

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова

А. С. Едаменко, А. В. Ястребинская

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Учебное пособие

**Белгород
2017**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова

А. С. Едаменко А. В. Ястребинская,

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Учебное пособие

*Утверждено ученым советом университета в качестве учебного
пособия для студентов направления бакалавриата
15.03.02 - Технологические машины и оборудование*

Белгород
2017

УДК 614.8(07)

ББК 68.9я7

Е32

Рецензенты:

Начальник отдела по надзору и контролю за соблюдением
законодательства по охране труда Государственной инспекции
труда в Белгородской области,
канд. техн. наук *И. П. Шевцов*
канд. техн. наук, доц. Белгородского государственного
технологического университета
им. В.Г. Шухова *Е. В. Климова*

Едаменко, А. С.

Е32 **Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие / А. С.
Едаменко, А. В. Ястребинская. – Белгород: Изд-во БГТУ,
2017.– 67 с.**

В данном учебном пособии приведены лабораторные работы по курсу «Безопасность жизнедеятельности», порядок и требования к выполнению работ, а также контрольные вопросы. Учебное пособие предназначено для студентов направления бакалавриата 15.03.02 - Технологические машины и оборудование.

Издание публикуется в авторской редакции.

УДК 614.8(07)

ББК 68.9я7

© Белгородский государственный
технологический университет
(БГТУ) им. В. Г. Шухова, 2017

ВВЕДЕНИЕ

Курс «Безопасность жизнедеятельности» изучает взаимодействие человека с техносферой и содействует формированию у будущих специалистов знаний, умений и навыков по проблеме сохранения здоровья и безопасности человека в среде обитания.

В настоящее время многие виды производственной деятельности связаны с вредными и опасными факторами, уровень воздействия которых на человека определяется как их собственными свойствами, так и особенностями производства. Это не только снижает эффективность использования трудовых ресурсов и существенно уменьшает производительность труда, но и приводит к профессиональным заболеваниям работающих и, в конечном итоге, влияет на состояние здоровья настоящего и будущих поколений.

Обеспечение приемлемых условий труда является одной из основных сторон научных и практических интересов человечества. Решение данной задачи зависит от руководителей предприятий и специалистов службы охраны труда. Роль и значение создания здоровых условий труда возрастает, а специалист службы охраны труда выступает в роли консультанта нанимателя по вопросам условий труда и безопасности производства. И от его работы и компетентности, в первую очередь, зависит уровень организаторской работы по созданию наиболее благоприятных условий труда.

Настоящее учебное пособие создано на основе стандартов безопасности, действующих санитарных норм, положений, руководств, других нормативных документов и в соответствии с программой курса «Безопасность жизнедеятельности» для студентов направления бакалавриата 15.03.02 Технологические машины и оборудование.

Основная задача данного издания освоение студентами основ профилактики травматизма и профессиональных заболеваний, привитие навыков самостоятельной оценки условий труда на рабочих местах, работы с приборами, нормативными документами, планирования и практического осуществления мероприятий улучшению условий труда на рабочих местах

Учебное пособие состоит из 9 лабораторных работ, приложения и списка литературы. В описании каждой работы даются ее цель, общие сведения, используемые приборы и оборудование, порядок выполнения работы, требования к отчету и контрольные вопросы.

Лабораторная работа № 1

Исследование параметров микроклимата рабочей зоны производственных помещений

Цель работы: изучение приборов и методов измерения параметров микроклимата производственных помещений, приобретение практических навыков в оценке микроклимата рабочей зоны.

Основные понятия и определения

Необходимым условием эффективной производственной деятельности человека является обеспечение нормальных метеорологических условий (микроклимата) в помещениях.

Микроклимат представляет собой комплекс физических факторов, оказывающих влияние на теплообмен человека с окружающей средой, его тепловое состояние и определяющих самочувствие, работоспособность, здоровье и производительность труда. На формирование производственного микроклимата влияют технологический процесс, климат местности, сезон года, условия отопления и вентиляции.

Микроклимат производственных помещений – это климат внутренней среды этих помещений, определяемый действующими на организм человека факторами:

- температура воздуха, °С;
- температура поверхностей ограждающих конструкций (стены, пол, потолок, технологическое оборудование и т.д.) °С;
- относительная влажность воздуха, %;
- скорость движения воздуха, м/с;
- интенсивность теплового облучения, Вт/м².

Нормы производственного микроклимата установлены ГОСТ 12.1.005–88* «ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» и СанПиН 2.2.4.548–96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».

В соответствии с этими документами нормируются оптимальные и допустимые параметры микроклимата.

Допустимыми считаются такие параметры микроклимата, которые при длительном воздействии могут вызывать напряжения реакции терморегуляции человека, но к нарушению состояния здоровья не приводят.

Оптимальными являются такие микроклиматические параметры, которые не вызывают напряжения реакций терморегуляции и обеспечивают высокую работоспособность человека.

Оптимальные микроклиматические условия установлены по критериям оптимального теплового состояния организма человека (см. табл. 1.1). 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 высокого уровня работоспособности и являются предпочтительными на рабочих местах.

Оптимальные величины показателей микроклимата необходимо соблюдать на рабочих местах производственных помещений, на которых выполняются работы операторского типа, связанные с нервно-эмоциональным напряжением (в кабинах, на пультах и постах управления технологическими процессами, в залах вычислительной техники и др.).

Допустимые микроклиматические условия установлены по критериям допустимого теплового состояния человека на период 8-часовой рабочей смены (см. табл. 1.2). 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 устанавливаются в случаях, когда по технологическим, техническим или экономическим причинам не могут быть обеспечены оптимальные величины.

Кроме оптимальных и допустимых параметров микроклимата в ГОСТ 12.1.005–88* и СанПиН 2.2.4.548–96 приведены различные дополнения и уточнения.

Допустимые величины интенсивности теплового облучения работающих от открытых источников (нагретый металл, стекло, открытое пламя и др.) не должны превышать 140 Вт/м². При этом облучению не должно подвергаться более 25 % поверхности тела и обязательным является использование средств индивидуальной защиты, в том числе средств защиты лица и глаз.

Параметры микроклимата как оптимальные, так и допустимые зависят от периода года и категории работ по уровню энергозатрат (см. табл. 2.1 и 2.2).

Период года учитывает теплоизоляционные характеристики одежды и акклиматизацию организма в разное время года. Различают теплый и холодный периоды года. Холодный период года характеризуется среднесуточной температурой наружного воздуха, равной +10 °С и ниже, теплый – выше +10 °С.

Разграничение работ по категориям осуществляется на основе интенсивности общих энергозатрат организма: легкие физические работы (категория I – Ia и Ib), средней тяжести физические работы (категория II-IIa и IIб), тяжелые физические работы (категория III).

Таблица 1.1

Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Ia (до139)	22-24	21-25	60-40	0,1
	Iб (140-1 74)	21-23	20-24	60-40	0,1
	IIa (175-232)	19-21	18-22	60-40	0,2
	IIб (233-290)	17-19	16-20	60-40	0,2
	III (более 290)	16-18	15-19	60-40	0,3
Теплый	Ia (до139)	23-25	22-26	60-40	0,1
	Iб (140-1 74)	22-24	21-25	60-40	0,1
	IIa (175-232)	20-22	19-23	60-40	0,2
	IIб (233-290)	19-21	18-22	60-40	0,2
	III (более 290)	18-20	17-21	60-40	0,3

Приборы для измерения параметров микроклимата

Для контроля параметров микроклимата на рабочих местах рекомендуется использовать следующие приборы:

Температуру и влажность воздуха определяют аспирационными психрометрами или термогигрометр (рис.1.1). Психрометр состоит из двух одинаковых ртутных термометров – сухого и влажного. Резервуар влажного термометра обернут гигроскопической тканью, конец которой опущен в стаканчик с дистиллированной водой. Поскольку на испарение влаги расходуется тепло, этот термометр показывает более низкую температуру, чем сухой. Чем ниже влажность, тем меньше показания температуры влажного термометра, поскольку с уменьшением влаги в воздухе возрастает испарение воды с увлажненной ткани и поверхность ртутного резервуара охлаждается в большей степени. Сухой термометр показывает температуру воздуха.

Таблица 1.2

Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С		Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
		Диапазон ниже оптимальных величин	Диапазон выше оптимальных величин			для диапазона температур воздуха ниже оптимальных величин, не более	для диапазона температур воздуха выше оптимальных величин, не более
Холодный	Ia (до139)	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	0,3
	IIб (233-290)	15,0-16,9	19,1-22,0	14,0-23,0	15-75	0,2	0,4
	III (более 290)	13,0-15,9	18,1-21,0	12,0-22,0	15-75	0,2	0,4
Теплый	Ia (до139)	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

По разности показаний термометров с помощью специальных психрометрических таблиц определяют относительную влажность воздуха (табл.1.3.). Аспирационный психрометр снабжен вентилятором, который протягивает через прибор исследуемый воздух с равномерной скоростью, что повышает точность показаний прибора. (Аспирация – движение воздуха. Также можно использовать



Рис. 1.1 Аспирационный психрометр и термогигрометр:

1 – резервуар ртутного термометра; 2 – шкала ртутного термометра; 3 – корпус психрометра; 4 – ключ заводного механизма; 5 – вентилятор; 6 – груша с пипеткой

Таблица 1.3

Психрометрическая таблица для определения относительной влажности воздуха, движущегося

Психрометрическая разность	Влажность, %, при температуре сухого термометра, С°												
	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
0,5	94	95	95	96	96	96	96	96	96	96	96		
1	88	89	90	91	91	91	91	92	92	93	93		
1,5	82	84	85	86	87	87	87	88	88	88	88		
2	76	78	80	81	81	82	82	83	83	85	86		
2,5	71	73	75	77	78	79	79	80	80	91	82		
3	65	68	70	72	73	74	74	76	77	78	79		
3,5	60	63	65	67	67	70	71	72	73	74	75		
4	54	57	60	62	64	66	68	69	70	71	72		
4,5	49	52	55	57	59	62	63	65	66	67	68		
5	44	48	51	54	56	58	60	62	64	65	66		
5,5	39	43	47	49	51	53	57	58	60	61	63		
6	34	38	42	46	48	51	54	56	58	59	61		
6,5	29	33	38	41	44	47	50	52	54	55	57		
7	24	28	34	38	41	44	46	48	51	53	55		
7,5	19	24	30	33	36	39	43	45	48	51	53		
8	15	20	25	30	34	36	40	43	45	47	50		
8,5	9	15	22	26	30	32	36	39	42	44	46		
9	-	11	18	23	27	30	34	37	40	42	44		
9,5	-	-	13	19	23	26	30	33	36	30	41		
10	-	-	10	16	20	24	28	31	34	37	40		

Для измерения больших скоростей движения воздуха в производственной практике применяют крыльчатые и чашечные анемометры (рис. 1.2). Эти анемометры чаще всего применяют для оценки работы вентиляционных систем. Принцип действия прибора механический: под давлением движущегося воздуха ось прибора с закрепленными на ней крылышками или чашечками начинает вращаться и тем быстрее, чем больше скорость движения воздуха.



