

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра управления охраной труда

ОХРАНА ТРУДА

Лабораторный практикум

Минск
БГАТУ
2011

УДК 631.158:658.34(07)
ББК 65.247я7
О-92

*Рекомендовано научно-методическим советом факультета
«Технический сервис в АПК» БГАТУ.
Протокол № 5 от 16 сентября 2010 г.*

Составители:

доцент, кандидат технических наук *Л. Т. Ткачева*,
старший преподаватель *Н. Н. Жаркова*,
старший преподаватель *М. В. Бренч*,
старший преподаватель *Г. Ф. Назарова*

Рецензенты:

доцент кафедры «Охрана труда и экология» МГУП,
кандидат технических наук *В. Н. Цан*;
заведующий кафедрой теоретической механики и теории
механизмов и машин БГАТУ, доктор технических наук,
профессор *А. Н. Орда*

Охрана труда: лабораторный практикум / сост. :
О-92 Л. И. Ткачева [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2011. – 168 с.
ISBN 978-985-519-364-8.

Практикум включает 11 лабораторных работ по дисциплинам
«Охрана труда» и «Производственная санитария и гигиена труда
в сельском хозяйстве».

Предназначен для студентов сельскохозяйственных вузов
специальностей 74 06 Агроинженерия.

УДК 631.158:658.34(07)
ББК 65.247я7

ISBN 978-985-519-364-8

© БГАТУ, 2011

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
<i>Лабораторная работа № 1</i> Исследование параметров микроклимата в производственных помещениях	6
<i>Лабораторная работа № 2</i> Определение концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны	24
<i>Лабораторная работа № 3</i> Исследование запыленности воздуха	36
<i>Лабораторная работа № 4</i> Исследование эффективности месной вентиляции	49
<i>Лабораторная работа № 5</i> Исследование естественного освещения	56
<i>Лабораторная работа № 6</i> Исследование искусственного освещения	63
<i>Лабораторная работа № 7</i> Оценка шума и исследование эффективности средств по его уменьшению	71
<i>Лабораторная работа № 8</i> Исследование основных характеристик производственной вибрации и методов защиты	86
<i>Лабораторная работа № 9</i> Контроль и профилактика изоляции электроустановок	97
<i>Лабораторная работа № 10</i> Определение параметров пожарной опасности жидкостей	108
<i>Лабораторная работа № 11</i> Исследование средств пожаротушения	119
Литература	134
Приложения	136

ВВЕДЕНИЕ

Специалисты и руководители сельскохозяйственного производства наряду с умением принимать оптимальные управленческие решения должны быть грамотными и компетентными в решении задач по созданию безопасных и благоприятных условий труда, по предупреждению несчастных случаев и профессиональных заболеваний на производстве. Важная роль в решении этих вопросов отводится дисциплинам «Охрана труда» и «Производственная санитария и гигиена труда в сельском хозяйстве», изучаемым в вузе студентами в соответствии с образовательными стандартами для группы специальностей 74 06 Агроинженерия.

Для лучшего усвоения указанных курсов типовыми учебными программами предусмотрено выполнение лабораторных работ с целью приобретения студентами умений и практических навыков по выявлению и идентификации опасностей и оценке риска деятельности, проведению анализа и оценки влияния условий труда на травматизм и заболеваемость для принятия правильного решения в соответствии с обязанностями руководителя и специалиста.

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). Полученные экспериментальные данные используются для определения показателей защиты и других параметров, обеспечивающих производственную безопасность в соответствии с нормативными документами по охране труда.

Лабораторный практикум служит методическим руководством для проведения работ в лаборатории кафедры и включает 11 работ. Описание каждой работы построено таким образом, что студент вначале знакомится с целью и задачами занятия, основными теоретическими положениями, а затем с устройством и принципом действия экспериментальных установок и приборов, порядком выполнения экспериментов и методами нормирования и оценки полученных экспериментальных данных.

Основные требования охраны труда при выполнении лабораторных работ

Перед проведением лабораторных работ студент получает у 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, 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.
6. Не отлучаться от установок (приборов) во время проведения работы.

Лабораторная работа № 1

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ

Цель работы: ознакомление с приборами и методикой измерения микроклимата производственных помещений; определение оптимальных параметров воздушной среды и проведение сравнительного анализа полученных результатов с санитарно-гигиеническими нормами.

Содержание работы:

1. Ознакомиться с методическими указаниями.
2. Изучить устройство и принцип действия приборов для измерения параметров микроклимата.
3. Провести измерение параметров микроклимата в учебной лаборатории по указанию преподавателя.
4. Проанализировать результаты проведенных экспериментов, сделать выводы о их соответствии санитарно-гигиеническим нормам.
5. Подготовить отчет по работе и защитить его у преподавателя.

Общие сведения

К метеорологическим условиям производственной среды относятся температура воздуха, его относительная влажность, скорость движения, атмосферное давление, а также тепловое излучение от нагретых поверхностей оборудования, обрабатываемых материалов, изделий.

Метеорологические факторы, как каждый в отдельности, так и в различных сочетаниях, оказывают существенное влияние на самочувствие и здоровье человека. Для производственных условий в большинстве случаев характерно суммарное воздействие метеорологических факторов, которые влияют на физиологическую функцию организма, его терморегуляцию. В результате обменных процессов в организме человека непрерывно выделяется тепло, количество которого зависит от характера выполняемой работы. В состоянии покоя организм человека выделяет в сутки примерно 5800–7100 кДж, при легкой работе – 9600–11 700 кДж, при работе

средней тяжести – 13 800–15 900 кДж, при тяжелой работе – свыше 15 900 кДж тепла. Температура человеческого тела должна оставаться постоянной (36–37 °С), поэтому при изменении внешних условий в организме происходит процесс **терморегуляции** путем усиления или ослабления интенсивности окислительных процессов (химическая терморегуляция), а также путем отдачи тепла в окружающую среду излучением, конвекцией и испарением пота с поверхности кожи (физическая терморегуляция).

Под **конвекцией** понимается непосредственная отдача тепла с поверхности человеческого тела прилегающим к нему менее нагретым слоям воздуха. Интенсивность теплоотдачи конвекцией пропорциональна площади обтекаемой воздухом поверхности тела, разности температуры тела и окружающей среды, скорости движения воздуха. В состоянии покоя в комфортных метеорологических условиях она составляет 14–33 % общей теплоотдачи (в среднем 23 %).

Температура воздуха – параметр, отражающий его тепловое состояние. Температура воздуха характеризуется кинетической энергией движения молекул газов воздуха. Единицей измерения температуры воздуха является градус Цельсия (°С).

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 кубический метр (г/м³). **Максимальной влажностью** называется максимально возможная плотность водяных паров при данной температуре. **Относительной влажностью** воздуха ϕ , выраженной в процентах (%), называется отношение абсолютной влажности к максимальной при одинаковых температуре и давлении.

Движение воздуха в рабочей зоне может быть вызвано неравномерным нагревом воздушных масс, действием вентиляционных систем или технологического оборудования. Скорость перемещения воздуха в рабочей зоне измеряется в м/с.

Атмосферное давление характеризуется интенсивностью силы тяжести вышестоящего столба воздуха на единицу поверхности и измеряется в паскалях (Па) или миллиметрах ртутного столба (мм рт. ст.).

Инфракрасное (тепловое) излучение (ИК) возникает в диапазоне волн 1–780 нм (нм – нанометр, 1 нм = 10⁻⁹ м). Его источники – солнце, нагретые поверхности оборудования, открытое пламя, электрическая дуга и др. Измеряют интенсивность инфракрасного излучения в ваттах на квадратный метр (Вт/м²).

Нормирование параметров воздуха в рабочей зоне определяется ГОСТ 12.1.005-88 «Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования» и СанПиН 9-80 РБ 98 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений», которые устанавливают оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности, скорости движения воздуха с учетом тяжести выполняемой работы и периодов года.

В соответствии с нормами год делится на два периода – теплый и холодный. Теплый период года характеризуется среднесуточной температурой наружного воздуха +10 °С и выше, холодный – ниже +10 °С. Среднесуточная температура наружного воздуха – это средняя величина температуры наружного воздуха, которая принимается по данным метеорологической службы.

Разграничение работ по категориям осуществляется на основе интенсивности общих энергозатрат организма (Вт). Все работы в зависимости от энергозатрат человека делятся на три категории:

- I – легкая: Ia – энергозатраты до 139 Вт; Ib – 140÷174 Вт);
- II – средней тяжести: IIa – энергозатраты 175÷232 Вт; IIб – 233÷290 Вт;
- III – тяжелая: энергозатраты более 290 Вт.

Оптимальные микроклиматические условия установлены по критериям оптимального теплового и функционального состояния организма человека. Они обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта в течение 8-часовой рабочей смены при минимальном напряжении механизмов терморегуляции, не вызывают отклонений в состоянии здоровья, создают предпосылки для высокой работоспособности и являются предпочтительными на рабочих местах.

Оптимальные параметры микроклимата на рабочих местах должны соответствовать величинам, приведенным в табл. 1.1, применительно к выполнению работ различных категорий в холодный и теплый периоды года.

Таблица 1.1

Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхности, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Ia (до 139)	22–24	21–25	40–60	0,1
	Iб (140–174)	21–23	20–24	40–60	0,1
	IIa (175–232)	19–21	18–22	40–60	0,2
	IIб (233–290)	17–19	16–20	40–60	0,2
	III (более 290)	16–18	15–19	40–60	0,3
Теплый	Ia (до 139)	23–25	22–26	40–60	0,1
	Iб (140–174)	22–24	21–25	40–60	0,1
	IIa (175–232)	20–23	19–23	40–60	0,2
	IIб (233–290)	19–21	18–22	40–60	0,2
	III (более 290)	18–20	17–21	40–60	0,3

Допустимые микроклиматические условия установлены по критериям допустимого теплового и функционального состояния организма человека на период 8-часовой рабочей смены. Они не вызывают повреждений или нарушений состояния здоровья, но могут приводить к возникновению общих и локальных ощущений теплового дискомфорта, напряжению механизмов терморегуляции, ухудшению самочувствия и понижению работоспособности.

Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах должны соответствовать значениям, приведенным в табл. 1.2, применительно к выполнению работ различных категорий в холодный и теплый периоды года.

Таблица 1.2

Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С		Температура поверхности, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с, не более	
		Диапазон ниже оптимальных величин	Диапазон выше оптимальных величин			для диапазона температуры воздуха ниже оптимальных величин	для диапазона температуры воздуха выше оптимальных величин
Холодный	Ia (до 139)	20,0–21,9	24,1–25,0	19,0–26,0	15–75	0,1	0,1
	Iб (140–174)	19,0–20,9	23,1–24,0	18,0–25,0	15–75	0,1	0,2
	IIa (175–232)	17,0–18,9	21,1–23,0	16,0–24,0	15–75	0,1	0,4
	IIб (233–290)	15,0–16,9	19,1–22,0	14,0–23,0	15–75	0,2	0,3
	III (более 290)	13,0–15,9	18,1–21,0	12,0–22,0	15–75	0,2	0,4
Теплый	Ia (до 139)	21,0–22,9	25,1–28,0	20,0–29,0	15–75	0,1	0,2
	Iб (140–174)	20,0–21,9	24,1–28,0	19,0–29,0	15–75	0,1	0,3
	IIa (175–232)	18,0–19,9	22,1–27,0	17,0–28,0	15–75	0,1	0,4
	IIб (233–290)	16,0–18,9	21,1–27,0	15,0–28,0	15–75	0,2	0,5
	III (более 290)	15,0–17,9	20,1–26,0	14,0–27,0	15–75	0,2	0,5

При температуре воздуха на рабочих местах 25 °С и выше максимально допустимые величины относительной влажности воздуха не должны выходить за следующие пределы:

70 % – при температуре воздуха 25 °С;

65 % – при температуре воздуха 26 °С;

60 % – при температуре воздуха 27 °С;

55 % – при температуре воздуха 28 °С;

55 % – при температуре воздуха 28 °С.

Допустимые величины интенсивности теплового облучения работающих на рабочих местах от производственных источников, нагретых до темного свечения (материалов, изделий и др.), должны соответствовать значениям, приведенным в табл. 1.3.

Таблица 1.3

Допустимые величины интенсивности теплового облучения поверхности тела от производственных источников

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

В производственных помещениях, в которых допустимые нормативные величины показателей микроклимата невозможно установить из-за технологических требований к производственному процессу или экономически обоснованной нецелесообразности, условия микроклимата следует рассматривать как вредные и опасные. В целях профилактики неблагоприятного воздействия микроклимата должны быть использованы защитные мероприятия, к которым можно отнести:

- применение систем естественной и механической вентиляции;
- кондиционирование воздуха;
- воздушное душирование;
- использование спецодежды и других средств индивидуальной защиты;
- устройство помещений для отдыха и обогрева работающих;
- регламентацию времени работы (в частности, перерывы в работе);
- сокращение рабочего дня;
- уменьшение стажа работы и др.

При работах, выполняемых сидя, температуру и скорость движения воздуха следует измерять на высоте 0,1 и 1,0 м, а относительную влажность воздуха – на высоте 1,0 м от пола или рабочей площадки. При работах, выполняемых стоя, температуру и скорость движения воздуха следует измерять на высоте 0,1 и 1,5 м, а относительную влажность воздуха – на высоте 1,5 м.

Для определения разности температуры воздуха и скорости его движения в рабочей зоне следует проводить выборочные измерения на высоте 0,1; 1,0 и 1,7 м от пола или рабочей площадки. Каждое измеренное значение на этих уровнях должно соответствовать ранее указанным требованиям.

Измерения показателей микроклимата в целях контроля их соответствия гигиеническим требованиям должны проводиться в холодный период года – в дни с температурой наружного воздуха, отличающейся от средней температуры наиболее холодного месяца зимы не более чем на 5 °С, в теплый период года – в дни с температурой наружного воздуха, отличающейся от средней температуры наиболее жаркого месяца не более чем на 5 °С. Частота измерений в оба периода года определяется стабильностью производственного процесса, функционированием технологического и санитарно-технического оборудования.

В помещениях с большой плотностью рабочих мест при отсутствии источников локального тепловыделения, охлаждения или влаговыделения температуру, относительную влажность и скорость движения воздуха измеряют равномерно по всему помещению.

Приборы и оборудование

Измерение температуры воздуха

Наиболее распространенными приборами для измерения температуры воздуха являются обычные ртутные и спиртовые термометры, термографы (самопишущие), электронные термометры.

При измерении температуры выше 0 °С следует пользоваться **ртутными** термометрами, так как ртуть при нагревании расширяется равномерно, а спирт неравномерно. Для измерения низких температур необходимо пользоваться **спиртовыми** термометрами, так как при температуре ниже –39 °С ртуть замерзает.

При измерении температуры в каждой точке следует произвести два одинаковых отсчета через 5–7 мин. Термометр при этом необходимо держать за верхнюю часть на максимальном удалении от себя.

Измерение относительной влажности воздуха

Для измерения влажности воздуха используются следующие приборы: психрометры, электронные измерители влажности и температуры ТКА-ПКМ (модель 20) и АТТ-5015, гигрометры и гигрографы.

Принцип действия **аспирационного психрометра МВ-4ЛА (Ассмана)** основан на разности показаний сухого и смоченного термометров в зависимости от температуры окружающего воздуха (рис. 1.1).

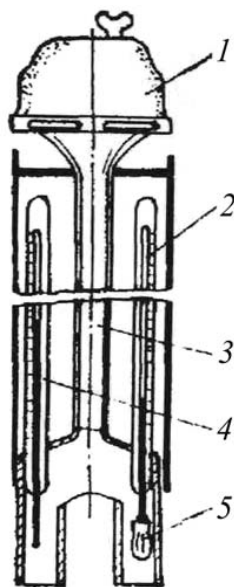


Рис. 1.1. Устройство аспирационного психрометра (Ассмана):

- 1 – вентиляторная головка; 2 – влажный термометр;
- 3 – воздушный канал; 4 – сухой термометр;
- 5 – увлажненная ткань

Прибор состоит из двух одинаковых ртутных термометров с ценой деления $0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Резервуары термометров имеют двойную трубчатую защиту от тепловых излучений. В рубашке резервуаров термометров вентилятором прибора создается постоянная скорость воздушного потока, равная $0,2\text{ м/с}$. При измерении резервуар правого термометра обертывается батистом (в один слой) и смачивается чистой дистиллированной или снеговой водой при помощи резиновой груши с пипеткой. Вентилятор прибора нужно заводить почти до отказа, но осторожно, чтобы не сорвать пружину. Отсчет по термометрам нужно производить на четвертой минуте после пуска вентилятора.

На практике относительную влажность определяют с помощью психрометрических таблиц, номограмм или психрометрического графика (рис. 1.2).

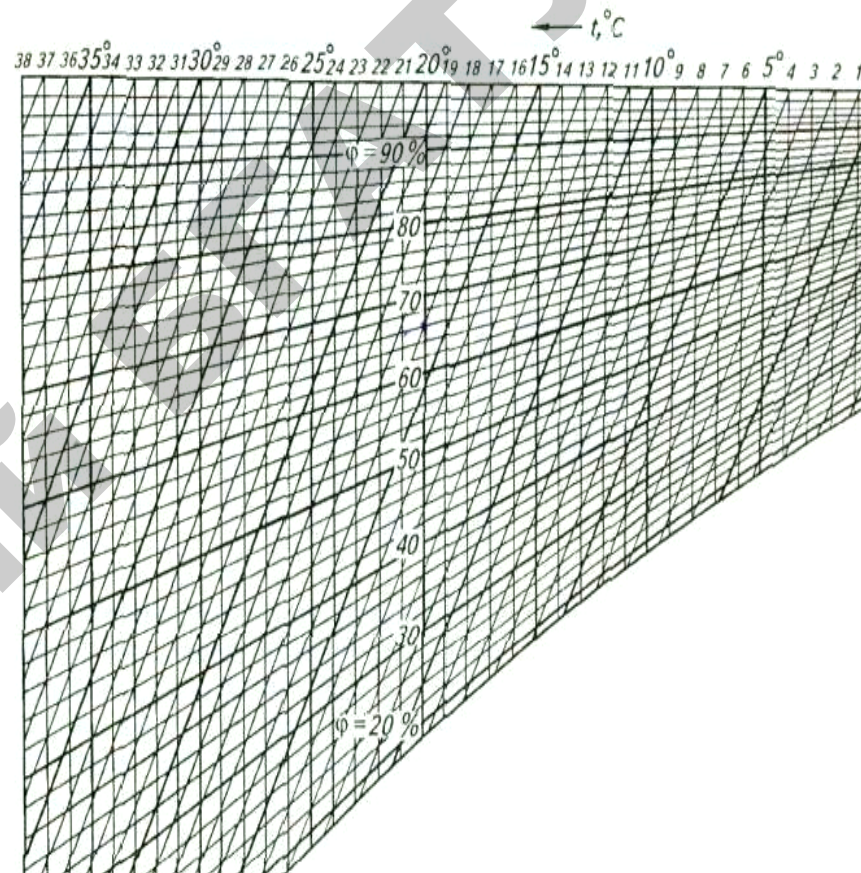


Рис. 1.2. Психрометрический график

На психрометрическом графике по вертикальным линиям откладывают значение сухого термометра, а по наклонным – влажного. На пересечении этих линий находят относительную влажность воздуха.

Комбинированный измеритель влажности и температуры ТКА-ПКМ (модель 20) конструктивно выполнен в виде двух функциональных блоков (рис. 1.3): блока обработки сигналов 1 и измерительной головки 2, соединенных между собой кабелем связи 3.



Рис. 1.3. Внешний вид прибора ТКА-ПКМ/20:
1 – блок обработки сигналов; 2 – измерительная головка;
3 – кабель связи; 4 – защитный колпачок

На лицевой стороне корпуса прибора расположены жидкокристаллический индикатор и переключатель каналов измерений. Зонд с датчиками относительной влажности и температуры воздуха установлен на верхней торцевой крышке корпуса измерительной головки.

Порядок работы с прибором:

- снимите защитный колпачок 4 с зонда, поместите прибор в зону измерений;
- поворотом переключателя выберите нужный параметр, считайте с дисплея измеренное значение;
- по окончании измерений выключите прибор и наденьте на зонд защитный колпачок.

Измеритель влажности и температуры АТТ-5015 конструктивно выполнен в виде двух функциональных блоков: прибора и датчика для измерения влажности и температуры, соединенных между собой кабелем связи (рис. 1.4).



Рис. 1.4. Внешний вид прибора АТТ-5015:

1 – дисплей; 2 – кнопка включения/выключения питания «POWER»; 3 – кнопка включения режима удержания текущего показания «HOLD»/кнопка выхода «ESC»; 4 – кнопка включения режима записи максимального или минимального значений «REC» кнопка ввода «ENTER»; 5 – кнопка выбора функции «FUNCTION»; 6 – кнопка установки «SET»; 7 – входной разъем для подключения датчика измерителя влажности и температуры; 8 – ручка датчика; 9 – сенсор датчика

Порядок работы с прибором:

1. Подсоедините датчик для измерения влажности и температуры к соответствующему разъему прибора 8 (рис. 1.4).
2. Включите прибор, нажав кнопку «POWER» 2. На экране прибора отобразятся символы «% RH» и «°C». Результат измерения появится на экране (в верхней части отображается влажность, а в нижней – значение температуры).
3. Согласно настройкам по умолчанию, прибор показывает значения температуры в °C и относительной влажности в %.

Измерение скорости движения воздуха

Для измерения скорости движения воздуха применяют анемометры крыльчатые и чашечные, комбинированный портативный прибор АТТ-1002 и термоанемометр ТКА-ПК (модель 50).

При замерах скоростей движения воздуха в диапазоне 0,5–10 м/с применяют крыльчатые анемометры (рис. 1.5, а). Приемная часть анемометра представляет собой легкую крыльчатку, посаженную на полочервячную ось, внутри которой натянута стальная струна, служащая осью крыльчатки. Вращение крыльчатки посредством зубчатой передачи редуктора передается на стрелки прибора. Включение и выключение механизма производится арретиром.

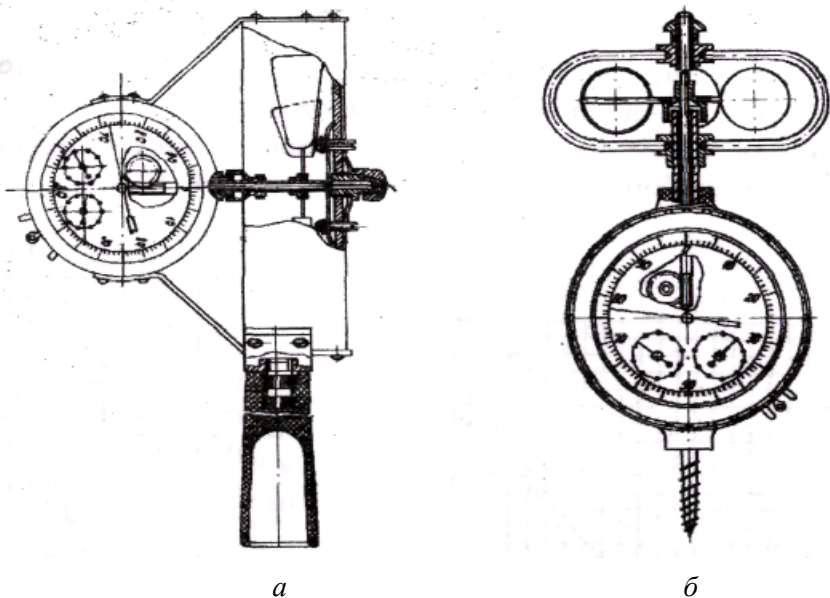


Рис. 1.5. Крыльчатый (а) и чашечный (б) анемометры

Чашечные анемометры (рис. 1.5, б) применяют при замерах больших скоростей (до 20 м/с) и в условиях часто меняющихся направлений или турбулентных движений воздуха.

При проведении измерений записывают первоначальные показания стрелок по всем шкалам. Через некоторое время (10–20 с) после начала вращения крыльчатки с постоянной скоростью одновременно включаются счетчик прибора и секундомер. По секундомеру отмечается начало пуска и время измерения. Продолжительность каждого измерения для удобства расчетов устанавливается 100 или 150 с. После этого счетчик и секундомер выключают и записывают их конечные показания. Измерения повторяют 3–4 раза, так как точность измерения зависит от точности совпадения времени включения анемометра и секундомера.

Скорость движения воздуха в м/с определяется по калибровочным графикам приборов, приведенным на рис. 1.6.

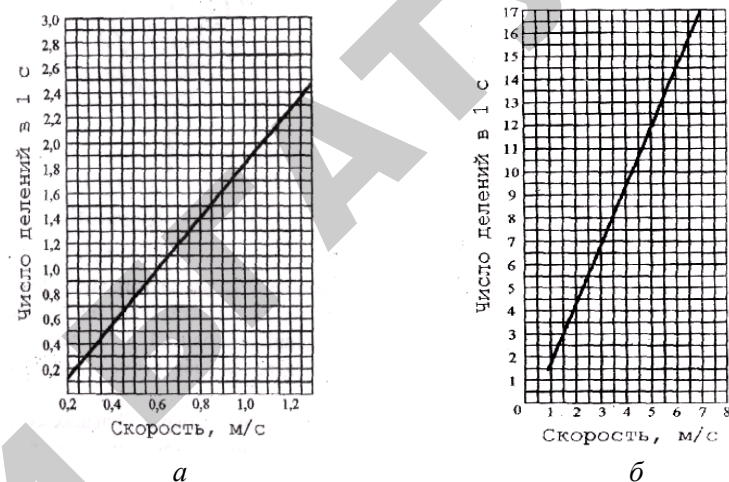


Рис. 1.6. Графики перевода показаний счетчика крыльчатого (а) и чашечного (б) анемометров в показания скорости движения воздуха

Комбинированный прибор АТТ-1002 (рис. 1.7) конструктивно выполнен в виде двух функциональных блоков: блока основного и выносного зонда, соединенных между собой кабелем связи.



Рис. 1.7. Внешний вид прибора АТТ-1002:

- 1 – жидкокристаллический дисплей; 2 – переключатель «OF/ON/HOLD»;
- 3 – переключатель режимов измерений (ANEMOMETER/°C/°F);
- 4 – переключатель единиц измерений («m/s», «km/h», «f/min», «knots/temp»);
- 5 – крышка отсека батареи питания; 6 – выносной зонд;
- 7 – рукоятка выносного зонда

Порядок работы с прибором.

Измерение скорости воздушного потока:

1. Установите переключатель «OFF/ON/HOLD» 2 (рис. 1.7) в положение «ON».

2. Установите переключатель режимов измерений 3 в положение «ANEMOMETER».

3. Установите переключатель 4 в положение, соответствующее требуемой единице измерения скорости воздушного потока: «m/s», «km/h», «f/min» или «knots/temp».

4. Возьмите рукоятку выносного зонда 7 и направьте головку зонда 3 навстречу измеряемому воздушному потоку. На дисплее отобразится измеренное значение скорости воздушного потока.

5. Для сохранения на дисплее измеренного значения необходимо установить переключатель «OFF/ON/HOLD» 2 в положение «HOLD».

Измерение температуры:

1. Установите переключатель «OFF/ON/HOLD» 2 в положение «ON».

2. Установите переключатель режимов измерений 3 в положение «°C» или «°F». Установите переключатель единиц измерений 4 в положение «TEMP».

3. Датчик температуры установлен в центре головки выносного зонда 6. Для измерения температуры необходимо направить головку выносного зонда навстречу воздушному потоку. Измеренное значение температуры воздуха будет отображаться на дисплее.

4. Для сохранения на дисплее измеренного значения необходимо установить переключатель «OFF/ON/HOLD» 2 в положение «HOLD».

Термоанемометр ТКА-ПК (модель 50) конструктивно выполнен в виде двух функциональных блоков (рис. 1.8): блока обработки сигналов 1 и измерительной головки 2, соединенных между собой кабелем связи.

Порядок работы с прибором:

1. Включите прибор. На дисплее появится значение напряжения питания и обратный отчет (30 с); по его окончании прибор готов к работе.

2. Сдвиньте вниз защитный колпачок. Поместите зонд с датчиками в зону измерения. Читайте с дисплея измеренное значение. Немного изменяя положение (поворотом вокруг осей) измерительной головки, добейтесь максимальных показаний.



Рис. 1.8. Внешний вид прибора ТКА-ПК (модель 50):

- 1 – блок обработки сигналов; 2 – измерительная головка;
- 3 – кабель связи; 4 – защитный колпачок; 5 – разъем RS232;
- 6 – разъем зарядного устройства; 7 – переключатель «ВКЛ./ВЫКЛ.»;
- 8 – переключатель режимов измерений «РЕЖИМ»; 9 – подсветка

3. При нажатии кнопки «РЕЖИМ» на экране фиксируются текущие показания (режим «HOLD»), и запускается таймер, отсчитывающий период времени, равный 100 с. При этом прибор не перестает измерять скорость движения воздуха, регистрируя значения скоростей без вывода на экран.

По окончании отсчета на экране отображается усредненная величина измеренной за этот период времени скорости движения воздуха ($V_{ср}$, м/с).

Отсчет можно прервать повторным нажатием кнопки «РЕЖИМ». При этом прибор переходит в режим обычных измерений.

4. По окончании измерений выключите прибор и надвиньте на головку с датчиками защитный колпачок.

Порядок выполнения работы

Таблица 1.6

В помещении учебной лаборатории количество участков для измерения параметров микроклимата (в соответствии требованиям к организации контроля микроклимата) принимается равным 4. Так как работы выполняются студентами в лаборатории сидя и стоя, то температура, относительная влажность и скорость движения воздуха измеряются на высоте 0,1 и 1,5 м от пола.

1. Определить температуру воздуха на рабочем месте, результаты измерений записать в табл. 1.4.

Таблица 1.4

Температура воздуха на рабочем месте

Высота замера, м	Точка замера				Среднее значение температуры на различных высотах, °С	Общее среднее значение температуры, °С
	1	2	3	4		
1,5						
0,1						

2. Определить относительную влажность воздуха с помощью следующих приборов: психрометра Ассмана, электронного комбинированного прибора ТКА-ПКМ (модель 20) и измерителя влажности и температуры АТТ-5015. Результаты измерений записать в табл. 1.5.

Таблица 1.5

Относительная влажность воздуха рабочей зоны

Замеры	Показания термометров психрометра Ассмана, °С		Относительная влажность воздуха, %		
	влажного	сухого	по психрометру Ассмана	по прибору ТКА-ПКМ	по прибору АТТ-5015
1.					
2.					
3.					
4.					

3. Определить скорость движения воздуха чашечным и крыльчатый анемометрами, анемометром АТТ-1002 и термоанемометром ТКА-ПКМ (модель 50). Условия для проведения замеров создаем искусственно (сквозняк). Данные записать в табл. 1.6 и сравнить показания по всем приборам.

Значения скорости движения воздуха по анемометрам

Приборы	Показания анемометра		Разность отсчетов	Время экспозиции, с	Число делений счетчика в 1 с	Скорость движения воздуха, м/с	Среднее значение скорости движения воздуха на рабочем месте, м/с
	до замера	после замера					
Чашечный анемометр							
Крыльчатый анемометр							
Анемометр АТТ-1002	–	–	–	–	–		
Термоанемометр ТКА-ПКМ	–	–	–	–	–		

4. В табл. 1.7 внести фактические значения параметров микроклимата, а также оптимальные и допустимые их параметры по ГОСТ 12.1.005-88 (табл. 1.1, 1.2).

