термической стойкостью, значительным увеличением объема при парообразовании (1 л воды образует при испарении свыше 1700 л пара).

Вода обладает также тремя свойствами огнетушения: охлаждает зону горения или горящие вещества, разбавляет реагирующие вещества в зоне горения и изолирует горючие вещества от зоны горения.

Воду применяют для тушения твердых горючих материалов, создания водяных завес и охлаждения объектов (технологических установок, аппаратов, сооружений, зданий и др.), расположенных вблизи очагов горения.

Воду не применяют для тушения установок и оборудования, находящихся под напряжением, в связи с ее высокой электропроводностью.

При тушении водой легких нефтепродуктов и других горючих веществ с плотностью меньше плотности воды они всплывают и продолжают гореть на ее поверхности. Более того, площадь горящей поверхности при этом увеличивается, что существенно может усложнить условия тушения пожара.

Средства тушения пожара можно разделить на две большие группы – первичные средства тушения и автоматические стационарные системы пожаротушения.

Первичные средства тушения пожара применяются для тушения небольших очагов. Это внутренние пожарные краны, огнетушители различных типов, песок, противопожарные полотна.

По виду огнегасительного состава огнетушители подразделяются на 4 группы: жидкостные, пенные, газовые, порошковые.

В жидкостных огнетушителях применяют воду с добавками поверхностно-активных веществ или водные растворы различных химических соединений. В воздушно-пенных огнетушителях используют водные растворы пенообразователей типа ПО-3А. В газовых углекислотных применяют жидкую

углекислоту, в аэрозольных – парообразующие огнегасительные вещества на основе галоидированных углеводов. В порошковых – применяют сухой порошок.

Любые жидкостные и пенные огнетушители не применяются для тушения электроустановок, находящихся под напряжением, а также веществ, горящих при воздействии на них водой (карбида кальция или щелочных металлов).

Химический пенный огнетушитель. Среди химических пенных огнетушителей наибольшее применение имеют ОП-14, ОП-9ММ. Их используют для тушения пожаров горючих твердых материалов, ЛВЖ и ГЖ. Температурный диапазон эксплуатации от +5 °С до +50 °С. Полная масса огнетушителя не превышает 15 кг.

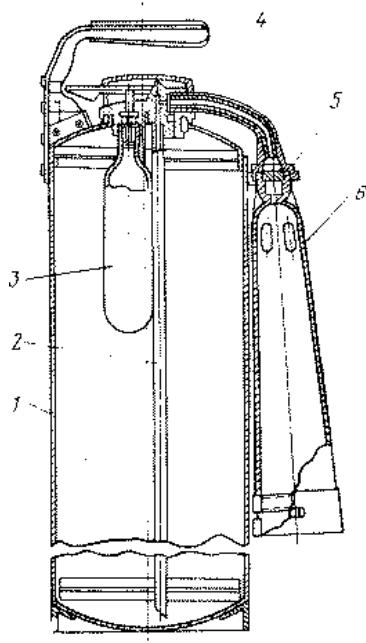
Воздушно-пенные огнетушители выпускаются ручные (ОП 1-э и ОВП-10) и стационарные (ОВП-50, ОВП-100, ОВПС-250А, ОВПУ-250).

Для тушения очагов пожара класса А (горение твердых материалов органического происхождения: дерева, бумаги, ветоши и т.д., при горении которых образуются угли) выпускаются огнетушители марки ОВП-10А с генератором пены низкой кратности, а очагов пожара класса В (горение жидкостей или твердых тел; нефтепродуктов, масел, красок и т.п., превращающихся в жидкости) – ОВП-10В с генератором пены средней кратности.

Огнетушитель не может быть применен для тушения веществ, горение которых происходит без доступа воздуха (хлопок и т.д.), горящих металлов (щелочных – натрий и др. и легких – магний и др.), а также электроустановок, находящихся под напряжением, приведенный в действие огнетушитель нельзя остановить в случае ликвидации загорания.

Принцип работы огнетушителя ОВП-10 (рисунок 10.1) основан на создании избыточного давления в его корпусе двуокисью углерода, которая подается из баллона с рабочим газом. Под этим давлением заряд поступает в пеногенератор, где распыленная струя, эжектируя воздух, образует на сетке воздушно-механическую пену, которая выбрасывается на очаг пожара. При попадании пенообразователя или пены в глаза их следует немедленно промыть большим количеством чистой воды.

Углекислотные огнетушители (таблица 10.1) предназначены для тушения небольших загораний всех горючих и тлеющих материалов, а также электроустановок, находящихся под напряжением. В качестве заряда в углекислотных огнетушителях применяют жидкую углекислоту CO_2 , которая в момент приведения огнетушителя в действие быстро испаряется, образуя твердую углекислоту (снег) с температурой минус 72°С.