Рис. 1.2 Анемометр цифровой переносной и термоанемометр

Для оценки малых скоростей воздуха на рабочих местах применяют термоанемометры и кататермометры. Термоанемометр – батарейный прибор на полупроводниках (рис. 1.2). Принцип действия основан на изменении сопротивления в датчике прибора, которое происходит при изменении температуры и скорости движения воздуха. Принцип работы кататермометра, представляющего собой спиртовой термометр с резервуаром до 20 мл, основан на измерении скорости падения температуры при охлаждении от 38 до 35 °С, что позволяет судить о подвижности окружающего воздуха.

Порядок выполнения работы

1. Определить температуру и относительную влажность воздуха в помещении с помощью аспирационного психрометра или термогигрометра.
2. Определить скорость движения воздуха на рабочем месте.
3. Заполнить табл. 1.4

Таблица 1.4

Результаты измерений

Наименование				Температура воздуха, °С		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/с	
Место замера	Категория работы	Характеристика	Период года	Фактически замеренная	Оптимальная по нормам	Фактически замеренная	Оптимальная по нормам	Фактически замеренная	Оптимальная по нормам

4. Сравнить полученные результаты с оптимальными значениями параметров по ГОСТ 12.1.005–88*.

5. Сделать выводы.

Контрольные вопросы

1. Какие основные параметры воздушной среды определяют микроклимат рабочей зоны производственных помещений?

2. Какая существует взаимосвязь между самочувствием человека и состоянием микроклимата производственной среды?

3. Какие факторы учитываются при нормировании микроклимата рабочей зоны помещений?

4. Какими нормативными документами регламентированы метеорологические условия производственной среды?

5. Дайте определение оптимальных и допустимых параметров микроклимата.

6. Назовите приборы для измерения температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха.

7. Какие санитарно-гигиенические мероприятия позволяют создавать и поддерживать микроклимат рабочей зоны в соответствии с требованиями ГОСТов и санитарных норм.

Лабораторная работа №2**Исследование эффективности работы вентиляционной установки**

Цель работы: закрепление теоретических знаний, касающихся назначения и существующих видов вентиляции, принципов их действия; знакомство с механическими вентиляционными системами, их техническими характеристиками; определение технических характеристик расчетно-экспериментальным путем.

Основные понятия и определения

Системы вентиляции предусмотрены во всех современных зданиях с целью удаления загрязненного воздуха. Однако зачастую такие вытяжные системы не справляются с очисткой воздуха. Эта проблема особенно остро встает при необходимости удаления сильно загрязненного воздуха из хранилищ, рабочих мест на заводах и из других крупных помещений с источниками загрязнения воздуха.

Вентиляция – это совокупность устройств и мероприятий для обеспечения нормального воздухообмена в помещениях. Системы вентиляции поддерживают допустимые метеорологические параметры в помещениях различного назначения.

Вентиляционные системы делят на несколько типов:

1. по способу циркуляции воздуха: естественные и принудительные(механические)
2. по исполнению: приточные, вытяжные и приточно-вытяжные
3. по зоне обслуживания: общеобменные и местные
4. по конструкции: канальные и бесканальные.
5. по использованию тепла: с рекуперацией тепла и без рекуперации.

Естественная вентиляция

В каждом помещении существует естественная система вентиляции. Она осуществляется за счет неплотностей в конструкции зданий, либо путем обычного проветривания комнат, либо установкой специальных приточно-вытяжных проемов, воздухообмен в которых можно регулировать. Принцип работы естественной вентиляции осуществляется за счет

- разности температуры атмосферного и комнатного воздуха
- разности давлений "воздушного столба" между нижним уровнем (обслуживаемым помещением) и верхним уровнем - вытяжным устройством, установленным на кровле здания
- в результате «ветрового» давления.

Преимуществом системы естественной вентиляции помещений в том, что не требуются большие финансовые вложений в вентиляционное оборудование, такая вентиляция проста в установке и не нуждается в электроэнергии для своей работы.

Однако работа естественной вентиляции зависит от переменных факторов, таких как, температура воздуха или направление и скорость ветра. К тому же небольшое располагаемое давление ограничивает их эксплуатацию, т.е. объем поступающего воздуха и его скорость. Естественная вентиляция подает воздух таким, какой он есть, т.е. зимой –холодный, а летом – горячий.

Механическая вентиляция

Принцип работы механической вентиляции идентичен естественной. Однако, в систему механической вентиляции входят различные приборы, которые создают тягу и таким образом обеспечивают воздухообмен.

Преимуществом механической вентиляции является возможность автономно, независимо от внешних условий, удалять и подавать свежий воздух в помещении, причем в достаточно большом объеме. Кроме того, использование в системе механической вентиляции различных фильтров, нагревателей, охладителей и прочих дополнений также расширяет возможности вентиляции (очистка воздуха, нагрев и охлаждение).

Недостатком такой системы является отсутствие регуляторов температуры воздуха. В случае использования дополнительного оборудования возможен большой расход электроэнергии для нагрева или охлаждения всего объема поступающего в помещение воздуха.

Приточная и вытяжная вентиляция

Приточная вентиляция обеспечивает подачу свежего воздуха в помещение. Вытяжная вентиляция в свою очередь удаляет отработанный воздух. Как правило, современные системы вентиляции являются приточно-вытяжными. Особенностью данных систем является их сбалансированность, учитывающая возможности поступления воздуха в помещения. Как правило, такая вентиляция оборудована большим количеством воздуховодов сложна и дорога в установке и обслуживании, в основном применяется в производственных зданиях и цехах.

Канальная и бесканальная вентиляция

Канальная вентиляция имеет разветвленную сеть воздуховодов для перемещения воздуха, а бесканальная система таких воздуховодом не имеет. Такая вентиляция может быть и местной и общеобменной.

Местная вентиляция

Местная вентиляция может быть приточной, вытяжной и приточно-вытяжной. Местная система вентиляции обеспечивает приток и отток воздуха на определенном месте. Чаще всего такие системы используются в промышленности. Разумеется, с целью проветривания всего помещения или отдельных кабинетов и комнат она неприспособлена, т.к. призвана работать только на небольшом, ограниченном пространстве, т.е. местная вентиляция призвана решить локальные (местные) проблемы вентиляции (удаление вредных веществ из рабочей зоны.).

Общеобменная вентиляция

Общеобменная вентиляция, в отличие от местной, осуществляет вентиляцию во всем объеме помещения. т.е. вентиляция спроектирована так, что приток и вытяжка воздуха способны обеспечить замену всего, содержащегося в помещении воздуха.

Вентиляция с рекуперацией тепла

Вентиляция с рекуперацией тепла предполагает работу, основанную на эффекте сохранения тепла «отработанного» воздуха. Используя для своей работы специально спроектированные рекуператоры (утилизаторы) тепла, такая вентиляция возвращает часть тепловой энергии исходящего воздуха из помещений входящему холодному свежему воздуху. Достоинством данной системы является экономия электроэнергии для нагрева поступающего воздуха.

Централизованная вентиляция

Централизованная система вентиляции предполагает обслуживание нескольких помещений, всего здания целой вентиляционной установкой со множеством воздуховодов. Преимущества данной системы очевидны, но вот к недостаткам можно отнести ее громоздкость и сложность переоборудованию. Такую систему необходимо проектировать при строительстве.

Децентрализованная вентиляция

Децентрализованная система вентиляции отличается тем, что при ее организации отдельные элементы вентиляции не связаны между собой и работают автономно. Преимуществом данной системы является возможность установки вентиляции в различных помещениях, простота конструкций и удобство. Децентрализованная вентиляция способна очищать воздух только на территории отдельного помещения, не охватывая все здание.

Порядок выполнения работы

1. Изучить основные теоретические сведения.
2. Определить площадь сечения отверстия, через которое удаляется загрязненный воздух.
3. Измерить с помощью манометра скоростное давление воздушной струи. Для этого металлическая трубка, изогнутая под углом 90° , открытым концом устанавливается навстречу струе в середине воздуховода; второй конец с помощью шланга присоединяется к манометру. Схема лабораторной установки приведена на рис. 2.1.

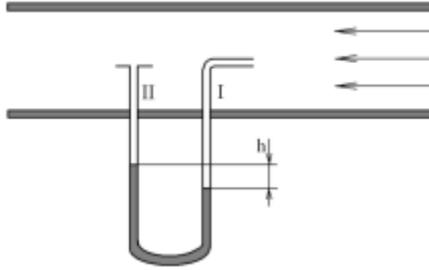


Рис. 2.1. Схема лабораторной установки для определения эффективности работы вытяжного шкафа:

I – трубка полного давления; II – трубка статического давления

4. Произвести необходимые расчеты для вытяжных шкафов объемом 3 и 10 м³ при полном сечении воздуховода и при сечении, перекрытом заслонкой на 1/2 (рассчитать скорость воздушного потока в заданном сечении воздуховода, определить кратность воздухообмена в час, объем вытяжного шкафа, объем удаляемого воздуха).

Количество воздуха, удаляемого от источника вредности, расположенного в вытяжном шкафу, определяют по формуле

$$L = 3600wF, \quad (2.1)$$

где L – количество воздуха, удаляемого работающим вентилятором, м³/ч; F – сечение отверстия, через которое удаляется загрязненный воздух, м²; w – скорость движения воздуха в расчетном сечении (средняя скорость всасывания), м/с.

Скорость воздушного потока в заданном сечении воздуховода

$$w = \sqrt{\frac{2P_{\text{дин}}}{\rho_a}} = \sqrt{\frac{2\rho_{\text{жс}}gh}{\rho_a}}, \quad (2.1)$$

где g – ускорение свободного падения, равное 9,81 м/с²; $P_{\text{дин}}$ – давление воздушной струи, Па; $\rho_{\text{жс}}$ – плотность жидкости, кг/м³, для спирта – 850 кг/м³; h – высота столба жидкости в манометре, м; ρ_a – плотность воздуха, равная 1,29 кг/м³.

Скоростное давление воздушной струи замеряем манометром. Существенной характеристикой вентилируемого объема является кратность воздухообмена в час. Она определяется из выражения

$$K = L/V, \quad (2.3)$$

где K – кратность воздухообмена в час; L – количество воздуха, м³, удаляемого из вентилируемого объема в час; V – вентилируемый объем вытяжного шкафа, м³.

5. Оформить полученные данные, записав результаты замеров и расчетов в таблицу (табл.2.1). В табл. 2.2 приведены нормативные показатели необходимой кратности обмена воздуха для различных групп вредных газов.