Таблица 1.7

Оптимальные и допустимые параметры микроклимата
Категория выполняемой работы _____ Период года _____

Параметры микроклимата	По замерам	По ГОСТ 12.1.005-88	
		оптимальные	допустимые
Температура, °С			
Относительная влажность, %			
Скорость движения воздуха, м/с			

Содержание отчета:

1. Общие сведения по теме работы.
2. Результаты измерений (табл. 1.4–1.7).
3. Выводы.

Контрольные вопросы:

1. Какие факторы определяют микроклимат и как они влияют на орга низм человека?
2. В каком количестве и при каких условиях работы организмом человека выделяется тепло?

3. Какие нормативные документы регламентируют оптимальные и допустимые параметры микроклимата? Какие факторы влияют на их изменение?

4. В чем разница между абсолютной и относительной влажностями воздуха?

5. Какие приборы используются для измерения температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха?

6. Показания какого термометра больше: сухого или влажного? Могут ли их показания быть равными?

7. В чем состоит принцип действия чашечного и крыльчатого анемометров?

8. Что такое оптимальные микроклиматические условия и чем они отличаются от допустимых микроклиматических условий?

Лабораторная работа №2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ В ВОЗДУХЕ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ

Цель работы: ознакомление с требованиями, предъявляемыми к качеству воздуха рабочей зоны, методами и приборами газового анализа; выполнение практических замеров концентраций газов и паров в воздухе рабочей зоны и сравнение их с санитарными нормами.

Содержание работы:

1. Изучить методические указания по выполнению работы.
2. Ознакомиться с методикой контроля концентрации газов в воздухе, устройством приборов.
3. Изучить индивидуальные средства защиты органов дыхания работающих от вредных газов.
4. Определить концентрацию вредных веществ (по выбору преподавателя) универсальным газоанализатором УГ-2.
5. Определить концентрацию вредных веществ (по выбору преподавателя) газоанализатором АНККАТ-7631М.
6. Подготовить отчет по работе и защитить его у преподавателя.

Общие сведения

Многие технологические процессы в сельскохозяйственном производстве связаны с применением или выделением токсичных газов или паров, загрязняющих воздух рабочей зоны.

Пары и газы, возникающие в производственном процессе и при хранении химических веществ, могут проникать в организм человека через органы дыхания, желудочно-кишечный тракт, неповрежденную кожу и при этом воздействовать на его ткани и биохимические системы, вызывая нарушения процессов нормальной жизнедеятельности. В связи с этим своевременное обнаружение вредных веществ в воздухе и защита от них имеют большое значение для обеспечения безопасной и безвредной работы.

Степень поражения зависит от концентрации веществ, их свойств и степени защиты работающих. Различают общетоксическое, раздражающее, sensibilizing, канцерогенное и мутагенное

действия вредных веществ. Многие вещества оказывают влияние на репродуктивную функцию мужчин и женщин.

Предельно допустимые концентрации (ПДК) токсичных веществ приведены в СанПиН № 11-19-94 «Перечень регламентированных в воздухе рабочей зоны вредных веществ» и ГН 9-106 РБ 98 «ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны».

К числу мероприятий по снижению концентрации газов и паров в воздухе рабочих зон относятся:

- механизация, автоматизация и герметизация технологических процессов;
- устройство местных отсосов;
- устройство вентиляции.

Одна из наиболее эффективных и доступных мер защиты человека от воздействия вредных веществ – устройство механической вентиляции производственных помещений. Ее основное назначение – полное удаление вредных веществ из рабочей зоны или разбавление их концентрации до безопасной величины, т. е. до уровня, не превышающего ПДК.

ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны – концентрации, которые при ежедневной (кроме выходных дней) работе в течение 8 часов или другой продолжительности, но не более 40 часов в неделю, в течение всего рабочего стажа не могут вызвать заболеваний или осложнений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего или последующего поколений.

Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны не должно превышать предельно допустимых концентраций и подлежит систематическому контролю для предупреждения возможности их превышения.

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

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

Класс опасности веществ устанавливают в зависимости от норм и показателей: ПДК в рабочей зоне; средняя смертельная доза при введении в желудок (мг/кг), при нанесении на кожу (мг/кг), средняя смертельная концентрация в воздухе (мг/м³) и др.

Предельно допустимое содержание некоторых вредных веществ в воздухе рабочей зоны представлено в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Предельно допустимые концентрации некоторых вредных веществ в воздухе рабочей зоны (ГОСТ 12.1.005-88)

Вещества	Величина, мг/м ³	Класс опасности
1. Ангидрид сернистый (SO ₂)	10	3
2. Ацетон (CH ₃ COCH ₃)	200	4
3. Аммиак (NH ₃)	20	4
4. Бензин (растворитель топливный) (СН)	100	4
5. Бензол (С ₆ Н ₆)	15/5	2
6. Оксид углерода	20	4
7. Хлор	1	2
8. Керосин (С ₁₀ Н ₂₀)	300	4
9. Кислота соляная (HCl)	5	2
10. Кислота серная (H ₂ SO ₄)	1	2
11. Сероводород (H ₂ S)	10	2
12. Сероуглерод (CS ₂)	1	3
14. Металлическая ртуть (Hq)	0,01/0,0015	1
15. Азота оксиды (в пересчете на NO ₂)	5	3

Периодичность контроля содержания вредных веществ (кроме вредных веществ с однонаправленным механизмом действия) устанавливается в зависимости от класса опасности вредного вещества:

- I класс – не реже 1 раз в 10 дней;
- II класс – не реже 1 раза в месяц;
- III и IV классов – не реже 1 раза в квартал.

При одновременном содержании в воздухе рабочей зоны нескольких вредных веществ разнонаправленного действия ПДК остаются такими же, как и при изолированном воздействии.

При одновременном содержании в воздухе рабочей зоны нескольких вредных веществ однонаправленного действия сумма отношений фактических концентраций каждого из них (K₁, K₂ ... K_n) не должна превышать единицы:

$$\frac{K_1}{\text{ПДК}_1} + \frac{K_2}{\text{ПДК}_2} + \dots + \frac{K_n}{\text{ПДК}_n} \leq 1. \quad (2.1)$$

ПДК распространяются на воздух рабочей зоны всех рабочих мест независимо от их расположения (в производственных помещениях, на открытых площадках, транспортных средствах и т. д.).

Наличие и концентрацию вредных паров и газов в воздухе рабочей зоны определяют лабораторным, автоматическим и экспрессным методами.

Лабораторный метод основан на отборе и исследовании проб воздуха с помощью лабораторных приборов (хроматографов, спектрографов и др.). Метод дает точный и комплексный результат, но является трудоемким.

Для **автоматического непрерывного контроля** за содержанием вредных веществ однонаправленного действия используются быстродействующие и малоинерционные газоанализаторы с сигнализацией о превышении ПДК.

Наиболее простой и быстрый способ – **экспрессный метод**. Он основан на быстропротекающих химических реакциях с изменением цвета реактивов.

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

При полной гигиенической оценке воздушной среды определяется фактическое содержание пыли, вредных газов и паров.

Индивидуальные средства защиты органов дыхания работающих от вредных газов

При интенсивном поступлении вредных газов и паров в воздух рабочей зоны в количествах, превышающих ПДК, следует применять средства индивидуальной защиты (СИЗ): противогазы, респираторы, фильтрующие самоспасатели.

Противогазы промышленные фильтрующие предназначены для защиты органов дыхания, глаз и лица человека от вредных газо- и парообразных веществ и аэрозолей, присутствующих в воздухе рабочей зоны.

В комплект фильтрующего промышленного противогаза (ПП) входят: лицевая часть (шлем-маска), фильтрующая клапанная коробка и в некоторых конструкциях гофрированная трубка. Поглощающие и фильтрующе-поглощающие коробки выпускаются различных марок в зависимости от веществ, для защиты от которых они предназначены. В прил. 1 приведен перечень выпускаемых поглощающих и фильтрующе-поглощающих коробок.

В настоящее время находят распространение и другие конструкции фильтрующих противогазов.

На рис. 2.1 представлен противогаз малого габарита ПФМГ-96. Его комплектность следующая: лицевая часть (маска МАГ, маска ППМ-88 или шлем-маска ШМП), фильтр, сумка для ношения и хранения.



Рис. 2.1. Противогаз малого габарита ПФМГ-96

На рис. 2.2 представлен противогаз среднего габарита ПФСГ-98 Супер. Его комплектность следующая: лицевая часть (маска МАГ, маска ППМ-88 или шлем-маска ШМП), фильтр, соединительная трубка, сумка для ношения и хранения.



Рис. 2.2. Противогаз среднего габарита ПФСГ-98 Супер

На рис. 2.3 представлен противогаз промышленный фильтрующий модульный ППФМ-92. Его комплектность следующая: лицевая часть (маска МАГ, маска ППМ-88 или шлем-маска ШМП), фильтр (определенные соединения заданных марок фильтра

ДОТ-320 и фильтра ДОТ-РЗ), соединительная трубка (для соответствующих фильтров), сумка для хранения и ношения.



Рис. 2.3. Противогаз промышленный фильтрующий модульный ППФМ-92

Марка и соответствующее назначение противогаза определяются маркой и назначением фильтра.

Кроме промышленных фильтрующих противогазов широко используются облегченные средства защиты органов дыхания – респираторы.

Противогазовые и универсальные (газопылезащитные) респираторы предназначены для защиты от вредных паров, газов и аэрозолей, при одновременном их присутствии в воздухе. Они позволяют защищать органы дыхания при концентрации вредных веществ не более 10–15 ПДК.

Респираторы РПГ-67 (противогазовый) и РУ-60М (универсальный) состоят из резиновой полумаски, фильтрующе-поглощающих патронов, пластмассовых манжет с клапаном вдоха, клапана выдоха с предохранительным экраном, трикотажного обтюлятора и наголовника для крепления респиратора на голове (рис. 2.4).

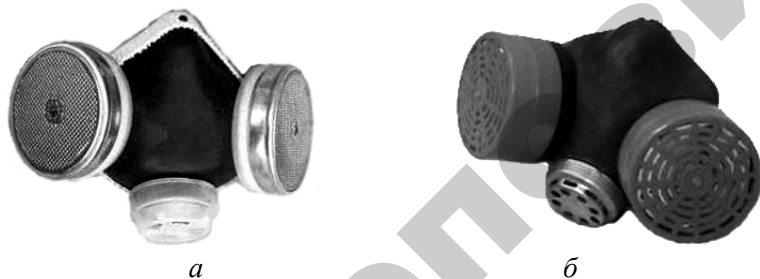


Рис. 2.4. Противогазовые респираторы РПГ-67 (а) и РУ-60М (б)

Приборы и оборудование

Для проведения контроля экспресс-методами применяются газоанализаторы марок УГ, химический газоопределитель ГХ и др.

Универсальный переносной газоанализатор типа УГ-2 (рис. 2.5) предназначен для определения в воздухе производственных помещений концентрации вредных газов (паров).

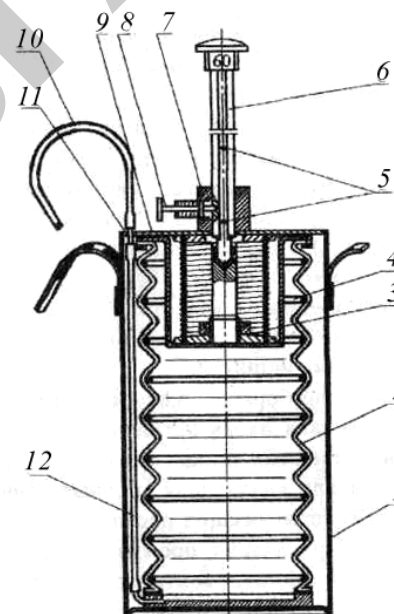


Рис. 2.5. Устройство газоанализатора:

1 – корпус; 2 – сильфон; 3 – пружина; 4 – распорные кольца; 5 – углубления; 6 – шток; 7 – втулка; 8 – фиксатор; 9 – плата; 10 – трубка; 11 – штуцер; 12 – резиновая трубка

Газоанализатор обеспечивает определение концентрации вредных газов (паров) в воздухе производственных помещений, характеризуемому следующими данными: содержание пыли – не более 40 мг/м³; давление – от 740 до 780 мм рт. ст.; относительная влажность – не более 90 %; температура – от 10 до 30 °С; погрешность – ±10 %.

В состав комплекта газоанализатора входят: воздухозаборное устройство с тремя штоками; коробки со спецкомплект (ЗИП) для определения одного из газов (паров) – до 14 шт.; паспорт.

Сроки годности порошков и приготовленных индикаторных трубок указаны в паспорте.

Принцип работы газоанализатора основан на просасывании воздуха с вредными газами через индикаторную трубку воздухозаборным устройством и образование окрашенного столбика в индикаторной трубке. Длина окрашенного столбика индикаторного порошка в трубке пропорциональна концентрации анализируемого газа в воздухе и измеряется по шкале, градуированной в мг/м^3 .

В закрытой части корпуса 1 (см. рис. 2.5) помещается резиновый сильфон 2 с двумя фланцами и стаканом, в котором находится пружина 3. Во внутренних гофрах сильфона установлены распорные кольца 4 для придания сильфону жесткости и сохранения постоянства объема. На верхней плате 9 имеется неподвижная втулка 7 для направления штока 6 при сжатии сильфона. На штуцере 11 с внутренней стороны надета резиновая трубка 12, которая вторым концом через нижний фланец соединяется с внутренней полостью сильфона 2. К свободному концу трубки 10 при анализе присоединяется индикаторная трубка и при необходимости фильтрующий патрон. Просасывание исследуемого воздуха через индикаторную трубку производится после предварительного сжатия сильфона штоком. На гранях (под головкой штока) обозначены объемы просасываемого при анализе воздуха. На цилиндрической поверхности штока имеются четыре продольные канавки, каждая с двумя углублениями 5, служащими для определения фиксатором 8 объема просасываемого воздуха. Расстояние между углублениями на канавках подобрано таким образом, чтобы при ходе им штока от одного углубления до другого сильфон забирал необходимое для анализа данного газа количество исследуемого воздуха.

Подготовка прибора к измерению состоит в следующем: из гнезда прибора вынимают шток 6 (см. рис. 2.5) (шток подбирают с необходимым объемом просасывания, указанным на головке штока цифрами). Объем просасывания для определяемого газа указан на шкале в коробке и в таблице (в паспорте), который вставляют в отверстие в центре прибора. Просасывание исследуемого воздуха через индикаторную трубку производится после предварительного сжатия сильфона штоком.

Объем просасываемого воздуха указан под головкой штока. Выбранное значение объема просасываемого воздуха

устанавливается в сторону стопора. Далее, оттягивая левой рукой стопор, нажимают на головку штока, вдавливая его. При этом сильфон сжимается. Топят шток до тех пор, пока верхнее углубление не дойдет до стопора 8. Шток фиксируется стопором и остается в этом положении. Затем индикаторную трубку вставляют в резиновую 10. Перед просасыванием воздуха через трубку слегка надавливают на головку штока, отводят стопор 8. Освобожденный шток под действием пружины 3 движется вверх. Стопор необходимо сразу отпустить. Когда нижнее углубление на канавке штока совпадет со стопором, последний со щелчком войдет в него и остановит шток.

Просасывание воздуха через индикаторную трубку следует проводить в течение времени, указанного на соответствующей шкале (общее время просасывания). После этого индикаторную трубку отсоединяют и накладывают на специальную шкалу для определения концентрации примеси. Индикаторную трубку размещают так, чтобы границы порошка в ней со стороны просасывания воздуха совпадали с нулевым делением шкалы. Деление на шкале напротив участка с изменившимся цветом порошка в индикаторной трубке укажет содержание исследуемой примеси в воздухе в мг/м^3 .

В табл. 2.2 приведено общее время просасывания исследуемого воздуха через индикаторную трубку для различных газов (паров).

Таблица 2.2

Основные параметры работы газоанализатора

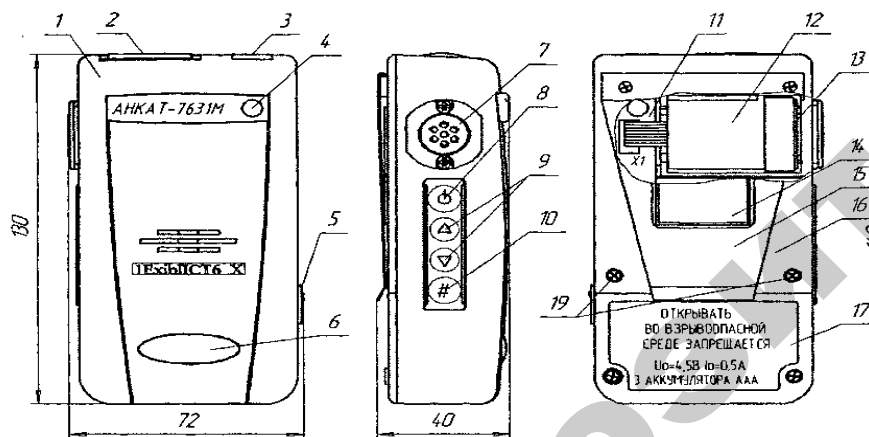
Анализируемый газ (пары)	Просасываемые объемы, мл	Пределы измерения, мг/м^3	Продолжительность штока до защелкивания (время защелкивания)	Общее время просасывания, мин	Срок годности, мес.
Сернистый ангидрид	300	0–30	1' 50" – 2' 40"	5	8
	60	0–200	мгновенно	3	
Ацетилен	265	0–1400	3' 10" – 3' 50"	5	24
	60	–	мгновенно	3	
Окись углерода	220	0–120	3' 20" – 4' 40"	8	18
	60	0–400	мгновенно	5	
Сероводород	300	0–30	2' 20" – 3' 20"	5	20
	30	0–300	мгновенно	2	
Хлор	350	0–15	4' 45" – 5' 30"	7	24
	100	0–80	0' 20" – 0' 25"	4	
Аммиак	250	0–30	2' 00" – 2' 40"	4	8
	30	0–300	мгновенно	2	
Окислы азота	325	0–50	4' 20" – 5' 30"	7	16
	150	0–200	1' 20" – 2' 10"	5	

Окончание табл. 2.2

Анализируемый газ (пары)	Просасываемые объемы, мл	Пределы измерения, мг/м ³	Продолжительность штока до защелкивания (время защелкивания)	Общее время просасывания, мин	Срок годности, мес.
Бензин	300	0–1000	3' 20" – 3' 50"	7	24
	60	0–5000	мгновенно	4	
Ацетон	300	0–2000	3' 00" – 4' 00"	7	10

Газоанализатор АНКAT-7631M (NH₃) предназначен для измерения массовой концентрации токсичного газа NH₃ в воздухе взрывоопасных зон помещений и открытых пространств и выдачи сигнализации об увеличении (уменьшении) массовой концентрации токсичных газов относительно пороговых значений.

Внешний вид и органы управления прибором показаны на рис. 2.6. Включение прибора производится кнопкой 8 (рис. 2.6). На ЖК-индикаторе 2 при этом отображается процесс тестирования со счетом до 100 единиц. После этого на индикаторе появится цифра массовой концентрации в мг/м³.

Рис. 2.6. Внешний вид газоанализатора АНКAT-7631M (NH₃):

1 – корпус; 2 – ЖК-индикатор; 3 – табличка с химической формулой измеряемого компонента; 4 – индикатор единичный красного цвета; 5 – заглушка; 6 – знак фирменный; 7 – колпачок; 8 – кнопка включения питания; 9 – кнопки управления; 10 – кнопка «Сервисный режим»; 11 – плата измерительная; 12 – ЭХЯ; 13 – прокладка; 14 – табличка; 15 – зажим; 16, 17 – крышки; 18 – выносной блок датчика на кабеле; 19 – месторасположение пломб

В основу принципа действия газоанализатора положен электрохимический метод.

При измерении газоанализатор помещается в газовую камеру колпачком 7 датчика вверх, если иное место не укажет преподаватель. Показания снимаются при достижении максимальной концентрации. По мере роста измерений возможны звуковая и световая сигнализация при превышении установленных в приборе пороговых величин.

При проникновении детектируемого газа через пористую мембрану ЭХЯ формирует токовый сигнал, пропорциональный концентрации измеряемого компонента в воздухе. Проходя последовательно по тракту усиления, сигнал преобразуется в напряжение и поступает на аналоговый выход однокристалльной микро-ЭВМ (микро-ЭВМ преобразует аналоговый сигнал в цифровую форму).

При превышении концентрацией измеряемого компонента установленных пороговых значений срабатывает звуковая и световая сигнализация. При срабатывании сигнализации «Порог 1» или «Порог 2» пользователь должен выполнять действующие на объекте инструкции по охране труда и технике безопасности.

Порядок выполнения работы

1. Измерить концентрации вредных веществ с помощью газоанализаторов УГ-2 и АНКAT-7631M (NH₃).

Определение концентрации вредных веществ (по выбору преподавателя) проводят по методике, изложенной выше.

2. Результаты исследований записать в табл. 2.3.

Таблица 2.3

Определение концентрации загазованности в воздухе рабочей зоны

Прибор, применяемый для измерения	Исследуемый газ	Объем засасываемого воздуха, мл	Концентрация газа в воздухе, мг/м	ПДК, мг/м ³	Класс опасности
УГ-2					
АНКАТ-7631M					

3. По результатам исследования сопоставить полученные значения с ПДК и сделать соответствующие выводы.

Содержание отчета:

1. Общие сведения по теме лабораторной работы.
2. Результаты измерений (табл. 2.3).
3. Выводы.

Контрольные вопросы:

1. Каковы последствия действия вредных веществ на организм человека?
2. Как рассчитывают ПДК, если в воздухе рабочей зоны присутствуют несколько вредных веществ однонаправленного действия?
3. В чем состоит принцип измерения концентрации вредных газов в воздухе с помощью индикаторных трубок?
4. Каков принцип работы газоанализатора АНКАТ-7631М?
5. Назовите методы и средства снижения повышенного содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

Лабораторная работа № 3

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАПЫЛЕННОСТИ ВОЗДУХА

Цель работы: определение количественного содержания пыли в воздухе весовым методом и санитарная оценка запыленности производственной среды.

Содержание работы:

1. Изучить методические указания по выполнению работы.
2. Ознакомиться с методикой контроля концентрации пыли в воздухе, устройством лабораторной установки по определению концентрации пыли, приборов и оборудования.
3. Создать в камере, имитирующей производственное помещение, некоторую запыленность и весовым методом определить содержание пыли в единице объема воздуха, затем сравнить с санитарными нормами на предельно допустимую ее концентрацию.
4. Изучить индивидуальные средства защиты органов дыхания работающих от пыли.
5. Подготовить отчет по работе и защитить его у преподавателя.

Общие сведения

Многие технологические процессы сельскохозяйственного производства (комбикормовые предприятия, кормоприготовительные цеха животноводческих комплексов и птицефабрик, зернотоки, склады, элеваторы, рабочие места механизаторов) сопровождаются выделением пыли, отрицательно воздействующей на организм человека и в основном на его органы дыхания.

Пыль представляет собой тонкодисперсные частицы твердого вещества, образующиеся при разрушении или измельчении твердых материалов и транспортировке сыпучих продуктов или же вследствие охлаждения и конденсации паров металлов и неметаллов, выделяющихся при высокотемпературных процессах (сварке, плавке, пайке и т. п.). Пыль может находиться в воздухе во взвешенном состоянии (аэрозоль) или в виде осадка (аэрогель).

Пыль способна вызывать различные заболевания кожи и слизистых оболочек, а также внутренних органов человека, в частности, различные кожные заболевания, воспаление соединительных оболочек глаза (конъюнктивит), носовую и бронхиальную астму, бронхит, катар верхних дыхательных путей и т. п. При длительной работе в условиях запыленного воздуха с концентрацией выше допустимой пыль вызывает хронические заболевания легких – пневмокониоз, силикоз, туберкулез, которые ведут к ограничению дыхательной поверхности легких и нарушению функционирования всего организма.

Степень вредного воздействия пыли на организм человека зависит от количества вдыхаемой пыли, степени дисперсности пылинок, их формы и химического состава, растворимости, электрозаряженности.

По дисперсности пыли разделяют на:

- а) крупнодисперсную – размеры частиц 10 мкм и более (оседает быстро);
- б) среднедисперсную – размеры частиц 5÷10 мкм (оседает медленно);
- в) мелкодисперсную – размеры частиц до 5 мкм (не оседает).

Наиболее опасны пылинки размером до 5 мкм, так как альвеолярные (дыхательные) каналы у людей имеют диаметры 5–4 мкм.

Мелкодисперсная пыль более опасна для организма человека с точки зрения проникновения в легкие, так как она плохо задерживается слизистыми оболочками, проникает в легочную ткань и вызывает заболевания (катары дыхательных путей, пылевые бронхиты и т. д.). Пылинки размером более 5 мкм способны задерживаться в верхних дыхательных путях и бронхах.

По роду вещества пыль подразделяют на органическую – растительного происхождения (мучная, сахарная, табачная, чайная и др.) и животного происхождения (шерстяная, костная, молочная), а также неорганическую – минерального происхождения (песчаная, известковая, кварцевая, наждачная и др.) и металлического происхождения (медная, чугунная, стальная); смешанную, состоящую из частиц органического и минерального происхождения (зерновая).

По характеру действия на организм человека промышленная пыль разделяется на раздражающую, токсическую, фиброгенную и аллергическую.

К раздражающим пылям относятся минеральная, металлическая и древесная пыль. Проникая в легкие и лимфатические железы, пыль вызывает их заболевание. Продолжительная работа в условиях запыленного воздуха может привести к хроническим заболеваниям легких – пневмокониозам, которые ведут к ограничению дыхательной поверхности легких и изменениям во всем организме человека.

Токсические пыли (свинцовая, марганцевая, хромовая, цинковая) вызывают острые или хронические отравления, так как растворяются в биологических средах, действуют как введенный в организм яд.

Пыль способна адсорбировать из воздуха некоторые яды, газы, в результате чего неядовитая пыль может стать ядовитой. Например, угольная пыль и сажа могут адсорбировать окись углерода.

Фиброгенным называется такое действие пыли, при котором в легких происходит разрастание соединительной ткани, нарушающее нормальное строение и функции органа. Очень высокой фиброгенной активностью обладает диоксид кремния или кремнезем, что связано с его кристаллической структурой и свойствами поверхности кристаллов адсорбировать белки.

Пыль может обладать электрическим зарядом, который облегчает осаждение ее в легких, увеличивая количество задерживающейся в организме пыли.

Кроме вредного воздействия на организм человека пыль повышает износ оборудования, увеличивает брак выпускаемой продукции, приводит к снижению производительности труда и способствует возникновению и распространению пожара и взрыва на производстве.

С целью предупреждения различных заболеваний установлены предельно допустимые концентрации пыли в воздухе рабочей зоны. Под рабочей зоной понимают пространство высотой до 2 м над уровнем пола и площадки, на которых находятся места постоянного или временного пребывания работающих.

Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны – это концентрации, которые при ежедневной (кроме выходных дней) работе в течение 8 часов или при другой продолжительности, но не более 40 часов в неделю, в течение всего рабочего стажа не могут вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований, в процессе работы и в отдаленные сроки жизни настоящего или последующего поколений.

Предельно допустимые концентрации (ПДК) пыли в воздухе установлены гигиеническими нормативами ГН 9-106 РБ 98. По степени воздействия на организм вредные вещества подразделяются на четыре класса:

- I-й класс – чрезвычайно опасные;
- II-й класс – высокоопасные;
- III-й класс – умеренно опасные;
- IV-й класс – малоопасные.

Класс опасности устанавливаются в зависимости от норм и показателей, к которым относятся: ПДК, средняя смертельная доза при введении в желудок, при нанесении на кожу, средняя смертельная концентрация в воздухе, коэффициент возможности ингаляционного отравления; зона острого действия, зона хронического действия. Пыли растительного и животного происхождения относятся к четвертому классу опасности.

В табл. 3.1 приведены значения ПДК пыли от некоторых материалов.

Таблица 3.1

Предельно допустимые значения концентрации пыли в воздухе рабочей зоны

Наименование пыли	ПДК, мг/м ³
Пыль, образуемая при работе с асбестом, алюминием и его сплавами	2
Пыль, образуемая при работе с известняком, глиной, карбидом кремния, цементом, чугуном	6
Пыль растительного и животного происхождения:	
– с примесью диоксида кремния от 2 до 10 %	4
– зерновая	4
– лубяная, хлопчатобумажная, хлопковая, льняная, шерстяная, пуховая и др. (с примесью диоксида кремния более 10 %)	2
– мучная, древесная и др. (с примесью диоксида кремния менее 2 %)	6
Пыль табака, чая	3
Сахарная пыль	10

Концентрацию пыли в воздухе определяют различными методами (в единице объема).

Весовой метод основан на определении массы пыли, содержащейся в единице объема воздуха, путем взвешивания.

Счетный метод основан на определении числа пылинок, находящихся в 1 см³ воздуха, путем их подсчета с помощью микроскопа.

Фотометрический метод основан на предварительном осаждении частиц пыли на фильтре и определении оптической плотности пылевого осадка путем фотометрирования.

Радиоизотопный метод основан на использовании свойства радиоактивного излучения поглощаться частицами пыли.

Пьезоэлектрический метод заключается в измерении частоты колебаний пьезокристалла при осаждении на его поверхности частиц пыли и подсчете электрических импульсов, возникающих при соударении частиц пыли с пьезокристаллами.

Емкостной метод основан на измерении емкости конденсатора при введении частиц пыли с пьезокристаллами.

Наибольшее распространение получил **весовой метод**. Он служит для определения массы пыли, содержащейся в единице объема воздуха. Для этого взвешивают специальный фильтр до и после протягивания через него некоторого объема запыленного воздуха, а затем подсчитывают массу пыли и определяют ее концентрацию. Этот метод дает возможность с погрешностью не более ±25 % определить количество мг пыли, находящейся в 1 м³ воздуха.

Концентрация пыли в воздухе определяется по выражению, мг/м³:

$$K = \frac{(G_1 - G_2)}{V_0}, \quad (3.1)$$

где G_2 – вес фильтра после отбора пробы, мг;

G_1 – вес до отбора пробы, мг;

V_0 – объем приведенного к нормальным условиям воздуха, прошедшего через фильтр, т. е. такой объем, который он занимал бы при температуре 0 °С и давлении 760 мм рт. ст. м³.

Приведение к нормальным условиям объема воздуха, прошедшего через фильтр, производится по формуле, м³:

$$V_0 = \frac{V_1 \cdot 273 \cdot B}{(273 + T) \cdot 760}, \quad (3.2)$$

где B – барометрическое давление воздуха в помещении, мм рт. ст.;

T – температура воздуха, °С.

Объем прошедшего через фильтр воздуха определяется по выражению, м³:

$$V_1 = \frac{Vt}{1000}, \quad (3.3)$$

где t – время проведения опыта, мин;
 V – расход прошедшего через фильтр воздуха (производительность воздухоудвки), л/мин.

Запыленность контролируют на тех участках, где выделение аэрозоля максимально или наиболее вероятно. Если на участке установлено однотипное оборудование или нет явных мест концентрации аэрозоля, измерения проводят выборочно на отдельных рабочих местах в центре и на периферии помещения. Суммарное время отбора проб воздуха для токсичного аэрозоля составляет 15 мин, для веществ преимущественно фиброгенного действия – 30 мин. За это время отбирают одну или несколько проб через равные промежутки времени, вычисляют среднее значение. Полученное разовое или среднее значение сравнивают с ПДК.

В течение смены или на отдельных этапах технологического цикла в одной точке должно быть взято не менее трех проб (для аэрозолей преимущественно фиброгенного действия – не менее одной).