1 – корпус; 2 – сифонная трубка; 3 – баллон; 4 – рукоятка;
5 – распылитель; 6 – раструб с сеткой

Рисунок 10.1 – Воздушно-пенный огнетушитель ОВП-10

Таблица 10.1 – Технические характеристики ручных углекислотных огнетушителей

Огнетушители	Вместимость, л	Масса заряда углекислоты, кг	Масса огнетушителя, кг	Длина снежной струи, м	Время работы, с
ОУ-2	2,0	1,45	5,0	1,5	25...30
ОУ-3	3,0	2,0	7,5	1,7	30...35
ОУ-5	5,0	3,55	10,5	2,0	30...35
ОУ-10	10,0	5,6	30	3,0	40...45

Углекислотный огнетушитель (рисунок 10.2) состоит из стального баллона, в горловину которого ввинчивается запорно-пусковое приспособление – латунный вентиль с сифонной трубкой. Сифонная трубка не достигает до дна баллона на 3–4 мм. В огнетушителях ОУ-2, ОУ-3, ОУ-5, ОУ-10, УО-20 вентиль соединен с диффузором поворотным устройством.

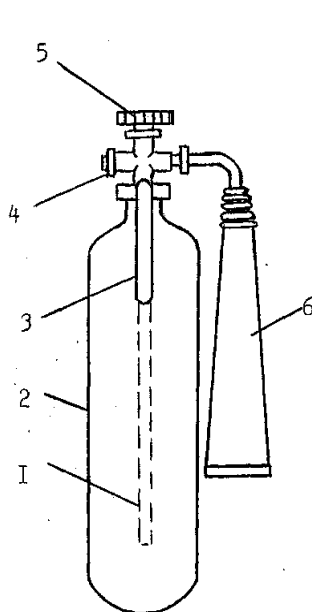
Каждые 3 месяца углекислотные огнетушители взвешивают для проверки на утечку углекислоты. Массу после взвешивания сопоставляют с первоначальной массой заряда, при уменьшении которой на 10 % и более огнетушитель следует подзарядить или перезарядить на специальной зарядной станции.

Для приведения огнетушителя в действие необходимо освободить запор кронштейна и за рукоятку поднести огнетушитель к очагу пожара; вращать

маховичок вентиля против часовой стрелки, предварительно направив диффузор так, чтобы выбрасываемая из него струя снега попала в огонь. Наклонять баллон нельзя, иначе продолжительность действия уменьшается.

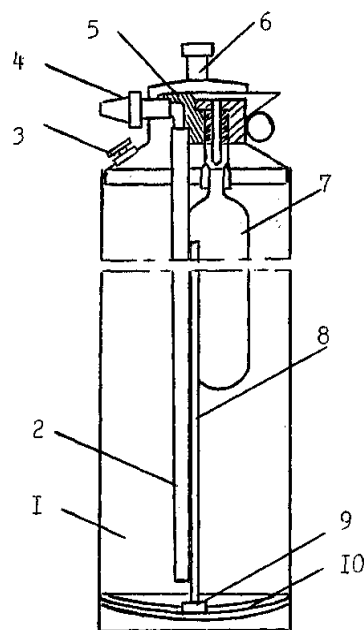
Порошковые огнетушители ручные ОП-1 («Момент»), «Турист 2», ОПС-6, ОПС-10, передвижной ОППС-100 применяют для тушения щелочных, щелочноземельных металлов и их сплавов, малых очагов разлившегося горючего, электроустановок, находящихся под напряжением до 380 В.

Схема огнетушителя ОПС-10 приведена на рисунке 10.3. При работе ОПС-10 образуется плотное порошковое облако, которое быстро подавляет пламя. При тушении загорания огнетушитель следует взять за корпус у дна, снять с кронштейна, поднести ближе к очагу, но не далее 1 м, ударить головкой о твердую поверхность и направить струю порошка на горящий предмет под основание пламени, чтобы обеспечить наилучшие условия тушения. Во время тушения держать огнетушитель в вертикальном положении (вверх дном) или близком к нему. При работе огнетушителя необходимо предохранять органы дыхания и глаза от попадания порошка. Продолжительность действия огнетушителя не менее 10 секунд.



- 1 – сифонная трубка; 2 – стальной баллон;
3 – рукоятка; 4 – предохранитель мембранный,
5 – маховичок запорного вентиля;
6 – раструб (снегообразователь)

Рисунок 10.2 – Углекислотный
огнетушитель ОУ – 2



- 1 – корпус; 2 – трубка сифонная;
3 – пробка; 4 – насадок;
5 – крышка с запорным пусковым
устройством; 6 – рукоятка;
7 – баллон для рабочего газа;
8 – трубка; 9 – пористая
перегородка; 10 – резиновое
основание

Рисунок 10.3 – Огнетушитель
порошковый ОПС – 10

Автоматические средства обнаружения и тушения пожара

Системы автоматической пожарной сигнализации (АПС) предназначены для обнаружения пожара в начальной стадии и оповещения службы пожарной охраны, а также подачи сигналов (команд) на включение систем аварийной вентиляции, дымоудаления, автоматических устройств пожаротушения (АУП).

Система АПС состоит из пожарных извещателей, линий связи, приемных станций. Пожарные извещатели бывают ручные (приводятся в действие человеком, обнаружившим пожар) и автоматические, преобразующие контролируемый признак пожара (тепло, дым, свет или их комбинацию) в электрический сигнал, передаваемый по линии связи на приемную станцию. Основные факторы, на которые реагирует пожарная сигнализация – это концентрация дыма в воздухе, повышение температуры, наличие угарного газа СО и открытый огонь. И на каждый из этих признаков существуют пожарные датчики.