Таблица 2.2

Расчетно-экспериментальные показатели эффективности работы вытяжного шкафа

Сечение вентиляционного канала F , м ²	Объем вытяжного шкафа V , м ³	Скорость воздушного потока w , м/с	Объем удаляемого воздуха L , м ³ /ч	Кратность обмена воздуха в час K	Группа вредных газов, с которыми допустимо работать
При полном сечении воздуховода					
	3				
	10				
При сечении воздуховода, перекрытом напополюину					
	3				
	10				

Таблица 2.2

Нормативные показатели кратности обмена воздуха

Группа веществ	ПДК газов или паров, мг/л	Кратность воздухообмена в час K
I группа: Ацетон, бензин, спирты (этиловый, бутиловый), эфиры, пары уксусной кислоты	0,1-1,0	15-20
II группа: Аммиак, бензол, сероуглерод, спирт метиловый, дихлорэтан, четыреххлористый углерод	0,01-0,1	20-25
III группа: Анилин, оксиды азота, оксид цинка, серная кислота, сероводород	0,001-0,01	25-35
IV группа: Мышьяк, пары ртути, хлор, цианистый водород, фосфор желтый	Менее 0,001	35-50

6. Сделать вывод

Контрольные вопросы

1. Что называется вентиляцией?
2. Назовите нормативно-технические документы, определяющие требования к работе вентиляционных систем.
3. Назовите виды вентиляции.
4. Дайте характеристику видам вентиляции
5. Как определяется эффективность работы вытяжного шкафа?
6. Что называют кратностью воздухообмена?

7. Какие показатели рассчитываются в ходе выполнения лабораторной работы?

Лабораторная работа №3

Исследование параметров естественного освещения в помещении

Цель работы: измерение основных параметров, характеризующих естественное, искусственное и совмещенное освещение помещений; ознакомление с методикой их нормирования и расчета

Основные понятия и определения

Посредством зрения люди воспринимают до 90% необходимой для работы информации. Свет - ключевой элемент способности видеть, оценивать форму, цвет и перспективу окружающих нас предметов. Недостаточное освещение вызывает зрительный дискомфорт, выражающийся в ощущении неудобства или напряженности. Длительное пребывание в условиях зрительного дискомфорта приводит к отвлечению внимания, уменьшению сосредоточенности, зрительному и общему утомлению. Кроме создания зрительного комфорта свет оказывает на человека психологическое, физиологическое и эстетическое воздействие. Неудовлетворительная освещенность в рабочей зоне может являться причиной снижения производительности и качества труда, получения травм.

По принципу организации производственное освещение подразделяется на: естественное – освещение помещений светом неба, проникающим через световые проемы в наружных ограждающих конструкциях, искусственное – освещение, создаваемое источниками искусственного света, и совмещенное - освещение, при котором недостаточное по нормам естественное освещение дополняется искусственным.

Роль естественного освещения в обеспечении благоприятных условий труда на производстве весьма велика. За счет дневного света в помещении можно добиться высокого уровня освещенности и на рабочих местах. Причем без всяких затрат электроэнергии. В помещениях с рациональным естественным светом самочувствие людей намного лучше, чем в помещениях без естественного света.

Естественное освещение в зависимости от места расположения световых проемов подразделяется на боковое (одно-и двухстороннее), осуществляемое через световые проемы в наружных стенах; верхнее -

через световые фонари, проемы в кровле и перекрытиях; комбинированное - сочетание верхнего и бокового естественного освещения. Достаточность естественного освещения в помещениях регламентируется нормами, которыми установлены значения коэффициентов естественной освещенности в зависимости от условий зрительной работы (СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение.).

Искусственное освещение может быть двух систем – общее и комбинированное освещение. Общее освещение в зависимости от расположения производственного оборудования, может быть локализованным или равномерным. Если расстояние между светильниками одинаковое, то освещение считают равномерным, при размещении светильников ближе к оборудованию – локализованным.

Комбинированное освещение состоит из общего и местного освещения. Общее освещение предназначено для освещения всего помещения. Комбинированное освещение целесообразно устраивать при работах высокой точности, а также при необходимости создания определенного или изменяемого в процессе работы направления света.

Нормирования освещения осуществляется на основании свода правил СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение, согласно которому принято раздельное нормирование естественного, искусственного и совмещенного освещения. Этот документ регламентирует минимально допустимые значения освещенности и не запрещает применять повышенную освещенность в случае, когда это целесообразно.

При нормировании естественного и искусственного освещения принимается во внимание характеристика зрительной работы, которая подразделяется на восемь разрядов (см. прил.1 и прил.2). При проектировании искусственного освещения учитываются подразделы а, б, в, г, характеризующие контраст объекта с фоном.

Естественное освещение в помещении может осуществляться прямым солнечным светом, рассеянным светом неба, отраженным светом земли, прилегающей растительностью, зданиями и сооружениями. Все указанные виды освещения формируют средние уровни наружного естественного освещения, которые характеризуют световой климат данной местности. Он оценивается коэффициентом светового климата m , который уменьшается по мере перемещения поясов светового климата с севера (I пояс) на юг (V пояс) от 0,8 до 1,2.

За короткое время уровень естественного освещения рабочего места может сильно изменяться, поэтому он нормируется коэффициентом естественной освещенности (КЕО), показывающим,

какую часть наружной освещенности E_H , создаваемой светом полностью открытого небосвода на горизонтальной плоскости, составляет освещенность в данной точке внутри помещения E_B :

$$e = \frac{E_B}{E_H} \cdot 100\% . \quad (3.1)$$

Нормы освещенности производственных помещений при естественном освещении даны в прил. 2.

Нормированное значение КЕО для зданий, находящихся в I, II, IV и V поясах светового климата, определяется по формуле

$$e_H^{1,II,IV,V} = e_H^{III} m c , \quad (3.2)$$

где e_H^{III} – нормированное значение КЕО для III пояса светового климата; m – коэффициент светового климата; c – коэффициент солнечности климата.

Значения e_H^{III} и коэффициентов m и c определяются по СП 52.13330.2016.

Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с устройством люксметра, принципом его действия и правилами работы с ним.

Приборы комбинированные выпускаются в компактном портативном исполнении. Конструктивно прибор состоит из двух функциональных блоков: фотометрической головки и блока обработки сигнала, связанных между собой гибким многожильным кабелем (рис. 3.1).

На лицевой стороне блока обработки сигнала расположены следующие органы управления и индикации:

- жидкокристаллический индикатор;
- кнопки питания «ВКЛ/ВЫКЛ»;
- кнопка управления «HOLD»;
- кнопка подсветки индикатора «Подсветка»;
- разъем типа DB-9M.

Принцип работы прибора заключается в преобразование фотоприемным устройством излучения в электрический сигнал с последующей обработкой его микроконвертором и цифровой индикацией числовых значений коэффициента пульсаций в % и освещенности в лк.

Для измерения желаемой характеристики излучения достаточно расположить фотометрическую головку прибора в плоскости измеряемого объекта.



Рис.3.1. Внешний вид прибора:
1 - блок обработки сигналов; 2 - фотометрическая головка

2. Измерить естественное наружное освещение $E_{нар}$. Для этого фотоэлемент с соответствующей насадкой расположить горизонтально вблизи окна на высоте 0,9 м от пола. Сделать три замера (с интервалом 20 сек). Определить среднее значение и результат занести в табл. 3.1.

3. Измерить естественное освещение на рабочих местах №1, №2 и №3 и №4 ($E_{вн}$), расположенных на соответствующих расстояниях. Измерения проводятся на высоте 0,8 м от пола на уровне стола, располагая фотоэлемент горизонтально.

4. Рассчитать коэффициент естественного освещения (КЕО) для 4-х рабочих мест и значения записать в табл. 3.1.

7. По результатам измерений естественного освещения построить график зависимости $E_{вн}=f(N)$, и $КЕО=f(N)$ где N – номер рабочего места (№1, №2 №3 и №4), м.

Таблица 3.1

Результаты замеров

Рабочее место	E_n , лк	E_v , лк	КЕО, %	Разряд зрительной работы	Вид работы
1					
2					
3					
4					

8. Сделать выводы о проделанной работе:
-определить соответствие освещения в лаборатории нормативному значению.

-по построенному графику сделать вывод о зависимости $E_{en}=f(N)$ и $KEO=f(N)$.

Контрольные вопросы

1. Какова роль освещения в жизнедеятельности человека?
2. Перечислите количественные показатели освещения.
3. Перечислите качественные показатели освещения.
4. В каких единицах измеряется световой поток (сила света, освещенность)?
5. Перечислите основные виды производственного освещения.
6. Как конструктивно подразделяют естественное освещение?
7. В каких случаях используют систему общего освещения?
8. В каких случаях необходимо применение комбинированного освещения?
9. Можно ли применять в производственных помещениях одно местное освещение?
10. Что такое КЕО?
11. В какой точке производственного помещения нормируется минимальный КЕО при боковом естественном помещении?
12. Какие показатели учитываются при нормировании производственного освещения?

Лабораторная работа №4

Исследование искусственного освещения производственных помещений

Цель работы: ознакомление с нормированием и расчетом искусственного освещения, методами определения качества искусственного освещения на рабочих местах.

Основные понятия и определения

Искусственное освещение в помещениях принимается тогда, когда естественный свет недостаточен или отсутствует. Искусственное освещение подразделяют на рабочее, аварийное, охранное и дежурное (табл. 4.1).

Искусственное освещение в производственных помещениях осуществляется с помощью светильной аппаратуры – светильников. *Светильник* состоит из лампы, являющейся источником света, и осветительной арматуры, с помощью которой световой поток перераспределяется в нужном направлении. Для производственных и общественных помещений в качестве источников света применяются лампы накаливания и газоразрядные лампы, а при производстве

строительных и монтажных работ внутри зданий – только лампы накаливания.

Нормирование освещенности производится в зависимости от системы освещения и характеристики зрительной работы, которая определяется следующими параметрами: наименьшим размером объекта при проведении работы, фоном, контрастностью объекта по отношению к фону.