Периодичность контроля для веществ I класса опасности устанавливается не реже 1 раза в 10 дней, II класса – 1 раз в месяц, III и IV классов – не реже 1 раза в квартал.

Пробы отбирают в зоне дыхания работающего на высоте 1,5 м и на расстоянии 50 см от лица при характерных производственных условиях, т. е. при включении всего технологического оборудования, вентиляционных устройств и т. п.

Недостатком весового метода является то, что он не дает представления о качественной характеристике пыли, без чего невозможна полная гигиеническая оценка запыленности.

Если фактическая концентрация пыли K в воздухе помещения меньше ПДК, то условия работы удовлетворяют санитарно-гигиеническим требованиям. Если $K > \text{ПДК}$, то необходимо выполнить комплекс организационно-технических, санитарно-гигиенических и медико-биологических мероприятий, и, в частности, использовать средства индивидуальной защиты (СИЗ).

Для защиты органов дыхания от пыли и вредных веществ, проникающих в организм человека через дыхательные пути,

рекомендуется пользоваться противопылевыми, противогазовыми и универсальными респираторами, промышленными фильтрующими и изолирующими противогазами, а также кислородными изолирующими приборами. Противопылевые респираторы (рис. 3.1) У-2К, ШБ-1 «Лепесток», РП-К, Ф-62Ш, «Астра-2», РПА-73, ПРШ-741 и другие обеспечивают защиту органов дыхания от вредных веществ, находящихся в воздухе в виде аэрозолей (пыли, дыма, тумана), от вредных паров и газов они не защищают. Противогазовые респираторы РПГ-67 обеспечивают защиту органов дыхания от вредных веществ, находящихся в воздухе в паро- и газообразном состоянии, а от аэрозолей не защищают. Их выпускают с патронами марок А, В, Г и КД. Универсальные респираторы РУ-60М обеспечивают защиту органов дыхания от вредных веществ, находящихся в воздухе в виде аэрозолей, паров и газов, и выпускаются с теми же патронами, что и РПГ-67.

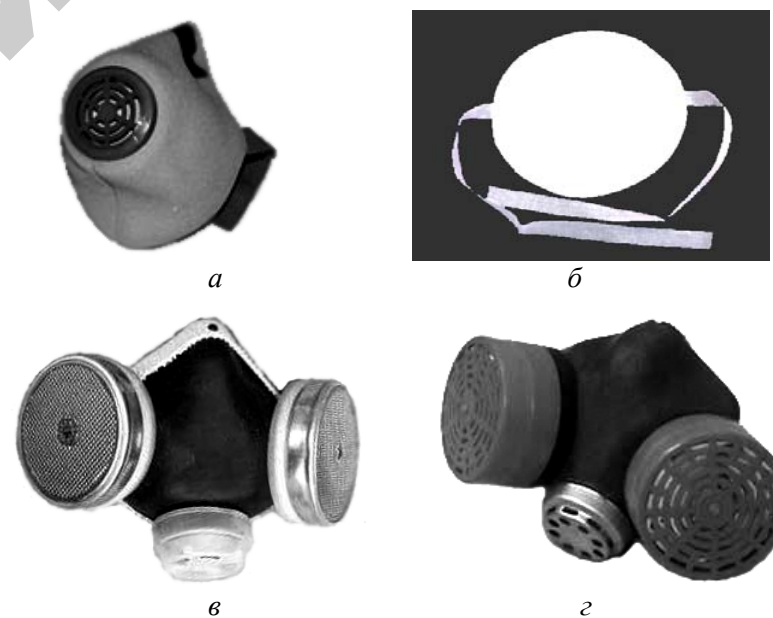


Рис. 3.1. Респираторы:
 a – У-2К; $б$ – ШБ-1 «Лепесток»; $в$ – РПГ-67; $г$ – РУ-60М

Концентрация паро- и газообразных вредных веществ, при которых можно использовать респиратор, не должна превышать

15 предельно допустимых норм. При более высоком содержании паро- и газообразных вредных веществ в воздухе, а также для защиты органов дыхания от высокотоксичных вредных веществ следует пользоваться промышленными противогазами. Их комплектуют противогазовыми коробками трех типов: без аэрозольного фильтра, без аэрозольного фильтра с индексом 8 (обеспечивают защиту органов дыхания от вредных веществ, находящихся в воздухе в паро- и газообразном состоянии, от аэрозолей они не защищают) и с аэрозольным фильтром (обеспечивают защиту органов дыхания и от аэрозолей).

Приборы и оборудование

Определение запыленности воздуха весовым методом производится на установке, представленной на рис. 3.2.

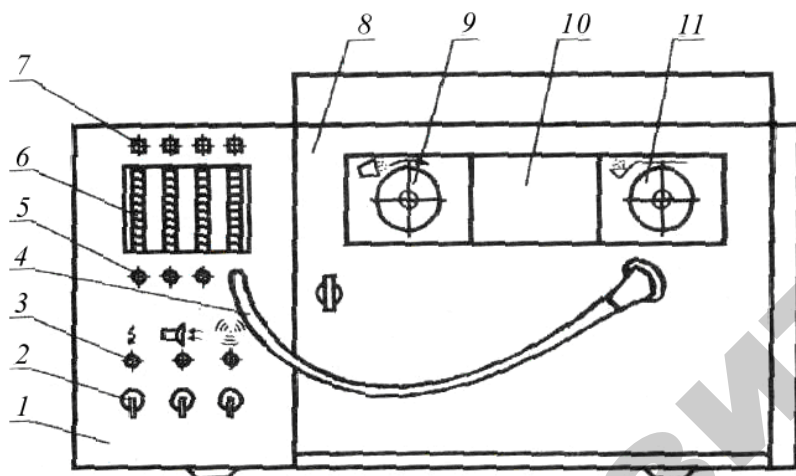


Рис. 3.2. Установка для определения концентрации запыленности воздуха весовым методом.

1 – приборный отсек; 2 – тумблер; 3 – индикаторная лампа; 4 – пробоотборная трубка; 5 – штуцер; 6 – ротаметр; 7 – вентиль; 8 – пылевая камера; 9 – ручка бункера-дозатора; 10 – смотровое окно; 11 – пробоотборный штуцер

Лабораторная установка состоит из пылевой камеры 8 с открывающейся передней панелью и примыкающего к ней слева приборного отсека. Камера служит емкостью для имитации

помещения с запыленным воздухом. Ее передняя стенка выполнена в виде открывающейся дверки. В переднюю стенку левее окна вставлен бункер-дозатор с пылью. При повороте ручки дозатора на один щелчок в камеру вводится порция пыли, количество которой может быть отрегулировано поворотом гайки бункера. На правой стенке камеры установлен фонарь, испускающий световой луч вдоль прозрачного окна на передней стенке камеры. В камере находится порция пыли, которая с помощью вентилятора и воздуховода поднимается в воздух и образует с ним аэрозоль. На передней стенке пылевой камеры расположено смотровое окно 10, через которое можно наблюдать пыль в камере. На дверке камеры правее окна имеется отверстие для взятия пробы воздуха. В нерабочем положении отверстие закрыто металлической пробкой.

В приборном отсеке находится аспиратор М-822, т. е. устройство для прокачивания запыленного воздуха через фильтр при помощи миниатюрной воздуходувки, создающей разрежение. Аспиратор имеет четыре стеклянных ротаметра 6 для измерения скорости прохождения воздуха, а также вентили 7 для регулирования скорости прокачки воздуха (белые ручки над ротаметрами, при вывинчивании которых против часовой стрелки шире открывается отверстие и скорость прокачивания воздуха увеличивается). Легкий металлический «поплавок» показывает расход воздуха по уровню своего верхнего края, устанавливающегося против деления на стеклянной трубке ротаметра в зависимости от разрежения, создаваемого воздуходувкой. Для измерения запыленности используют только один ротаметр, хотя в установке используется стандартный аспиратор на 4 ротаметра. Два из них имеют шкалу от 0 до 1 л/мин и используются при отборе проб химического анализа, а два ротаметра имеют шкалу от 0 до 20 л/мин – при отборе пылевых проб. Кроме того, в приборном отсеке смонтирован электродвигатель вентилятора, а в нижней части расположены тумблеры для управления установкой.

Для взятия пробы воздуха служит аллонж (рис. 3.3). В нем закреплен круглый фильтр типа АФА (аэрозольный фильтр аналитический) из бумаги и специальных нитей, предварительно вкладываемый в бумажную кольцевую обойму. К аллонжу присоединяется резиновая пробоотборная трубка (шланг) 4.

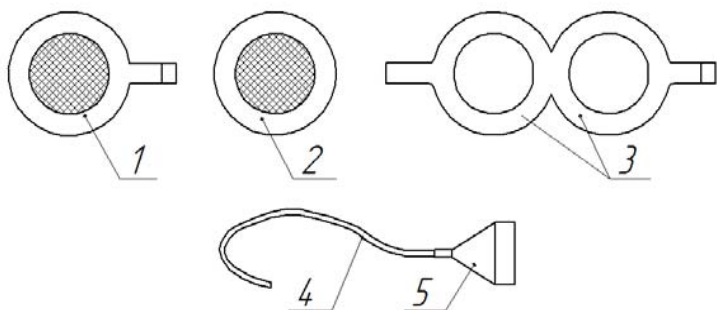


Рис. 3.3. Аллонж с фильтрами:

1 – общий вид фильтра; 2 – фильтр АФА; 3 – фильтродержатель;
4 – пробоотборная трубка; 5 – аллонж

Массу фильтра с фильтродержателем взвешивают на лабораторных весах ВК-300 (рис. 3.4).

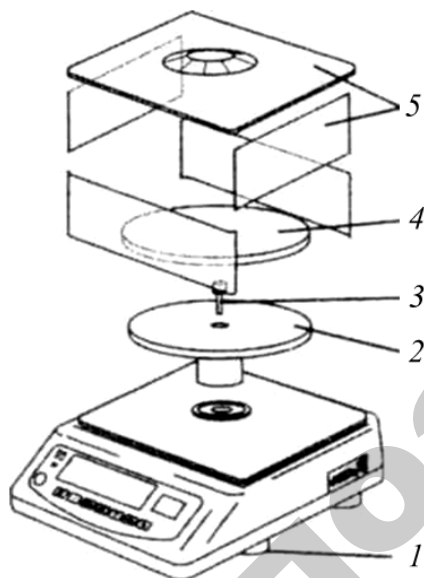


Рис. 3.4. Весы ВК-300:

1 – регулировочные ножки; 2 – держатель платформы; 3 – винт;
4 – грузоприемная платформа; 5 – ветрозащитный экран

Лицевая панель весов ВК-300 представлена на рис. 3.5.

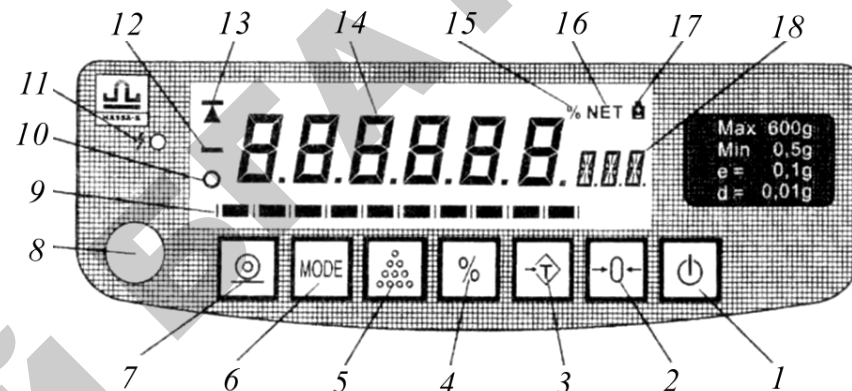


Рис. 3.5. Лицевая панель лабораторных весов ВК-300:

1 – кнопка включения-выключения; 2 – кнопка «Ноль»; 3 – кнопка «Тара»;
4 – кнопка «Процент»; 5 – кнопка «Штучного взвешивания»; 6 – кнопка «Mode»;
7 – кнопка «Печать»; 8 – ампула уровня; 9 – индикационная шкала нагрузки весов;
10 – индикатор установки ненагруженных весов на ноль; 11 – индикатор питания от сети; 12 – минус; 13 – индикатор стабилизации веса; 14 – цифровой индикатор массы взвешиваемого груза; 15 – индикатор «Процент»; 16 – индикатор «Net»;
17 – индикатор разряда аккумулятора; 18 – индикатор единицы взвешивания

Перед началом взвешивания необходимо подключить штекер сетевого адаптера к весам, а затем адаптер – к сети. На весах должен загореться индикатор питания. Цвет индикатора может меняться от красного (означает, что происходит зарядка встроенного аккумулятора) до зеленого (означает, что встроенный аккумулятор полностью заряжен, можно отключиться от сети и продолжить работу автономно).

Включают весы нажатием кнопки 1. На индикаторе высветится модификация весов, затем начнется тест индикатора в виде последовательной смены ряда символов от «999999» до «000000», после чего весы выйдут в режим взвешивания.

Взвешиваемый груз укладывается на грузоприемную платформу. На цифровом индикаторе 14 высветится масса груза. Завершение процесса взвешивания сопровождается высвечиванием индикатора стабилизации веса 13. Максимальная точность взвешивания обеспечивается, когда индикатор 10 в ненагруженном

состоянии весов высвечен. Если индикатор 10 не светится, необходимо нажать кнопку 2. Контроль за состоянием ненагруженных весов должен осуществляться как при первом включении, так и в процессе взвешивания.

Порядок выполнения работы

1. Вставить фильтр в фильтродержатель и взвесить его на аналитических весах с точностью до миллиграмма.

2. Вставить фильтр с фильтродержателем в аллонж и присоединить к нему пробоотборную трубку 4 (см. рис. 3.2).

3. Аллонж с пробоотборной трубкой 4 подсоединить к отверстию для взятия пробы пылевой камеры и к штуцеру 5 аспиратора так, чтобы более широкий конец аллонжа был обращен к камере.

4. Левым тумблером 2 с зигзагообразной стрелкой включают питание. При этом загораются сигнальная лампа над тумблером и осветитель в пылевой камере.

5. С помощью вентиля 7 ротаметра установить необходимый расход воздуха (в пределах 15–20 л/мин).

6. Правым тумблером 2 включить вентилятор в пылевой камере.

7. Средним тумблером включить воздухоудку аспиратора и заметить по часам этот момент, а затем и момент отключения (продолжительность t прокачки пробы воздуха через фильтр в минутах).

8. Когда отбор пробы заканчивается (время просасывания 1–5 мин или более (при малых концентрациях пыли), выключить аспиратор и вентилятор камеры, отсоединить аллонж, вынуть из него фильтр с фильтродержателем и взвесить его на аналитических весах с точностью до миллиграмма.

9. По соответствующим приборам снять показания барометрического давления и температуры в месте отбора пробы.

10. Зная расход прошедшего через фильтр воздуха и длительность опыта, определить по формуле (3.3) объем прошедшего через фильтр воздуха V_1 и, подставляя полученное значение в формулу (3.2), привести его к нормальным условиям.

11. Расчет весовой концентрации произвести по формуле (3.1). Полученные данные занести в табл. 3.2.

Протокол измерений запыленности

№ п.п	Начальный вес фильтра, мг	Конечный вес фильтра, мг	Температура воздуха, °С	Барометрическое давление, мм рт.ст	Время просасывания, мин	Расход воздуха, л/мин	Концентрация пыли, мг/м ³	ПДК, мг/м ³
1.								
2.								

12. Оценку результатов исследования запыленности по весовому методу произвести путем сопоставления их с предельно допустимыми концентрациями пыли в рабочей зоне производственных помещений (ГН 9-106 РБ 98).

Содержание отчета:

1. Принцип весового способа определения концентрации пыли в воздухе и применяемые приборы.
2. Схема экспериментальной установки.
3. Результаты измерений (табл. 3.2).
4. Выводы.

Контрольные вопросы:

1. Как различается пыль по характеру действия на организм человека?
2. Почему более опасна пыль размером 1–10 мкм и с электрическим зарядом?
3. Как нормируют количество пыли в воздухе производственных помещений?
4. Как устроена установка для исследования запыленности воздуха весовым методом?
5. Когда следует использовать противопылевые респираторы, а когда противогазовые или универсальные?
6. Когда следует использовать промышленные противогазы?
7. Как подобрать размеры респираторов и противогазов и как проверить правильность их подбора?

Лабораторная работа № 4

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕСТНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ

Цель работы: изучение классификации вентиляционных систем и методов проверки эффективности вентиляции; исследование производительности и эффективности местной вентиляции сварочного поста.

Содержание работы:

1. Изучить методические указания по выполнению работы.
2. Изучить классификацию вентиляционных систем.
3. Оценить производительность местной вентиляции сварочного поста.
4. Оценить эффективность всасывания воздуха у передней панели сварочного поста.
5. Сделать заключение о работоспособности местной вентиляции сварочного поста.
6. Подготовить отчет по работе и защитить его у преподавателя.

Общие сведения

В сельскохозяйственном производстве многие технологические процессы связаны с выделением пыли, газов, паров, избыточного тепла и влаги. Одним из наиболее эффективных мероприятий по оздоровлению воздушной среды является вентиляция производственных помещений. Вентиляция, являясь средством оздоровления труда, нуждается в систематическом уходе и контроле за ее состоянием и эксплуатацией.

Вентиляция – это организованный воздухообмен, в процессе которого из помещения удаляется загрязненный, влажный, перегретый воздух и в него поступает свежий наружный воздух. Рационально спроектированные и правильно эксплуатируемые вентиляционные системы способствуют улучшению самочувствия работающих и повышению производительности труда.

Задачей вентиляции является обеспечение требуемой чистоты воздуха и допустимых метеорологических условий в рабочей зоне помещения.

Системы вентиляции классифицируют по способу перемещения воздуха, направлению потока воздуха, зоне действия, времени работы.

По способу перемещения воздуха вентиляция может быть естественной и механической. Возможно сочетание естественной и механической вентиляции – смешанная вентиляция.

При естественной вентиляции воздухообмен происходит в результате действия гравитационного давления, возникающего вследствие разности температур воздуха в помещении и наружного воздуха, а также в результате действия ветра.

При механической вентиляции перемещение воздуха осуществляется вентилятором (осевым или центробежным), создающим избыточное давление (разрежение) по сравнению с атмосферным воздухом.

В зависимости от назначения механическая вентиляция может быть:

- **приточной.** Эту вентиляцию применяют в производственных помещениях со значительным выделением теплоты при малой концентрации вредных веществ в воздухе, а также для усиления воздушного подпора в помещениях с локальным выделением вредных веществ при наличии систем местной вытяжной вентиляции, что позволяет предотвратить распространение таких веществ по всему объему помещения;
- **вытяжной.** Эту вентиляцию применяют для активного удаления воздуха, равномерно загрязненного по всему объему помещения, при малых концентрациях вредных веществ в воздухе и небольшой кратности воздухообмена;
- **приточно-вытяжной** – эту вентиляцию применяют при значительном выделении вредных веществ в воздух помещений, в которых необходимо обеспечить особо надежный воздухообмен с повышенной кратностью.

По месту действия вентиляция бывает общеобменной и местной.

Действие общеобменной вентиляции (приточной, вытяжной, приточно-вытяжной) основано на разбавлении загрязненного,

перегретого или влажного воздуха помещения свежим воздухом до допустимых гигиенических норм во всем объеме помещения. Эту систему вентиляции, как правило, применяют при равномерном расположении по площади производственного помещения источников выделения теплоты, влаги, вредных веществ.

Местную вентиляцию устраивают для удаления вредных веществ и избытков тепла непосредственно в месте их образования, чем обеспечивается максимальное улавливание вредностей при минимальном расходе воздуха.

Местную вытяжную вентиляцию следует применять на газо- и электросварочных постах, металлорежущих и заточных станках, в кузнечных цехах, гальванических установках, аккумуляторных цехах, на постах технического обслуживания, в помещениях у мест пуска автомобилей и тракторов.

Контроль за вентиляцией на заводах и сельскохозяйственных предприятиях осуществляется инженерной службой, инженером по охране труда при постоянном участии профсоюзных комитетов и общественных инспекторов.

Задачей контролирующих органов является оценка состояния воздушной среды и эффективности вентиляции с точки зрения обеспечения ею требуемых законодательством уровней температуры и влажности, снижения содержания вредных веществ до предельно допустимых концентраций (ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» и ГН 9-106 РБ 98 «Гигиенические нормы Республики Беларусь. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны»).

Приборы и оборудование

Определение производительности и эффективности местной вентиляции сварочного поста производится с помощью анемометра, подробное описание которого приведено в лабораторной работе № 1.

Внешний вид лабораторной установки представлен на рис. 4.1.

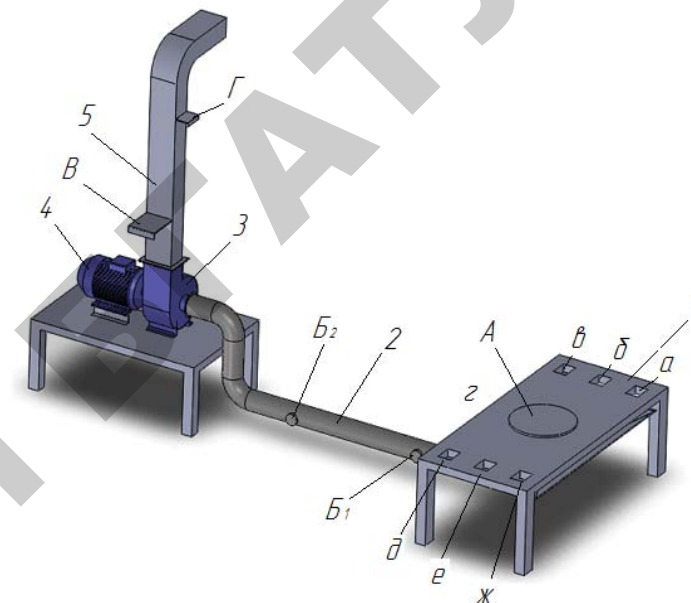


Рис. 4.1. Схема лабораторной установки:
1 – сварочный стол; 2 – всасывающий воздуховод;
3 – центробежный вентилятор; 4 – электродвигатель; 5 – вытяжной воздуховод;
А – поворотный круг сварочного стола; Б₁, Б₂ – пробки во всасывающем воздуховоде; В – сетка; Г – выдвижная заслонка

Удаление вредных газов со сварочного стола осуществляется из нижней зоны. На передней панели сварочного стола (в средней части) находится поворотный круг А, а на нем располагается объект сварочной работы. Всасывающие щели в передней панели условно обозначены буквами «а», «б», «в», «г», «д», «е», «ж». Во всасывающем воздуховоде вмонтированы две круглые пробки Б₁ и Б₂. Когда эти пробки установлены (ввернуты) в воздуховод, то он герметичен. Когда пробки Б₁ и Б₂ вывернуты, то через них подсасывается воздух во всасывающем воздуховоде 2, то есть этими пробками имитируется разгерметизация воздуховодов.

В вытяжном воздуховоде 5 установлена выдвижная сетка В. Если она выдвинута из воздуховода 5, то сопротивление движению воздуха в вытяжном воздуховоде будет наименьшее. Если сетка вставлена, то сопротивление движению воздуха в воздуховоде 5 возрастает, то есть с помощью сетки имитируется «сопротивление

фильтров», которые могут быть установлены в системах механической вентиляции для очистки воздуха от пыли.

В вытяжном воздуховоде 5 установлена выдвижная заслонка Г. Если заслонку выдвинуть, то в вытяжном воздуховоде можно измерить скорость движения воздуха с помощью анемометра.

Порядок выполнения работы

Оценка производительности вентиляционной установки.

1. Включить вентиляционную установку (по указанию лаборанта или преподавателя).

2. Открыть задвижку Г и с помощью анемометра измерить скорость движения воздуха в вытяжном воздуховоде 5 (V_1 , м/с).

3. Аналогично измерить скорость в вытяжном воздуховоде 5 при установленной в нем сетке В (V_2 , м/с), тем самым имитируя засорение фильтра.

4. При закрытых пробках B_1 и B_2 во всасывающем воздуховоде 5 измерить скорость воздуха V_3 , (м/с) анемометром у передней панели сварочного стола в точке «г». Сетку В из вытяжного воздуховода при этом вынуть.

5. Аналогично измерить скорость воздуха в той же точке «г» у передней панели сварочного стола при открытых двух пробках B_1 и B_2 (V_4 , м/с), тем самым имитируя разгерметизацию воздуховода.

6. Рассчитать относительное уменьшение скорости воздуха в вытяжном воздуховоде (а значит, и производительности местной вентиляции) по следующей формуле:

$$\mathcal{E}_1 = \frac{V_1 - V_2}{V_1} \cdot 100\% . \quad (4.1);$$

7. Рассчитать относительное уменьшение скорости всасывания (открыты обе пробки B_1 и B_2) во всасывающем воздуховоде по формуле

$$\mathcal{E}_2 = \frac{V_3 - V_4}{V_3} \cdot 100\% . \quad (4.2)$$

8. Результаты измерений занести в табл. 4.1.

Таблица 4.1

Результаты измерения

Скорость движения воздуха, м/с				Относительное уменьшение скорости воздуха	
V_1	V_2	V_3	V_4	при засорении фильтра \mathcal{E}_1	при разгерметизации воздуховода \mathcal{E}_2

Оценка поля всасывания у передней панели сварочного стола.

1. Включить вентиляционную установку.

2. При закрытых пробках B_1 и B_2 во всасывающем воздуховоде и вынутой сетке В в вытяжном воздуховоде с помощью анемометра измерить скорость воздуха у передней панели сварочного стола в точках «а», «б», «в», «г», «д», «е», «ж».

3. Результаты измерений занести в табл. 4.2, построить график скоростей всасывания.

Таблица 4.2

Результаты измерения

Скорость воздуха в точке, м/с						
а	б	в	г	д	е	ж

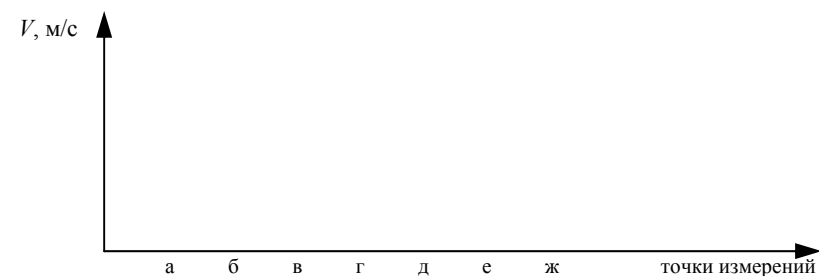


Рис. 4.2. График изменения скоростей всасывания у передней панели сварочного поста

ИССЛЕДОВАНИЕ ЕСТЕСТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ

Цель работы: ознакомление с порядком нормирования естественного освещения; изучение приборов и методов определения качества естественного освещения на рабочих местах.

Содержание работы:

1. Изучить методические указания по выполнению работы.
2. Ознакомиться с методами определения и нормирования коэффициента естественной освещенности.
3. Изучить устройство приборов для измерения освещенности, порядок работы с ними для определения уровня освещенности на рабочих поверхностях.
4. Исследовать изменение естественной освещенности в учебной аудитории в зависимости от расстояния до световых проемов.
5. Определить в учебной аудитории коэффициент естественной освещенности и оценить эффективность освещенности.
6. Подготовить отчет по работе и защитить его у преподавателя.

Общие сведения

При освещении производственных помещений используется естественное освещение, создаваемое светом солнца (прямым и 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 времени года, так 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):

$$e = \frac{E_{\text{вн}}}{E_{\text{нар}}} \cdot 100\%, \quad (5.1)$$

Содержание отчета:

1. Общие сведения по теме лабораторной работы.
2. Схема лабораторной установки.
3. Результаты измерений (табл. 4.1, 4.2).
4. Выводы.

Контрольные вопросы:

1. Что такое вентиляция и каково ее назначение? Как классифицируются системы вентиляции?
2. Что такое механическая вентиляция и как она классифицируется?
3. Что такое естественная вентиляция? Каковы ее преимущества и недостатки?
4. Как осуществляется контроль за вентиляцией?
5. Назовите причины неудовлетворительной работы вентиляции.
6. Какие параметры вентиляции подлежат оценке при обследовании вентиляции?

где e – коэффициент естественной освещенности в данной точке помещения (КЕО), %;

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

$E_{\text{нар}}$ – горизонтальная освещенность на открытом месте, создаваемая диффузным светом всего небосвода, замеренная одновременно с $E_{\text{вн}}$, лк.

По конструктивным особенностям естественное освещение подразделяется на:

а) боковое – свет поступает в помещение через световые проемы в наружных стенах (окна);

б) верхнее – свет поступает через световые фонари и застекленные проемы и покрытия, а также через проемы в местах перепадов высот смежных пролетов зданий;

в) комбинированное – свет поступает в помещение через окна и верхние фонари или проемы.

При **одностороннем** боковом естественном освещении нормируется минимальное значение КЕО в точке, расположенной на расстоянии 1 м от стены, наиболее удаленной от световых проемов на пересечении вертикальной плоскости **характерного разреза** помещения и условной рабочей поверхности (или пола).

При **двустороннем боковом** освещении нормируется минимальное значение КЕО в точке, расположенной посередине помещения на пересечении вертикальной плоскости **характерного разреза** помещения и условной рабочей поверхности (или пола).

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

$$e_{\text{cp}} = \frac{1}{N-1} \left(\frac{e_1}{2} + e_2 + e_3 + \dots + e_{N-1} + \frac{e_N}{2} \right), \quad (5.2)$$

где N – количество точек, в которых определяется КЕО;

e_1, e_2, \dots, e_N – значения КЕО в этих точках (в плоскости характерного разреза помещения).

Характерный разрез помещения – это поперечный разрез помещения, плоскость которого перпендикулярна к площади остекления световых проемов (при боковом освещении) или

к продольной оси пролетов помещения. В характерный разрез помещения должны попадать участки с наибольшим количеством рабочих мест, а также точки рабочей зоны, наиболее удаленные от световых проемов.

При проектировании помещения вновь строящихся и реконструируемых зданий и сооружений различного назначения нормы естественного освещения принимаются в соответствии со Строительными нормами Беларуси СНБ 2.04.05-98 «Естественное и искусственное освещение». 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.

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

$$e_N = e_H m_N, \quad (5.3)$$

где e_H – значения КЕО (прил. 2 и 3);

m_N – коэффициент светового климата для соответствующего номера группы районов (прил. 4);

N – номер группы административного района стран СНГ по ресурсам светового климата (прил. 5).

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 глаз работающего.

Приборы и оборудование

В настоящее время для измерения освещенности E (лк) используются следующие приборы: люксметр Ю-116; электронный прибор ТКА-ПКМ/31 (люксметр).

Люксметр Ю-116 (рис. 5.1) состоит из фотоэлемента с набором поглотительных насадок и гальванометра. Принцип действия прибора основан 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 по шкале – 0–100 лк.

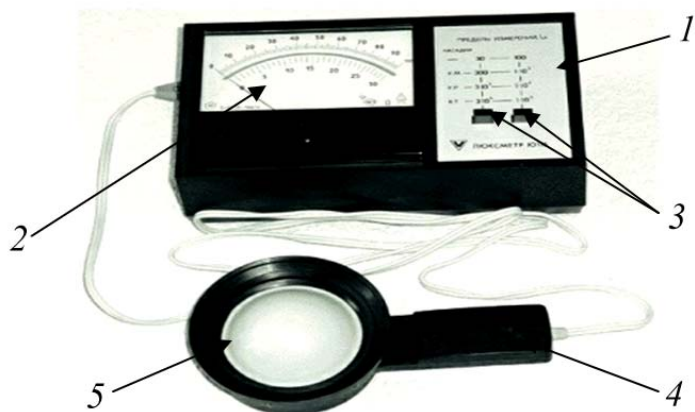


Рис. 5.1. Внешний вид люксметра Ю-116:
1 – гальванометр; 2 – шкала гальванометра; 3 – переключатели;
4 – фотоэлемент; 5 – насадка, предназначенная для уменьшения косинусной погрешности

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

Электронный прибор ТКА-ПКМ/31 (люксметр) состоит из двух функциональных блоков: блока обработки сигналов 1 и фотометрической головки 3, соединенных между собой кабелем связи 2 (рис. 5.2).