На практике используются пожарные извещатели типа ДИП (ДИП-1, ДИП-2), работающие по принципу регистрации фотоприемником отраженного от частиц дыма света, и радиоизотопные извещатели дыма типа РИД (РИД-1, РИД-6М), в которых в качестве чувствительного элемента применяется ионизационная камера.

Дымовые извещатели — извещатели, реагирующие на продукты горения, способные воздействовать на поглощающую или рассеивающую способность излучения в инфракрасном, ультрафиолетовом или видимом диапазонах спектра. Дымовые извещатели могут быть точечными, линейными, аспирационными и автономными.

Широкое распространение на практике получили оптико-электронные дымовые пожарные извещатели марок ИП212-41М, ИП212-50М, ИП212-45, ИП212-41М и комбинированные с температурными датчиком – ИП212-5МС, ИП212-5МК, ИП212-5МКС.

Дым с нагретым воздухом от тлеющего очага поднимается вверх до потолка и распространяется в верхней части помещения в горизонтальной плоскости от очага (рисунок 10.4). Причем непосредственно у перекрытия остается прослойка чистого воздуха, в связи с чем расстояние от чувствительного элемента датчика до перекрытия должно быть не менее 25 мм. Достигнув вертикальной преграды горизонтальный поток разворачивается и происходит увеличение слоя дыма в верхней части помещения. Таким образом, наибольшая эффективность работы пожарных извещателей обеспечивается при установке горизонтально на потолке в центре помещения, либо вертикально на стене на расстоянии 0,1 – 0,3 м от потолка. Углы помещения практически не вентилируются, соответственно не допускается установка извещателей на потолке ближе 0,5 м к стене и на стене ближе 0,1 м к потолку.

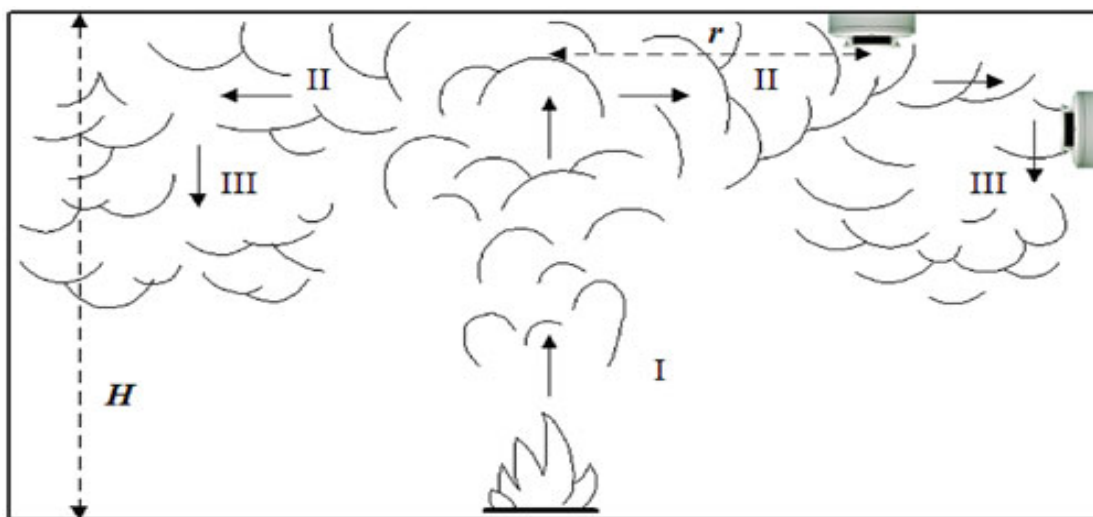


Рисунок 10.4 – Распространение дыма от тлеющего очага в помещении

Извещатели пожарные ИП 212-5М представляют собой оптико-электронные устройства и предназначены для обнаружения очагов загораний, сопровождающихся появлением дыма. Применяются для защиты закрытых помещений различных зданий и сооружений, рассчитаны на круглосуточную непрерывную работу в двухпроводных шлейфах сигнализации совместно с приемно-контрольными приборами типа ППК-2, УСПП-01Л (Сигнал-42-01), ППС-3, Рубин-8П и др. Извещатель ИП 212-5М работает при следующих климатических условиях окружающей среды:

- температура от 30°C до 55°C ;
- относительная влажность до 93 % при температуре 40°C .

Средний срок службы извещателей не менее 10 лет.

Принцип работы извещателя ИП-212-5М (ДИП-3МЗ) основан на сравнении электрического сигнала, пропорционального оптической плотности окружающей среды, с пороговым значением, формируемым схемой извещателя. При появлении дыма в оптической камере импульсы инфракрасного излучения, отражаясь от дымовых частиц, попадают на фотоприемник, усиленный сигнал которого сравнивается с пороговым уровнем, и если превышение над порогом повторяется пять раз подряд, схема регистрирует состояние «Пожар». При этом схема вырабатывает сигнал, поступающий на выходной ключ, который уменьшает выходное сопротивление извещателя, что является сигналом срабатывания для приемно-контрольного прибора.

Ручные пожарные извещатели или сокращенно ИПР (извещатель пожарный ручной), применяются для ручной подачи сигнала о пожаре на пульт пожарной сигнализации. Выпускаются в различных исполнениях. Принципом приведения ручного пожарного извещателя может быть нажатие кнопки, передвижение рычага, раздавливание или смещение стекла и т.д. Устанавливаются на путях эвакуации или в промежутках между ИПРами, если расстояние между ближайшими извещателями превышает 150 метров.