Таблица 4.1

Виды искусственного освещения и его нормирование

Вид освещения	Характеристика	Нормирование
Рабочее	Освещение для всех помещений зданий, а также участков открытых пространств, предназначенных для работы, прохода людей и движения транспорта	Нормы освещенности приведены в прил. 3
Аварийное: а) освещение безопасности	Предусматривается в случаях, если отключение рабочего освещения вызвать: взрыв; пожар; отравление людей; длительное нарушение технологического процесса и т.д.	Должно создавать наименьшую освещенность на рабочих поверхностях в размере 5% освещенности, нормируемой для рабочего освещения, но не менее 2 лк внутри зданий и не менее 1 лк для территорий предприятий
б) эвакуационное	Предусматривается в местах, опасных для прохода людей, в проходах и на лестницах, служащих для эвакуации людей и т.д.	Должно обеспечивать наименьшую освещенность на полуосновных проходах (или на земле) и на ступенях лестниц: в помещениях – 0,5 лк, а на открытых территориях – 0,2 лк
Охранное	Должно предусматриваться вдоль границ территорий, охраняемых в ночное время	Освещенность должна быть не менее 0,5 лк на уровне земли в горизонтальной плоскости
Дежурное	Включается только во вне рабочее время	Не нормируется

К искусственному освещению предъявляют следующие требования:

- освещенность рабочего места должна соответствовать отраслевым нормам искусственного освещения;
- освещенность должна быть равномерной во времени и по площади;
- на рабочем месте необходимо обеспечить равномерное распределение яркости;
- в поле зрения должны отсутствовать прямая и отраженная блескость, а также резкие тени;

- при организации освещения необходимо учитывать спектральный состав света;
- осветительная установка не должна быть источником опасности и вредности.

Для расчета общего равномерного освещения производственных помещений применяют метод коэффициента использования светового потока. При расчете этим методом учитывается прямой свет от светильника и свет, отраженный от стен и потолка.

Порядок выполнения работы

1. Подключить установку к сети. Лабораторная установка состоит из макета производственного помещения, оборудованного различными источниками искусственного освещения, и пульсметра-люксметра для измерения значений освещенности и коэффициента её пульсаций. Внешний вид макета представлен на рис. 4.1. Макет имеет каркас 1 из алюминиевого профиля, пол 2, потолок 3, боковые стенки 4, заднюю стенку и переднюю стенку 5. На заднюю и боковые стенки внутри макета помещения могут устанавливаться наклейки темного цвета, которые фиксируются с помощью магнитных защелок. Передняя стенка 5 выполнена из прозрачного тонированного стекла. На полу 2 размещен вентилятор 8 для наблюдения стробоскопического эффекта и охлаждения ламп в процессе работы. На потолке 3 размещены 7 патронов, в которых установлены две лампы накаливания 9, три люминесцентные лампы 10 типа КЛ9, галогенная лампа 11 и люминесцентная лампа 12 типа СКЛЭН с высокочастотным преобразователем. Вертикальная проекция ламп отмечена на полу 2 цифрами, соответствующими номерам ламп на лицевой панели макета. Лампы защищены от повреждений двумя шнурами, натянутыми между передней и задней стенками.

На передней панели каркаса (рис. 4.1) расположены органы управления и контроля, в том числе:

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

Включение вентилятора и регулировка частоты его вращения - соответствующим переключателем и ручкой, расположенными на передней панели каркаса.

2. По методике проведения лабораторной работы установить темные наклейки на боковые и заднюю стенки,

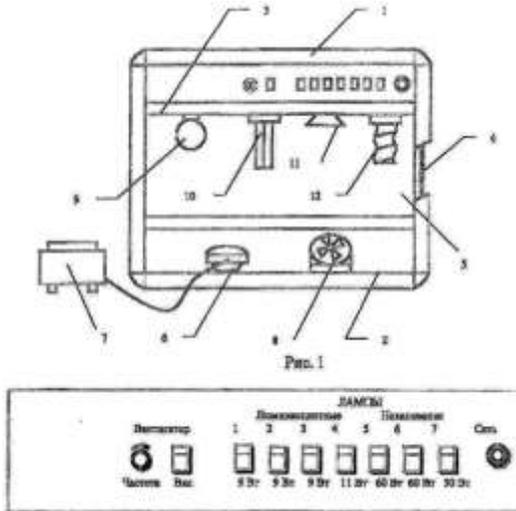


Рис. 4.1. Лабораторная установка “Эффективность и качество освещения БЖИМ”

3. Для измерения освещенности и коэффициента пульсации ламп установить головку пульсметра-люксметра внутрь корпуса установки, подключив вилку прибора к розетке на задней панели каркаса.

Попеременно измерить величину освещенности и коэффициента пульсации внутренней поверхности лабораторной установки при включении 3х люминесцентных ламп по 9 Вт, одной люминесцентной лампы на 11 Вт, ламп накаливания по 60 Вт и одной на 50 Вт. Произвести замеры без накладных панелей черного цвета и с накладными панелями. Результаты занести в табл. 4.2.

Включить внутри установки люминесцентную лампу на 11 Вт и, меняя частоту вращения вентилятора, добиться наиболее выраженный стробоскопический эффект.

Дополнительно с люминесцентной лампой на 11 Вт поочередно включая другие люминесцентные лампы установить возможность наилучшего снижения стробоскопического эффекта с помощью эффекта сдвига фаз.

Аналогичным образом установить, существует ли возможность снижения стробоскопического эффекта сочетанием одновременного включения люминесцентной лампы на 11 В и ламп накаливания. Данные занести в табл. 4.3.

Таблица 4.2

Освещенность внутри установки

	Люминесцентные		Лампы накаливания		
	3x9 Вт	11 Вт	60 Вт	60 Вт (матовая)	50 Вт (галогенная)
Без панелей					
Накладные панели					

Таблица 4.3

Коэффициент пульсации света

Люминесцентные				Лампы накаливания		
1x9 Вт	2x9 Вт	3x9 Вт	11 Вт	60 Вт	60 Вт (матовая)	50 Вт (галогенная)

4. По полученным опытным и эмпирическим результатам сделать соответствующие выводы:

- как влияет тип используемых ламп и окраски внутренних поверхностей помещения на величину освещенности и коэффициента пульсации;

- сделать анализ от эффективности и экономичности тех или иных видов используемых ламп;

- как влияет частота вращения вентилятора и сочетание разных видов ламп на стробоскопический эффект;

- как влияет сочетание разных видов ламп на величину коэффициента пульсации света внутри установки.

Контрольные вопросы

1. Какие виды искусственного освещения применяются в производственных и общественных зданиях?

2. Какие источники света применяются в зданиях, и что они собой представляют?

3. Назовите основные характеристики источников света.

4. Что такое коэффициент пульсации?

5. Назовите типы ламп искусственного освещения.

6. Основные преимущества и недостатки ламп накаливания и газоразрядных ламп.

7. Как производится нормирование освещенности?

8. Какие требования предъявляются к искусственному освещению?

Лабораторная работа № 5**«Исследование средств звукоизоляции»**

Цель работы: ознакомить студентов с теорией производственных шумов, физической сущностью и инженерным расчетом звукоизоляции, с

приборами для измерения шума, нормативными требованиями к производственным шумам, провести измерения шума объекта, оценить эффективность мероприятий по снижению шума средствами звукоизоляции.

Основные понятия и определения

Основными источниками шума внутри зданий и сооружений различного назначения и на площадках промышленных предприятий являются машины, механизмы, средства транспорта и другое оборудование.

Причинами возникновения шумов могут быть механические, аэродинамические и электромагнитные явления. *Механические шумы* вызваны ударными процессами, трением в деталях машин и др. *Аэродинамические шумы* возникают при течении жидкостей или газов. *Электромагнитные шумы* возникают при работе электрических машин.

Люди неодинаково реагируют на шум. Одна и та же доза шумового воздействия у одних людей вызывает повреждение слуха, у других – нет, у одних эти повреждения могут быть тяжелее, чем у других. *Шум* – это разного рода звуки, мешающие восприятию полезных сигналов, нарушающие тишину или оказывающие вредное воздействие на организм человека.

Звук представляет собой колебания среды (твердой, жидкой или газообразной), в которой он распространяется. Звук, распространяющийся в воздухе, называется *воздушным звуком*, а распространяющийся в материале (конструкциях) – *структурным*.

К доступным для измерения характеристикам звука относятся интенсивность I , звуковое давление P и скорость c .

Важной характеристикой звука является зависимость его уровня от частоты (f). Нижняя граница восприятия человеком звука составляет около 20 Гц, а верхняя – около 20000 Гц. Зависимость уровня звука от частоты называется *спектром шума*.

Определение интенсивности звука для каждой частоты потребовало бы бесконечного числа измерений, поэтому весь возможный диапазон частот разделяют на октавы. *Октавная полоса частот* – полоса частот, в которой верхняя граничная частота (f_v) в 2 раза больше нижней (f_n).

В зависимости от того, на какой частоте находится максимум звукового давления, характер спектра может быть:

- а) низкочастотным (максимум – ниже 300 Гц);
- б) среднечастотным (максимум – в области 300...800 Гц);
- в) высокочастотным (максимум – выше 800 Гц).

По характеру спектра шумы можно подразделить также:

– на *широкополосные*, с непрерывным спектром шириной болееодной октавы; это означает, что каждой частоте октавысоответствует некоторый уровень шума (например, работавентилятора);

– на *тональные*, в спектре которых имеются слышимые дискретные тона (составляющие, например, шум при работе дисковойпилы).

По временным характеристикам шумы подразделяются:

–*напостоянные*, уровень звука которых за 8-часовой рабочий день изменяется во времени не более чем на 5 дБА при измерениях на временной характеристике «медленно» шумомера;

–*нанепостоянные*, уровень звука которых за 8-часовой рабочий день изменяется во времени более чем на 5 дБА при измерениях на временной характеристике «медленно» шумомера.

Непостоянные шумы подразделяются:

– *наколеблющиеся по времени*, уровень звука которых непрерывно изменяется во времени;

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

– на *импульсные*, состоящие из одного или нескольких звуковых сигналов, каждый длительностью менее 1 с, при этом уровни звука в дБ, измеренные при включении характеристик «медленно» и «импульс» шумомера, отличаются не менее чем на 10 дБ.

При нормировании шума используют два метода:

1. нормирование по предельному спектру шума;
2. нормирование уровня звука в дБА.

Допустимые уровни звука и звукового давления приведены в табл.

5.1.

Для приближенной оценки шума можно пользоваться характеристикой шума в уровнях звука, в дБА, при которой чувствительность всего шумоизмерительного спектра соответствует средней чувствительности органа слуха человека на различных частотах спектра.

Шум на рабочих местах в производственных помещениях измеряется на уровне 1,5 м от пола или на уровне работающего при включении не менее 2/3 установленного оборудования.

В соответствии с ГОСТ 12.1.003-83 защита от шума должна достигаться разработкой шумобезопасной техники, применением средств и методов защиты от шума. Согласно ГОСТ 12.1.029-80 средства и методы защиты от шума подразделяются на:

- средства индивидуальной защиты;
- средства и методы коллективной защиты.