Рис. 5.2. Внешний вид люксметра ТКА-ПКМ/31:
1 – блок обработки сигналов; 2 – кабель связи;
3 – фотометрическая головка

На лицевой стороне корпуса прибора расположены жидкокристаллический индикатор и переключатель каналов измерений. На обратной стороне корпуса расположена крышка батарейного отсека.

Область применения люксметра: санитарный и технический надзор в жилых и производственных помещениях, аттестация рабочих мест и другие сферы деятельности.

Основные технические характеристики люксметра:

– диапазон измерения освещенности, лк	10–200 000;
– предел допускаемой основной относительной погрешности, %	±8,0 ;
– погрешность коррекции фотометрической головки, %, не более	±5,0;
– время непрерывной работы прибора, ч, не менее	8,0;
– источник питания	батарея (типоразмер «Крона» 9В);
– масса прибора, кг, не более	0,4;
– габариты, мм, не более	130×70×30.

Порядок выполнения работы

Таблица 5.2

Исследование естественной освещенности в учебной аудитории в зависимости от расстояния до световых проемов.

1. Замерить люксметром естественную освещенность на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и условной рабочей поверхности на расстоянии 1, 2, 3, 4, 5 м от световых проемов при боковом освещении.

2. Заполнить протокол (табл. 5.1), построить график измерения естественной освещенности E (рис. 5.3) в зависимости от расстояния до световых проемов L_p .

Таблица 5.1

Протокол измерений естественной освещенности в различных точках помещения

Расстояние от световых проемов L_p , м	1	2	3	4	5
Освещенность E , лк					



Рис. 5.3. График изменения естественной освещенности в зависимости от расстояния до световых проемов

Протокол определения коэффициента естественной освещенности

Наименование помещения	$E_{вн}$, лк	$E_{нар}$, лк	КЕО, %	Разряд зрительной работы	Нормируемый КЕО, %

3. Руководствуясь нормами СНБ 2.04.05-98 «Естественное и искусственное освещение» (прил. 4) и полученным значением КЕО, определить соответствие освещенности в данном помещении санитарным нормам.

Содержание отчета:

1. Общие сведения по теме лабораторной работы.
2. Результаты измерений (табл. 5.1, 5.2).
3. Выводы.

Контрольные вопросы:

1. Какие виды естественного освещения вы знаете?
2. По какому показателю нормируется естественная освещенность?
3. Что такое характерный разрез помещения?
4. В каких точках производственного помещения нормируется минимальное значение КЕО?
5. Как определяется коэффициент естественной освещенности?
6. Какие приборы для измерения освещенности вы знаете и каковы правила пользования ими?

Определение коэффициента естественной освещенности

1. Определить коэффициент естественной освещенности КЕО в наиболее удаленной от световых проемов точке на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и рабочей поверхности.

2. Заполнить протокол (табл. 5.2).

ИССЛЕДОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ

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

Содержание работы:

1. Изучить методические указания по выполнению работы.
2. Ознакомиться с системами производственного освещения и принципами нормирования искусственного освещения.
3. Исследовать зависимость искусственного общего освещения от высоты подвеса светильников.
4. Исследовать искусственное общее освещение на рабочем месте и сравнить его с нормами.
5. Подготовить отчет по работе и защитить его у преподавателя.

Общие сведения

При недостаточном естественном освещении или в темное время суток применяется искусственное освещение. Оно создается искусственными источниками света (лампами накаливания или газоразрядными лампами) и подразделяется на: рабочее, аварийное, охранное и дежурное.

Искусственное освещение может быть: общее, местное и комбинированное.

Общее освещение предназначено для освещения всего помещения, оно может быть равномерным или локализованным. Общее равномерное освещение создает условия для выполнения работы в любом месте освещаемого пространства. При общем локализованном освещении светильники размещают в соответствии с расположением оборудования, что позволяет создавать большую освещенность на рабочих местах.

Местное освещение предназначено для освещения только рабочих поверхностей и не создает необходимой освещенности даже на прилегающих к ним площадях. Оно может быть стационарным и переносным. Применение только местного освещения в производственных помещениях не допускается.

Комбинированное освещение состоит из общего и местного. Его целесообразно устраивать при работах высокой точности, а также при необходимости создания определенного или изменяемого в процессе работы направления света.

Рабочее освещение используется для всех помещений, участков, открытых пространств, предназначенных для работы, прохода людей и движения транспорта.

Аварийное освещение подразделяется на освещение безопасности и эвакуационное.

Освещение безопасности предназначено для обеспечения работы при аварийном отключении рабочего освещения, если связанное с ним нарушение нормального обслуживания 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 работы 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 открытой территории.

Эвакуационное освещение предназначено для 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.

Охранное освещение применяется вдоль границ территорий, охраняемых в ночное время при отсутствии специальных технических средств охраны, оно должно обеспечивать освещенность 0,5 лк на уровне земли.

Дежурное освещение предназначено для минимального искусственного освещения при несении дежурств охраны в нерабочее время, совпадающее с темным временем суток.

В качестве источников искусственного освещения применяются **лампы накаливания и газоразрядные лампы.**

В **лампах накаливания** источником света является раскаленная вольфрамовая проволока. Эти лампы дают непрерывный спектр излучения с повышенной (по сравнению с естественным светом) интенсивностью в желто-красной области спектра. По конструкции лампы накаливания бывают вакуумные, газонаполненные, бесспиральные (галогенные). Общим недостатком ламп накаливания является сравнительно небольшой срок службы (менее 2000 часов) и малая световая отдача (отношение создаваемого лампой светового потока к потребляемой электрической мощности) (8–20 лм/Вт). В промышленности они применяются для организации местного освещения.

Наибольшее применение в производственных условиях находят **газоразрядные лампы** низкого и высокого давления. Газоразрядные лампы низкого давления, называемые люминесцентными, содержат стеклянную трубку, внутренняя поверхность которой покрыта люминофором, наполненную дозированным количеством ртути (30–80 мг) и смесью инертных газов под давлением около 400 Па. На противоположных концах внутри трубки размещаются электроды, между которыми, при включении лампы в сеть, возникает газовый разряд, сопровождающийся излучением преимущественно в ультрафиолетовой области спектра. Это излучение, в свою очередь, преобразуется люминофором в видимое световое излучение. В зависимости от состава люминофора люминесцентные лампы обладают различной цветностью.

В последние годы появились газоразрядные лампы низкого давления со встроенным высокочастотным преобразователем. Газовый разряд в таких лампах (называемый вихревым) возбуждается на высоких частотах (десятки кГц), за счет чего обеспечивается очень высокая светоотдача.

К газоразрядным лампам высокого давления (0,03–0,08 МПа) относят **дуговые ртутные лампы** (ДРЛ). В спектре излучения этих

ламп преобладают составляющие зелено-голубой области спектра. Основными достоинствами газоразрядных ламп является их долговечность (свыше 10 000 часов), экономичность, малая себестоимость изготовления, благоприятный спектр излучения, обеспечивающий высокое качество цветопередачи, низкая температура поверхности. Светоотдача этих ламп колеблется в пределах от 30 до 105 лм/Вт, что в несколько раз превышает светоотдачу ламп накаливания.

В помещениях с газоразрядными источниками света при совпадении или кратности частоты пульсаций светового потока от газоразрядной лампы и частоты вращения (колебания) подвижного объекта проявляется **стробоскопический эффект**. Это явление искажения зрительного восприятия вращающихся, движущихся или сменяющихся объектов в мелькающем свете.

Для демонстрации явления стробоскопического эффекта служит установка, представленная на рис. 6.1.

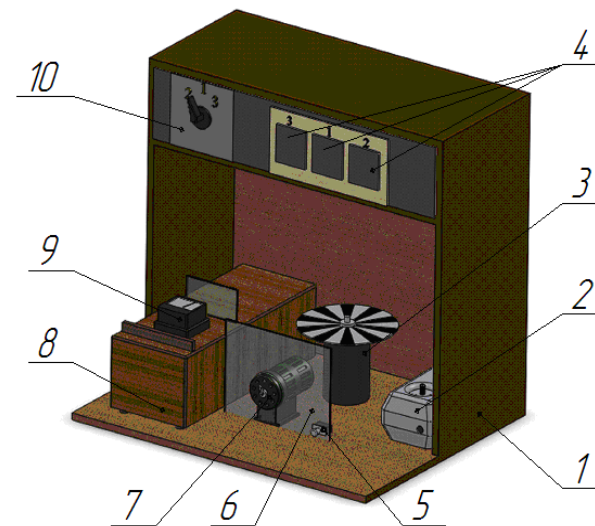


Рис. 6.1. Установка для наглядного изучения стробоскопического эффекта:
1 – корпус установки; 2 – тумблер включения; 3 – вращающийся диск; 4 – схемы подключения; 5 – тумблер включения диска; 6 – основание установки; 7 – регулятор скорости вращения диска; 8 – короб с фотоэлементом; 9 – люксметр; 10 – реле переключения

Для устранения стробоскопического эффекта газоразрядные источники света необходимо включать в разные фазы, а при однофазном питании – применять специальные схемы включения, обеспечивающие сдвиг по фазопитающему напряжению (используются при этом индуктивные и емкостные сопротивления).

Нормирование искусственного освещения. Искусственное освещение оценивается непосредственно по освещенности рабочей поверхности E (лк). Рабочей считается поверхность, на которой производится работа и нормируется или измеряется освещенность. При выборе нормы освещенности, кроме характера (разряда) зрительной работы, необходимо еще учесть контраст объекта различения с фоном и характеристику фона, на котором рассматривается этот объект, т. е. определить подразряд зрительной работы: а, б, в или г (прил. 2). При выполнении в помещениях работ I–III, IVa, IVб, Va разрядов следует применять систему комбинированного освещения. Предусматривать систему общего освещения допускается при технической невозможности или нецелесообразности устройства местного освещения, что конкретизируется в отраслевых нормах освещения, согласованных с органами Государственного санитарного надзора.

В производственных помещениях освещенность проходов и участков, где работа не производится, должна составлять не более 25 % от нормируемой освещенности, создаваемой светильниками общего освещения, но не менее 75 лк при разрядных лампах и не менее 30 лк при лампах накаливания.

В цехах с полностью автоматизированным технологическим процессом следует предусматривать освещение для наблюдения за работой оборудования, а также дополнительно включаемые светильники общего и местного освещения для обеспечения необходимой освещенности при ремонтно-наладочных работах.

В процессе эксплуатации осветительных установок необходимо предусматривать регулярную очистку от загрязнений светильников и остекленных проемов, своевременную защиту отработавших свой срок службы ламп, контроль напряжений в осветительной сети, систематический ремонт элементов осветительной установки, регулярную окраску стен и потолка, контроль освещенности на рабочих местах.

Контроль состояния осветительных установок, необходимый для поддержания требуемой освещенности на рабочих местах, проводится периодически (но не реже одного раза в год).

Проверяется освещенность на рабочих местах с помощью люксметров. Сроки чистки светильников и остекления зависят от запыленности помещения: для помещений с незначительными выделениями пыли – 2 раза в год; для помещений со значительным выделением пыли – от 4 до 12 раз в год. Для удобства и безопасности очистки применяют передвижные тележки, телескопические лестницы, подвесные люльки; при высоте подвеса светильников до 5 м допускается обслуживание их с приставных лестниц и стремянок не менее чем двумя лицами. Чистка светильников должна проводиться при отключенном питании.

Приборы и оборудование

Измерение искусственного освещения производится с помощью люксметров Ю-116 и ТКА-ПКМ/31, подробное описание и схемы которых приведены в лабораторной работе № 5.

Порядок выполнения работы

Исследование зависимости искусственного общего освещения от высоты подвеса светильника.

1. Зашторить в лаборатории окна для исключения влияния естественного света.
2. Включить общее освещение в учебной аудитории.
3. Определить зависимость освещенности от высоты подвеса светильника перемещением фотометрической головки люксметра по вертикали. Фотометрическую головку располагают сначала на полу, затем последовательно на высоту 0,4; 0,8; 1; 1,6; 2 метра от пола. Вычислить для каждой точки высоту подвеса светильника и освещенность, результаты занести в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Исследование искусственного общего освещения на рабочем месте в зависимости от высоты подвеса светильника

Высота подвеса светильников над рабочим местом H , м	Освещенность E , лк	Допустимый разряд работы	Размер объекта различения, мм

4. Построить график зависимости, откладывая по оси абсцисс – высоту подвеса, а по оси ординат – освещенность (рис. 6.2).



Рис. 6.2. График изменения освещенности в зависимости от высоты подвеса светильника

Исследование общего искусственного освещения на рабочем месте.

1. Зашторить в лаборатории окна для исключения влияния естественного света.
2. Включить общее освещение учебной аудитории.
3. Произвести измерения искусственной освещенности на рабочем месте.
4. По СНБ 2.04.05-98 определить допустимую освещенность на рабочем месте (прил. 4). Результаты занести в табл. 6.2.

Таблица 6.2

Исследование общего искусственного освещения на рабочем месте

Измеренная освещенность на рабочем месте E , лк	Наименьший объект различения, мм	Допустимый разряд работы	Нормируемая освещенность E , лк

5. Сделать выводы по результатам измерений с предложением мероприятий по нормализации параметров.

Содержание отчета:

1. Общие сведения по теме лабораторной работы.
2. Результаты измерений (табл. 6.1, 6.2).
3. Выводы.

Контрольные вопросы:

1. Назовите виды искусственного освещения.
2. Что такое освещенность, в каких единицах она измеряется?
3. Какие лампы применяются в качестве источников искусственного освещения?
4. Назовите достоинства и недостатки ламп накаливания.
5. Назовите достоинства и недостатки газоразрядных ламп.
6. Что такое стробоскопический эффект?
7. Какие методы защиты от стробоскопического эффекта вы знаете?
8. Как нормируется искусственное освещение?

ОЦЕНКА ШУМА И ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СРЕДСТВ ПО ЕГО УМЕНЬШЕНИЮ

Цель работы: закрепление теоретических знаний о производственном шуме; освоение методики гигиенической оценки шума на рабочих местах и принципов его нормирования; исследование эффективности способов и средств, используемых для улучшения акустических условий труда.

Содержание работы:

1. Изучить методические указания по выполнению работы.
2. Ознакомиться с особенностями негативного воздействия шума на здоровье и работоспособность человека.
3. Усвоить методику гигиенической оценки шума на рабочих местах и принципы его нормирования.
4. С помощью измерителя шума и вибрации ВШВ-003 произвести измерения уровней звукового давления в 9 октавных полосах частот и общего уровня звукового давления источника шума, заданного преподавателем, результаты исследований сопоставить с гигиеническими нормативами параметров шума.
5. Изучить средства защиты от шума и исследовать их акустическую эффективность.
6. Подготовить отчет по работе и защитить его у преподавателя.

Общие сведения

Эксплуатация современного промышленного оборудования и средств транспорта сопровождается значительным шумовым загрязнением окружающей среды. Шум является одним из наиболее распространенных вредных производственных факторов и при определенных условиях может выступать как опасный производственный фактор.

Шум определяется как совокупность различных по силе и частоте звуков, возникающих в результате колебательного движения частиц в упругих средах (твердых, жидких, газообразных) и воспринимаемых слуховым анализатором человека в диапазоне от 16 Гц до 20 кГц.

Различают источники шума естественного и техногенного происхождения.

Техногенные шумы по физической природе происхождения могут быть классифицированы на механические, электромагнитные, аэрогидродинамические.

По характеру спектра шум подразделяется на широкополосный и тональный. Под широкополосным шумом понимается шум, имеющий непрерывный спектр шириной более одной октавы. Тональный шум характеризуется тем, что в его спектре присутствуют отдельные слышимые дискретные тона.

По временным характеристикам шум подразделяется на постоянный и непостоянный. Постоянным шумом считается шум, уровень звука которого за 8-часовой рабочий день изменяется во времени не более чем на 5 дБА. В случае непостоянного шума это изменение должно быть более чем на 5 дБА.

В свою очередь, непостоянный шум разделяется на колеблющийся во времени, импульсный и прерывистый.

Вредное действие шумов проявляется в специфическом поражении слухового аппарата и неспецифических изменениях других органов и систем человека.

При воздействии на человека шумов имеют значение их уровень, характер, спектральный состав, продолжительность действия, состояние центральной нервной системы и индивидуальная чувствительность организма к акустическому раздражителю. Если сравнивать шумы с одинаковым уровнем звукового давления, то высокочастотные шумы ($f > 800$ Гц) более неприятны для человека, чем низкочастотные ($f < 400$ Гц).

Специфическое шумовое воздействие, сопровождающееся повреждением слухового аппарата, проявляется медленно прогрессирующим снижением слуха. На производстве интенсивный шум приводит к снижению внимания и увеличению ошибок при выполнении работы. Из-за шума снижается производительность труда (до 60 %) и ухудшается качество работы (число ошибок в расчетах увеличивается более чем на 50 %).

Звуковые колебания характеризуются скоростью их распространения и частотой.

Скорость распространения звуковой волны в газах (м/с) определяется по формуле

$$c = \sqrt{\gamma(P_0 / \rho_0)}, \quad (7.1)$$

где γ – показатель адиабаты, соответствующий отношению удельной теплоемкости газа при постоянном давлении к удельной теплоемкости газа при постоянном объеме $\gamma = C_p/C_v$;

ρ_0 – плотность газа, кг/м³;

P_0 – статическое давление, Па.

Частота звука f – число периодов колебаний в секунду (Гц). Человеческое ухо воспринимает звуковые колебания с частотой 16–20 000 Гц, меньше 16 Гц – инфразвук, более 20 000 Гц – ультразвук.

Звуковой диапазон разделяют на: низкочастотный (до 400 Гц), среднечастотный (400–800 Гц), высокочастотный (свыше 800 Гц).

Давление, дополнительно возникающее в среде (газ, жидкость или твердое тело), при прохождении через нее звуковой волны, называется **звуковым давлением**. Единицей измерения звукового давления является Н/м² или Па.

Средний поток звуковой энергии, проходящей в единицу времени через единицу поверхности нормальной к направлению распространения звуковой волны, называется **интенсивностью звука I** (Вт/м²). Интенсивность звука является функцией звукового давления и колебательной скорости в каждой точке среды $I = P^2/\rho c$.

Органы слуха человека способны воспринимать огромный диапазон интенсивности звука. Существуют пороговые значения интенсивности звука I_0 и звукового давления P_0 , едва ощутимые органами слуха.

Порог слышимости (при $f = 1000$ Гц) характеризуется значениями $I_0 = 10^{-12}$ Вт/м²; $P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Па.

Максимальные значения I и P вызывают болевые ощущения и превышают пороговые в 10^{14} раз. При $f = 1000$ Гц **болевой порог** характеризуется следующими значениями: $I_6 = 10^2$ Вт/м²; $P_6 = 2 \cdot 10^2$ Па.

Установлено также, что слуховой аппарат человека реагирует пропорционально логарифму относительного изменения интенсивности или звукового давления. Учитывая это, были введены логарифмические величины уровня интенсивности звука L_i и уровня звукового давления L_p , выраженные в децибелах (дБ).

Уровень интенсивности и уровень звукового давления определяют по следующим формулам:

$$L_i = 10 \lg \frac{I}{I_0}, \quad L_p = 20 \lg \frac{P}{P_0}, \quad (7.2)$$

где I, P – фактические значения интенсивности и звукового давления, Вт/м², Па;

I_0, P_0 – значения интенсивности и звукового давления, соответствующие порогу слышимости, Вт/м², Па.

Величина уровня интенсивности используется при проведении акустических расчетов, а уровня звукового давления – для измерения и оценки его воздействия на человека, поскольку органы слуха чувствительны не к интенсивности, а к среднеквадратичному значению давления.

Шум в производственных помещениях создают, как правило, несколько одновременно работающих машин. Поэтому возникает задача сложения уровней шума каждого источника. При этом необходимо помнить, что уровни нельзя складывать или вычитать как обычные числа ввиду их логарифмической природы.

Сложение нескольких одинаковых уровней следует выполнять по формуле

$$L_{\Sigma} = L + 10 \lg N, \quad (7.3)$$

где N – количество источников шума.

Сложение различных уровней шума определяют по формуле

$$L_{\Sigma} = 10 \lg (10^{0,1L_1} + 10^{0,1L_2} + \dots + 10^{0,1L_n}), \quad (7.4)$$

где L_1, L_2, \dots, L_n – уровни шума каждого источника, дБ.

Нормирование шума на рабочих местах. Гигиенические нормативы шума слышимого диапазона на рабочих местах определены ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ и республиканскими санитарными нормами СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых и общественных зданий и на территории жилой застройки».

Для нормирования постоянных шумов применяют предельно допустимые уровни (ПДУ) звукового давления в девяти октавных полосах частот в зависимости от тяжести и напряженности трудового процесса.

ПДУ шума – это уровень фактора, который при ежедневной (кроме выходных дней) работе, но не более 40 часов в неделю в течение всего рабочего стажа, не должен вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными

методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений. Соблюдение ПДУ шума не исключает нарушения здоровья у сверхчувствительных лиц.

Для ориентировочной оценки в качестве характеристики постоянного широкополосного шума на рабочих местах допускается принимать уровень звука в дБА, измеренный на временной характеристике «медленно» шумомера.

Нормируемым параметром непостоянного шума является эквивалентный (по энергии) уровень звука $L_{Aэкв}$ (дБА) – уровень звука постоянного широкополосного шума, который имеет такое же среднее квадратическое звуковое давление, что и данный непостоянный шум в течение определенного интервала времени.

Эквивалентный по энергии уровень звука в дБА может быть измерен специальными интегрирующими шумомерами либо рассчитан по формуле

$$L_{Aэкв} = 10 \lg \left(\frac{1}{100} \sum_{i=1}^n t_i \cdot 10^{\frac{L_i}{10}} \right), \quad (7.5)$$

где t – относительное время воздействия шума i -го класса L_i , %;

L_i – средний уровень звука в i -ом классе, дБА;

n – число классов.

Для этого уровни непостоянного шума, записанные на ленте самописца или считанные с шумомера, разбивают на классы с диапазоном по 5 дБА и производят расчет по формуле (7.5).

ПДУ звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах с учетом напряженности и тяжести трудовой деятельности представлены в прил. 6.

ПДУ звукового давления в октавных полосах частот, уровни звука и эквивалентные уровни звука для некоторых видов трудовой деятельности и рабочих мест, разработанные с учетом категорий тяжести и напряженности труда, приведены в прил. 7.

Средства и методы защиты от шума. Выбор методов и средств защиты работающих от звуковых колебаний производится на основе акустических расчетов и измерений и их сравнения с нормированными шумовыми характеристиками.

Для защиты от шума используются принципы, основными из которых являются:

– снижение шума в источнике;

– ослабление его на пути распространения;

– применение организационно-технических мероприятий и средств индивидуальной защиты.

Наиболее эффективный метод уменьшения шума – снижение шума в источнике его возникновения. Для уменьшения механического шума необходимо своевременно проводить ремонт оборудования, заменять ударные процессы на безударные (штамповку – прессованием, клепку – сваркой, обрубку – фрезерованием и т. д.), возвратно-поступательные перемещения деталей заменять на вращательные, шире применять принудительное смазывание трущихся поверхностей, применять балансировку вращающихся частей. Значительное снижение шума достигается при замене подшипников качения на подшипники скольжения, зубчатых и цепных передач – клиноременными и гидравлическими, металлических деталей – деталями из пластмасс.

Снижения *аэродинамического шума* можно добиться уменьшением скорости обтекания газовыми (воздушными) потоками препятствий; улучшением аэродинамики конструкций, работающих в контакте с потоками; снижением скорости истечения газовой струи и уменьшением диаметра отверстия, из которого эта струя истекает, установкой глушителей.

Ослабление шума на пути распространения в основном достигается звукоизоляцией и звукопоглощением.

На производстве звукоизоляция реализуется устройством различных преград на пути распространения звуковых волн: кожухов, экранов, кабин, звукоизолирующих перегородок и т. п.

Широкое применение получили акустические средства защиты от шума на пути его распространения:

- средства звукопоглощения;
- средства звукоизоляции;
- глушители шума.

Использование звукопоглощения для снижения шума в помещении именуется *акустической обработкой помещения*. С этой целью применяют:

- облицовку части внутренних поверхностей помещения звукопоглощающими материалами;
- размещение в помещении штучных звукопоглотителей различных конструкций, подвешиваемых на потолочные перекрытия.

Для звукопоглощающей облицовки помещения используются стекловата, минеральная и капроновая вата, мягкие пористые

волокнистые материалы, акустические плиты с зернистой или волокнистой структурой типа «Акмигран», «Акминит», «Силакпор» и др.

К **средствам звукоизоляции** относятся: звукоизолирующие ограждения, кожуха, кабины, а также акустические экраны.

К **звукоизолирующим ограждениям** относятся: стены, перекрытия, перегородки, остекленные проемы, окна, двери. Они позволяют изолировать источник шума от помещения или само помещение от шума, проникающего извне. Звукоизоляция достигается созданием герметичной преграды на пути распространения воздушного шума. Физическая сущность звукоизолирующих преград состоит в том, что падающая на ограждение энергия звуковой волны отражается в значительно большей степени, чем проходит через него.

Наиболее шумные механизмы и машины закрывают **звукоизолирующими кожухами**, изготовленными из конструкционных материалов (стали, сплавов алюминия, пластмасс, ДСП и др.) и облицованными изнутри звукопоглощающим материалом. Кожух должен плотно закрывать источник шума, но при этом не соединяться жестко с механизмом, так как это дает отрицательный эффект – кожух становится дополнительным источником шума. Как и в случае звукоизолирующих ограждений, кожухи более эффективно снижают уровень шума на высоких, чем на низких частотах. Так, стальной кожух с размером стенки 4×4 м и толщиной 1,5–2,0 мм обеспечивает снижение шума на частоте $f = 63$ Гц на 21 дБ, а на частоте $f = 4000$ Гц – на 50 дБ.

Звукоизолирующие кабины представляют собой локальные средства шумозащиты, устанавливаемые на автоматизированных линиях у постов управления и рабочих местах в шумных цехах для изоляции человека от источника шума. Их изготавливают из кирпича, бетона, стали, ДСП и других материалов. Окна и двери кабины должны иметь специальное конструктивное исполнение. Окна с двойными стеклами по всему периметру заделываются резиновой прокладкой, двери выполняются двойными с резиновыми прокладками по периметру.

Если нет возможности полностью изолировать либо источник шума, либо самого человека с помощью ограждений, кожухов и кабин, то частично уменьшить влияние шума можно путем создания на пути его распространения **акустических экранов**. Они представляют собой конструкцию, изготовленную из сплошных твердых листов (из металла, фанеры, оргстекла и т.п.) толщиной не

менее 1,5–2 мм, с покрытой звукопоглощающим материалом поверхностью. Акустический эффект экрана (снижение уровня шума) основан на образовании за экраном области тени, куда звуковые волны проникают лишь частично. Экраны применяют в основном для защиты от средне- и высокочастотного шума, а при низких частотах они малоэффективны, так как за счет эффекта дифракции звук легко их огибает. Важно также расстояние от источника шума до экранируемого рабочего места: чем оно меньше, тем больше эффективность экрана. Экран оказывается эффективным лишь тогда, когда отсутствуют огибающие его отраженные волны, т.е. либо на открытом воздухе, либо в акустически обработанном помещении.

Средства индивидуальной защиты от шума призваны лишь дополнять коллективные средства и методы защиты, если последние не могут уменьшить шум до допустимых величин.

Вкладыши – это вставляемые в слуховой канал мягкие тампоны из ультратонкого волокна, иногда пропитанные смесью воска и парафина, или жесткие тампоны (из легкого каучука, эластичных пластмасс, резины, эбонита) в форме конуса. Это самые дешевые, но недостаточно эффективные и удобные средства.

Наушники плотно облегают ушную раковину и удерживаются на голове дугообразной пружиной. Наиболее эффективны при высоких частотах. Снижают уровень звукового давления от 7 дБ на частоте 125 Гц до 38 дБ на частоте 8000 Гц.

Шлемы применяются при воздействии шумов с очень высокими уровнями (более 120 дБ), когда шум действует непосредственно на мозг человека, проникая не только через ухо человека, но и непосредственно через черепную коробку. В этих условиях вкладыши и наушники не обеспечивают необходимой защиты. Шлемы герметично закрывают всю околоушную область и снижают уровень звукового давления на 30–40 дБ в диапазоне частот 125–8000 Гц.

Следует отметить, что использование средств индивидуальной защиты не решает проблему борьбы с шумом в целом. Только правильно разработанный комплекс описанных выше мероприятий может полностью предотвратить вредные воздействия шума на организм работающих.

В данной лабораторной работе исследуется:
– эффективность уменьшения шума в источнике его образования (электродвигатель с элементами крепления);

- эффективность уменьшения шума за счет установки звукоизолирующего кожуха на источник шума;
- снижение шума за счет установки экрана между источником шума и рабочим местом;
- уменьшение шума путем изменения направленности звукового поля;
- комплексное сочетание средств по уменьшению шума (в источнике, установкой звукоизолирующего кожуха и экрана).

Приборы и оборудование

Измерение уровней шума производится с помощью измерителя шума и вибрации ВШВ-003-МЗ, лицевая панель которого представлена на рис.7.1.

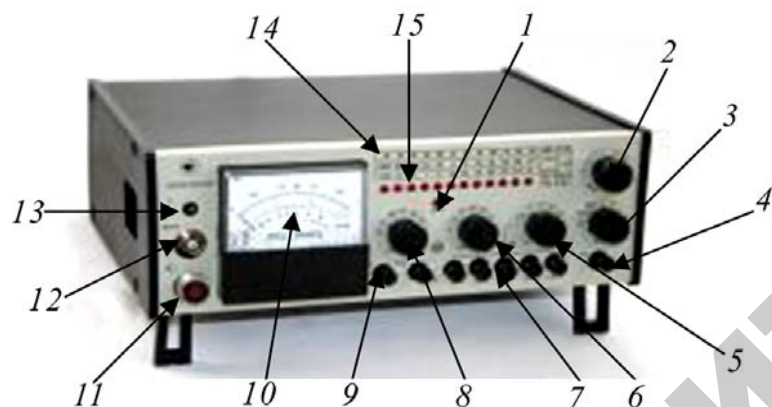


Рис. 7.1. Лицевая панель прибора ВШВ-003-МЗ

Принцип работы прибора основан на преобразовании звуковых и механических колебаний исследуемых объектов в пропорциональные им электрические сигналы, которые затем усиливаются, преобразуются и измеряются измерительным трактом (прибором измерительным). Таким образом, механическое колебание мембраны преобразуется в переменное напряжение, пропорциональное воздействию на капсулю микрофона звуковому давлению.