Извещатели пожарные ИП5 2Р предназначены для круглосуточной непрерывной работы и обеспечивают работу с пожарными и охранно-пожарными приемно-контрольными приборами по двум схемам включения:

- 1) как дымовой извещатель;
- 2) как тепловой извещатель.

Формирование сигнала «ПОЖАР» путем нажатия защищенной кнопки с фиксацией обеспечивает возможность многократного использования прибора.

Извещатель имеет встроенную оптическую индикацию дежурного режима (зеленый светодиод) и режима «Пожар» (красный светодиод).

Извещатель ИП 5 2Р работает при следующих климатических условиях окружающей среды:

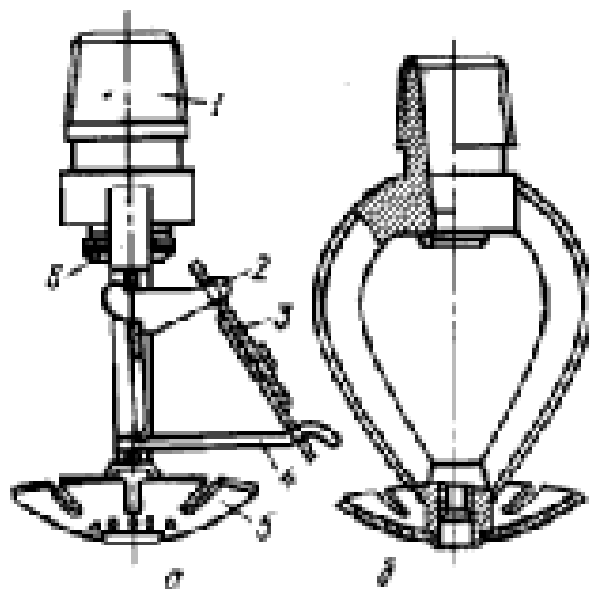
- температура от минус 10 °С до плюс 55 °С;
- относительная влажность до 93 %.

Тепловой пожарный извещатель ИП-105 обеспечивает размыкание сухих контактов при температуре около 63 градусов по Цельсию. Температура может варьироваться в пределах нескольких градусов.

АУП в зависимости от используемых средств пожаротушения бывают водяные (спринклерные и дренчерные), водно-пенные, воздушно-пенные, газовые (диоксид углерода, азот, негорючие газы), порошковые, комбинированные.

Наибольшее распространение получили спринклерные и дренчерные установки. Спринклерная установка состоит из источника водоснабжения, насосов, контрольно-сигнального клапана, магистральных и распределительных водопроводов, спринклерных головок. Головки, ввернутые в распределительный водопровод, размещают под потолком помещения из условия орошения одним спринклером 9 ...12 м² площади пола помещения. Выходное отверстие головки закрыто клапаном и легкоплавкой пробкой. При повышении температуры до 720°С пробка расплавляется, клапан выбрасывается и вода разбрызгивается розеткой. При этом обеспечивается высокое быстроедействие установки, так как вода в распределительном водопроводе постоянно находится под давлением.

Дренчерные головки, вмонтированные в распределительный водопровод, не имеют клапанов и плавких пробок, т.е. имеют открытые отверстия, водопровод не заполнен водой. Дренчерная система приводится в действие от пожарной сигнализации или вручную. На заполнение водопровода водой требуется определенное время, поэтому быстроедействие дренчера существенно меньше, чем спринклера. Спринклеры применяются в помещениях категорий А и Б, а дренчеры - для создания водяных завес с целью препятствия распространению пожара.



а – спринклер; б – дренчер;
 1 – насадка; 2 и 4 – рычаги; 3 – легкоплавкий замок;
 5 – розетка; 6 – клапан

Рисунок 10.5 – Водяные оросители

10. 2 Порядок выполнения работы

10.2.1 Изучить по описанию и имеющимся в лаборатории образцам принцип работы и устройство огнетушителей.

10.2.2 Изучить автоматические средства обнаружения и тушения пожара, представленные на стенде.

Лабораторная работа № 11. Исследование и нормирование уровней вибрации на рабочих местах

- Цель работы:
- 1 Изучение основных характеристик вибрации и меры борьбы с ними в производственных помещениях.
 - 2 Измерение вибрации на рабочих местах и сравнение их с допустимыми значениями согласно СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-33-2002.
 - 3 Исследование вибропоглощающих свойств материалов.

11.1 Теоретическая часть

Вибрация, как производственная вредность, представляет собой механические колебательные движения, передаваемые телу человека через кожный покров, кости и мягкую ткань.

По способу передачи вибрация подразделяется на общую – передающуюся через опорные поверхности на тело сидящего или стоящего человека; локальную – передающуюся через руки человека.

Общая вибрация по источнику ее возникновения подразделяется на транспортную, транспортно-технологическую и технологическую.

Транспортная вибрация возникает в результате движения машины по местности, агрофонам и дорогам. Если при движении машина выполняет и технологический процесс (комбайн при уборке урожая), возникает транспортно-технологическая вибрация. Она также наблюдается при работе стационарных машин.

Источниками вибрации служат мобильные машины и агрегаты, стационарное оборудование (дробилки, сепараторы, вальцовые станки), ручные электрифицированные и механизированные инструменты.