Таблица 5.1

**Допустимые уровни звука и уровни звукового давления для
рабочих мест (ГОСТ 12.1.003–83)**

Рабочие места	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц								Уровни звука или эквивалентные уровни звука, дБА
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Производственные помещения									
1. Помещения конструкторского бюро	71	61	54	49	45	42	40	38	50
2. Помещения управления, рабочие комнаты	79	70	68	58	55	52	50	49	60
3. Кабины наблюдения и дистанционного управления: без речевой связи по телефону с речевой связью по телефону	94	87	82	78	75	73	71	70	80
	83	74	68	63	60	57	55	54	65
4. Помещения и участки точной сборки	83	74	68	63	60	57	55	54	65
5. Постоянные рабочие места и рабочие зоны в производственных помещениях и на территории предприятия	–	92	86	83	80	78	76	74	85
6. Помещения лабораторий для проведения экспериментальных работ, шумные агрегаты	–	87	82	78	75	73	71	70	80

Многие практические задачи защиты от шума решаются применением строительно-акустических мер, в частности, увеличением звукоизоляции между помещениями. В зависимости от способа возбуждения колебаний в строительных конструкциях различают изоляцию воздушного и структурного звуков.

В конструктивном плане различают однослойные и многослойные звукоизолирующие конструкции (рис.5.1).

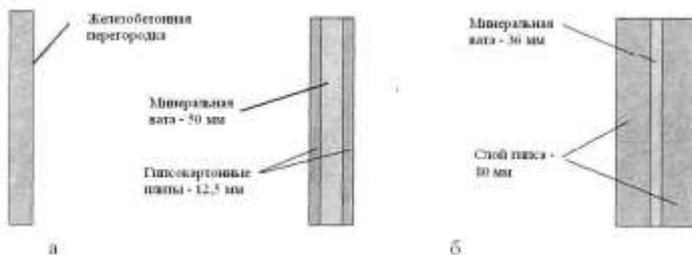


Рис. 5.1. Примеры звукоизолирующих конструкций:
а- однослойная; б- многослойная

При использовании многослойной конструкции можно добиться значительно более высокой звукоизоляции, чем у однослойной стены равной массы

Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с устройством и работой лабораторного стенда.

Схема лабораторного стенда представлена на рис. 5.2. Стенд имеет вид макета производственных помещений, одно из которых имитирует производственный участок, а второе - конструкторское бюро.

Источник шума (громкоговоритель) 1 находится под «полом» левой камеры 2 и защищен решеткой 3. В левой камере 2 размещены макеты заводского оборудования (на рисунке не показаны). В правой камере 4 размещены макеты конструкторского бюро (на рисунке не показаны) и на подставке устанавливается микрофон 5 из комплекта ВШВ – 003.

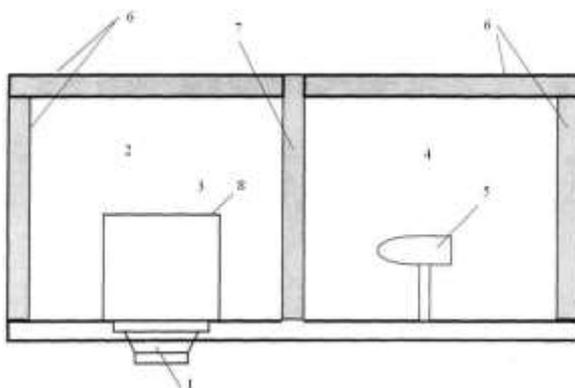


Рис. 5.2. Схема лабораторного стенда

Передняя стенка стенда имеет два смотровых окна. Внутри на передней и задней стенках имеются направляющие, при помощи которых устанавливается съемная звукоизолирующая перегородка 7, обеспечивающая изоляцию правой и левой камер друг от друга. Решетка громкоговорителя во время проведения лабораторной работы может быть закрыта звукоизолирующим кожухом 8. На крышке кожуха 8 закреплена ось, на которую может навинчиваться груз для исключения щелей в местах контакта кожуха с решеткой громкоговорителя.

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

2. Ознакомиться с порядком работы с шумомером ВШВ-003

3. Измерить уровни звукового давления в октавных полосах частот.

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

3.2. Снять со стенда все средства звукоизоляции и звукопоглощения (звукопоглощающий кожух, звукоизолирующие перегородки, звукоизолирующий кожух). Установить микрофон из комплекта ВШВ-003 на подставке в правой камере стенда.

3.3. Подключить к стенду генератор сигналов ГФ-1. Установить такую амплитуду синусоидального сигнала, при которой уровень звукового давления на частоте 250 Гц, измеренный шумомером ВШВ - 003, находился бы в пределах от 90 до 100 дБ.

3.4. С помощью шумомера ВШВ-003 измерить уровень звукового давления L_1 на частотах 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 и 8000 Гц.

3.5. Результаты занести в табл. 5.3.

3.6. Установить звукоизолирующую перегородку и повторить измерения уровня звукового давления $L_{зи}$ на тех же частотах. Результаты измерений занести в табл. 5.3.

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

4. Составить отчет о лабораторной работе, в котором провести сравнение результатов замеров уровней звукового давления (табл. 5.2) с допустимыми значениями $L_{доп}$ по ГОСТ 12.1.003-83 путем построения графика зависимости $L=f(f)$.

5. Вычислить эффективность ε каждой звукоизолирующей перегородки по формуле:

$$\varepsilon = \frac{(L_1 - L_{зи})}{L_1} \cdot 100 \% \quad (5.1)$$

Таблица 5.3

**Уровни звука и звукового давления до и после применения
перегородки**

Рабочее место	Уровни звукового давления в октавных полосах частот, дБ								Уровень звукового давления, дБА
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Уровень звука при отсутствии перегородки									
Допустимое значение $L_{доп}$									
Требуемое снижение шума $\Delta L_{тр}$									
Уровень звука при применении перегородки 1									
Уровень звука при применении перегородки 2									
Фактическое снижение шума (при применении перегородки 1)									
Фактическое снижение шума (при применении перегородки 2)									

6. Построить график зависимости эффективности звукоизолирующей перегородки от частоты $\Theta=f(f)$ и график зависимости $L(f)$ в октавных полосах частот (спектр шума) и сделать выводы

Контрольные вопросы

1. Какие параметры характеризуют шум?
2. Классификация шума в зависимости от частоты. Спектр шума.
3. Что такое октава?
4. Чему соответствует чувствительность характеристики «А» шумомера?
5. Классификация шума по временным характеристикам.
6. Характеристика и нормы шума на рабочих местах.
7. Методы измерения шума.
8. Средства и методы коллективной защиты от шума.
9. Средства индивидуальной защиты от шума.
10. Характеристика звукоизолирующих конструкций.

Лабораторная работа № 6

Исследование эффективности виброизоляции

Цель работы: исследовать основные характеристики вибрации, познакомиться с принципами нормирования, методами измерения и средствами защиты от вибрации.

Основные понятия и определения

В соответствии с ГОСТ 24346—80 «Вибрация. Термины и определения» под *вибрацией* понимается движение точки или механической системы, при котором происходит поочередное возрастание и убывание во времени значений, по крайней мере, одной координаты.

Область распространения вибрации называется *вибрационной зоной*.

Вибрация характеризуется скоростью (v , м/с) и ускорением (a , м/с²) колеблющейся твердой поверхности. Обычно эти параметры называют *виброскоростью* и *виброускорением*.

Величины виброскорости и виброускорения, с которыми приходится иметь дело человеку, изменяются в очень широком диапазоне.

Измеряются уровни в специальных единицах – децибелах (дБ). За пороговые значения виброскорости и виброускорения приняты стандартизованные в международном масштабе величины: $v_0 = 5 \cdot 10^{-8}$ м/с, $a_0 = 3 \cdot 10^{-4}$ м/с².

Важной характеристикой вибрации является его *частота* (f) – количество колебаний в единицу времени. Частота измеряется в герцах (Гц, 1/с) – количестве колебаний в секунду. Частоты производственных вибраций изменяются в широком диапазоне: от 0,5 до 8000 Гц. Время, в течение которого происходит одно колебание, называется *периодом колебания* T (с): $T = 1/f$. Максимальное расстояние, на которое перемещается любая точка вибрирующего тела, называется *амплитудой* или *амплитудой виброперемещения* A (м).

Вибрация может характеризоваться одной или несколькими частотами (*дискретный спектр*) или широким набором частот (*непрерывный спектр*). Спектр частот разбивается на частотные полосы (октавные диапазоны). В октавном диапазоне верхняя граничная частота вдвое больше нижней граничной частоты f_2 , т.е. $f_1 / f_2 = 2$. Октавная полоса характеризуется ее *среднегеометрической частотой*.

Воздействие вибрации на человека в соответствии с СН 2.2.4/2.1.8.566-96 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий» классифицируют: по способу передачи колебаний; по направлению действия вибрации; по временной характеристике вибрации.

По способу передачи:

- общая вибрация, передающаяся через опорные поверхности на тело сидящего или стоящего человека;

- локальная вибрация, передающаяся через руки человека, на ноги сидящего человека и на предплечья, контактирующие с вибрирующими поверхностями рабочих столов.

По источнику возникновения:

А) общая в жилых помещениях и общественных зданиях:

- от внешних источников (городского рельсового транспорта и автотранспорта; промышленных предприятий и передвижных промышленных установок);

- от внутренних источников (инженерно-технологического оборудования зданий и бытовых приборов (лифты, вентиляционные системы, холодильники и т.д.); встроенных предприятий торговли и др.);

Б) общая на производстве:

- 1 категория — транспортная вибрация, воздействующая на человека на рабочих местах самоходных и прицепных машин, транспортных средств при движении по местности, агрофонам и дорогам (в том числе при их строительстве). К источникам транспортной вибрации относят: тракторы с/х и промышленные, самоходные с/х и промышленные машины, автомобили грузовые, снегоочистители.

- 2 категории — транспортно-технологическая вибрация, воздействующая на человека на рабочих местах машин, перемещающихся по специально подготовленным поверхностям производственных помещений, промышленных площадок, горных выработок. К источникам транспортно-технологической вибрации относят: экскаваторы, краны промышленные и строительные, напольный производственный транспорт.

- 3 категории — технологическая вибрация, воздействующая на человека на рабочих местах стационарных машин или передающуюся на рабочие места, не имеющие источников вибрации. К источникам технологической вибрации относят: станки металло- и деревообрабатывающие, электрические машины, насосные агрегаты и вентиляторы, оборудование для бурения скважин и др.

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

1) на постоянных рабочих местах производственных помещений предприятий;

2) на рабочих местах на складах, в столовых, бытовых, дежурных и других производственных помещений, где нет машин, генерирующих вибрацию;

3) на рабочих местах в помещениях заводоуправления, конструкторских бюро, конторских помещениях, рабочих комнатах и других помещениях для работников умственного труда;

В) локальная на производстве:

- локальная вибрация, передающаяся человеку от ручного механизированного инструмента (с двигателями), органов ручного управления машинами и оборудованием;
- локальная, передающаяся человеку от ручного немеханизированного инструмента (без двигателей);

По частотному составу:

- высокочастотная (31,5-63 Гц — для общих вибраций, 125-1000 Гц — для локальных вибраций).
- среднечастотная (8-16 Гц — для общих вибраций, 31,5-63 Гц — для локальных вибраций).
- низкочастотная (с преобладанием максимальных уровней в октавных полосах частот 1-4 Гц для общих вибраций, 8-16 Гц — для локальных вибраций).