На лицевую панель прибора ВШВ-003-МЗ выведены следующие органы управления, регулирования и индикации:

- 1 – индикатор ПРГ для индикации перегрузки измерительного тракта;
- 2 – переключатель «РОД РАБОТЫ», с положениями:
 - «0» – для включения измерителя,
 - «←|→» – для контроля состояния батарей,
 - «▷» для включения измерителя в режим калибровки;
 - «F», «S» и «10S» – для включения измерителя в режим измерения с постоянной времени (соответственно быстро, медленно и в течение 10 с);
- 3 – переключатель «ФЛТ, ОКТ» с положениями:
 - «1; 10» – для включения фильтра высоких частот (ФВЧ), ограничивающего частотный диапазон при измерении виброускорения или виброскорости;
 - «ЛИН» – для включения фильтра низких частот (ФНЧ), ограничивающего частотный диапазон при измерении уровня звукового давления по характеристике «ЛИН»;
 - «А», «В», «С» – для включения корректирующих фильтров А, В, С;
 - «ОКТ» – для включения режима частотного анализа в октавных полосах;
- 4 – кнопка «СВ-ДИФ» для измерений в режиме свободного или отраженного диффузного поля;
- 5 – переключатель «ФЛТ, Нз» – для включения одного из четырнадцати октавных фильтров со среднегеометрическими частотами 1–8000 Гц;
- 6, 8 – ступенчатые переключатели «ДЛТ 1, dB»; «ДЛТ 2, dB» – для установки верхнего предела измерений по шкале стрелочного индикатора 10;
- 7 – кнопки переключателей ФЛТ «ФЛТ, ОКТ»;
- 9 – кнопка «a-V» для включения измерителя в режим измерения виброскорости;
- 10 – стрелочный индикатор для отсчета уровня звукового давления и уровня звука;
- 11 – гнездо подключения микрофона;
- 12, 13 – соответственно переключатель и резистор для включения прибора в режим калибровки;
- 14, 15 – соответственно шкала и ряд индикаторов верхнего предела измерений шумомера (20, 30, ..., 130 dB; $3 \cdot 10^{-3}$, 0,01 ...

10^3 m/S^2 и $0,03 \dots 10^4 \text{ mm/S}$), предназначенные для выбора пределов измерений звукового давления, виброускорения и виброскорости соответственно.

Прибор позволяет проводить акустические измерения уровней звукового давления в октавных полосах частот и уровней звука по различным частотным характеристикам. Частотный диапазон измерений – 16–20 000 Гц, уровень измеряемого звукового давления – 10–130 дБ. Шумомер ВШВ-003-М3 снабжен пьезоэлектрическими датчиками, что позволяет использовать его также и для измерения вибраций.

Для подготовки прибора к работе необходимо:

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 следующим образом:

«РОД РАБОТЫ»;

«ДЛТ 1, дБ» – в положение «80»;

«ДЛТ 2, дБ» – в положение «50».

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

Для измерения уровней звукового давления в октавных полосах частот необходимо:

1. Установить переключатели измерителя следующим образом:

«РОД РАБОТЫ» – в положение «F»;

«ДЛТ 1» (дБ) – в положение «80»;

«ДЛТ 2» (дБ) – в положение «50»;

«ФЛТ», (Гц) – в положение «ЛИН».

При этом все кнопки должны быть отжаты; индикатор «130 дБ» светится.

2. При проведении измерений уровня звукового давления предусилитель ВПМ-101 с капсулем 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 капсулем находился не ближе 1,5 м и от пола и 1 м от источника звука и стен.

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

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

Измерение уровней звука по характеристикам А, В, С производится аналогично; при этом переключатель «ФЛТ, Hz» устанавливается соответственно в положения «А», «В», «С».

Все измерения можно производить в октавных и третьоктавных полосах частот с помощью переключателя «ФЛТ, Hz».

Необходимый октавный фильтр включается переключателем «ФЛТ, ОКТ».

Лабораторный стенд. Применяемая в данной работе лабораторная установка обеспечивает возможность демонстрации акустических средств коллективной защиты от шума, а также изучение их эффективности. Ее схема приведена на рис. 7.2.

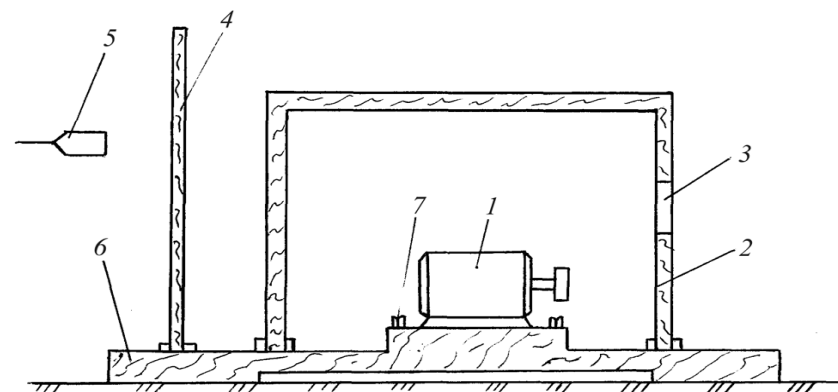


Рис. 7.2. Схема лабораторной установки:

1 – электродвигатель; 2 – кожух; 3 – окно в кожухе; 4 – экран;

5 – микрофон, 6 – основание лабораторной установки,

7 – элементы крепления электродвигателя

Источником шума является электродвигатель с неуравновешенной массой на валу, который может закрываться кожухом 2, изготовленным из фанеры толщиной 10 мм. Экран 4

тоже изготовлен из фанеры толщиной 10 мм, его можно вставлять в паз основания 6 лабораторной установки. Элементы крепления 7 не затянуты полностью, за счет чего платформа с электродвигателем вибрирует и генерирует шум.

Порядок проведения эксперимента.

1. Исследовать спектральный состав шума. Включив источник шума, измерить величину общего (эквивалентного уровня звука) в дБА и уровни звукового давления в 9 октавных среднегеометрических полосах частот и сравнить полученные значения с требованиями санитарных норм. Результаты измерений занести в табл. 7.1.

2. Исследовать эффективность кожуха на уменьшение шума. Установить кожух 2, измерить уровни звукового давления в октавных полосах частот и общий уровень шума в дБА. Микрофон при этом устанавливается в той же точке измерений, что и при оценке шума на соответствие требованиям санитарных норм. Результаты измерений занести в табл. 7.1.

3. Исследовать эффективность установки экрана между источником шума и рабочим местом. Все измерения выполнить, как указано в предыдущем пункте, только при установке экрана 4. Результаты занести в табл. 7.1.

4. Исследовать эффективность уменьшения шума за счет ослабления возмущения звуковых колебаний в источнике шума. Снять экран 4, а между платформой электродвигателя и основанием 6 лабораторной установки уложить специальные эластичные прокладки. Измерения повторить по аналогии с предыдущим пунктом, результаты занести в табл. 7.1.

5. Комплексная оценка средств по уменьшению шума.

Все оставить, как указано в п. 4., установить кожух 2 и экран 4, повторить измерение, результаты записать в табл. 7.1.

Сделать вывод об эффективности различных средств по уменьшению шума.

Содержание отчета:

1. Общие сведения по теме лабораторной работы.
2. Схема лабораторной установки.
3. Результаты измерений (табл. 7.1).
4. Выводы.

Результаты оценки шума и эффективности средств по его уменьшению

Варианты оценки	Уровень звукового давления (дБ) в октавных полосах частот, Гц									Уровень звука, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1. Допустимые значения										
2. Электродвигатель с неравномерным ротором										
3. Соответствие санитарным нормам (+ или –), дБ										
4. Установлен кожух на электродвигатель										
5. Установлен экран										
6. Ликвидирован зазор между платформой электродвигателя и основанием б (рис. 7.2)										
7. Тоже установлен кожух и экран										
Эффективность средств по уменьшению шума										
8. Установлен кожух (по пп. 2 и 4)										
9. Установлен экран (по пп. 2 и 5)										
10. Ликвидирован зазор между платформой электродвигателя и основанием б (по пп. 2 и 6)										
11. Тоже, установлен кожух и экран (по пп. 2 и 7)										

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ВИБРАЦИИ И МЕТОДОВ ЗАЩИТЫ

Цель работы: определение основных характеристик вибрации; изучение методов нормирования и способов защиты работающих от производственной вибрации.

Содержание работы:

1. Изучить методические указания по выполнению работы.
2. Усвоить основные характеристики вибрации и методику ее гигиенической оценки.
3. Измерить параметры вибрации и сравнить их с гигиеническими нормативами.
4. Определить эффективность защиты от вибрации при использовании различных видов виброизоляторов.
5. Подготовить отчет по работе и защитить его у преподавателя.

Общие сведения

Механические колебания, создаваемые работающими машинами, движущимися жидкостями и другими источниками и передаваемые конструкциями производственных зданий, сооружений, оборудованию, человеку, называются *вибрацией*.

В сельскохозяйственном производстве основными источниками вибрации являются транспортные средства, технологическое оборудование, ручной электрифицированный или механизированный инструмент.

Общая вибрация поражает нервную и сердечно-сосудистую системы, желудочно-кишечный тракт, опорно-двигательный аппарат. При продолжительной работе без эффективных мер защиты может развиваться вибрационная болезнь – опасное неизлечимое заболевание, которое сопровождается изменением в кровеносных сосудах верхних (реже нижних) конечностей, снижением артериального давления, нарушением кровоснабжения внутренних органов, уменьшением частоты сердечных сокращений.

При длительном воздействии **локальной** вибрации наблюдается снижение чувствительности пальцев, заболевание суставов и невриты рук.

Контрольные вопросы:

1. Дайте определение понятию «акустический шум». Какие параметры его характеризуют?
2. Какое действие шум оказывает на организм человека?
3. Что такое звуковое давление, интенсивность шума, пороговые значения звукового давления и интенсивности?
4. Как нормируется постоянный шум?
5. Как нормируется непостоянный шум?
6. Что представляет собой общий уровень звука в дБА?
7. Как нормируется постоянный шум?
8. Как нормируется непостоянный шум?
9. Что представляет собой общий уровень звука в дБА?
10. Какой уровень звука допускается на постоянных рабочих местах в производственных помещениях?
11. Какие средства и методы защиты от шума существуют?
12. Какой акустический параметр измеряет шумомер?

По направлению действия более вредной считается вибрация, действующая вдоль оси тела, чем перпендикулярная к ней.

Для описания вибрации используются следующие характеристики:

— амплитуда виброперемещения A (м), т.е. наибольшее отклонение колеблющейся точки от положения равновесия X_m ;

— частота колебаний f (Гц);

— колебательная скорость, или виброскорость V_m (м/с):

$$V_m = 2\pi f A; \quad (8.1)$$

— ускорение колебаний, или виброускорение a_m (м/с²):

$$a_m = (2\pi f)^2 A. \quad (8.2)$$

Весь спектр частот вибраций, воспринимаемых человеком, разделен на октавные и третьоктавные полосы частот со следующими среднегеометрическими частотами октавных полос: 1, 2, 4, 8, 16, 32, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000.

За нулевой уровень колебательной скорости принимается $V_0 = 5 \cdot 10^{-8}$ м/с, соответствующий среднеквадратичному колебанию скорости при стандартном пороге звукового давления, равному $2 \cdot 10^{-5}$ Н/м² (Па), хотя порог восприятия вибраций значительно выше ($1 \cdot 10^{-4}$ м/с). За нулевой уровень колебательного ускорения принято $a_0 = 3 \cdot 10^{-4}$ м/с².

При колебаниях скоростью 1 м/с у человека возникают болевые ощущения.

Относительные уровни виброскорости (дБ):

$$L_v = 20 \lg(V/V_0), \quad (8.3)$$

Относительные уровни виброускорения (дБ):

$$L_a = 20 \lg(a/a_0), \quad (8.4)$$

где V и V_0 – фактическое значение и нулевой уровень виброскорости, м/с;

a и a_0 – фактическое значение и нулевой уровень виброускорения, м/с².

Классификация вибрации.

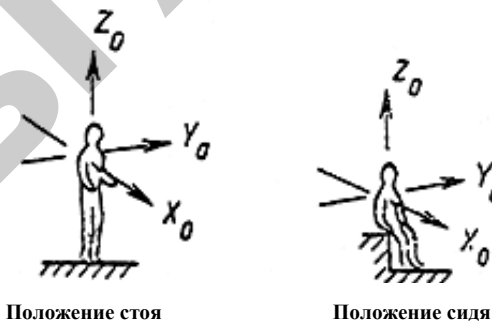
1. По способу передачи на человека различают вибрацию:

— **общую**, передающуюся через опорные поверхности сидящего или стоящего человека;

— **локальную**, передающуюся через руки человека, ноги сидящего человека.

2. По направлению действия выделяют:

— общую вибрацию, которая подразделяется на *действующую вдоль осей ортогональной системы координат X_0, Y_0, Z_0* , где Z_0 – вертикальная ось, а X_0 и Y_0 – горизонтальные оси (рис. 8.1).

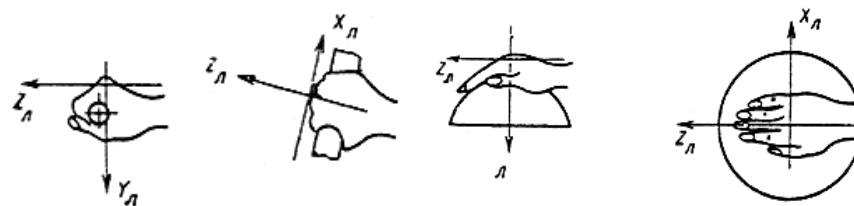


Положение стоя

Положение сидя

Рис. 8.1. Направления координатных осей при действии общей вибрации

— локальную вибрацию, которая подразделяется на *действующую вдоль осей ортогональной системы координат X_l, Y_l, Z_l* , где ось X_l совпадает с осью мест охвата источника вибрации, ось Y_l перпендикулярна ладони, а ось Z_l лежит в плоскости, образованной осью X_l и направлением подачи или приложением силы или осью предплечья (рис. 8.2).



При охвате цилиндрических, торцовых и близких к ним поверхностей

При охвате сферических поверхностей

Рис. 8.2. Направления координатных осей при действии локальной вибрации

3. По источникам возникновения выделяют только общую вибрацию, подразделяя ее на следующие категории:

— *общая вибрация 1-й категории (транспортная)*, воздействующая на человека на рабочих местах самоходных и прицепных машин, транспортных средств при движении по местности, агрофонам и дорогам. К источникам транспортной вибрации относятся: тракторы сельскохозяйственные и промышленные, самоходные сельскохозяйственные машины (в том числе комбайны); автомобили грузовые (в том числе тягачи, скреперы, грейдеры, катки и т. д.); снегоочистители;

— *общая вибрация 2-й категории (транспортно-технологическая)*, воздействующая на операторов машин с ограниченным перемещением только по специально подготовленным поверхностям производственных помещений, промышленных площадок или горных выработок (экскаваторы, краны промышленные и строительные, шахтные погрузочные машины, путевые машины, бетоноукладчики);

— *общая вибрация 3-й категории (технологическая)*, воздействующая на операторов стационарных машин или передающаяся на рабочие места, не имеющие источников вибрации (станки металло- и деревообрабатывающие, насосные агрегаты и вентиляторы, оборудование промышленности стройматериалов (кроме бетоноукладчиков) и др.).

4. По частотному составу вибрации выделяют:

— *низкочастотные вибрации* (с преобладанием максимальных уровней в октавных полосах частот 1–4 Гц – для общих вибраций, 8–16 Гц – для локальных вибраций);

— *среднечастотные вибрации* (8–16 Гц – для общих вибраций, 31,5–63 Гц – для локальных вибраций);

— *высокочастотные вибрации* (31,5–63 Гц – для общих вибраций, 125–1000 Гц – для локальных вибраций).

Нормирование вибраций. Гигиеническое нормирование вибрации осуществляется в соответствии с СанПиН 2.2.4/2.1.8.10.-33-2002 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий», а также ГОСТ 12.1.012-90 «Вибрационная безопасность. Общие требования». В прил. 8 приведены предельно допустимые значения вибрации рабочих мест категории 3 – технологической типа «а» (на постоянных рабочих местах производственного помещения). Гигиеническую оценку вибрации производят одним из следующих методов:

– частотным (спектральным) анализом нормируемого параметра;
– интегральной оценкой по частоте нормируемого параметра;
– дозой вибрации.

При частотном анализе нормируются параметры в октавных или $\frac{1}{3}$ октавных полосах, границы которых стандартизированы.

При интегральной оценке нормируемым параметром является скорректированное значение контролируемого параметра вибрации, измеренное с помощью специальных фильтров или определяемое по формуле

$$V = \sqrt{\sum B_i^2 K_i^2}, \quad (8.5)$$

где V – параметр вибрации;

B_i – параметр вибрации для i -й полосы;

K_i – весовой коэффициент, значения которого приведены в прил. 10.

Методы защиты от производственной вибрации. По организационному признаку методы виброзащиты подразделяются на коллективные и индивидуальные.

Для обеспечения безопасности труда в условиях вибрации разработан комплекс мероприятий и средств защиты, основными составляющими которого являются технические методы и средства борьбы с вибрацией в источнике и на путях ее распространения или непосредственно в местах контакта (передачи вибрации человеку), а также организационные мероприятия.

Технические методы и средства борьбы с вибрацией, главным образом, направлены на снижение ее интенсивности. Критерием эффективности принимаемых мер служит степень достижения нормированных значений параметров вибрации на рабочих местах.

Методы, снижающие передачу вибрации контактным путем, предусматривают использование дополнительных устройств, к которым относятся:

- виброизоляция, динамическое виброгашение;
- применение демфирующих покрытий (вибродемпфирование или вибропоглощение).

Виброизоляция оборудования станин, т.е. установка их на виброопоры. Наиболее распространены два типа виброизолирующих

конструкций: фундаменты и виброизоляторы. Фундаменты снижают вибрацию за счет своей массы, виброизоляторы – за счет деформации упругих элементов. Для технологического оборудования используют стальные пружины и виброизолирующие опоры типа ОВС с резинOMETаллическими пружинящими элементами и регулируемой высотой, а также пружинно-резиновые опоры, кроме того используют резиновые коврики ВК-1.

Вибродемпфирование – это процесс уменьшения уровня вибраций защищаемого объекта путем превращения энергии механических колебаний данной колеблющейся системы в тепловую энергию, то есть использование на вибрирующих поверхностях в качестве конструкционных материалов, обладающих большим внутренним трением, слоя упруговязких материалов (мастики, резины, войлока, пластмассы, рубероида).

Изменение конструктивных элементов машин и строительных сооружений достигается следующими мероприятиями:

- уменьшением вращающихся частей при конструировании;
- заменой подшипников качения на подшипники скольжения;
- применением в редукторах шестерни со специальными видами зацеплений (глобоидным, шевронным, вместо обычных шестерен с прямым зубом);
- антифазная синхронизация двух или нескольких источников возбуждения вибраций;
- повышение класса точности обработки и уменьшение шероховатости поверхности шестерен, вращающихся частей. Чем выше класс точности обработки и меньше шероховатости, тем меньше уровень вибрации;
- своевременным ремонтом, балансировкой вращающихся частей машин, смазкой оборудования.

Средства индивидуальной защиты. К индивидуальным средствам защиты относятся виброзащитные перчатки, коврики, виброзащитные рукоятки у вибрирующих ручек управления. При работе в условиях общей вибрации применяется спецобувь.

Организационные мероприятия. Для защиты от воздействия вибрации устанавливают специальные режимы труда и отдыха. Так, при работе с ручными машинами, удовлетворяющими требованиям санитарных норм, суммарное время работы в контакте с вибрацией не должно превышать $\frac{2}{3}$ рабочей смены. При этом продолжительность одноразового непрерывного воздействия вибрации, включая микропаузы, входящие в данную операцию, не

должна превышать для ручных машин 15–20 мин. К основному перерыву (не менее 40 мин) устанавливают два дополнительных регламентированных перерыва: первый перерыв через 1–2 часа после начала смены длительностью 20 мин и второй перерыв длительностью 30 мин через 2 часа после обеденного перерыва.

Приборы и оборудование

Измерение вибрации производится с помощью измерителя шума и вибрации ВШВ-003-М3, подробное описание и схема которого приведены в лабораторной работе № 7. Прибор ВШВ-003-М3 снабжен пьезоэлектрическими датчиками, что позволяет использовать его также и для измерения вибраций.

Внешний вид лабораторной установки представлен на рис. 8.2. К основанию установки 1 жестко прикреплен источник вибрации 2, защищенный каркасом 3. К установке также прилагаются металлический диск 4, и изоляторы, выполненные из резины и поролона.

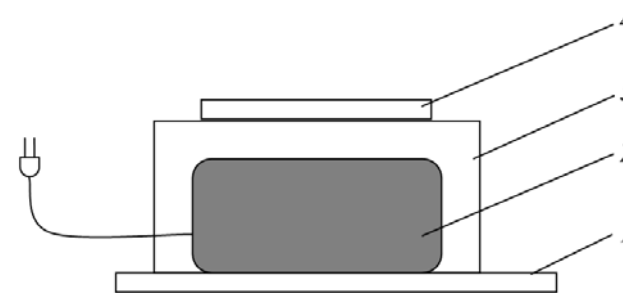


Рис. 8.2. Описание лабораторной установки:
1 – основание; 2 – источник вибрации; 3 – защитный каркас;
4 – металлический диск

Порядок выполнения работы

1. Закрепить объект вибрации на столе. В качестве источника вибрации используется электродвигатель с неуравновешенной массой на валу, который закрывается кожухом.

2. Выбрать необходимый вибропреобразователь, в зависимости от измеряемого уровня вибрации и частотного диапазона,

по табл. 8.1 и установить его на исследуемом объекте в соответствии с паспортом вибропреобразователя.

Таблица 8.1

Значение коэффициентов преобразования преобразователя

Действительное значение коэффициентов преобразования вибропреобразователей, $mB \cdot c^2 \cdot m^{-1}$		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 0,9 S	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
СБ. 10,6 до 13	св 1,06 до 1,1	0,46

3. Подготовить измеритель вибрации ВШВ-003-М3 к работе.

Провести калибровку измерителя (калибровку измерителя необходимо производить каждый раз перед началом измерений):

а) подсоединить эквивалент вибропреобразователя к предусилителю ВПМ-101, который необходимо подключить к гнезду *II* измерителя (см. рис. 7.1);

б) гнездо «50mV» измерителя соединить кабелем 5Ф6.644.368 с эквивалентом вибропреобразователя;

в) переключатель измерителя «РОД РАБОТЫ» установить в положение «▷»;

г) резистором «▷» установить стрелку измерителя на отметку шкалы «0...10», указанную в табл. 8.1 шкалы, учитывающую действительное значение коэффициента преобразования вибропреобразователя, указанное в его паспорте (для преобразователя ДН-4 – «5,2»)

д) отсоединить кабель 5Ф6.644.368 и подсоединить датчик ДН-4 к эквиваленту вибропреобразователя с помощью кабеля 5Ф6.644.333.

4. Измерить виброускорение.

- Переключатели измерителя установить следующим образом:
«ДЛТ 1, dB» – в положение «80»;
«ДЛТ 2, dB» – в положение «50».

Все кнопки должны быть отжаты, на табло индикатора должно быть показание «130 dB»;

- В зависимости от частотного диапазона измерения переключатель «ФЛТ, Hz» установить в положение «1» или «10»; нажать или отжать кнопку «10 кГц».

- Переключатель «РОД РАБОТЫ» установить в положения «F» или «10S», так как при измерениях низкочастотных составляющих могут возникнуть флуктуации (колебания) стрелки измерителя. В этом случае следует перевести переключатель «РОД РАБОТЫ» из положения «F» в положение «S»;

- Произвести измерения, изменяя при необходимости положения переключателей «ДЛТ 1, dB» и «ДЛТ 2, dB».

Если при измерении стрелка измерителя находится в начале шкалы, то следует вывести ее правее цифры 4 (на верхней шкале) или цифры 10 (на средней) сначала переключателем «ДЛТ 1, dB». Если периодически загорается индикатор «ПРГ», то необходимо переключить «ДЛТ 1, dB».

- Произвести отсчет показаний измерителя в метрах на секунду в квадрате ($m \cdot S^{-2}$),

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

Измерения можно производить в октавных и третьоктавных полосах частот с помощью переключателя «ФЛТ, Hz».

Необходимый октавный фильтр включается переключателем «ФЛТ, ОКТ».

- Провести измерения виброускорения объекта виброизоляции во всех октавных полосах частот. Для этого переключатель «ФЛТ, Hz» установить в положение «ОКТ», переключателем «ФЛТ, ОКТ» и кнопкой «kHz, Hz» включить необходимый октавный фильтр. При измерении общей вибрации (частоты 2; 4; 8; 16; 31,5 и 63 Гц) и локальной вибрации (частоты 8; 16; 31,5; 63; 125; 250; 500 и 1000 Гц) в диапазоне от 2 Гц до 500 Гц кнопка «kHz, Hz» должна быть нажата, а начиная с 1000 Гц, отжата. Результаты измерений занести в таблицу 8.2.

5. Измерить виброскорость.

Нажать кнопку «a-V» и повторить операции как при измерении виброускорения, записывая результаты в метрах в секунду ($m \cdot S^{-1}$).

6. Измерить логарифмические уровни виброускорения или виброскорость в децибелах.

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 логарифмической скорости виброускорения с вибропреобразователем ДН-2-М1 прибавить 46дБ, а с вибропреобразователем ДН-3-М1 прибавить 26 дБ.

Результаты измерения заносятся в табл. 8.2.

Таблица 8.2

Результаты измерений общей вибрации

Вариант виброизолятора	Среднегеометрические частоты полос, Гц					
	2	4	8	16	31,5	63
Без изоляции						
а) виброскорость (измеренное значение), м/с 10 ⁻²						
Предельно допустимые значения виброскорости, м/с 10 ⁻²						
б) виброускорение, м/с ²						
Предельно допустимые значения виброускорения, м/с ²						
Поролоновый изолятор						
а) виброскорость, м/с 10 ⁻²						
б) виброускорение, м/с ²						
Эффективность виброзащиты Э, %						
Резиновый изолятор						
а) виброскорость, м/с 10 ⁻²						
б) виброускорение, м/с ²						
Эффективность виброзащиты Э, %						

7. Выключить источник вибрации. Установить под металлический диск виброизолятор, выполненный из поролона, а затем, закрепив вибродатчик ДН-4 на объекте виброизоляции вертикально в направлении оси Z и включив электродвигатель, произвести аналогичные операции по пп. 1–6.

8. Аналогичные измерения произвести, используя в качестве виброизолятора резину.

9. По результатам измерений оценить эффективность виброзащиты Э (в %) для каждой октавной полосы частот:

$$\text{Э} = \frac{a - a_3}{a} 100, \quad (6)$$

где a – среднее квадратическое значение виброускорения до применения виброзащиты, м/с²; a_3 – среднее квадратическое значение виброускорения после применения виброзащиты, м/с².

Результаты расчетов занести в табл. 8.2.

Проанализировав данные измерений, сделать вывод и дать оценку эффективности виброизоляции.

Содержание отчета:

1. Общие сведения по теме лабораторной работы.
2. Схема лабораторной установки.
3. Результаты измерений (табл. 8.1).
4. Выводы.

Контрольные вопросы:

1. Назовите источники вибрации в сельскохозяйственном производстве.
2. Как подразделяется вибрация по способу передачи на человека?
3. Как подразделяется общая вибрация по источнику ее возникновения?
4. Как влияет вибрация на организм человека?
5. Назовите параметры, характеризующие вибрацию.
6. Какие методы гигиенической оценки вибрации вы знаете?
7. Назовите основные мероприятия по устранению вредного воздействия вибрации.

КОНТРОЛЬ И ПРОФИЛАКТИКА ИЗОЛЯЦИИ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК

Цель работы: изучение средств и методов контроля и профилактики изоляции электроустановок.

Содержание работы:

1. Изучить методические указания к работе.
2. Ознакомиться с требованиями к контролю и профилактике изоляции электроустановок, устройством и принципом действия приборов для измерения сопротивления изоляции.
3. Провести измерение сопротивления изоляции электропроводов и электроприемников, указанных преподавателем.
4. Исследовать индивидуальные способности сопротивления тела человека.
5. Проанализировать результаты проведенных экспериментов и сделать выводы.
6. Подготовить отчет по работе и защитить его у преподавателя.

Общие сведения

Изоляция электроустановок и электрозакщитных средств. Основной мерой защиты от прикосновения к токоведущим частям под напряжением в электроустановках потребителей, является *изоляция* этих токоведущих частей. Изоляция создает между телом человека и токоведущими частями, находящимися под напряжением, электрические цепи с малой проводимостью. Протекающий по ним электрический ток не превышает значений, опасных для человека (не более 10 мА для тока промышленной частоты). В качестве изолирующих используются различные органические и неорганические материалы, пластмассы, каучук, синтетические материалы с высокой диэлектрической проницаемостью.

В электроустановках применяются следующие виды изоляции: основная (рабочая), дополнительная, двойная и усиленная.

Основная изоляция – изоляция токоведущих частей, обеспечивающая нормальную работу электроустановки и защиту людей от прямого прикосновения.

Дополнительная изоляция – изоляция, предусмотренная дополнительно к рабочей, для защиты от поражения электрическим током в случае повреждения рабочей изоляции (например, покрытие пластмассовой рукоятки электроинструмента).

Двойная изоляция – изоляция в электроустановках напряжением до 1000 В, состоящая из основной и дополнительной изоляций.

Усиленная изоляция – изоляция в электроустановках напряжением до 1000 В, обеспечивающая степень защиты людей от поражения электрическим током, равноценную двойной изоляции.

При двойной изоляции (кроме основной рабочей) на токоведущих частях применяется слой изоляции, защищающий человека от поражения электрическим током при прикосновении к металлическим нетоковедущим частям, которые могут оказаться под напряжением при повреждении рабочей изоляции. Наиболее совершенной двойной изоляцией является такая, при которой изготовление корпусов электрооборудования осуществляется из изолирующего материала. Обычно двойную изоляцию имеют выключатели, розетки, вилки, патроны ламп, переносные светильники, электроизмерительные приборы, электрифицированные ручные инструменты.

Сопротивление изоляции зависит от подвижности и распределения электрических зарядов, находящихся в материале. На характер их движения влияют, прежде всего, температура и напряженность электрического поля.

В процессе работы электроустановки на изоляцию воздействуют факторы, которые приводят к ее старению (снижению электрической и механической прочности):

- постепенное увлажнение изоляции в результате проникновения через неплотности и микротрещины лаковых покрытий, заливочных компаундов и т. п.;
- нагревание электропроводок токами нагрузки и пусковыми токами, токами короткого замыкания;
- постоянное воздействие электрического поля, при котором происходит ионизация газовых включений в структуре изоляции;
- различные механические воздействия.

От состояния изоляции, в первую очередь, зависит степень безопасности эксплуатации электроустановок. При повреждении

изоляция могут возникать замыкания токоведущих частей между собой (так называемые «короткие замыкания»), ведущие к пожарам и выходу из строя электрооборудования, а также замыкания на землю, при которых возникает опасность поражения людей электрическим током. Поэтому при эксплуатации электроустановок необходимо осуществлять:

- испытание изоляции токоведущих частей повышенным напряжением промышленной частоты (применяется в электроустановках напряжением выше 1000 В);
- постоянный (непрерывный) контроль состояния изоляции (проводится в сетях напряжением до 1000 В с изолированной нейтралью);
- периодическую проверку (измерение сопротивления) изоляции мегаомметром.

Периодический контроль изоляции – это измерение ее сопротивления при приемке электроустановки после монтажа и затем в установленные правилами сроки или в случае обнаружения дефектов. Для силовых и осветительных электропроводок, эксплуатируемых в сухих помещениях, измерения производятся один раз в 2 года, в сырых и пожароопасных – ежегодно.