Длительное воздействие общей вибрации вызывает у человека расстройство нервной системы, нарушение функциональных свойств сосудов и вестибулярного аппарата. Локальная вибрация поражает нервную систему и опорно-двигательный аппарат, приводит к спазму периферических сосудов. В конечном счете длительное воздействие вибрации может быть причиной развития вибрационной болезни.

Для выполнения работ по предупреждению виброзаболеваний разработаны и утверждены стандарты на параметры вибрации и методы расчета виброизоляции рабочего места.

Вибрация характеризуется следующими параметрами: амплитудой смещения A , мм; частотой φ , Гц; виброскоростью V , м/с; виброускорением W , м/с². Виброскорость и виброускорение могут быть определены по следующим формулам:

$$V = 2 \cdot \pi \cdot \varphi \cdot A, \quad (11.1)$$

$$W = 2 \cdot \pi \cdot \varphi^2 \cdot A. \quad (11.2)$$

Однако значения этих характеристик дают лишь общую характеристику вибрации. Чтобы охарактеризовать колебательный процесс, весь спектр его частот разделен на полосы и в пределах каждой полосы устанавливают среднеквадратические величины параметров вибрации.

Так как диапазон изменения параметров вибрации от пороговых (безопасных) значений до действительных велик, для измерения параметров принят логарифм отношений действительных значений к пороговым, а за единицу измерения – децибел (дБ).

Логарифмический уровень виброскорости (дБ)

$$L_v = 20 \lg \frac{V}{5 \cdot 10^{-8}}, \quad (11.3)$$

где V – действительная величина виброскорости, м/с;

$5 \cdot 10^{-8}$ – пороговая величина виброскорости, м/с.

Аналогично вычисляют логарифмический уровень ускорения:

$$L_w = 20 \lg \frac{W}{3 \cdot 10^{-4}}, \quad (11.4)$$

где W – действительная величина виброускорения, м/с²;

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

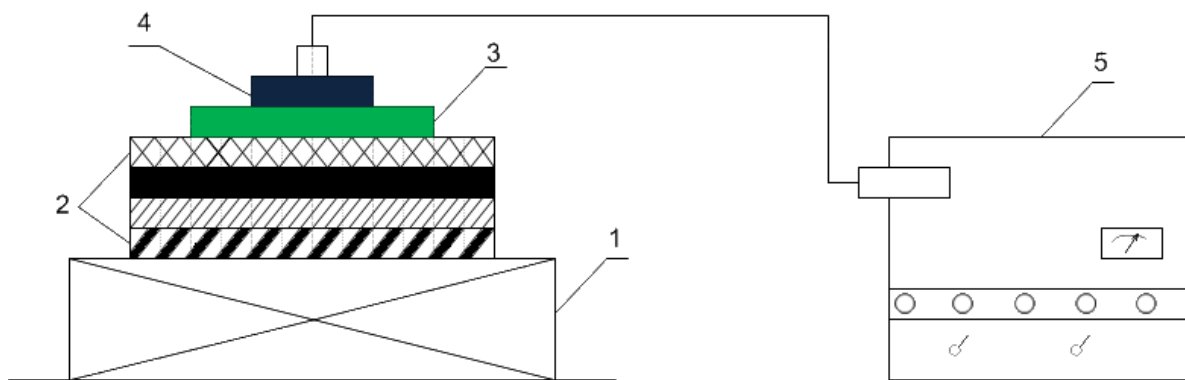
Действие вибрации на организм в значительной степени зависит от частоты. Наибольшее значение, допустимое среднеквадратическое виброскорости 0,2 м/с и ее логарифмический уровень 132 дБ – при среднегеометрической частоте 1 Гц (таблица 11.1).

Прежде чем разрабатывать действенные мероприятия по борьбе с вибрацией, необходимо установить ее источники, пути проникновения и действительные уровни параметров.

К числу основных направлений борьбы с вибрацией относятся: уменьшение сил, возбуждающих колебания; ликвидация резонансных колебаний; изменением жесткости системы или приведенной массы ее; увеличение активных потерь вблизи резонансных режимов динамическим гашением колебаний; применение специальных средств защиты: обуви, рукавиц, инструмента и приспособлений, виброизолирующих материалов.

11.2 Приборы и оборудование

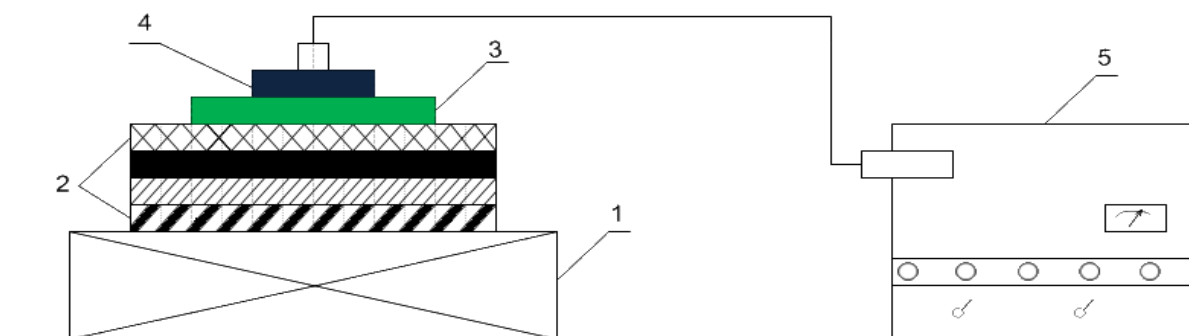
Для измерения вибрации на рабочих местах используют измеритель шума и вибрации ВШВ-003-МЗ, принцип работы которого основан на преобразовании механических колебаний в электрические. Схемы для измерения параметров вибрации и исследования вибропоглощающих свойств материалов представлены на рисунках 11.1, 11.2.