По характеру спектра:

- узкополосная, у которой контролируемые параметры в одной третьоктавной полосе частот более, чем на 15 дБ превышают значения в соседних третьоктавных полосах;
- широкополосная — с непрерывным спектром более одной октавы. По направлению действия: в соответствии с направлением осей ортогональной системы координат (X, Y, Z).

По временным характеристикам:

- постоянная вибрация, для которой величина нормируемых параметров изменяется не более чем на 6 дБ за время наблюдения.
- непостоянная — величина нормируемых параметров изменяется не менее чем на 6 дБ за время наблюдения не менее 10 мин в том числе:

а) колеблющиеся во времени вибрации, для которых величина нормируемых параметров непрерывно изменяется во времени;

б) прерывистые вибрации, когда контакт человека с источником вибрации прерывается, причем длительность интервалов, в течение которых имеет место контакт, составляет более 1 с;

в) импульсные вибрации, состоящие из одного или нескольких вибрационных воздействий (например, ударов), каждый длительностью менее 1 с.

Вибрация относится к факторам, обладающим высокой биологической активностью. Выраженность ответных реакций обуславливается главным образом силой энергетического воздействия и биомеханическими свойствами человеческого тела как сложной

колебательной системы. Мощность колебательного процесса в зоне контакта и время этого контакта являются главными параметрами, определяющими развитие вибрационных патологий, структура которых зависит от частоты и амплитуды колебаний, продолжительности воздействия, места приложения и направления оси вибрационного воздействия, демпфирующих свойств тканей, явлений резонанса и других условий. В табл. 6.1 представлены виды вибрационной патологии.

Таблица 6.1

Виды вибрационной патологии

Стадии виброболезни	Форма виброболезни	Симптомы
I-начальная	Церебральная общая	Нарушение сна, эмоциональная неустойчивость, легкие нарушения чувствительности, пониженная температура ног. Болезненность в икрах, утомляемость ног. Незначительные изменения периферических нервных окончаний и сосудов ног
	Периферическая локальная	Периодически Нерезко выраженные боли в руках, лёгкие расстройства болевой и вибрационной чувствительности пальцев, незначительные изменения мышц плечевого пояса
II-умеренно-выраженная	Церебральная общая	Головокружение, непереносимость тряски, частые головные боли, изменения в вестибулярном аппарате, нарушения в центральной нервной системе (невротические реакции)
	Периферическая локальная	Выраженные сосудистые кризы, приступы спазм и побеление пальцев («мертвые пальцы»), сменяющиеся синюшностью, резкие снижения кожной температуры на кистях (руки холодные и мокрые), пальцы отечные, сильные боли в мышцах рук, функциональные изменения в центральной нервной системе
III-выраженная	Церебральная общая	Выраженные изменения центральной нервной системы, вестибулярные расстройства с приступами головокружения, непереносимость вибрации, постоянные головные боли, невротические реакции, изменения имеют необратимый характер
	Периферическая локальная	Поражение высших отделов центральной нервной системы, сосудистые нарушения верхних и нижних конечностей, кризы, распространяющиеся на область коронарных сосудов, приступы головокружения, полубоморочные состояния

Вибрационная патология среди профессиональных заболеваний стоит на втором месте (после пылевых). Выделяют три вида

вибрационной патологии от воздействия общей, локальной и толчкообразной вибраций.

При действии на организм общей вибрации страдает, в первую очередь, нервная система и анализаторы: вестибулярный, зрительный, тактильный. Вибрация является специфическим раздражителем для вестибулярного анализатора, причем линейные ускорения – для отолитового аппарата, расположенного в мешочках преддверия, а угловые ускорения – для полукружных каналов внутреннего уха.

У рабочих вибрационных профессий отмечены головокружения, расстройство координации движений, симптомы укачивания, вестибуловегетативная неустойчивость. Нарушение зрительной функции проявляется сужением и выпадением отдельных участков полей зрения, снижением остроты зрения, иногда до 40 %, субъективно – потемнением в глазах. Под влиянием общих вибраций отмечается снижение болевой, тактильной и вибрационной чувствительности. Особенно опасна толчкообразная вибрация, вызывающая микротравмы различных тканей с последующими реактивными изменениями. Общая низкочастотная вибрация оказывает влияние на обменные процессы, проявляющиеся изменением углеводного, белкового, ферментного, витаминного и холестерина обмена, биохимических показателей крови.

К факторам производственной среды, усугубляющим вредное воздействие вибраций на организм, относятся чрезмерные мышечные нагрузки, неблагоприятные микроклиматические условия, особенно пониженная температура, шум высокой интенсивности, психоэмоциональный стресс. Охлаждение и смачивание рук значительно повышают риск развития вибрационной болезни за счет усиления сосудистых реакций. При совместном действии шума и вибрации наблюдается взаимное усиление эффекта в результате его суммации, а возможно, и потенцирования.

Нормирование вибрации осуществляется по ГОСТ 12.1.012—2004 «ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования» и СН 2.2.4/2.1.8.556—96. Показателями интенсивности служат среднеквадратические или амплитудные значения виброускорения, виброскорости или виброперемещения, измеренные на рабочем месте. Допустимые значения устанавливаются отдельно для общей и локальной вибрации.

Нормы установлены для продолжительности рабочей смены в 8 часов. Допустимые значения уровня виброскорости представлены в табл. 6.2 по СН 2.2.4/2.1.8.556-96 (извлечения) и по ГОСТ 12.1.012—2004.

Таблица 6.2

Гигиенические нормы вибрации по СН 2.2.4/2.1.8.556-96

Вид вибрации	Допустимый уровень виброскорости, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц										
	1	2	4	8	16	31,5	63	125	250	500	1000
Общая транспортная											
вертикальная	132	123	114	108	107	107	107	-	-	-	-
горизонтальная	122	117	116	116	116	116	116	-	-	-	-
Транспортно-технологическая	-	117	108	102	101	101	101	-	-	-	-
Технологическая	-	108	99	93	92	92	92	-	-	-	-
В производственных помещениях, где нет машин, генерирующих вибрацию	-	100	91	85	84	84	84	-	-	-	-
В служебных помещениях, здравпунктах, конструкторских бюро, лабораториях	-	91	82	76	75	75	75	-	-	-	-
Локальная вибрация	-	-	-	115	109	109	109	109	109	109	109

Для уменьшения виброскорости v_m необходимо снижать силу f (снижать виброактивность машины) и увеличивать знаменатель, а именно – повышать сопротивление системы μ и не допускать, чтобы $2\pi f m = c/2\pi f$. При равенстве этих членов наступает явление резонанса и уровень вибрации резко возрастает.

Таким образом, для защиты от вибрации необходимо применять следующие методы:

- снижение виброактивности машин (уменьшение силы F_m);
- отстройка от резонансных частот ($2\pi f m \neq c/2\pi f$);
- вибродемпфирование (увеличение μ);
- виброгашение (увеличение m) — для высоких и средних частот;
- повышение жесткости системы (увеличение c) — для низких и средних частот;
- виброизоляция;
- применение индивидуальных средств защиты.

Порядок выполнения работы

Ознакомиться с установкой. Измерение параметров вибрации производится на лабораторном стенде, внешний вид которого представлен на рисунке 6.1.

В состав стенда входит собственно вибростенд (1), на вибростоле которого устанавливается объект (2) виброизоляции и один из виброзащитных модулей (3). К объекту (2) виброизоляции крепится

вибропреобразователь (4) типа ДН-4-М1 измерителя шума и вибрации ВШВ-003-М2 (5), который располагается на лабораторном столе рядом с вибростендом 1. Там же располагается генератор сигналов БЖ4/1м (6), от которого питается вибростенд (1).

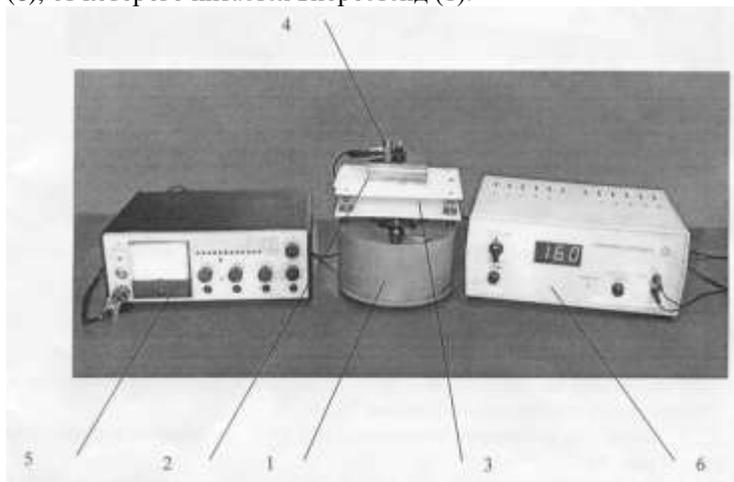


Рис. 6.1. Установка для измерения вибрации

Вибростенд имеет электромагнитную систему возбуждения вибраций и смонтирован в магнитопроводящем корпусе. Постоянный магнит тороидального типа прикрепляется с помощью клея на основании из магнитопроводящей стали. На противоположном полюсе постоянного магнита с помощью клея закрепляется сердечник, который входит в цилиндрическое отверстие магнитопроводящего корпуса. Вибростол установлен на катушке возбуждения, которая закрепляется с помощью четырех плоских пружин на магнитопроводящем корпусе. Направление воздействия вибрации осуществляется только в вертикальном направлении.

Виброзащитный модуль представляет собой устройство, состоящее из двух параллельных пластин, между которыми установлены виброизоляторы или виброизолирующая прокладка. В качестве виброизоляторов применяются витые пружины с различным диаметром проволоки, плоские пружины и пластины различной массы. В качестве виброизолирующей прокладки используется пенополиуретан.

Объект виброизоляции представляет собой устройство, которое обеспечивает установку пластины с вибродатчиком. Также можно

изменять массу объекта виброизоляции за счет установки на нем дополнительных металлических пластин, входящих в его состав.

К работе с установкой допускаются лица, ознакомленные с ее устройством, принципом действия и мерами безопасности в соответствии с требованиями, приведенными в настоящем разделе. При смене виброизолирующих модулей на вибростенде выключить генератор низкочастотных сигналов. Перед включением генератора убедиться в надежности крепления сменных элементов на вибростоле вибростенда.