Содержание изоляция в исправном состоянии является одним из важнейших требований ПУЭ. Согласно ПУЭ допустимое сопротивление изоляции электрической сети на участках между двумя смежными аппаратами защиты (предохранителями, автоматическими воздушными выключателями и т.п.) или за конечными аппаратами защиты между проводом и землей, а также между любыми проводами должно быть не менее 0,5 МОм.

Для электроустановок с двойной изоляцией, в том числе ручного электроинструмента, в связи с большой опасностью при пользовании им по ГОСТ 12.2.013-83 требуется более высокое сопротивление изоляции – не менее 2 МОм, а для инструмента с усиленной изоляцией – 7 МОм.

Сопротивление изоляции статоров электродвигателей, эксплуатируемых в помещениях без повышенной опасности, определяется измерением ежегодно, в помещениях с повышенной опасностью – один раз в 6 месяцев, в особо опасных – один раз в 3 месяца. Минимальное сопротивление составляет также 0,5 МОм, однако у новых и капитально отремонтированных электродвигателей это сопротивление должно быть не менее 1 МОм.

Проверка электроинструмента на отсутствие замыкания на корпус, а также проверка отсутствия обрыва зануляющей жилы должна проводиться ежемесячно.

Для измерения сопротивления изоляции силовых и осветительных проводов, обмоток электрических машин и других элементов электроустановок применяют мегаомметры типа М 4100/1-5 (с номинальным выходным напряжением от 100 до 2500 В); М1101; ЭСР202; Ф4102-М1; Е6-24 и др.

При выполнении измерений величины сопротивления изоляции в действующих электроустановках последние следует отключить от сети, вывесить плакат «Не включать, работают люди!», проверить отсутствие напряжения, снять предохранители с плавкими вставками на концах проверяемого участка цепи.

Индивидуальные способности сопротивления тела человека являются одним из факторов, влияющих на степень воздействия электрического тока. Наибольшим электрическим сопротивлением обладает кожа человека, особенно ее верхний роговой слой, лишенный кровеносных сосудов. Сопротивление кожи зависит от ее состояния, плотности и площади контактов, величины приложенного напряжения, силы и времени воздействия тока. Наибольшее сопротивление оказывает чистая, сухая, неповрежденная кожа. Увеличение площади и плотности контактов с токоведущими частями снижает ее сопротивление. С увеличением приложенного напряжения в результате пробоя верхнего слоя кожи ее сопротивление уменьшается от десятков тысяч до сотен Ом. Увеличение силы тока или времени его протекания также снижает электрическое сопротивление кожи вследствие нагрева ее верхнего слоя.

Сопротивление внутренних органов человека также является переменной величиной, зависящей от физиологических факторов (состояния здоровья, психического состояния). В связи с этим к обслуживанию электроустановок допускаются лица, прошедшие специальный медицинский осмотр, не имеющие заболеваний сердечно-сосудистой, центральной и периферической нервных систем, кожных и других болезней. При проведении расчетов по обеспечению электробезопасности сопротивление тела человека условно принимают равным 1000 Ом.

В табл. 9.1 приводится зависимость сопротивления тела человека от тока и приложенного напряжения.

Таблица 9.1

Зависимость сопротивления тела человека от тока и приложенного напряжения

Показатели	Сопротивление тела человека, кОм					
	6,0	3,0	1,15	1,065	1,0	0,7
Ток, проходящий через человека, мА	1,0	6,0	65	75	100	250
Приложенное напряжение, В	6,0	18	75	80	100	175

Приборы и оборудования

Для измерения сопротивления изоляции используется *мегаомметр Е6-24*, который предназначен для измерения сопротивления изоляции электрических цепей, не находящихся под напряжением. Мегаомметр позволяет измерять напряжение переменного тока в случае его наличия на объекте измерения.

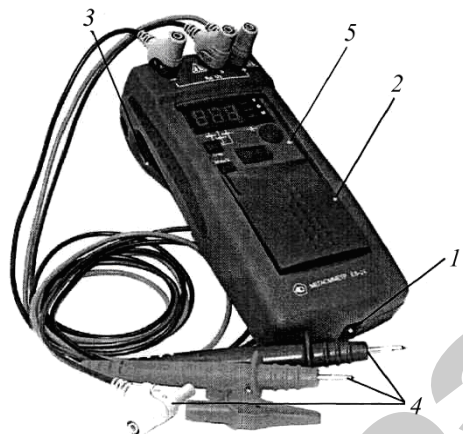


Рис. 9.1. Внешний вид мегаомметра Е-24:

- 1 – гнездо « \perp » для подключения блока питания (центральный штырь – «минус»);
- 2 – кожух защитный (защитная крышка);
- 3 – ручка (крюк);
- 4 – комплект кабелей; 5 – передняя панель

Индикаторы и органы управления мегаомметром приведены на рис. 9.2.

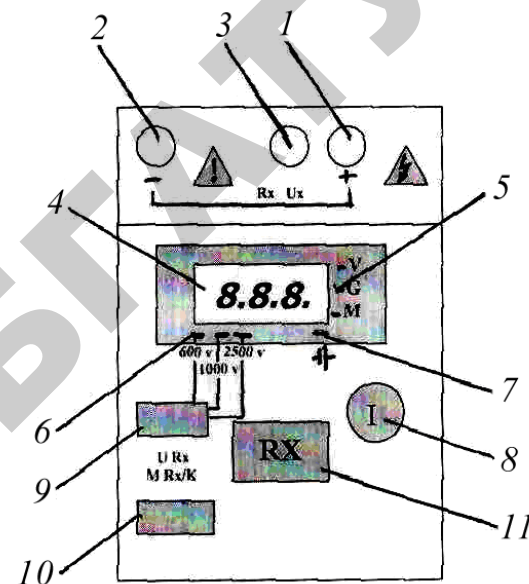


Рис. 9.2. Передняя панель мегаомметра Е6-24:

- 1, 2, 3 – гнезда для подключения кабелей; 4 – индикатор; 5 – индикаторы единиц измерения; 6 – индикаторы испытательных напряжений; 7 – индикатор заряда аккумуляторной батареи; 8 – переключатель «0»; 9 – кнопка « U_{Rx} »; 10 – кнопка « M_{Kx}/K »; 11 – кнопка « R_x » (измерение сопротивления)

Измерение напряжений. Включить мегаомметр. После самотестирования прибор автоматически перейдет в режим «Измерение напряжений». Подключить кабели к гнездам « \leftarrow » и « \rightarrow » и к объекту измерения в соответствии с рис. 9.3.

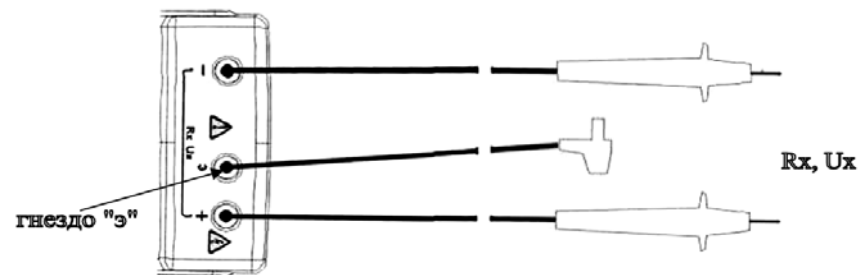


Рис. 9.3. Подключение кабелей к мегаомметрам

При наличии на объекте переменного напряжения мегаомметр измерит и отобразит его величину на индикаторе.

Измерение сопротивлений. Рекомендуется подключать «—» мегаомметра на «землю» объекта.

Примечание. На ряде объектов допустимая полярность приложения напряжения может быть иной. Поэтому необходимо заранее это выяснить. Полярность испытательного напряжения указана на гнездах мегаомметра.

При отсутствии напряжения в измеряемой цепи можно перейти к измерению сопротивления.

Подключение к гнезду «Э» мегаомметра может быть необходимым, если требуется измерить сопротивление в теле объекта, например, сопротивление между обмотками трансформатора или между общей защитой и одной жилой в многожильном кабеле и при этом исключить влияние поверхностных токов. В первом случае к гнезду «Э» подключают сердечник трансформатора, а во втором случае защитный бандаж (несколько витков неизолированного провода) устанавливают на изоляцию этой жилы.

Далее следует установить требуемое испытательное напряжение. Смена напряжения производится кратковременными нажатиями кнопки « U_{Rx} ». Испытательное напряжение выбирается последовательно по циклу: 0,5 кВ → 1,0 кВ → 2,5 кВ → 0,5 кВ и т. д. Установленное значение отображается индикатором.

Для проведения измерения необходимо нажать и удерживать кнопку « R_x ». После отпускания кнопки процесс измерения прекратится.

Если на индикаторе загорается буква «П» (Переполнение), то сопротивление объекта для мегаомметра Е6-24 превышает диапазон показания, который распространяется до 100 ГОм.

Также индикация «П» может появляться на время переходных процессов на объекте, поэтому в таком случае рекомендуется продолжать измерение сопротивления не менее 10 секунд.

На объекте может присутствовать наведенное помехами постоянное напряжение. В этом случае рекомендуется проводить измерения дважды со сменой полярности приложения испытательного напряжения. Это позволит определить истинное значение сопротивления изоляции как среднее значение двух измерений.

Отстыковку кабелей от объекта следует производить не ранее 10 секунд после отпускания кнопки « R_x ».

Микроомметр Ф4104-М1 предназначен для измерения сопротивления постоянному току, а также позволяет измерить сопротивление тела человека (рис. 9.4).

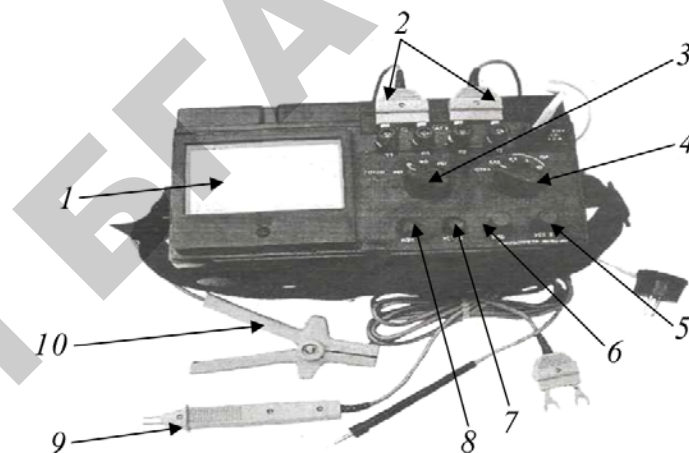


Рис. 9.4. Внешний вид микроомметра Ф4104-М1:

1 – вольтметр; 2 – потенциальные и токовые зажимы; 3 – переключатель диапазонов измерения; 4 – переключатель режимов измерения; 5 – ручка установки стрелки на отметку «Ноль»; 6 – ручка калибровки; 7 – кнопка установки стрелки на отметку «Ноль»; 8 – кнопка измерения; 9 – щуп; 10 – зажим

Принцип действия микроомметра основан на измерении величины падения напряжения на измеряемом сопротивлении при прохождении через него оперативного тока заданной величины. При измерении сопротивлений на диапазонах измерений 0–100 мкОм, 0–1 мОм, 0–10 мОм, 0–100 мОм, 0–1 Ом, 0–10 Ом в качестве оперативного тока используется стабилизированный по амплитуде одиночный импульс, а на остальных диапазонах – стабилизированный постоянный ток.

Микроомметр состоит из следующих основных узлов: блока питания, стабилизатора тока, измерительного усилителя с фильтром НЧ и генератора синхронизирующих импульсов.

Порядок работы с прибором:

1. Установить переключатель « $m\Omega$, Ω , $k\Omega$, $M\Omega$ » в положение, соответствующее выбранному диапазону измерений.

2. Установить переключатель «ОТКЛ, КЛБ, ПИ» в положение «КЛБ».

Установку нуля, калибровку, измерение проводить только при прекращении свечения индикатора «Готов».

Свечение индикатора «Готов» свидетельствует о процессе заряда накопительных конденсаторов, энергия которых необходима для формирования импульса измерительного тока.

3. Нажать кнопку «УСТ 0» и ручкой «УСТ 0» установить стрелку на отметку «0» шкалы, отпустить кнопку.

Допускается отклонение стрелки от отметки «0» в пределах основной погрешности после отпускания кнопки «УСТ 0».

4. Нажать кнопку «Изм.» и ручкой «КЛБ» установить стрелку на отметку «10» шкалы. Калибровку микроомметра проводить при закороченных проводниках или при подключенном измеряемом сопротивлении (величина подключенного сопротивления не должна превышать верхний предел выбранного диапазона измерений).

На диапазонах измерения « $m\Omega$ », « Ω » для фиксации результатов измерений используется запоминающее устройство. Поэтому при проведении измерения или калибровки кнопку «Изм.», после ее нажатия, удерживать не следует. Для возвращения стрелки микроомметра на отметку «0» шкалы, перед проведением измерения или калибровки, необходимо нажать кнопку «УСТ 0».

5. Установить переключатель «ОТКЛ, КЛБ, ПИ» в одно из положений «0,1», «1», «10», соответствующее выбранному пределу измерений, нажать кнопку «УСТ 0», ручкой «УСТ 0» установить стрелку на отметку «0», отпустить кнопку «УСТ 0».

6. Нажать кнопку «Изм.» и провести отсчет.

7. При переходе на другой диапазон измерения провести установку нуля по п. 3 и калибровку – по п. 4.

8. После проведения измерений переключатель «ОТКЛ, КЛБ, ПИ» установить в положение «ОТКЛ».

Во избежание перегрузки измерительного усилителя микроомметра подключать измеряемое сопротивление в положение «ОТКЛ» или «КЛБ» переключателя «ОТКЛ, КЛБ, ПИ».

В связи с малым противодействующим моментом растяжки микроамперметра иногда наблюдается «прилипание» указателя к упору, которое устраняется легким постукиванием по корпусу прибора.

Порядок выполнения работы

1. Измерить сопротивления изоляции обмоток двигателя. Измерение сопротивления изоляции статорной обмотки электродвигателя производится для каждой фазы в отдельности относительно корпуса и между каждыми двумя фазами. В некоторых случаях удобнее измерять сопротивление изоляции каждой фазы относительно корпуса и соединенных с ним двух других фаз.

Для измерения сопротивления изоляции обмоток двигателя необходимо соединить одну клемму мегаомметра Е6-24 с корпусом электродвигателя. Затем присоединить последовательно щуп с клеммами C_1 , C_2 , C_3 и измерить сопротивление изоляции между обмотками C_1 , C_2 , C_3 . Результаты измерений занести в табл. 9.2.

Таблица 9.2

Результаты измерений сопротивления изоляции

Наименование позиции	Нормативные величины	Результаты измерений	Вывод
Сопротивление изоляции обмоток электродвигателя, МОм:			
корпус – обмотка C_1			
корпус – обмотка C_2			
корпус – обмотка C_3			
корпус – обмотка $C_1 C_2$			
корпус – обмотка $C_1 C_3$			
корпус – обмотка $C_2 C_3$			
Сопротивление изоляции приборов и оборудования, МОм:			
электрочайник			
кофеварка			
лампа настольная			
Сопротивление тела человека, Ом:			
ладонь – ладонь			
тыльные стороны ладоней			
ноготь – ноготь			
правой и левой ладоней			

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ЖИДКОСТЕЙ

2. Аналогично провести измерения сопротивления изоляции других электроприемников, указанных преподавателем. Результаты измерений занести в табл. 9.2. На основании полученных данных сделать выводы о качестве изоляции.

3. Используя прибор микрометр Ф4104-М1, провести измерение сопротивления отдельных частей тела человека (ладонь, тыльная сторона ладони, ногти и др.). Результаты измерений занести в табл. 9.2.

Содержание отчета:

1. Общие сведения по теме лабораторной работы.
2. Результаты измерений (табл. 9.2).
3. Выводы.

Контрольные вопросы:

1. Какие факторы приводят к старению изоляции?
2. В каких сетях применяется непрерывный контроль изоляции?
3. Как осуществляется периодический контроль изоляции?
4. Каким образом достигается обеспечение надежности изоляций?
5. Каковы назначение, устройство и подготовка к работе мегаомметра Е6-24?
6. Каковы назначение, устройство и подготовка к работе микрометра Ф4104-М1?
7. Укажите порядок измерения сопротивления изоляции.

Цель работы: изучение методов определения температуры вспышки, нижнего температурного, нижнего концентрационного пределов воспламенения (распространения пламени) паров жидкости; оценка ЛВЖ по пожарной опасности для категорирования помещений по НПБ и классификации помещений по ПУЭ.

Содержание работы:

1. Изучить методические указания по выполнению работы.
2. Ознакомиться с основными показателями пожарной опасности горючих жидкостей и категориями помещений по взрывопожарной и пожарной опасности в соответствии с НПБ 5-2005.
3. Определить аналитически температуру вспышки вещества, указанного преподавателем, используя различные методы.
4. Определить экспериментально температуру вспышки вещества, указанного преподавателем.
5. Подготовить отчет по работе и защитить его у преподавателя.

Общие сведения

Пожаровзрывоопасность веществ и материалов – совокупность свойств, характеризующих их способность к возникновению и распространению горения. Следствием горения, в зависимости от его скорости и условий протекания, может быть пожар (диффузионное горение) или взрыв (дефлаграционное горение предварительного перемешанной смеси горючего с окислителем). Пожаровзрывоопасность веществ и материалов определяется показателями, выбор которых зависит от агрегатного состояния вещества (материала) и условий его применения.

Основными показателями пожаровзрывоопасности являются: группа горючести, температура вспышки, температура воспламенения, температура самовоспламенения, нижний и верхний концентрационные пределы распространения пламени, температурные пределы распространения пламени, температура самонагрева, минимальная энергия зажигания, кислородный индекс, скорость выгорания и др.

Группа горючести является классификационной характеристикой способности веществ и материалов к горению.

По горючести вещества и материалы подразделяются на три группы:

1) *негорючие (несгораемые)* – вещества и материалы, не способные к горению в воздухе. Они могут быть пожаро-взрывоопасными, например, окислители или вещества, выделяющие горючие продукты при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом;

2) *трудногорючие (трудносгораемые)* – вещества и материалы, способные гореть в воздухе при воздействии источника зажигания, но не способные самостоятельно гореть после его удаления;

3) *горючие (сгораемые)* – вещества и материалы, способные самовозгораться, а также возгораться при воздействии источника зажигания и самостоятельно гореть после его удаления.

Из группы горючих веществ и материалов выделяют *легковоспламеняющиеся*, которые способны воспламеняться от кратковременного (до 30 с) воздействия источника зажигания с низкой энергией (пламя спички, искра, тлеющая сигарета и т. п.).

Группы горючести используются для оценки веществ и материалов, определения категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности, при разработке мероприятий по пожарной безопасности и др.

Температура вспышки ($t_{всп}$) – самая низкая (в условиях специальных испытаний) температура горячего вещества, при которой над его поверхностью образуются пары и газы, способные вспыхивать в воздухе от источника зажигания, но скорость их образования еще недостаточна для возникновения устойчивого горения.

Температура вспышки жидкостей является одним из важнейших показателей при определении степени пожаровзрывоопасности производственных помещений и зданий с расположенными в них технологическими процессами, в которых используются горючие жидкости.

В зависимости от значения температуры вспышки жидкости классифицируются на горючие жидкости – ГЖ (температура вспышки в закрытом тигле более 61 °С или более 66 °С в открытом тигле) и легко воспламеняющиеся – ЛВЖ (температура вспышки в закрытом тигле не выше 61 °С или не выше 66 °С в открытом тигле). Например, к ЛВЖ относятся ацетон ($t_{всп} = -18$ °С), бензин ($t_{всп} = -36...-7$ °С в зависимости от марки), метиловый спирт ($t_{всп} = -8$ °С), керосин ($t_{всп} = 15...60$ °С) и др.; к группе ГЖ относятся дизельное топливо, мазут, смазочные масла и т. п.

Значения температуры вспышки применяются при определении классов опасности взрывоопасных и пожароопасных зон в соответствии с требованиями ПУЭ, при категорировании помещений по пожаровзрывоопасности в соответствии с НПБ, а также при разработке мероприятий по обеспечению пожарной безопасности и взрывобезопасности производств в соответствии с требованиями Системы стандартов безопасности труда (ССБТ).

Температурой воспламенения называют такую наименьшую температуру горячего вещества, при которой в условиях специальных испытаний из него выделяются горючие газы и пары с такой скоростью, что после их зажигания возникает устойчивое пламенное горение.

Температура самовоспламенения – самая низкая температура горячего вещества, при которой в условиях специальных испытаний происходит резкое увеличение скорости экзотермических реакций, заканчивающихся пламенным горением.

Нижний и верхний концентрационные пределы распространения пламени (НКПРП, ВКПРП) – минимальное и максимальное содержание горячего вещества в смеси горючее вещество – окислительная среда, при которой возможно распространение пламени по смеси на любое расстояние от источника зажигания.

НКПРП используется при определении категории помещений по пожаровзрывоопасности, а также при классификации зон по взрывопожарной и пожарной опасности. Значение нижнего концентрационного предела распространения пламени применяют при расчете взрывобезопасных концентраций газов, паров и пылей внутри технологического оборудования, трубопроводов, при проектировании вентиляционных систем, а также при расчете предельно допустимых взрывобезопасных концентраций газов, паров и пылей в воздухе рабочей зоны с потенциальным источником зажигания.

Температурные пределы распространения пламени (НТПРП и ВТПРП) – 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.

Данные о НТПРП применяются при разработке мероприятий по обеспечению пожаровзрывобезопасности объекта, при расчете пожаровзрывобезопасных температурных режимов работы технологического оборудования, при оценке аварийных ситуаций,

связанных с разливом горючих жидкостей, и для расчета концентрационных пределов распространения пламени.

Классификация помещений по взрывопожарной и пожарной опасности. Для установления нормативных требований по обеспечению взрывопожарной и пожарной безопасности помещений и зданий в отношении планировки и застройки, этажности, площадей, конструктивных решений и инженерного оборудования определяют категории пожаровзрывоопасности помещений и зданий согласно НПБ 5-2005.

В прил. 10 представлена классификация помещений по категориям взрывопожароопасности и пожароопасности, которые определяются исходя из агрегатного состояния и характеристик пожарной опасности веществ, используемых в технологических процессах, а также количества горючих веществ.

Аналитическое определение показателей пожарной опасности жидкостей. Из многочисленных методов расчета температуры вспышки наиболее точно ее можно найти по формуле, учитывающей линейную зависимость $t_{всп}$ от температуры кипения жидкости ($t_{кип}$) в пределах отдельных классов химических соединений:

$$t_{всп} = a + b \cdot t_{кип}, \quad (10.1)$$

где a и b – эмпирические коэффициенты, значения которых приведены в табл. 10.1;

$t_{кип}$ – температура кипения жидкости, °С.

Таблица 10.1

Значения коэффициентов для различных классов химических соединений

Класс вещества	Коэффициенты		Средняя квадратичная погрешность
	a , °С	b	
Алканы	-72,22	0,693	1,5
Спирты	-41,69	0,652	1,4
Алкинанилины	-21,94	0,533	2,0
Карбоновые кислоты	-43,57	0,708	2,2
Алкилфенолы	-38,42	0,623	1,4
Ароматические углеводороды	-67,83	0,665	3,0
Альдегиды	-74,78	0,831	1,5
Бромалканы	-49,56	0,665	2,2
Кетоны	-52,69	0,643	1,9
Хлоралканы	-55,70	0,631	1,7

Для вещества известного строения приближенную температуру вспышки (°С) можно получить из уравнения Эля:

$$t_{всп} = t_{кип} - 18\sqrt{K}, \quad (10.2)$$

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

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

$$K = 4C + 4S + 1H + 1N - 2O - 2Cl - 3F - 5Br. \quad (10.3)$$

Между температурой вспышки и нижним температурным пределом распространения пламени t_n существует зависимость

$$t_n = t_{всп} - c, \quad (10.4)$$

где $c = 2$, если для расчета используется значение $t_{всп}$ в закрытом тигле; $c = 8$, если используется для расчета значение $t_{всп}$ в открытом тигле.

Нижний концентрационный предел распространения пламени можно рассчитать по формуле

$$\varphi_{НКРП} = \frac{100}{8,684\beta + 4,679}, \%, \quad (10.5)$$

где β – стехиометрический коэффициент, определяемый по формуле:

$$\beta = n_C + \frac{n_H - n_X}{4} - \frac{n_O}{2}, \quad (10.6)$$

где n_C, n_H, n_X – количество атомов соответственно углерода, водорода, галогенов в молекуле вещества.

В свою очередь, нижний концентрационный предел распространения пламени ($\varphi_{НКРП}$) связан с нижним температурным пределом распространения пламени (t_n) зависимостью:

$$t_n = \frac{B}{A - \lg(\varphi_{НКРП} \cdot P/100)} - C_A, \quad (10.7)$$

где A, B, C_A – константы уравнения Антуана, выбираются по табл. 10.2;

P – атмосферное давление, кПа.

Показатели пожаровзрывоопасности
органических жидкостей различных классов

Названия веществ	Классы химических соединений	Константы уравнения Антуана			Температура кипения, °С	Температура вспышки, °С	Горючесть, воспламеняемость
		A	B	C _A			
Анилин	Алкиланилины	6,92129	1457,020	176,195	184,40	73	ГЖ
Ацетон	Кетоны	7,25058	1281,721	237,088	56,24	-18	ЛВЖ
Бензол	Ароматические углеводороды	6,48898	902,275	178,099	80,10	-12	ЛВЖ
Глицерин	Спирты	9,052597	3074,220	14,712	290,00	98	ГЖ
Диметил формамид	Алканамиды	7,03446	1482,985	204,342	153,00	58	ЛВЖ
Стирол	Ароматические углеводороды	7,94049	2113,057	279,986	145,20	31	ЛВЖ
Уксусная кислота	Карбоновые кислоты	7,79846	1789,752	245,908	118,10	38	ЛВЖ
Этиленгликоль	Спирты	9,01261	2753,183	252,009	197,2	112	ГЖ
Этиловый спирт	Спирты	8,68665	1918,508	252,125	78,37	13	ЛВЖ

Экспериментальное определение температуры вспышки.
Сущность метода заключается в нагревании вещества с постоянной скоростью при непрерывном перемешивании и испытании на вспышку через определенные интервалы температур.

Следует учесть, что перед тем, как приступить к экспериментальному определению температуры вспышки, необходимо знать ее ориентировочные значения, так как испытания на вспышку начинают при температуре на 10–15 °С ниже предполагаемой температуры вспышки. С этой целью перед проведением серии опытов аналитически определяют значение температуры вспышки.

Температуру вспышки легковоспламеняющихся и горючих жидкостей определяют в закрытом тигле на приборе ПВНЭ (прибор вспышки нефтепродуктов с электрическим подогревом), принципиальная схема которого представлена на рис. 10.1.

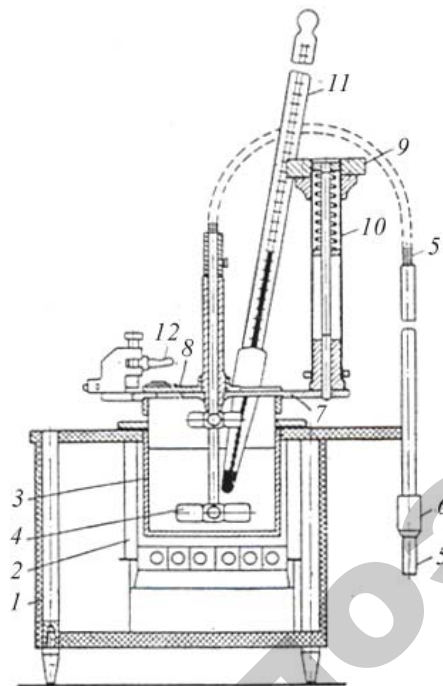


Рис. 10.1. Принципиальная схема прибора ПВНЭ:
1 – кожух; 2 – электронная нагревательная ванна; 3 – латунный стакан; 4 – мешалка;
5 – гибкая передача; 6 – рукоятка; 7 – крышка; 8 – заслонка; 9 – головка;
10 – колонка; 11 – термометр; 12 – горелка с фитилем

Прибор ПВНЭ устанавливают на специальной платформе с тремя установочными винтами. Он закрыт металлическим кожухом 1, внутри которого в центре укреплен металлический цилиндр 2, являющийся электронная нагревательная ванна. По боковой поверхности и по дну цилиндра, выложенным асбестом, проходит электрическая спираль, концы которой выведены к двум зажимам на наружной поверхности кожуха для подключения к сети переменного тока через регулятор напряжения – лабораторный автотрансформатор (ЛАТР), позволяющий плавно изменять скорость нагревания испытуемой жидкости. Внутри цилиндра вставлен латунный стакан 3 для испытуемого продукта. В верхней части стакана имеется риска, указывающая предел наполнения стакана испытуемой жидкостью.

С целью более точного определения температуры вспышки прибор имеет мешалку 4 для перемешивания во время подогревания в стакане испытуемой жидкости (нижняя пара лопастей) и ее паров в смеси с воздухом (верхняя пара лопастей). Мешалка приводится во вращение гибкой передачей 5 при нажатии на рукоятку 6.

Стакан плотно закрыт крышкой 7, имеющей три отверстия трапецевидной формы. В нерабочем положении они закрываются заслонкой 8 с двумя отверстиями, соответствующими среднему и боковому отверстиям крышки. Заслонка поворачивается головкой 9 вместе с колонкой 10. В крышке имеются также два круглых отверстия для мешалки и термометра 11. На крышке в стойке на цапфах установлена горелка с фитилем 12.

При вращении головки 9 пружина, проходящая через колонку 10, поворачивает через рычаг-заслонку 8, которая открывает среднее отверстие крышки 7. Когда оно откроется на $\frac{3}{5}$ своей длины (по окружности), откроются и боковые отверстия крышки. Одновременно наклоняется в вертикальной плоскости горелка 12 с фитилем. При полном совпадении отверстий заслонки и крышки конец фитильной трубки горелки опустится в среднее отверстие до середины толщины крышки, и в этот момент на короткое время появится пламя над поверхностью жидкости. Это и есть момент вспышки. При этом термометр 11 показывает температуру вспышки испытуемой жидкости. При отпуске головки 9 заслонка и горелка автоматически возвращаются в

первоначальное положение, и отверстия крышки окажутся закрытыми заслонкой.

Если при проведении исследования атмосферное давление отличалось от 101,3 кПа (760 мм рт.ст.), то в показание термометра вводят поправку на температуру, которую определяют по формуле

$$\Delta t = 0,0345 (760 - P), \quad (10.8),$$

где P – барометрическое давление, мм рт.ст.

При низких давлениях поправку прибавляют, а при больших – вычитают из показаний термометра.

Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с настоящим указаниями и неукоснительно выполнять их требования.

2. Рассчитать температуру вспышки исследуемой жидкости, используя аналитические зависимости (10.1), (10.2).

3. Вместе с преподавателем или лаборантом проверить комплектность прибора ПВНЭ.

4. Подключить нагреватель печи к сети через ЛАТР и отрегулировать скорость нагрева жидкости (5–6 °С/мин).

Процесс нагревания должен сопровождаться перемешиванием жидкости мешалкой, обеспечивая частоту вращения от 90 до 120 мин⁻¹.

Испытания на вспышку начать проводить за 10–15 °С до предполагаемой температуры вспышки через 1 °С для жидкостей с температурой вспышки до 104 °С и через каждые 2 °С для жидкостей с температурой вспышки более 104 °С.