1 – вибростол; 2 – виброизолирующие материалы; 3 – имитатор;
4 – преобразователь ДН-4; 5 – прибор измерительный ВШВ-003-М3

Рисунок 11.1 – Схема измерения уровней виброускорения

1 – вибростол; 2 – виброизолирующие материалы; 3 – имитатор;



4 – преобразователь ДН-3-М1; 5 – прибор измерительный ВШВ-003-М3

Рисунок 11.2 – Схема измерения уровней виброскорости

Таблица 11.1 – Допустимые уровни общей технологической вибрации на постоянных рабочих местах производственных помещений

Среднегео- метричес- кие частоты полос, Гц	Виброускорения согласно СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-33-2002				Виброскорости согласно СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-33-2002				Амплитуда (пиковое значение) переме- щения при гармонич. колеба- ниях, мм
	м/с ²		дБ		(м/с)·10 ⁻²		дБ		
	1/3 ОКГ	1/1 ОКГ	1/3 ОКГ	1/1 ОКГ	1/3 ОКГ	1/1 ОКГ	1/3 ОКГ	1/1 ОКГ	
1,6	0,090	0,14	49	53	0,90	1,30	105	108	3,2200
2,0	0,080	0,14	48	53	0,63	1,30	102	108	1,2800
2,5	0,071	0,14	47	53	0,45	1,30	99	108	0,7300
3,15	0,063	0,10	46	50	0,32	0,45	96	99	0,6100
4,0	0,056	0,10	45	50	0,22	0,45	93	99	0,2800
5,0	0,056	0,10	45	50	0,18	0,45	91	99	0,2200
6,3	0,056	0,10	45	50	0,14	0,22	89	93	0,0900
8,0	0,056	0,10	45	50	0,11	0,22	87	93	0,5600
10,0	0,071	0,10	47	50	0,11	0,22	87	93	0,0450
12,5	0,090	0,20	49	56	0,11	0,20	87	92	0,0360
16,0	0,112	0,20	51	56	0,11	0,20	87	92	0,0280
20,0	0,140	0,20	53	56	0,11	0,20	87	92	0,0225
25,0	0,180	0,20	55	62	0,11	0,20	87	92	0,0180
31,0	0,224	0,40	57	62	0,11	0,20	87	92	0,0140
40,0	0,280	0,40	59	62	0,11	0,20	87	92	0,0113
50,0	0,355	0,80	61	68	0,11	0,20	87	92	0,0090
63,0	0,450	0,80	63	68	0,11	0,20	87	92	0,0072
80,0	0,560	0,80	65	68	0,11	0,20	87	92	0,0056

11.3 Порядок выполнения работы

11.3.1 Калибровка измерителя

Калибровку необходимо производить каждый раз перед началом измерений, а также периодически (по усмотрению оператора) в процессе измерений.

Выбрать необходимый вибропреобразователь, в зависимости от измеряемого уровня вибрации и частотного диапазона, по таблице 11.2 и установить его на исследуемом объекте в соответствии с паспортом вибропреобразователя.

Подсоединить эквивалент вибропреобразователя к предусилителю ВПМ-101, который подсоединить к гнезду «О» измерителя, гнездо «50 mV» измерителя соединить кабелем 5Ф6.644.368 с эквивалентом вибропреобразователя.

Переключатель измерителя «РОД РАБОТЫ» установить в положение «>».

Резистором «>» установить стрелку измерителя на отметку шкалы 0–1, указанную в таблице 11.2, учитывающую действительное значение коэффициента преобразования вибропреобразователя, указанное в его паспорте.

Таблица 11.2 – Значение коэффициентов преобразования преобразователя

Действительное значение коэффициентов преобразования вибропреобразователей, $\text{мВ} \cdot \text{с}^2 \cdot \text{м}^{-1}$		Числовая отметка измерителя при калибровке
ДН-3-М1	ДН-4-М1	
от 9 до 9,4	от 0,9 до 0,94	0,54
св. 9,4 до 9,8	св. 0,94 до 0,98	0,52
св. 9,8 до 10,2	св. 0,98 до 1,02	0,50
св. 10,2 до 10,6	св. 1,02 до 1,06	0,48
св. 10,6 до 11	св. 1,06 до 1,1	0,46

Отсоединить кабель 5Ф6.644.368 и к эквиваленту вибропреобразователя подсоединить выбранный вибропреобразователь.

11.3.2 Измерение виброускорения

Переключатели измерителя установить в положения:

ДЛТ1, дБ – 80;

ДЛТ2, дБ – 50.

В зависимости от частотного диапазона измерения переключатель ФЛТ, Hz установить в положение «1» или «10»; нажать или отжать кнопку 10 kHz. Переключатель «РОД РАБОТЫ» установить в положение F или S, или 10S.