2. Подключить генератор к вибростенду и к сети переменного тока в соответствии с паспортом БЖ4/1м ПС, вибродатчик ДН-4-М1 к измерителю ВШВ-003-М2. Закрепить на вибростоле вибродатчик ДН-4-М1.

3. Включить генератор и задать частоту сигнала (по заданию преподавателя), подаваемого на вибростенд, с помощью прибора ВШВ-003-М2 и вибродатчика ДН-4-М1 измерить логарифмические уровни виброскорости в каждой из октавных полос частот, при этом амплитуда сигнала с генератора должна быть максимальной в каждой октавной полосе частот. При измерении логарифмического уровня виброскорости с вибропреобразователем ДН-4-М1 к результатам измерения прибавить 46 дБ.

4. Результаты измерений занести в табл. 6.3. Выключить генератор.

5. Для изучения воздействия вибрации закрепить виброзащитный модуль и вибродатчик ДН-4 на вибростоле вибростенда и произвести измерения.

Таблица 6.3

Результаты измерений и оценка эффективности виброизоляции

Рабочее место	Логарифмические уровни виброскорости в октавных полосах частот, дБ						
	16	31,5	63	125	250	500	1000
Без виброизоляции							
1-й виброизоляционный модуль							
Эффективность виброизоляции (1),%							
2-й виброизоляционный модуль							
Эффективность виброизоляции (2),%							

6. Провести аналогичные измерения со вторым видом виброзащитного модуля.

Набор виброзащитных модулей для оценки эффективности различных видов виброзащиты определяется преподавателем.

7. Оценить эффективность виброзащиты для каждой октавной полосы частот по формуле:

$$\mathcal{E} = \frac{V - V_3}{V} \cdot 100\% \quad (6.1)$$

где V – логарифмические значения виброскорости до применения виброзащиты; V_3 – логарифмические значения виброскорости после применения виброзащиты.

8. После выполнения лабораторной работы отключить генератор и прибор ВШВ-003-М2.

9. В выводе к лабораторной работе дать оценку эффективности используемых виброизоляционных модулей и виброизоляции в целом.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение вибрации. Перечислите основные источники вибрации на производстве.

2. Какими параметрами характеризуется вибрация? Что такое уровень вибрации?

3. Как классифицируется вибрация?

4. Как вибрация воздействует на организм человека? Какие симптомы виброболезни Вы знаете?

5. Как осуществляется гигиеническое нормирование вибрации?

6. Назовите основные методы защиты от вибрации.

7. В чем заключается сущность виброизоляции?

8. При каком отношении f/f_0 виброизоляторы уменьшают вибрацию?

9. Как осуществляют контроль вибрации на производстве? Охарактеризуйте прибор для измерения вибраций.

Лабораторная работа № 7

Анализ поражения током в трехфазных электрических сетях напряжение до 1 кВ.

Цель работы: исследовать опасность прикосновения человека к фазному проводу электрической сети напряжением до 1 кВ в ее нормальном и аварийном состояниях в зависимости от режима нейтрали источника питания сети, активного сопротивления изоляции и емкости проводов относительно земли, а также сопротивления в цепи тела человека.

Основные понятия и определения

Электроэнергия используется во всех отраслях промышленности, народного хозяйства и в быту. Практика показывает, что во всех областях использования электрической энергии имеют место случаи *электротравматизма*. Наибольшее число электротравм (60...70%) происходит при работе электроустановок напряжением до 1000 В.

Действие электрического тока на человека носит многообразный характер. Проходя через организм, электрический ток вызывает термическое, электролитическое, а также биологическое действие.

Термическое действие тока проявляется в ожогах некоторых отдельных участков тела, нагреве кровеносных сосудов, нервов, крови и т.п. *Электролитическое* действие тока проявляется в разложении крови и других органических жидкостей организма, вызывает значительные нарушения их физико-химического состава. *Биологическое* действие тока проявляется как раздражение и возбуждение живых тканей организма, а также нарушением внутренних биологических процессов. *Механическое* действие тока приводит к расслоению, разрыву тканей организма в результате электродинамического эффекта, а также мгновенного взрывоподобного образования пара из тканевой жидкости и крови. Это многообразие действий электрического тока может привести к двум видам поражения – *электрическим травмам* и *электрическим ударам*.

Электрические травмы представляют собой четко выраженные местные повреждения тканей организма, вызванные воздействием электрического тока или электрической дуги. Различают следующие электрические травмы: электрический ожог, электрические знаки, металлизация, электроофтальмия, механические повреждения.

Электрический удар – это возбуждение живых тканей организма проходящим через него электрическим током, сопровождающееся произвольными судорожными сокращениями мышц. В зависимости от исхода воздействия тока на организм электрические удары условно делятся на четыре следующие степени: I – судорожное сокращение мышц без потери сознания, II – судорожное сокращение мышц, потеря сознания, но сохранение дыхания и работы сердца, III – потеря сознания и нарушение сердечной деятельности или дыхания (либо того и другого вместе), IV – клиническая смерть, т.е. отсутствие дыхания и кровообращения.

Основными причинами поражения электрическим током являются:

- нарушение правил технической эксплуатации электроустановок;
- прикосновение к токоведущим частям;

- прикосновение к металлическим нетоковедущим частям, оказавшимся под напряжением из-за неисправности изоляции или заземляющих устройств.

Наиболее опасным для человека является переменный ток с частотой 50...500 Гц. Способность самостоятельного освобождения от тока такой частоты у большинства людей сохраняется только при очень малой его величине (до 10 мА). Величина силы тока, проходящего через попавшего под напряжение человека, зависит от величины напряжения установки и сопротивления всех элементов цепи, по которым протекает ток.

Наибольшей опасности человек подвергается тогда, когда ток проходит по жизненно важным органам (сердце, легкие) или клеткам центральной нервной системы. Однако смертельный исход возможен даже при малых напряжениях (12...36 В) в результате соприкосновения токоведущих частей с наиболее уязвимыми частями тела – тыльная сторона ладони, щека, шея, голень, плечо.

Установлено, что в момент поражения электрическим током большое значение имеет физическое и психическое состояние человека. Степень воздействия тока на организм человека приведена в табл. 7.1.

Таблица 7.1

Характер воздействия тока на организм человека

Сила тока, мА	Переменный ток	Постоянный ток
До 1	Не ощущается	
1...8	Ощущения безболезненны. Управление мышцами не утрачено. Возможно самостоятельное освобождение от контакта с частями, находящимися под напряжением	Легкий зуд
8...15	Ощущения болезненны. Управление мышцами еще не утрачено и возможно самостоятельное освобождение от действия тока	Ощущение тепла
20...50	Ощущения тока очень болезненны. Действие тока распространяется на мышцы грудной клетки, что приводит к затруднению и даже прекращению дыхания. При длительном воздействии, в течение нескольких минут, может наступить смерть вследствие прекращения работы легких	Сокращение мышц рук
50...100	Непосредственное влияние на мышцу сердца. При длительности протекания более 0,5 секунд может вызвать остановку или фибрилляцию сердца, т.е. быстрые и хаотические сокращения волокон сердечной мышцы, при которых сердце перестает работать как насос, в результате в организме прекращается кровообращение и наступает смерть	Паралич дыхания
100...200	Возникновение фибрилляции сердца	

Состояние окружающей среды (температура, влажность, наличие пыли, паров кислот) влияет на сопротивление тела человека и сопротивление изоляции, что в конечном итоге определяет характер и последствия поражения электрическим током.

Согласно Правилам устройства электроустановок (ПУЭ) все производственные помещения по опасности поражения электрическим током разделяются на три категории:

1. *Помещения с повышенной опасностью*, характеризующиеся наличием одного из следующих факторов (признаков): сырости, когда относительная влажность превышает 75%; высокой температуры воздуха, превышающей 35⁰С; токопроводящей пыли; токопроводящих полов; возможности одновременного прикосновения к имеющим соединение с землей металлоконструкциям зданий, технологическим аппаратам, механизмам и т.п., с одной стороны, и к металлическим корпусам – с другой.

2. *Особо опасные помещения*, характеризующиеся наличием одного из трех условий: особой сырости, когда относительная влажность воздуха ближе к 100%; химически активной среды, когда содержащиеся пары или образующиеся отложения действуют разрушающе на изоляцию и токоведущие части оборудования; двух и более признаков одновременно, свойственных помещениям с повышенной опасностью.

3. *Помещения без повышенной опасности*, характеризующиеся отсутствием признаков повышенной и особой опасности.

К техническим способам и средствам защиты относятся: изоляция токоведущих частей с устройством непрерывного контроля; ограждения; электрическое разделение сетей; применение малых напряжений; электрозащитные средства (блокировка); сигнализация и знаки безопасности; защитное заземление; зануление; защитное отключение; защита от опасности при переходе напряжения с высшей стороны на низшую; компенсация токов замыкания на землю.

Зануление – преднамеренное электрическое соединение с нулевым защитным проводом металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением. Физическая сущность зануления состоит в том, что благодаря преднамеренно выполненной с помощью нулевого защитного проводника металлической связи корпусов оборудования с глухозаземленной нейтралью источника питания любое замыкание на корпус превращается в однофазное короткое замыкание с последующим автоматическим отключением аварийного участка от сети аппаратами защиты (предохранителями, автоматическими выключателями и др.).

Системы защитного отключения – это специальные электрические устройства, предназначенные для отключения электроустановок в случае появления опасности пробоя на корпус. Так как основной причиной замыкания на корпус токоведущих частей оборудования является нарушение изоляции, то системы защитного отключения осуществляют постоянный контроль за сопротивлением изоляции или токами утечки между токоведущими и нетокведущими деталями конструкции оборудования.

Одним из мероприятий для обеспечения электробезопасности при работе на электрооборудовании является защитное заземление.

Защитным заземлением называется преднамеренное электрическое соединение с землей или с ее эквивалентом металлических нетокведущих частей, которые могут оказаться под напряжением. Защита достигается путем уменьшения *напряжения прикосновения* за счет выравнивания потенциала при стекании тока с электроустановки на землю при пробое фазы на корпус установки. Ток растекается от заземлителя равномерно во все стороны по поверхности и в глубину земли. По мере удаления от заземлителя плотность тока убывает, так как увеличивается сечение слоя земли, через которое проходит ток. Расчетным путем установлено, что потенциал поверхности грунта убывает с удалением от заземлителя по закону гиперболы: от максимального значения (на заземлителе) до нуля на расстоянии примерно 20 м.

Требования к устройству защитного заземления и зануления электрооборудования определены ПУЭ, в соответствии с которыми они должны устраиваться при номинальном напряжении 380 В и выше переменного тока, а также 440 В и выше постоянного тока. Работы в помещениях с повышенной опасностью и особо опасных должны выполняться в установках с напряжением питания больше 42 В переменного и более 119 В постоянного тока. Защитному заземлению и занулению подлежат металлические части электроустановок, доступные для прикосновения человека, которые могут оказаться под напряжением U_{ϕ} в результате повреждения изоляции.