В момент испытания на вспышку перемешивание прекратить. Зажечь фитиль, открыть заслонку поворотом рукоятки пружинного механизма. В момент четкого появления пламени над поверхностью жидкости зафиксировать показания термометра.

5. Найти значение $t_{всп}$ с учетом барометрического давления, определяя поправку на барометрическое давление по формуле (10.6).

6. Определить нижний температурный предел распространения пламени, для чего подставить найденное значение температуры вспышки в формулу (10.3).

Протокол измерений

Температура вспышки, °С		Барометрическое давление P , мм рт. ст.	Температура вспышки с учетом барометрического давления $t_{всп}$, °С	Температура вспышки (справочные данные) $t_{всп.справ}$, °С	Нижний температурный предел, °С		Нижний концентрационный предел распространения пламени, %	
расчетное $t_{всп.расч}$	экспериментальное $t_{всп.эксп}$				по расчету $t_{НТП\ расч}$	по справочным данным $t_{НТП\ справ}$	по расчету ФНКРП расч	по справочным данным ФНКРП справ

РЕПОЗИТОРИЙ БГАТУ

ИССЛЕДОВАНИЕ СРЕДСТВ ПОЖАРОТУШЕНИЯ

7. Рассчитать нижний концентрационный предел распространения пламени, используя для этого зависимость (10.5) между температурным и концентрационными пределами, сравнить полученное значение со справочными данными.

8. Получить у преподавателя условия задачи для определения категории помещения, здания или зоны по пожаро-взрывоопасности, решить ее, используя результаты, полученные в ходе лабораторной работы.

9. Отключить прибор ПВНЭ, вымыть латунный стакан, убрать рабочее место.

Содержание отчета:

1. Общие сведения по теме лабораторной работы.
2. Описание прибора. Наименование, характеристика исследуемой жидкости.
3. Расчеты показателей пожароопасности исследуемой жидкости.
4. Результаты измерений (табл. 10.4).
5. Выводы.

Контрольные вопросы:

1. Какие показатели пожаровзрывоопасности веществ и материалов вы знаете?
2. Как классифицируются ЛВЖ по температуре вспышки?
3. Как классифицируются помещения по взрывопожарной и пожарной опасности?
4. Какие методы расчета температуры вспышки жидкостей вы знаете?
5. В чем заключается метод определения температуры вспышки в закрытом тигле?
6. Какая связь существует между температурными и концентрационными пределами вспышки?

Цель работы: расширение и углубление знаний о существующих первичных и технических средствах тушения пожаров в АПК, а также правил их использования.

Содержание работы:

1. Изучить свойства основных огнегасительных веществ и материалов.
2. Изучить принципы действия, конструкции, правила применения и методы проверки проверки огнетушителей различных типов, имеющихся в лаборатории.
3. Изучить технические средства пожаротушения, освоить правила и особенности применения их для тушения загораний на объектах сельскохозяйственного производства, используя учебно-методические материалы, макетные образцы.
4. Произвести расчет потребности в первичных средствах пожаротушения для конкретных объектов сельскохозяйственного производства (по указанию преподавателя).
5. Подготовить отчет по работе и защитить его у преподавателя.

Общие сведения

В соответствии с ППБ 2.36-2008 «Правила пожарной безопасности Республики Беларусь для объектов сельскохозяйственного производства»:

пожар – это неконтролируемое горение вне специального очага, приводящее к ущербу;

пожарная безопасность – состояние объекта, при котором с установленной вероятностью исключается возможность возникновения и развития пожара и воздействия на людей опасных факторов пожара, а также обеспечивается защита материальных ценностей.

Все методы тушения пожаров базируются на следующих основных принципах:

- отводе тепла из зоны горения;
- уменьшении концентрации горючего в зоне горения;
- уменьшении концентрации окислителя в зоне горения;
- торможении химической реакции горения.

Огнетушительные вещества и материалы

Все огнетушащие вещества в зависимости от способа прекращения горения на пожаре условно можно разделить на следующие группы:

- охлаждающие зону реакции горения или горящие вещества (вода, водные растворы солей, твердый диоксид углерода и др.);
- разбавляющие вещества в зоне реакции горения (инертные газы, водяной пар, тонко распыленная вода и др.);
- изолирующие вещества (химическая и воздушно-механическая пена, порошковые составы, негорючие сыпучие вещества, листовые материалы и др.);
- химически тормозящие реакцию горения вещества (хладоны – галогенные углеводороды и др.).

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

Наиболее распространенными огнетушащими веществами являются вода, пена, газы, порошки. Так как их огнетушащие свойства различны, то и используются они в зависимости от условий пожара и горячей среды.

Вода – наиболее распространенное и доступное средство тушения. Попадая в зону горения, она нагревается и испаряется, поглощая большое количество теплоты, что способствует охлаждению горючих веществ. При ее испарении образуется пар (из 1 л воды – более 1700 л пара), который ограничивает доступ воздуха к очагу горения. Воду применяют для тушения твердых горючих веществ и материалов, тяжелых нефтепродуктов, а также для создания водяных завес и охлаждения объектов, находящихся вблизи очага пожара. Тонкораспыленной водой можно тушить даже легковоспламеняющиеся жидкости. Для тушения плохо смачивающихся веществ (хлопок, торф) в нее вводят вещества, снижающие поверхностное натяжение.

Для усиления огнегасительного эффекта воды применяются водные растворы солей хлористого кальция, углекислой соды и др. Соли, выпадая в осадок из водного раствора, образуют изолирующие пленки на поверхности.

Воду как огнегасительное средство нельзя применять для тушения:

- пожаров электроустановок, находящихся под напряжением (электропоражение ввиду электропроводности воды);

- жидкостей, удельный вес которых меньше удельного веса воды (бензин, керосин, нефть, поскольку они всплывают и горят на поверхности);

- архивов, библиотек, музеев (повреждение ценностей);
- раскаленных металлоконструкций (возможен взрыв от реакции);

- веществ, которые при взаимодействии с водой воспламеняются или выделяют горючие газы (карбит кальция, калий, натрий);

- плохо смачиваемых веществ (хлопок, волокнистые материалы).

Пар применяют в условиях ограниченного воздухообмена, а также в закрытых помещениях с наиболее опасными технологическими процессами. Гашение пожара паром осуществляется за счет изоляции поверхности горения от окружающей среды. При гашении необходимо создать концентрацию пара приблизительно 35 %.

Пена бывает двух видов: химическая и воздушно-механическая.

Химическая пена образуется при взаимодействии щелочного и кислотного растворов в присутствии пенообразователей.

Воздушно-механическая пена представляет собой смесь воздуха (90 %), воды (9,7 %) и пенообразователя (0,3 %). Растекаясь по поверхности горячей жидкости, она блокирует очаг, прекращая доступ кислорода воздуха. Пенной можно тушить и твердые горючие материалы.

Стойкость пены характеризует ее способность сохраняться во времени. Стойкость химической пены на поверхности жидкости составляет 60 мин, воздушно-механической пены в тех же условиях – 20–40 мин.

Применение для тушения:

- химическими пенами тушат нефтепродукты и твердые горючие материалы;

- воздушно-механическая пена применяется для тушения нефти и нефтепродуктов, многих твердых горючих веществ, может применяться для тушения электроустановок, так как менее электропроводна, чем химическая;

- деревянные конструкции, предварительно покрытые воздушно-механической пеной, значительное время (до 40 мин) сопротивляются воздействию лучистой энергии и не воспламеняются;

– наиболее эффективны пены для тушения в закрытых помещениях и подвалах.

Инертные и негорючие газы (диоксид углерода, азот, водяной пар) понижают концентрацию кислорода в очаге горения, поэтому их относят к флегмизаторам. Ими можно гасить любые очаги, включая электроустановки. Исключение составляет диоксид углерода, который нельзя применять для тушения щелочных металлов, поскольку при этом происходит реакция его восстановления. Инертные разбавители чаще всего применяют для объемного пожаротушения в помещениях и для предупреждения взрывов.

Галоидоуглеводородные огнегасительные средства позволяют тормозить реакции горения. К ним относятся: тетрафтордибромметан (хладон 114В2), бромистый метилен, трифторбромметан (хладон 13В1) и др. Эти вещества оказывают ингибирующее действие, то есть влияют на кинетику и химизм реакции горения. Хладоны имеют большую плотность, что повышает их эффективность, а низкие температуры замерзания позволяют использовать при низких температурах. Ими можно гасить любые очаги, включая электроустановки, находящиеся под напряжением. Хладоны используют для защиты особо опасных складов с горючими веществами, сушилок и т. п. Их не рекомендуется применять для тушения горящих металлов, их гидратов, металлоорганических соединений и материалов, содержащих кислород. Недостатки хладонов: они слабые наркотические яды, их продукты разложения весьма ядовиты и имеют высокую коррозионную активность.

Огнетушащие порошки представляют собой мелкодисперсные минеральные соли с различными добавками, препятствующими их слеживанию и комкованию. В состав порошков входят: бикарбонат натрия, диаммонийфосфат, аммофос, силикагель и т. п.

Тушение порошковыми составами основано на изоляции горящих материалов от доступа к ним воздуха или паров и газов от зоны горения. Их огнетушащая способность в несколько раз превышает способность галоидоуглеводородов. Они универсальны, так как подавляют горение металлов, которые нельзя тушить водой. Порошки практически не токсичны и не оказывают коррозионного действия. Порошки можно применять при тушении загораний карбида кальция, щелочных и щелочно-земельных металлов, термита, газового пламени, нефтепродуктов.

Первичные средства пожаротушения

Производственные, административные, вспомогательные и складские здания, сооружения и помещения, а также открытые производственные площадки или участки должны быть обеспечены первичными средствами пожаротушения в соответствии с действующими нормами, устанавливаемыми правилами пожарной безопасности.

К первичным средствам пожаротушения относятся все виды переносных и передвижных огнетушителей, оборудование пожарных кранов, ящики с порошковыми составами (песок, перлит и т. п.), а также огнестойкие ткани (кошма, войлок и т. п.).

Первичные средства пожаротушения должны размещаться в легкодоступных местах и не должны быть помехой и препятствием при эвакуации персонала из помещений.

Использованные или неисправные огнетушители (повреждение корпуса, раструба, предохранительных клапанов, отсутствие пломбы, недостаток огнетушащего вещества или газа и др.) должны быть немедленно убраны (особенно после пожара) из защищаемого помещения, от технологического оборудования и производственных площадок и заменены исправными.

Для размещения первичных средств пожаротушения в производственных помещениях, а также на территории предприятий или строителъств, как правило, должны устанавливаться специальные пожарные щиты (посты).

Одинокое размещение огнетушителей допускается в ебольших помещениях.

Переносные огнетушители должны размещаться на расстоянии не менее 1,2 м от проема двери и на высоте не более 1,5 м от уровня пола, считая от низа огнетушителя. Допускается установка огнетушителей в тумбах или шкафах, конструкция которых должна позволять визуальное определить тип огнетушителя и обеспечить свободный доступ к нему.

На пожарных постах (щитах, стендах) должны быть размещены только те первичные средства тушения пожаров, которые могут применяться в данном помещении, сооружении, установке. Средства пожаротушения и пожарные посты должны быть окрашены в соответствующие цвета. Дверцы должны быть опломбированы и открываться без ключа и больших усилий. Крепление средств пожаротушения и инвентаря на щитах должно

обеспечивать быстрое их снятие без специальных приспособлений или инструмента.

Огнетушители. Огнетушители предназначены для тушения очагов горения в начальной их стадии, а также для противопожарной защиты небольших сооружений, машин и механизмов.

В качестве огнегасительных веществ используют углекислоту (двуокись углерода), химические и воздушно-механические пены, гидролизованные углеводороды, порошки, воду.

По виду применяемого огнетушащего вещества (ОВ) огнетушители подразделяют на: водные (ОВ); порошковые (ОП); пенные (воздушно-пенные ОВП); газовые (углекислотные ОУ, хладоновые ОХ); комбинированные.

Порошковые огнетушители. Для тушения небольших очагов загораний горючих жидкостей, газов, электроустановок напряжением до 1000 В, металлов и их сплавов используются порошковые огнетушители ОП-1, ОП-5, ОП-10 (табл. 11.1).

Таблица 11.1

Тактико-технические характеристики порошковых огнетушителей

Тип, марка огнетушителя	Вид огнетушащего средства	Объем корпуса, л	Масса заряда, кг	Рабочее давление баллона, МПа	Длина струи, м	Продолжительность действия, с	Диапазон рабочих температур, °С	Средний срок службы, лет
ОП-1	Порошковые ПСБ, пирант и др.	1,0	0,9	1,4	2,0	10	-25...+35	10
ОП-5	Порошок ПСБ, пирант П-2АП и др.	5,0	5,0	1,4	5,0	15	-50...+50	10
ОП-10(3)	Порошок ПСБ-3, Пирант-А и др.	10	9,5	1,0	5	14	-40...+50	10
ОП-50(3)	Порошок ПСБ-3, пирант и др.	50	45	1,6	5	35	-35...+50	10

Порошковый огнетушитель ОП-1 «Спутник» емкостью 1 л используется при тушении небольших загораний на автомобилях и сельскохозяйственных машинах. Состоит из корпуса, сетки

и крышки, изготовленных из полиэтилена. Заполнен составом ПСБ (порошок сухой бикарбонатный), состоящий из 88 % бикарбоната натрия с добавлением 10 % талька марки ТКВ, стеаратов металлов (железа, алюминия, магния кальция, цинка) – 2 %.

Во время пользования снимают крышку огнетушителя и через сетку порошок ПСБ вручную распыливают на очаг горения. Образующееся устойчивое порошковое облако изолирует кислород воздуха и ингибирует горение.

Порошковый огнетушитель ОП-10 (рис. 11.1) содержит в тонкостенном десятилитровом баллоне порошок ПС-1 (углекислый натрий с добавками).

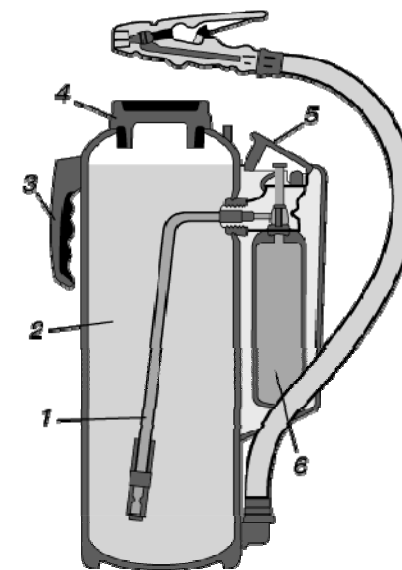


Рис. 11.1. Порошковый переносной огнетушитель ОП-10:
1 – газовая трубка; 2 – сухой порошок; 3 – ручка; 4 – колпачок;
5 – рычаг прокалывателя; 6 – газовый баллон

Порошок подается с помощью сжатого газа (азот, диоксид углерода, воздух), хранящегося в дополнительном баллончике емкостью 0,7 л под давлением 15 МПа. Применяется для тушения загораний щелочных металлов (лития, кадия, натрия) и магниевых сплавов. В огнетушителе имеются запас порошкообразного тушащего вещества и баллон с вытесняющим газом.

Воздушно-пенные огнетушители бывают ручные (ОВП-5 и ОВП-10) (табл. 11.2) и стационарные (ОВП-100, ОВПУ-250).

Таблица 11.2

Основные технические данные воздушно-пенных огнетушителей

Показатели	Тип огнетушителя	
	ОВП-5	ОВП-10
Производительность по пене, л	270	570
Дальность струи пены, м	4,5	4,5
Продолжительность действия, с	20	45
Масса огнетушителя с зарядом, кг	7,5	14

Воздушно-пенный огнетушитель ОВП-10 (рис. 11.2) состоит из стального корпуса, в котором находится 4–6 % водный раствор пенообразователя ПО-1, баллончика высокого давления с углекислотой для выталкивания заряда, крышки с запорно-пусковым устройством, сифонной трубки и раструба-насадки для получения высокократной воздушно-механической пены.

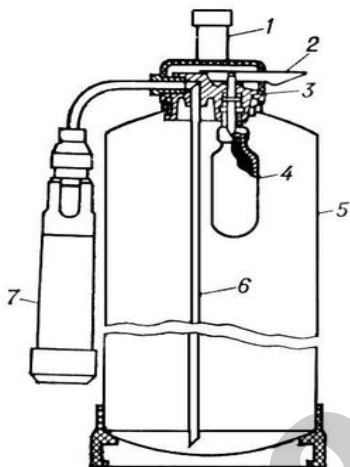


Рис. 11.2. Огнетушитель воздушно-пенный ОВП-10:
1 – ручка; 2 – рычаг; 3 – запорно-пусковое устройство;
4 – баллончик; 5 – корпус; 6 – сифонная трубка; 7 – насадка

Кратность получаемой пены (отношение ее объема к объему продуктов, из которых она получена) составляет в среднем 5,

а стойкость (время с момента ее образования до полного распада) – 20 мин. Стойкость химической пены – 40 мин.

Огнетушитель приводится в действие нажатием на пусковой рычаг, в результате чего разрывается пломба и шток прокалывает мембрану баллона с углекислотой. Последняя, выходя из баллона через дозирующее отверстие, создает давление в корпусе огнетушителя, под действием которого раствор по сифонной трубке поступает через распылитель в раструб, где в результате перемешивания водного раствора пенообразователя с воздухом образуется воздушно-механическая пена.

Углекислотные огнетушители выпускаются переносные ОУ-2, ОУ-5, ОУ-8 и передвижные ОУ-20, ОУ-40, ОУ-80 и т. д. (цифры показывают вместимость баллона в литрах) (рис. 11.3).

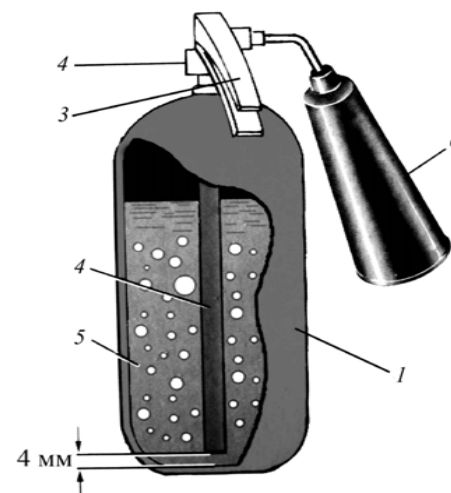


Рис. 11.3. Углекислотный огнетушитель ОУ-5:
1 – баллон; 2 – запорно-пусковое устройство; 3 – рукоятка;
4 – сифонная трубка; 5 – заряд (двуокись углерода); 6 – раструб

Углекислотные огнетушители предназначены для тушения загораний различных веществ и материалов, электроустановок под напряжением до 1000 В, двигателей внутреннего сгорания, горючих жидкостей. Запрещается тушить материалы, горение которых происходит без доступа воздуха и электроустановки под напряжением свыше 1000 В.

Переносные углекислотные огнетушители (рис. 11.3) одинаковы по устройству и состоят из стального высокопрочного баллона 1,

в горловину которого ввернуто запорно-пусковое устройство 2 вентильного или пистолетного типа с маховичком или рукояткой 3, сифонной трубки 4, которая служит для подачи углекислоты 5 из баллона к запорно-пусковому устройству и поворотного механизма с раструбом 6. В некоторых углекислотных огнетушителях раструб присоединяется к запорной головке через бронированный шланг. Баллоны огнетушителей заполнены жидкой углекислотой под давлением 6–7 МПа.

Принцип действия основан на вытеснении двуокиси углерода избыточным давлением. Для приведения в действие ручного углекислотного огнетушителя необходимо: взять огнетушитель в руки и поднести к очагу пожара, сорвать пломбу, выдернуть чеку, перевести раструб в горизонтальное положение, нажать на рычаг запорно-пускового устройства или отвернуть до отказа маховичок (против часовой стрелки), направить струю заряда на огонь.

При открывании запорно-пускового устройства двуокись углерода по сифонной трубке поступает к раструбу. Двуокись углерода переходит из сжиженного состояния в твердое (снегообразное). Температура резко понижается (примерно до -70°C). Углекислота, попадая на горящее вещество, изолирует его от кислорода. Во избежание обморожения нельзя во время работы огнетушителя дотрагиваться до раструба голой рукой. При переходе углекислоты из жидкого состояния в газообразное происходит увеличение объема в 400–500 раз.

В табл. 11.3 приведены основные характеристики углекислотных огнетушителей.

Таблица 11.3

Характеристики углекислотных огнетушителей

Характеристика	ОУ-2	ОУ-3	ОУ-5	ОУ-6	ОУ-8	ОУ-10	ОУ-20	ОУ-40	ОУ-80
Масса огнетушащего вещества, кг	1,4	2,1	3,5	4,2	5,6	7	14	28	56
Масса огнетушителя, кг	6,2	7,6	13,5	14,5	20	30	50	160	239
Длина струи, м	3	2,5	3	3	3	3	3	5	5
Продолжительность действия, с	8	9	9	10	15	15	15	15	15
Огнетушащая способность, м^2 (бензин)	0,41	0,41	1,08	1,08	1,73	1,73	1,73	2,8	4,52

Передвижные углекислотные огнетушители приводятся в действие следующим образом. Сначала необходимо доставить огнетушитель к очагу пожара. Размотать резиновый рукав и направить раструб на очаг пожара. Далее следует сорвать пломбу и повернуть рычаг вниз до отказа, после чего приступить к тушению пожара.

Огнетушители аэрозольные (хладоновые) используют в тех же случаях, что и углекислотно-бромэтиловые. Огнетушащий состав хладон (фреон), 114В2, 13В1 в процессе пожаротушения не оказывает воздействия на защищаемые материалы и оборудование, что позволяет использовать данные огнетушители при тушении пожаров электронного оборудования, картин и музейных экспонатов. Аэрозольные огнетушители имеют маркировку ОАХ, ОА, ОХ и др.

Требования безопасности при работе с огнетушителями.
Углекислотные огнетушители:

1. Необходимо оберегать от ударов и не хранить при температуре выше $+35^{\circ}\text{C}$.

2. Не брать голой рукой за раструб углекислотного огнетушителя при приведении его в действие из-за возможности обморожения.

При работе с порошковыми огнетушителями необходимо:

1. Предохранять органы дыхания и глаза от попадания порошка.

2. Перезарядку производить при температуре воздуха не выше $+25^{\circ}\text{C}$.

3. Хранить огнетушители в сухом месте при температуре не выше $+35^{\circ}\text{C}$. Не допускается хранить огнетушители у нагревательных приборов и попадание на корпус солнечных лучей.

Техническое обслуживание и перезарядка огнетушителей.

Огнетушители, введенные в эксплуатацию, должны подвергаться техническому обслуживанию, которое обеспечивает поддержание их в постоянной готовности к использованию и надежную работу всех узлов огнетушителя в течение всего срока эксплуатации. Техническое обслуживание включает в себя периодические проверки, осмотры, ремонты, испытания и перезарядку огнетушителей.

Перед введением огнетушителя в эксплуатацию он должен быть подвергнут первоначальной проверке, в процессе которой производят его внешний осмотр, проверяют комплектацию и состояние места его установки (заметность огнетушителя или указателя места его установки, возможность свободного подхода

к нему), а также читаемость и доходчивость инструкции по работе с огнетушителем.

В ходе проведения внешнего осмотра необходимо обращать внимание на:

- наличие вмятин, сколов, глубоких царапин на корпусе, узлах управления, гайках и головке огнетушителя;
- состояние защитных и лакокрасочных покрытий;
- наличие и состояние инструкции по эксплуатации огнетушителя;
- наличие опломбированного предохранительного устройства;
- исправность манометра или индикатора давления (если он предусмотрен конструкцией огнетушителя), наличие необходимого клейма и величину давления в огнетушителе закачного типа или в газовом баллоне;
- массу огнетушителя, а также массу ОТВ (огнетушащего вещества) в огнетушителе (последнюю определяют расчетными путем);
- состояние гибкого шланга (при его наличии) и распылителя ОТВ (наличие механических повреждений, следов коррозии или других предметов, препятствующих свободному выходу ОТВ из огнетушителя);
- состояние ходовой части и надежность крепления корпуса огнетушителя на стене или в пожарном шкафу.

Не реже одного раза в 5 лет каждый огнетушитель (кроме порошковых) и баллоны с вытекающим газом должны быть разряжены, корпус огнетушителя полностью очищен от остатков ОТВ, произведены внешний и внутренний осмотры. Порошковые огнетушители, используемые для защиты автотранспортных средств, должны перезаряжаться не реже одного раза в год, остальные огнетушители, установленные на автотранспортных средствах, – не реже одного раза в два года.

Технические средства тушения пожаров

Средства пожаротушения подразделяют на основные, специальные и вспомогательные.

Основные средства предназначены для подачи на пожар огнегасительных веществ: воды, пены, порошков, углекислого газа, газа водяных и других составов. К ним относятся пожарные автомобили, автоцистерны, пожарные мотопомпы, огнетушители

и др. Пожарные автомобили доставляют к месту пожара личный состав.

Специальные средства используют для выполнения специальных работ при тушении пожара. К ним относятся пожарные автолестницы и коленчатые подъемники, автомобили связи и освещения, а также штабные и оперативные автомобили.

Вспомогательные средства служат для выполнения работ, обеспечивающих нормальные условия подразделениям пожарной охраны при тушении пожара. К ним относятся автополивозаправщики, грузовые автомобили, автобусы, тракторы и другие машины.

Повышению уровня противопожарной защиты сельскохозяйственных объектов способствует использование техники хозяйств как непосредственно на тушении пожаров, так и с целью подвоза воды для пожарных машин.

Дождевальные установки ДЦН-90, ДДН-100, «Фрегат» и другие можно применять как насосные станции для перекачки воды из источника к месту пожара.

Разбрасыватель жидких удобрений типа РЖУ устанавливают для забора воды у водоема и посредством гидропривода приводят в действие вакуумный насос.

Водораздатчик ВР-3М и передвижные автопоилки ПАП-10А и АО-3, агрегируемые с тракторами всех модификаций, заполняют из водоемов при помощи насоса через горловину цистерны, а также из водопроводной сети.

Аммиачная автоцистерна АЦА-3,85-53А, ассенизационная насосная машина АНМ-53 также применяются для пожаротушения.

Универсальная уборочная машина КО-705, предназначенная для полива зеленых насаждений, агрегируется с тракторами Т-40АМ и МТЗ-82.

Поливомоечная машина ПМ-130Б оборудована цистерной вместимостью 6000 л, насосом, системой трубопроводов и арматурой, шлангами и рукавами. Воду можно забирать из водопроводной сети или водоемов. Для пожаротушения машину дополнительно укомплектовывают напорными пожарными рукавами и стволами.

Транспортные автоцистерны АЦ-600, 2-53А, АЦ-4, 2-130, АЦ-10 и другие применяют для забора, подвода и подачи воды в небольшие очаги пожара.

Порядок выполнения работы

1. Используя учебно-методические материалы, макетные образцы и справочные нормативы, изучить первичные и технические средства пожаротушения, освоить принцип их действия, правила и особенности применения для тушения загораний на объектах сельскохозяйственного производства.

2. Изложить в отчете о работе порядок действий и правила применения первичных и технических средств пожаротушения.

3. Произвести расчет потребности в первичных средствах пожаротушения для конкретных объектов сельскохозяйственного производства (по указанию преподавателя). Заполнить табл. 11.4 на основании данных одного из вариантов в таблице прил. 12. Для расчета потребности в первичных средствах пожаротушения использовать прил. 13, 14 (нормы обеспечения первичными средствами пожаротушения зданий, сооружений и помещений).

Таблица 11.4

Определение потребности в первичных средствах пожаротушения для различных сельскохозяйственных объектов

Наименование помещений, сооружений и установок	Фактическая площадь, м ²	Предельная защищаемая площадь, м ²	Категория помещения по нормам пожарной безопасности	Нормативы потребности первичных средств пожаротушения, ед.				Потребность в первичных средствах пожаротушения, ед.			
				огнетушители		противопожарное полотно	огнетушители		противопожарное полотно		
				порошковые	углекислотные		порошковые	углекислотные			

Содержание отчета:

1. Общие сведения по теме лабораторной работы.
2. Первичные и технические средства пожаротушения: принцип действия, правила и особенности применения для тушения загораний.
3. Выводы.

Контрольные вопросы:

1. Назовите основные поражающие факторы пожара.
2. Что относится к первичным средствам пожаротушения?
3. Назовите огнегасительные свойства воды.
4. Назовите огнегасительные свойства пены.
5. Назовите огнегасительные свойства инертных газов.
6. Назовите огнегасительные свойства порошков
7. Каково назначение и классификация огнетушителей?
8. Каково устройство, назначение и порядок работы пенного огнетушителя?
9. Каково устройство, назначение и порядок работы газового огнетушителя?
10. Каково устройство, назначение и порядок работы порошкового огнетушителя?
11. Какая существует техника для тушения пожаров?

ЛИТЕРАТУРА

1. Челноков, А. А. Охрана труда: учеб. пособие / А. А. Челноков, Л. Ф. Ющенко. – Минск: Выш. шк., 2007. – 463 с.
2. Шкрабак, В. С. Безопасность жизнедеятельности в сельскохозяйственном производстве: учебник / В. С. Шкрабак, А. В. Луковников, А. К. Тургиев. – М.: Колос, 2005. – 512 с.
3. ГН 9–106–98 РБ 98. Гигиенические нормы Республики Беларусь. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны: постановление Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь от 22 декабря 1998 г. №48. – 22 с.
4. ГОСТ 12.1.012–90. Система стандартов безопасности труда. Вибрационная безопасность. Общие требования. – Введен 01.01.90. – М.: Изд.-во стандартов, 1991. – 15 с.
5. ГОСТ 12.1.005–88. Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. – Взамен ГОСТ 12.1.005-76; введ. 01.01.89. – М.: Изд.-во стандартов, 1988. – 75 с.
6. ГОСТ 12.1.003–83. Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности. – Взамен ГОСТ 12.1.003-76; введ. 01.01.84. – М.: Изд.-во стандартов, 1984. – 65 с.
7. Закон Республики Беларусь «О пожарной безопасности» от 15 июня 1993 г. № 2403-ХІІ / Ведомости Верховного Совета Республики Беларусь. – 1993 г. – № 23. – С. 282.
8. ППБ 2.36–2008. Правила пожарной безопасности Республики Беларусь для объектов сельскохозяйственного производства, Минск: «Научно-исследовательский институт пожарной безопасности и проблем чрезвычайных ситуаций» Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь, 2008. – 49 с.
9. Правила устройства электроустановок. – Изд. 6-е, перераб. и доп. – Мн.: Дизайн ПРО, 2007. – 720 с.
10. СанПиН 9–80 РБ 98. Санитарные правила и нормы. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений: постановление Минздрава Республики Беларусь от 25.03.1999 г. № 12. – 39 с.
11. СанПиН 2.2.4/2.1.8.10.–332–2002. Санитарные правила и нормы Производственная вибрация, вибрация в жилых помещениях жилых и общественных зданий: пост. № 159 от 31.12.2002. – 48 с.

12. СанПиН 2.2.4/2.1.8.10.–32–2002. Санитарные правила и нормы. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых и общественных зданий и на территории жилой застройки: пост. № 158 от 31.12.2002. – 54 с.

13. СНБ 2.04.05–98. Естественное и искусственное освещение. – Взамен СНиП 11-4-79; введ. 01.07.98. – Минск: Минстрой-архитектуры РБ, 1998. – 59 с.

14. СНБ 4.02.03-03. Отопление, вентиляция и кондиционирование. – Введен 01.12.2003. – Минск: Минстройархитектуры Республики Беларусь, 2004. – 75 с.