Произвести отсчет показаний измерителя в $\text{м} \cdot \text{с}^{-2}$.

При работе с вибропреобразователем ДН-4-М1 показание необходимо умножить на 10.

Измерение виброускорения в октавных или третьоктавных полосах частот.

Включить необходимый октавный или третьоктавный фильтр множителем «x1»...«x2»· 10^3 переключателем ФЛТ ОКТ или 1/3 ОКТ, переключатель ФЛТ, Hz установить в положение ОКТ или 1/3 ОКТ.

11.3.3 Измерение виброскорости

1) Нажать кнопку a, V и повторить операции по п. 11.3.2, отсчитывая показания в $\text{мм} \cdot \text{с}^{-1}$;

2) Измерение логарифмических уровней виброускорения или виброскорости в децибелах;

3) Для определения результата измерения логарифмических уровней виброускорения или виброскорости в децибелах следует сложить показание, соответствующее светящемуся индикатору в децибелах, и показание по шкале децибел показывающего прибора.

Затем к результатам измерения прибавить или отнять следующие значения:

1) При измерении логарифмического уровня виброускорения с вибропреобразователем ДН-4-М1 прибавить 10,5 дБ, а с вибропреобразователем ДН-3-М1 отнять 9,5 дБ;

2) При измерении логарифмического уровня виброскорости с вибропреобразователем ДН-4-М1 прибавить 46 дБ, а с вибропреобразователем ДН-3-М1 прибавить 26 дБ.

Результаты измерений заносятся в таблицу 11.3.

Таблица 11.3 – Зависимость виброскорости (виброускорения) на поверхности источника вибрации от наличия прокладок

Материал прокладки на поверхности источника вибрации	Виброскорость (виброускорение) в м/с 10^{-2} (м/с ²) при среднегеометрических частотах в Гц											
	1,6	2,0	2,5	3,15	4,0	5,0	6,3	8,0	10	20	40	80
Без виброизолирующих прокладок												
Дерево												
Картон												
Резина												

Приложение А

Нормируемая освещенность промышленных предприятий

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Естественное освещение	Совмещенное освещение		
			КЕО, е _н , %			
			при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении
Наивысшей точности	менее 0,15	I	-	-	6,0	2,0
Очень высокой точности	от 0,15 до 0,30 включительно	II	-	-	4,2	1,5
Высокой точности	от 0,30 до 0,50 включительно	III	-	-	3,0	1,2
Средней точности	свыше 0,5 до 1,0 включительно	IV	4,0	1,5	2,4	0,9
Малой точности	свыше 1,0 до 5,0 включительно	V	3,0	1,0	1,8	0,6
Грубая (очень малой точности)	более 0,5	VI	3,0	1,0	1,8	0,6
Работа со светящимися материалами и изделиями в горячих цехах	более 0,5	VII	3,0	1,0	1,8	0,6
Общее наблюдение за ходом производственного процесса - постоянное - периодическое при постоянном пребывании людей в помещении		VIII	3,0 1,0	1,0 0,3	1,8 0,7	0,6 0,2
		VIII	0,7	0,2	0,5	0,1
Общее наблюдение за инженерными коммуникациями		VIII	0,3	0,1	0,2	0,1

Приложение Б

Коэффициенты светового климата

Световые проемы	Ориентация световых проемов по сторонам горизонта	Коэффициент светового климата, m	
		Номер группы административных районов стран СНГ	
		3 группа	4 группа
		Брестская и Гомельская обл.	Остальная территория РБ
В наружных стенах зданий	С	0,90	1,00
	СВ, СЗ	0,90	1,00
	З, В	0,90	1,00
	ЮВ, ЮЗ	0,85	1,00
	Ю	0,85	0,95
Примечание: С – северная; СВ- северо-восточная; СЗ – северо-западная; В – восточная; З – западная; С-Ю – север- юг; В-З – восток-запад; Ю – южная; ЮВ – юго-восточная; ЮЗ – юго-западная			

Приложение В

Световые и электрические параметры ламп накаливания и люминесцентных ламп

Лампы накаливания, 220 В			Люминесцентные лампы		
Тип лампы	Мощность, Вт	Световой поток, лм	Тип лампы	Мощность, Вт	Световой поток, лм
В, Б	25	230	ЛДЦ (ЛБ)	15	600 (820)
Б (БК)	40	415 (460)	ЛДЦ (ЛД)	30	1500 (1800)
Б (БК)	60	715 (790)	ЛХБ (ЛТБ)	30	1940 (2020)
Б (БК)	75	950 (1020)	ЛБ	30	2180
Б (БК)	100	1350 (1450)	ЛДЦ (ЛД)	40	2200 (2500)
Б, Г	200	2920	ЛХБ (ЛБ)	40	3000 (3200)
Г	300	4610	ЛД (ЛБ)	65	4000 (4800)
Г	500	8300	ЛДЦ (ЛД)	80	3800 (4300)
Г	1000	18600	ЛХБ (ЛБ)	80	5040 (5400)