Перечень выпускаемых поглощающих
и фильтрующе-поглощающих коробок

ПРИЛОЖЕНИЯ

Марка коробки	Назначение
А	Защита от паров органических соединений (бензин, керосин, ацетон, бензол, толуол, ксилол, сероуглерод, спирты, эфиры, анилин, галогеноорганические соединения, нитросоединения бензола и его гомологи, тетра-этилсвинец, фосфор- и хлорорганические ядохимикаты)
В	Защита от кислых газов и паров (сернистый ангидрид, хлор, сероводород, синильная кислота, хлористый водород, фосген, фосфор- и хлорорганические ядохимикаты)
Г	Защита от ртути и ртутьорганических соединений
Е	Защита от мышьяковистого и фосфористого водорода
ВР	Защита от кислых газов и паров, радионуклидов, в том числе радиоактивного йода и его соединений
И	Защита от радионуклидов, в том числе от органических соединений радиоактивного йода
К	Защита от аммиака
КД	Защита от аммиака и сероводорода
МКФ БКФ	Защита от кислых газов и паров, паров органических соединений, мышьяковистого и фосфористого водорода (но с меньшим временем защитного действия, чем коробки марок А и В)
Н	Защита от оксидов азота
СО	Защита от оксида углерода
М	Защита от оксида углерода в присутствии паров органических веществ, кислых газов, аммиака, мышьяковистого и фосфористого водорода
Б	Защита от бороводородов (диборан, пентаборан, этилпентаборан, диэтилдекарборан, декарборан) и их аэрозолей
ФОС	Защита от паро- и газообразных фторпроизводных непредельных углеводородов, фреонов и их смесей, фтор- и хлормономеров
ГФ	Защита от газообразного гексафторида урана, фтора, фтористого водорода, радиоактивных аэрозолей
УМ	Защита от паров и аэрозолей гептила, амила, самина, нитромеланжа, амидола
П-2У	Защита от паров карбониллов никеля и железа, оксида углерода и сопутствующих аэрозолей
С	Защита от оксидов азота и сернистого ангидрида

Нормы освещенности рабочих поверхностей
в производственных помещениях промышленных предприятий (СНБ 2. 04. 05-98)

138

1	2	3	4	5	6	Искусственное освещение					Естественное освещение		Совмещенное освещение			
						Освещенность, лк		при системе общего освещения	Сочетание нормируемых величин показателя ослепленности и коэффициента пульсации		КЕО (ε _н), %					
						при системе комбинированного освещения	в том числе от общего				Р	К _п , %	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении
Наивысшей точности	Менее 0,15	I	а	Малый	Темный	5000	500	–	20	10	–	–	6,0	2,0		
						4500	500	–	10	10						
			б	Малый	Средний	4000	400	1250	20	10						
						3500	400	1000	10	10						
			в	Малый	Светлый	2500	300	750	20	10						
						Средний	–	–	–	–						
			г	Средний	Светлый	2000	200	600	10	10						
						Большой	1500	200	400	20					10	
Большой	–	–	–	–												
Большой	Средний	1250	200	300	10	10										

Продолжение прил. 2

139

Очень высокой точности	От 0,15 до 0,30	II	а	Малый	Темный	4000	400	–	20	10	–	–	4,2	1,5
						3500	400	–	10	10				
			б	Малый	Средний	3000	300	750	20	10				
						Средний	2500	300	600	10				
			в	Малый	Светлый	2000	200	500	20	10				
						Средний	–	–	–	–				
			г	Средний	Светлый	1500	200	400	10	10				
						Большой	1000	200	300	20				
Большой	–	–	–	–										
Большой	Средний	750	200	200	10	10								
Высокой точности	От 0,30 до 0,50	III	а	Малый	Темный	2000	200	500	40	15	–	–	3,0	1,2
						1500	200	400	20	15				
			б	Малый	Средний	1000	200	300	40	15				
						Средний	750	200	200	20				
			в	Малый	Светлый	750	200	300	40	15				
						Средний	–	–	–	–				
			г	Средний	Светлый	600	200	200	20	15				
						Большой	400	200	200	40				
Большой	Средний	–	–	–	–	–								
Средней точности	Свыше 0,5 до 1,0	IV	а	Малый	Темный	750	200	300	40	20	4	1,5	2,4	0,9
						500	200	200	40	20				
			б	Малый	Средний	500	200	200	40	20				
						Средний	–	–	–	–				
			в	Малый	Светлый	400	200	200	40	20				
						Средний	–	–	–	–				
Большой	Темный	–	–	–	–	–								

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
			г	Средний Большой	Светлый Средний	–	–	200	40	20				
Малой точности	Свыше 1 до 5	V	а	Малый	Темный	400	200	300	40	20	3	1	1,8	0,6
			б	Малый Средний	Средний Темный	–	–	200	40	20				
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	–	–	200	40	20				
			г	Средний Большой Большой	Светлый Светлый Средний	–	–	200	40	20				
Грубая (очень малой точности)	Более 5	VI	–	Независимо от характеристик фона и контраста объекта с фоном		–	–	200	40	20	3	1	1,8	0,6
Работа со светящимися материалами и изделиями в горячих цехах	Более 0,5	VII	–	То же		–	–	200	40	20	3	1	1,8	0,6
Общее наблюдение за ходом производствен ного процесса постоянное	–	VIII	а	То же		–	–	200	40	20	3	1	1,8	0,6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Периодическое наблюдение при постоянном пребывании людей в помещении			б	Независимо от характеристик фона и контраста объекта с фоном		–	–	75	–	–	1	0,3	0,7	0,2
Периодическое наблюдение при периодическом пребывании людей в помещении	–	VIII	в	То же		–	–	50	–	–	0,7	0,2	0,5	0,2
Общее наблюдение за инженерными коммуника- циями			г	То же		–	–	20	–	–	0,3	0,1	0,2	0,1

Нормы освещенности в жилых, общественных
и административно-бытовых зданиях (СНБ 2.04.05-98)

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Относительная продолжительность зрительной работы при направлении зрения на рабочую поверхность, %	Искусственное освещение				Естественное освещение	
					освещенность на рабочей поверхности от системы общего освещения, лк	цилиндрическая освещенность, лк	показатель дискомфорта, М	коэффициент пульсации освещенности K_p , %	КЕО (в %), при	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	верхнем или верхнем и боковом	боковом
<i>Различение объектов при фиксированной и нефиксированной линии зрения</i>										
очень высокой точности	От 0,15 до 0,30	А	1	Не менее 70	500	150*	40 15	10	4,0	1,5
			2	Менее 70	400	100*	40 15	10	3,5	1,2
высокой точности	От 0,30 до 0,50	Б	1	Не менее 70	300	100*	40 15	15	3,0	1,0
			2	Менее 70	200	75*	60 25	20 15	2,5	0,7

Продолжение прил. 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
средней точности	Более 0,5	В	1	Не менее 70	150	50*	60 25	20 15	2,0	0,5
			2	Менее 70	100	Не регламентируется	60 25	20 15	2,0	0,5
<i>Обзор окружающего пространства при очень кратковременном, эпизодическом различении объектов</i>										
при высокой насыщенности помещений светом	Независимо от размера объекта различения	Г	–	Независимо от продолжительности зрительной работы	300	100	60	Не регламентируется	3,0	1,0
при нормальной насыщенности помещений светом		Д	–		200	75	90		2,5	0,7
при низкой насыщенности помещений светом		Е	–		150	50	90		2,0	0,5
<i>Общая ориентировка в пространстве интерьера</i>										
при большом скоплении людей	Независимо от размера объекта различения	Ж	1	Независимо от продолжительности зрительной работы	75	Не регламентируется				
при малом скоплении людей			2		50					

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Общая ориентировка в зонах передвижения</i>										
при большом скоплении людей	Независимо от размера объекта различения	3	1	Независимо от продолжительности зрительной работы	30	Не регламентируется				
при малом скоплении людей			2		20					

* Дополнительно регламентируется в случаях специальных архитектурно-художественных требований.

Примечание. Наименьшие размеры объекта различения и соответствующие им разряды зрительной работы устанавливаются при расположении объектов различения на расстоянии не более 0,5 м от работающего при среднем контрасте объекта различения с фоном и светлым фоном. При уменьшении (увеличении) контраста допускается увеличение (уменьшение) освещенности на I ступень по шкале освещенности.

144

Приложение 4

Нормируемые показатели освещения некоторых помещений общественных и жилых зданий, административных и бытовых зданий предприятий (СНБ 2. 04. 05-98)

Помещения	Плоскость (Г – горизонтальная, В – вертикальная) нормирования освещенности и КЕО, высота плоскости над полом, м	Разряд и подразряд зрительной работы по прил. 2 и 3	Искусственное освещение					Естественное освещение		
			Освещенность рабочих поверхностей, лк		Цилиндрическая освещенность, лк	Показатель дискомфорта, не более	Коэффициент пульсации освещенности, %, не более	КЕО (ε _н) %		
			при комбинированном освещении	при общем освещении				При верхнем или верхнем и боковом освещении	При боковом освещении	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
<i>Общеобразовательные школы и школы-интернаты, профессионально-технические, средние специальные и высшие учебные заведения</i>										
1. Классные комнаты, аудитории, учебные кабинеты, лаборатории, лаборантские	В – на середине доски	А-1	–	500	–	–	15	–	–	
	Г – 0,8 на рабочих столах и партах	Б-1	–	500	–	40	15	4,0	1,5	

145

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2. Кабинеты информатики и вычислительной техники	В – 1,2 (на экране дисплея)	Б-2	–	200	–	–	–	–	–
	Г – 0,8 на рабочих столах и партах	А-2	–	500 / 300	400	–	25	10	1,5
<i>Административные и бытовые здания и помещения предприятий</i>									
3. Санитарно-бытовые помещения:									
а) умывальные, туалет, курительные	Пол	Ж-1	–	75	–	–	–	–	0,3
б) душевые, гардеробные, помещения для сушки, обеспыливания и обезвреживания одежды и обуви, помещения для обогрева работающих	Пол	Ж-2	–	50	–	–	–	–	0,3
<i>Прочие помещения общественных и жилых зданий, производственных, административных и бытовых зданий предприятий</i>									
4. Вестибюли и гардеробные уличной одежды:									
а) в вузах, школах, театрах, клубах, общежитиях, гостиницах и главных входах в крупные промышленные предприятия и общественные здания	Пол	Е	–	150	–	–	–	–	0,4
б) в прочих промышленных, вспомогательных и общественных зданиях	Пол	Ж-1	–	75	–	–	–	–	–
в) вестибюли в жилых зданиях	Пол	3-1	–	30	–	–	–	–	–

146

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5. Лестницы:									
а) главные лестничные клетки общественных, производственных и вспомогательных зданий	Пол (площадки, ступени)	В-2	–	100	–	–	–	–	0,2
б) лестничные клетки жилых зданий	Пол	–	–	10 ¹⁾	–	–	–	–	0,1
в) остальные лестничные клетки	Пол	Ж-2	–	50	–	–	–	–	0,1
6. Коридоры и проходы									
а) главные коридоры и проходы	Пол	Ж-1	–	75	–	–	–	–	0,1
б) поэтажные коридоры жилых зданий	Пол	3-2	–	20	–	–	–	–	–
в) остальные коридоры	Пол	Ж-2	–	50	–	–	–	–	–

147

Примечания:

1. Более подробные таблицы нормируемых значений показателей освещения приводятся в отраслевых нормах.
2. Для помещений, указанных в пп. 4б, в, 6б в настоящей таблице, естественная освещенность путей эвакуации должна быть не менее 0,2 лк.

Коэффициент светового климата и номер группы административных районов стран СНГ (СНБ 2. 04. 05-98)

148

Световые проемы	Ориентация световых проемов по сторонам горизонта	Коэффициент светового климата, м																				
		Номер группы административных районов стран СНГ																				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
В наружных стенах зданий	С	0,75	0,75	0,9	1	0,8	1	0,9	0,75	0,75	0,7	0,9	1	0,9	1,1	1,2	0,8	0,7	0,7	0,7	0,85	0,9
	СВ, СЗ	0,75	0,75	0,9	1	0,8	1	0,9	0,75	0,7	0,7	0,85	1	0,9	1,1	1,2	0,8	0,7	0,65	0,7	0,85	0,9
	З, В	0,7	0,7	0,9	1	0,75	0,9	0,8	0,7	0,65	0,7	0,8	1	0,9	1,1	1,1	0,8	0,65	0,6	0,65	0,8	0,85
	ЮВ, ЮЗ	0,7	0,7	0,85	1	0,75	0,9	0,8	0,7	0,65	0,7	0,8	1	0,85	1	1,1	0,8	0,65	0,6	0,65	0,8	0,85
	Ю	0,7	0,7	0,85	0,95	0,75	0,9	0,8	0,7	0,65	0,7	0,8	1	0,85	1	1,1	0,75	0,65	0,6	0,65	0,75	0,85
В прямоугольных и трапециевидных фонарях	С-Ю	0,65	0,7	0,9	1	0,75	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7	0,8	1	0,9	1,1	1,2	0,75	0,65	0,6	0,65	0,8	0,8
	СВ-ЮЗ ЮВ-СЗ	0,65	0,7	0,9	1	0,7	0,9	0,85	0,8	0,75	0,65	0,8	1	0,9	1,2	1,2	0,7	0,6	0,55	0,6	0,75	0,8
	В-З	0,6	0,65	0,85	1	0,7	0,85	0,8	0,75	0,7	0,6	0,75	1	0,9	1,1	1,2	0,7	0,5	0,5	0,55	0,7	0,75

Окончание прил. 5

149

Световые проемы	Ориентация световых проемов по сторонам горизонта	Коэффициент светового климата, м																				
		Номер группы административных районов стран СНГ																				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
В фонарях типа «Шед»	С	0,7	0,7	0,9	1	0,7	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7	0,85	1	0,9	1,2	1,2	0,7	0,65	0,65	0,65	0,8	0,8
В зенитных фонарях	—	0,55	0,6	1	1	0,6	0,8	0,8	0,75	0,7	0,6	0,75	1	0,9	1,2	1,2	0,75	0,5	0,5	0,6	0,7	0,8

Примечания:

1. 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.
2. Группы административных районов стран СНГ по ресурсам светового климата приведены в прил 6.

Группы административных районов стран СНГ
по ресурсам светового климата (СНБ 2. 04. 05-98)

150

Номер группы	Государство, административный район
1	Азербайджанская Республика
2	Республика Армения
	Республика Беларусь
3	Брестская, Гомельская области
4	Остальная территория республики
5	Республика Грузия
	Республика Казахстан
6	Северо-Казахстанская, Кокчетавская, Кустанайская области
7	Актюбинская, Уральская, Целиноградская, Тургайская области
8	Гурьевская, Мангышлакская, Карагандинская, Павлодарская, Семипалатинская, Восточно-Казахстанская, Талды-Курганская, Джезказганская области
9	Чимкентская, Кызыл-Ординская, Алма-Атинская области
10	Кыргызская Республика
11	Республика Молдова
	Российская Федерация
12	Московская, Смоленская, Владимирская, Калужская, Тульская, Рязанская, Нижегородская, Свердловская, Пермская, Челябинская, Курганская, Новосибирская, Кемеровская области, Мордовия, Чувашия, Удмуртия, Башкортостан, Татарстан, Красноярский край (севернее 63° с.ш.), Якутская-Саха (севернее 63° с.ш.), Чукотский нац. округ, Хабаровский край (севернее 55° с.ш.)

Окончание прил. 6

151

Номер группы	Государство, административный район
13	Брянская, Курская, Орловская, Белгородская, Воронежская, Липецкая, Тамбовская, Пензенская, Самарская, Ульяновская, Оренбургская, Саратовская, Волгоградская области, Республика Коми, Кабардино-Балкарская республика, Северо-Осетинская республика, Чеченская Республика, Ингушская республика, Ханты-Мансийский нац. округ, Алтайский край, Красноярский край (южнее 63° с.ш.), Якутская Саха (южнее 63° с.ш.), Республика Тува, Бурятская Республика, Читинская область, Хабаровский край (южнее 55° с.ш.), Магаданская область
14	Псковская, Новгородская, Тверская, Ярославская, Ивановская, Ленинградская, Вологодская, Костромская, Кировская области, Карельская Республика, Ямало-Ненецкий нац. округ, Ненецкий нац. округ
15	Архангельская, Мурманская области
16	Калмыцкая республика, Ростовская, Астраханская области, Ставропольский край, Дагестанская республика, Амурская область, Приморский край
17	Республика Таджикистан
18	Туркменистан
19	Республика Узбекистан
20	Украина
21	Республика Крым, Одесская область
22	Остальная территория республики

Приложение 7

ПДУ звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряженности, дБА

Категория напряженности трудового процесса	Категория тяжести трудового процесса				
	Легкая физическая нагрузка	Средняя физическая нагрузка	Тяжелый труд 1 степени	Тяжелый труд 2 степени	Тяжелый труд 3 степени
Напряженность легкой степени	80	80	75	75	75
Напряженность средней степени	70	70	65	65	65
Напряженный труд 1 степени	60	60	–	–	–
Напряженный труд 2 степени	50	50	–	–	–

Примечания:

1. Для тонального и импульсного шума ПДУ на 5 дБА меньше значений, указанных в прил. 7.
2. Для шума, создаваемого в помещениях установками кондиционирования воздуха, вентиляции и воздушного отопления ПДУ на 5 дБА меньше фактических уровней шума в помещениях (измеренных или рассчитанных), если последние не превышают значения, указанные в прил. 7 (поправка для тонального и импульсного шума в этом случае не учитывается); в противном случае – на 5 дБА меньше значений, указанных в прил. 7.
3. Дополнительно для колеблющегося во времени и прерывистого шума максимальный уровень звука не должен превышать 110 дБА, а для импульсного шум - 125 дБА. Максимальный уровень звука L_{4max} , дБА – уровень звука, соответствующий максимальному показателю шумомера при визуальном отсчете, или значение уровня звука, превышаемое в течение 1 % времени измерения при регистрации автоматическим устройством.

ПДУ звукового давления, уровни звука и эквивалентные уровни звука для основных наиболее типичных видов трудовой деятельности и рабочих мест (СН 2.2.4/2.1.8.562-96)

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

153

Продолжение прил. 8

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

154

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
5. Выполнение всех видов работ (за исключением перечисленных в пп. 1–4 и аналогичных им) на постоянных рабочих местах в производственных помещениях и на территории предприятий	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80
<i>Автобусы, грузовые, легковые и специальные машины</i>										
6. Рабочие места водителей и обслуживающего персонала грузовых автомобилей	100	87	79	72	68	65	63	61	59	70
7. Рабочие места водителей и обслуживающего персонала (пассажиров) легковых автомобилей и автобусов	93	79	70	63	58	55	52	50	49	60
<i>Сельскохозяйственные машины и оборудование, строительно-дорожные, мелиоративные и др. аналогичные виды машин</i>										
8. Рабочие места водителей и обслуживающего персонала тракторов, самоходных шасси, прицепных и навесных сельскохозяйственных машин, строительно-дорожных и др. аналогичных машин	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80
<i>Пассажирские и транспортные самолеты и вертолеты</i>										
9. Рабочие места в кабинах и салонах самолетов и вертолетов:										
– допустимые	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80
– оптимальные	96	83	74	68	63	60	57	55	54	65

Примечания:

1. Допускается в отраслевой документации устанавливать более жесткие нормы для отдельных видов трудовой деятельности с учетом напряженности труда.

2. Запрещается даже кратковременное пребывание в зонах с октавными уровнями звукового давления свыше 135 дБ в любой октавной полосе.

Приложение 9

Предельно допустимые значения вибрации
рабочих мест-категорий 3 - технологической типа «а»

Среднегеометрические частоты полос, Гц	Предельно допустимые значения по осям X_0, Y_0, Z_0							
	виброускорение				виброскорость			
	м/с ²		дБ		м/с · 10 ⁻²		дБ	
	1/3 окт.	1/1 окт.	1/3 окт.	1/1 окт.	1/3 окт.	1/1 окт.	1/3 окт.	1/1 окт.
1,6	0,090		49		0,90		105	
2,0	0,080	0,14	48	53	0,63	1,30	102	108
2,5	0,071		47		0,45		99	
3,15	0,063		46		0,32		96	
4,0	0,056	0,10	45	50	0,22	0,45	93	99
5,0	0,056		45		0,18		91	
6,3	0,056		45		0,14		87	
8,0	0,056	0,10	45	50	0,11	0,22	87	93
10,0	0,071		47		0,11		87	
12,5	0,090		49		0,11		87	
16,0	0,112	0,20	51	56	0,11	0,20	87	92
20,0	0,140		53		0,11		87	
25,0	0,180		55		0,11		87	
31,5	0,224	0,40	57	62	0,11	0,20	87	92
40,0	0,280		59		0,11		87	
50,0	0,355		61		0,11		87	
63,0	0,450	0,80	63	68	0,11	0,20	87	92
80,0	0,560		65		0,11		87	
Корректированные и эквивалентные корректированные значения и их уровни	–	0,10	–	50	–	0,20	–	92

Приложение 10

Весовые коэффициенты

Среднегеометрические частоты полос, Гц	Общая вибрация				Локальная вибрация	
	для виброускорения		для виброскорости		для виброускорения	для виброскорости
	в 1/1 окт.		в 1/1 окт.		в 1/1 окт.	
	Z	X, Y	Z	X, Y	$Z_{л}, X_{л}, Y_{л}$	
1	0,5	1,0	0,045	0,5	–	–
2	0,71	1,0	0,16	0,9	–	–
4	1,0	0,5	0,45	1,0	–	–
8	1,0	0,25	0,9	1,0	1,0	0,5
16	0,5	0,125	1,0	1,0	1,0	1,0
31,5	0,25	0,063	1,0	1,0	0,5	1,0
63	0,125	0,0315	1,0	1,0	0,25	1,0

Приложение 11

Классификация помещений и зданий по пожарной опасности согласно НПБ 5-2005

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
А (взрывопожаро-опасная)	Горючие газы (далее – ГГ), легковоспламеняющиеся жидкости (далее – ЛВЖ) с температурой вспышки не более 28 °С в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа. Вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом в таком количестве, что расчетное избыточное давление взрыва в помещении превышает 5 кПа (отдел зарядки аккумуляторов, хранения и отпуска бензина, склады баллонов с горючим газом и др.; отделения приготовления водки, спиртохранения, склады с ЛВЖ, участки приготовления лаков, краски, склады (карбида кальция, хранения ацетиленовых баллонов, лакокрасочных материалов и легковоспламеняющихся жидкостей)
Б (взрывопожаро-опасная)	Горючие пыли или волокна, ЛВЖ с температурой вспышки более 28 °С, горючие жидкости (далее – ГЖ) в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные пылевоздушные или паровоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа (мукомольное производство сальной муки, склады бестарного хранения муки, цех сушки молока, солодобродильный, производство комбикормов, отделение ремонта топливно- и гидроаппаратуры, склады хранения баллонов с кислородом)

Окончание прил. 11

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
В1-В4 (пожароопасные)	ГЖ и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии или обращаются, относятся к категориям А или Б (лесопильные, столярные склады, склады хранения зерна, склады растительного масла, тарные склады муки и сахара, отделение сушки сыворотки, гаражи, столярные мастерские, склады масел и кислот, электрощитовая)
Г1	ГГ и ЛВЖ, сжигаемые в качестве топлива (котельные, кузнечный цех и др.)
Г2	Негорючие вещества и материалы в горячем раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени. Процессы, связанные со сжиганием в качестве топлива ГЖ, а также твердых горючих веществ и материалов (кузнечные помещения ДВС, участки термической обработки, котельные, гаражи и теплицы на газу, топочные отделения)
Д	Негорючие вещества и материалы в холодном состоянии (овощехранилища, отделения наружной очистки, разборочно-мочные отделения)

Примечание. Определение категорий В1-В4 осуществляют по максимальному значению удельной временной пожарной нагрузки (МДж /м²) на любом участке.

Приложение 12

Наименование сельскохозяйственных производственных объектов и их площади

161

Наименование помещений, сооружений и установок	Фактическая площадь, м ²														
	Варианты для расчета														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1. Помещения для содержания скота и птицы	2100	2400	2600	2700	3200	2000	1900	2900	3000	3500	2200	2300	3100	1800	2500
2. Кормоприготовительные помещения	500	400	600	800	700	1000	750	900	550	650	450	850	650	950	500
3. Участки окраски, обезжиривания и мойки	370	650	220	100	150	300	360	250	560	500	400	700	600	240	350
4. Мельницы	260	190	140	350	450	200	240	640	800	750	420	350	280	300	440
5. Закрытые склады сухих минеральных удобрений	3500	2100	1900	2000	2500	2400	3600	2800	3300	3400	2200	3200	1800	2600	3000
6. Закрытые склады зерна, спецкультур, муки	600	250	350	350	650	200	500	400	700	100	150	300	350	250	550
7. Открытые склады грубых кормов (сено, солома), скирд	6	2	1	4	5	6	7	8	1	2	3	8	5	7	6
8. Открытые склады легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ) и горючих жидкостей (ГЖ), резервуаров	5	3	4	1	7	8	2	3	6	2	7	4	5	6	8

Приложение 13

Нормы обеспечения первичными средствами пожаротушения зданий, сооружений и помещений («Правила пожарной безопасности Республики Беларусь для объектов сельскохозяйственного производства» ППБ 2.36–2008)

161

Наименование помещений, сооружений и установок	Условная защищаемая площадь, м ²	Наименование первичных средств пожаротушения						Примечание
		Огнетушители ручные, вместимость (л.)						
		порошковые 10 л или 2×5 л	углекислотные 5(8) л	воздушно-пенные 10 л (2×5 л)	ящик с песком	противопожарное полотно, шт.	бочка с водой	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Мельница	100			1			1	
Пункты переработки льна	100			1			1	
Участки окраски, обезжиривания и мойки	100			2	1	1		
Аккумуляторные	На помещение		1	1				
Дизельные установки	На одну установку	1			1	1		
АЗС, раздаточные колонки								
Лаборатории	50		1	1	1			
Склады, хранилища								
Закрытые								
Зерна, спецкультур, муки	200			1			1	в летнее время – не менее 4 бочки на здание

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Продовольствия, фуража	300							
Баллонов с горючими газами	300							
Волокнистых горючих материалов	100							
Ядохимикатов	100							
Аммиачной селитры, аммиачной воды и жидкого аммиака	100							
Сухих минеральных удобрений	500							
Карбида кальция	100							
Кислота	200							
Открытые								
ЛВЖ и ГЖ	200							
Волокнистых горючих материалов	200							Бочка с водой устанавливается на летний период
Грубых кормов (сено, солома)	На каждую скирду, штабель			1			1	Бочка с водой устанавливается на летний период

Примечания:

1. Нормы обеспечения первичными средствами пожаротушения автотранспортных средств определяют по ППБ 2.06.

2. Для помещений, установок, не перечисленных в указанном приложении, следует руководствоваться требованиями правил пожарной безопасности, требования которых на указанные помещения распространяются.

3. Необходимое количество первичных средств пожаротушения рассчитывается по каждому этажу и помещению, а также этажеркам открытых установок. При этом на этаже и в помещении должно быть не менее 2-х огнетушителей.

4. Необходимое количество первичных средств пожаротушения рассчитывается по каждому этажу и помещению, а также этажеркам открытых установок.

5. Если на предприятии возможны комбинированные очаги пожаров, то предпочтение при выборе огнетушителя отдается более универсальному по области применения.

6. Комплектование технологического оборудования первичными средствами пожаротушения осуществляется согласно требованиям технических условий (паспортов) на это оборудование. Комплектование импортного оборудования огнетушителями производится согласно условиям договора на его поставку.

7. Емкости с водой устанавливаются в помещении при отсутствии внутреннего противопожарного водопровода. Объем бочек не менее $0,2 \text{ м}^3$ и комплектоваться ведром.

8. На 1000 м^2 территории застроек необходимо устанавливать 2 емкости с водой не менее $0,2 \text{ м}^3$ каждая, один ящик с песком объемом не менее $0,5 \text{ м}^3$ и пожарный щит со следующим пожарным инвентарем (примерный перечень): огнетушители – 2; ведра – из расчета по два ведра на бочку; полотнище противопожарное $2 \times 2 \text{ м}$ – 1; топор пожарный – 2; багор металлический – 2; лом – 2; лопата – 2.

9. Песок допускается заменять другим местным негорючим сыпучим материалом (флюсы, карналлит, кальцинированная сода и др).

10. Пожарный щит должен соответствовать требованиям ГОСТ 12.4.009 и включать в себя: багор – 1 шт.; лом – 1 шт.; лопата – 1 шт.; ведро – 2 шт.; полотнище противопожарное – 1 шт.; ящик для песка – 1 м^3 .

Нормы обеспечения первичными средствами пожаротушения автотранспортных средств
 («Правила пожарной безопасности Республики Беларусь для объектов
 сельскохозяйственного производства» ППБ 2.36-2008)

Наименование автотранспортных средств	Наименование первичных средств пожаротушения, не менее				
	Огнетушители порошковые ручные (штук) вместимостью, кг	Штыковая лопата	Швабра	Ящик с песком (0,5 м ³)	Противопожарное полотно (1,5×1,5 м)
1. Зерноуборочные комбайны	2×8	2	2	1	1
2. Самоходные комбайны	1×8 (2×4)	2	2	1	1
3. Прицепные комбайны	1×4	2	2	–	–
4. Жатки валковые	–	2	2	–	–
5. Косилки тракторные	1×4	1	–	–	–
6. Самоходные машины	1×8 (2×4)	2	–	–	1

Примечания:

1. Нормы обеспечения первичными средствами пожаротушения автотранспортных средств, не указанных в прил. 7, определяются по ППБ 2.06.
2. Нормы первичных средств пожаротушения для открытых стоянок автотранспортных средств определяются по ППБ 2.06.
3. На автотранспортных средствах, работающих на торфяниках сельскохозяйственного использования, должны быть: 2 порошковых огнетушителя (по 8 кг каждый), 2 лопаты, 2 ведра, противопожарное полотно размером 2×2 м.
4. Необходимое количество первичных средств пожаротушения рассчитывается по каждому этажу и помещению, а также этажеркам открытых установок. При этом на этаже и в помещении должно быть не менее 2-х огнетушителей.
5. Если на предприятии возможны комбинированные очаги пожаров, то предпочтение при выборе огнетушителя отдается более универсальному по области применения.
6. Песок допускается заменять другим местным негорючим сыпучим материалом (флюсы, карналлит, кальцинированная сода и др.).

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК

РЕПОЗИТОРИЙ БГАТУ

ДЛЯ ЗАМЕТОК

Учебное издание

ОХРАНА ТРУДА

Лабораторный практикум

Составители:

Ткачева Людмила Тимофеевна,
Жаркова Наталья Николаевна,
Бренч Марина Валерьевна и др.

Ответственный за выпуск В. Г. Андруш
Редактор Ю. П. Каминская
Компьютерная верстка Ю. П. Каминской

Подписано в печать 01.04.2011 г. Формат 60×84¹/₁₆. Бумага офсетная.
Ризография. Усл. печ. л. 9,76. Уч.-изд. л. 8,90. Тираж 100 экз. Заказ 338.

Издатель и полиграфическое исполнение:
учреждение образования
«Белорусский государственный аграрный технический университет».
ЛИ № 02330/0552984 от 14.04.2010.
ЛП № 02330/0552743 от 02.02.2010.
Пр-т Независимости, 99–2, 220023, Минск.

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Кафедра управления охраной труда

ОХРАНА ТРУДА

Лабораторный практикум

**Минск
БГАТУ
2011**