Приложение Г

Нормируемая искусственная освещенность промышленных предприятий

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Искусственное освещение		
						Освещенность, лк		
						при системе комбинированного освещения		при системе общего освещения
						всего	в т.ч. от общего	
Наивысшей точности	менее 0,15	I	а	Малый	Темный	5000 4500	500 500	- -
			б	Малый Средний	Средний Темный	4000 3500	400 400	1250 1000
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	2500 2000	300 200	750 600
			г	Средний Большой Большой	Светлый Светлый Средний	1500 1250	200 200	400 300
Очень высокой точности	от 0,15 до 0,30	II	а	Малый	Темный	4000 3500	400 400	- -
			б	Малый Средний	Средний Темный	3000 2500	300 300	750 600
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	2000 1500	200 200	500 400
			г	Средний Большой Большой	Светлый Светлый Средний	1000 750	200 200	300 200
Высокой точности	от 0,30 до 0,50	III	а	Малый	Темный	2000 1500	200 200	500 400
			б	Малый Средний	Средний Темный	1000 750	200 200	300 200
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	750 600	200 200	300 200
			г	Средний Большой Большой	Светлый Светлый Средний	400	200	200
Средней точности	Свыше 0,5 до 1,0	IV	а	Малый	Темный	750	200	300
			б	Малый Средний	Средний Темный	500	200	200
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	400	200	200
			г	Средний Большой Большой	Светлый Светлый Средний	-	-	200
Малой точности	Свыше 1,0 до 5,0	V	а	Малый	Темный	400	200	300
			б	Малый Средний	Средний Темный	-	-	200
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	-	-	200
			г	Средний Большой Большой	Светлый Светлый Средний	-	-	200
Грубая (очень малой точности)	Более 5,0	VI		Независимо от характеристик фона и контраста объекта с фоном		-	-	200
Работа со светящимися материалами и изделиями в горячих цехах	Более 0,5	VII		То же		-	-	200
Общее наблюдение за ходом производственного процесса - постоянное - периодическое при постоянном пребывании людей в помещении - периодическое при периодическом пребывании людей в помещении Общее наблюдение за инженерными коммуникациями		VIII	а	То же		-	-	200
			б	Независимо от характеристик фона и контраста объекта с фоном		-	-	75
			в	То же		-	-	50
			г	То же		-	-	20

Приложение Д

Предельно допустимые уровни звукового давления, уровни звука и эквивалентные уровни звука

Вид трудовой деятельности, рабочее место	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	
Преподавание и обучение, научная деятельность. Рабочие места в помещениях в лабораториях для теоретических работ и обработки данных.	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50
Высококвалифицированная работа, требующая сосредоточенности, измерительные и аналитические работы в лаборатории.	93	79	70	63	58	55	52	50	49	60
Рабочие места в помещениях диспетчерской службы, помещениях наблюдения и дистанционного управления с речевой связью по телефону.	96	83	74	68	63	60	57	55	54	65
Рабочие места за пультами в кабинах наблюдения и дистанционного управления без речевой связи по телефону; в помещениях лабораторий с шумным оборудованием	103	91	83	77	73	70	68	66	64	75
Рабочие места в производственных помещениях и на территории предприятий	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Учебное издание

ОХРАНА ТРУДА

Методические указания

Составители:

Цап Василий Николаевич
Мирончик Александр Федорович
Юращик Константин Константинович
Баитова Светлана Николаевна
Гапеева Тамара Михайловна
Липская Дина Анатольевна

Редактор А.А. Щербакова
Технический редактор Т.В. Багуцкая

Подписано в печать	Формат 60x84 1/16
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать трафаретная.	
Усл. печ. л.	Уч.-изд. л.
Тираж экз.	Заказ

Учреждение образования
«Могилёвский государственный университет продовольствия».
212027, Могилёв, пр-т Шмидта, 3.
ЛИ №02330/0131913 от 08.02.2007

Отпечатано на ризографе редакционно-издательского отдела
учреждения образования
«Могилевский государственный университет продовольствия»
212027, Могилёв, пр-т Шмидта, 3

РЕЦЕНЗИЯ
на лабораторный практикум
по курсу «Охрана труда»
(методические указания для студентов
всех специальностей)

Безопасность и безвредность условий труда являются неотъемлемыми элементами современного производства. При планировании и реализации мероприятий по улучшению условий труда на пищевых предприятиях инженерно-технические работники всех специальностей должны обладать практическими навыками проведения исследований в области охраны труда. Эти навыки необходимы как для обеспечения безопасных условий труда при обслуживании производственного оборудования и технологических процессов, так и при проведении работы по улучшению условий труда в соответствии с новыми требованиями в связи с постоянным совершенствованием законодательства и нормативно-технической документации по охране труда.

Данный практикум составлен в соответствии с базовой программой курса «Охрана труда» для студентов всех специальностей пищевой промышленности. Лабораторный практикум по охране труда состоит из введения и 11 лабораторных работ. Каждая работа включает теоретическую часть, приборы и оборудование, экспериментальное определение величин и сравнение их с нормируемыми согласно ГОСТ.

Лабораторный практикум по охране написан четким, лаконичным языком, на достаточном методическом уровне и в соответствии с существующими методическими требованиями.

Считаю целесообразным рекомендовать данные методические указания к использованию в учебном процессе и к изданию на ризографе Могилевского государственного университета продовольствия.

Рецензент к.т.н., доцент
УО «Белорусский государственный
аграрно-технический университет»

Л.Т. Ткачева