Описание лабораторного стенда

Стенд представляет собой настольную конструкцию с вертикальной передней панелью. На лицевой панели стенда изображена мнемосхема системы «трехфазная электрическая сеть – человек», которая содержит изображение источника питания (трехфазная сеть), фазных и защитного проводников, электропотребителя, УЗО и цепи, имитирующие прикосновение человека к фазным проводам.

Индикация наличия фазных напряжений осуществляется тремя светодиодными индикаторами – желтым (фаза А), зеленым (фаза В) и красным (фаза С).

Реально существующие распределенные сопротивления изоляции и емкости проводов (фазных и нулевого) относительно земли изображены на мнемосхеме в виде сосредоточенных элементов – резисторов и конденсаторов, расположенных слева вне зоны защиты УЗО. Трехфазный электропотребитель показан на мнемосхеме в виде корпуса, подключенного к сети через УЗО, реагирующего на дифференциальный ток.

В изображении человека помещен светодиодный индикатор, сигнализирующий о превышении предельно допустимого длительного тока через человека.

На поле мнемосхемы, рядом с изображениями элементов моделируемой сети, размещены коммутационные элементы и регуляторы с соответствующим и буквенно-цифровыми обозначениями, выполняющими следующие функции:

- изменение значений сопротивления изоляции проводов вне зоны защиты ("RAE", "RBE", "RCE", "RPEN"): "1; 2,5; 10; 25; 100; ∞ кОм" и емкости проводов ("CAE", "CBE", "CCE", "CPEN"): "0; 0,1; 0,25; 0,5; 1,0; 2,5 мкФ",

- имитацию прикосновения человека к токоведущим проводам сети или к проводу сети на стороне трехфазного потребителя, подключенного к сети через УЗО, путем соединения гибким проводом со штеккерами клеммы "Хпр" с одной из клемм "ХА""ХВ", "ХС" или "ХАК",

- имитацию замыкания одного из фазных проводов на землю ("Skз"), при этом положение «0» соответствует нормальному режиму работы сети,

- изменение значений сопротивления тела человека ("Rн"): "1–100 кОм",

- изменение значений сопротивления замыкания фазного провода на землю ("Rзм"): "10; 100; 1000 Ом",

- управление УЗО (кнопки «ПУСК», «СТОП», по которым производится включение-выключение УЗО, и «КОНТРОЛЬ», по которой одновременно с нажатием кнопки «ИЗМЕРЕНИЕ» производится оперативный контроль УЗО),

- подключение корпуса электропотребителя к нулевому проводу ("S_{защ}"),

- имитация замыкания фазного провода электропотребителя на корпус ("Skз к", одновременно с нажатием кнопки «ИЗМЕРЕНИЕ»),

переключение режима нейтрали («глухозаземленная изолированная») с одновременным подключением (отключением) PEN-провода ("Sn").

Сопротивление заземления нейтрали ("Ro") установлено постоянное(4 Ом).

Уровни напряжений на доступных прикосновению частях стенда не более 3В и не представляют опасности поражения электрическим током.

Индикация токов (Амперметр) и напряжений (Вольтметр) в моделируемой трехфазной сети, а также времени срабатывания УЗО (Секундомер) осуществляется цифровыми индикаторами в нижней части стенда.

Индигируемые параметры зависят от положения переключателей «A1 - A2 - RN»(ТОК в цепи тела человека «A1» , установка УЗО «A2», либо сопротивление тела человека "RN") и «UA - UB - UC» (напряжения фазных проводов относительно земли).

По принципу работы стенд является цифровым микропроцессорным устройством, вычисляющим по соответствующим формулам параметры сети в зависимости от комбинаций коммутационных элементов на передней панели стенда.

Результаты вычислений выводятся на цифровые индикаторы. Индикаторы отображают «измеренные» (вычисленные) значения параметров по нажатию кнопки «ИЗМЕРЕНИЕ», расположенной справа в нижней части передней панели; показания сбрасываются нажатием кнопки «СБРОС», расположенной там же.

При работе с УЗО кнопку «ИЗМЕРЕНИЕ» нажимают, удерживая кнопки «КОНТРОЛЬ» либо "Skз к".

Включение-выключение стенда производится тумблером «ВКЛ-ВЫКЛ», расположенным слева в нижней части передней панели стенда.

При включении стенда загораются светодиодные индикаторы наличия фазных напряжений на мнемосхеме передней панели.

Порядок выполнения работы

Нормальный режим работы сети

Задание №1. Исследовать зависимость тока, проходящего через тело человека при прямом прикосновении к фазному проводу, от активного сопротивления изоляции проводов сети с изолированной, а затем с заземленной нейтралью при постоянном значении емкости проводов относительно земли, соблюдая условие: $R_{AE}=R_{BE}=R_{CE}=R_{PEN}$ и $C_{AE}=C_{BE}=C_{CE}=C_{PEN}$.

1.1. Включить стенд, переведя тумблер "ВКЛ-ВЫКЛ" в верхнее положение; при этом должны загореться светодиодные индикаторы наличия фазных напряжений на мнемосхеме передней панели.

1.2. Привести стенд в исходное состояние: нажать кнопку "СБРОС"; при этом сбрасываются значения предыдущего состояния стенда.

1.3. Моделировать трехфазную трехпроводную сеть с изолированной нейтралью, установив переключатель "SN" в нижнее положение.

1.4. Моделировать нормальный режим работы сети, установив переключатель "SK3" в положение "O".

1.5. Имитировать прикосновение человека к фазному проводу, например к фазе А, для чего гибкий провод, снабженный наконечниками, подсоединить к клеммам "Xпр" и "XA".

1.6. Установить переключатель "-Rn" в положение "Rn", при этом на цифровом табло омметра появляется значение сопротивления тела человека, соответствующее положению рукоятки потенциометра "Rn" Установить медленным вращением рукоятки потенциометра "Rn" заданное преподавателем сопротивление цепи тела человека (обычно 1 кОм, - этому значению соответствует крайнее левое положение рукоятки потенциометра), наблюдая значение Rn на цифровом табло омметра.

1.7. Установить переключателями "SCAE", "SCBE", "SCCE" заданные преподавателем значения емкостей проводов относительно земли (например, моделируя короткую воздушную сеть, можно задать $C_{AE}=C_{BE}=C_{CE}=C_E=0$

1.8. Установить переключатель "A1-A2-Rn" в положение "A1", при этом на передней панели стенда загорается с вето диод в мнемоническом изображении амперметра в цепи тела человека.

1.9. Установить переключатели "SRAE", "SRBE", "SRCE" в крайние левые положения, соответствующие значению "∞".

1.10. Нажать кнопку "ИЗМЕРЕНИЕ", снять показание амперметра, нажать кнопку "СБРОС".

1.11. Устанавливая переключателями "SRAE", "SRBE", "SRCE" последовательно значения $R_{AE}=R_{BE}=R_{CE}=R_{PEN}$: 1,0; 2,5; 10; 25; 100кО.м, измерять ток в цепи тела человека. Считывая показания индикатора амперметра, занести их в отчет о лабораторной работе.

Примечание: Для каждого нового измерения нажимать кнопку "ИЗМЕРЕНИЕ", предварительно сбрасывая предыдущее кнопкой "СБРОС".

1.12. Моделировать трёхфазную четырёхпроводную сеть с заземленной нейтралью: перевести переключатель "SN" в верхнее положение.

1.13. Установить значение емкости PEN-провода относительно земли $C_{PEN}=C_E$ (см. п. 1.7) с помощью переключателя "SCPEN"

1.14. Выполнить указания п.п. 1.4 -1.11, устанавливая последовательно значения $R_{AE}=R_{BE}=R_{CE}=R_{PEN}=R_E$: ∞ ; 1,0; 2,5; 10; 25; 100 кОм, измеряя ток в цепи тела человека, считывая показания индикатора амперметра и занося их в отчет о лабораторной работе.

1.15. Сделать вывод о характере влияния режима нейтрали, а также активного сопротивления изоляции проводов сети относительно земли на опасность поражения током при прямом прикосновении человека к фазному проводу в условиях нормальной работы сети.

Задание №2. Исследовать зависимость тока, проходящего через тело человека при прямом прикосновении к фазному проводу, от емкости проводов относительно земли в сети с изолированной, а затем с заземленной нейтралью при постоянном значении активного сопротивления изоляции проводов, соблюдая условие: $R_{AE}=R_{BE}=R_{CE}=R_{PEN}$ и $C_{AE}=C_{BE}=C_{CE}=C_{PEN}$.

2.1. Выполнить указания п.п.1.2-1.6 задания №1.

2.2. Установить переключателями "SRAE", "SRBE", "SRCE" заданные преподавателем значения активного сопротивления проводов относительно земли (например, моделируя кабельную сеть, можно задать $R_{AE}=R_{BE}=R_{CE}=R_E=\infty$)

2.3. Устанавливая переключателями "SCAE", "SCBE", "SCCE" последовательно значения $C_{AE}=C_{BE}=C_{CE}=C_E$: 0; 0,1; 0,25; 0,5; 1,0; 2,5 мкФ, измерять ток в цепи человека, считывая показания индикатора амперметра и занося их в отчет о лабораторной работе. При работе не забывать требования ПРИМЕЧАНИЯ к п. 1.11.

2.4. Моделировать трехфазную четырехпроводную сеть с заземленной нейтралью: перевести переключатель "SN" в верхнее положение.

2.5. Дополнительно к указаниям п.2.2 установить переключателем "SRPEN" значение $R_{PEN}=R_E$.

2.6. Выполнить повторно указания п.2.3, дополнительно устанавливая переключателем "SCPEN" значения $C_{PEN}=C_E$.

2.7. Сделать вывод о характере влияния режима нейтрали сети, а также емкости C проводов относительно земли на опасность поражения током при прямом прикосновении человека к фазному проводу в условиях нормальной работы сети.

Задание №3. Исследовать влияние активного сопротивления в цепи тела человека R_k на значение тока I_h проходящего через человека, прикоснувшегося к фазному проводу сети с изолированной и с заземленной нейтралью, при нормальном режиме работы сети.

3.1. Выполнить указания п.п.1.2-1.6 задания №1. Кроме того, переключатель вольтметра установить в положение "UA".

3.2. Установить переключателями "SRAE", "SRBE", "SRCE" и "SCAE", "SCBE", "SCCE" заданные преподавателем значения активного сопротивления изоляции $R_{AE}=R_{BE}=R_{CE}=R_E$ и емкости $C_{AE}=C_{BE}=C_{CE}=C_E$ проводов относительно земли (например, моделируя короткую воздушную сеть, можно задать $R_E = 100$ КОМ и $C_E=0$).

3.3. Подобно указанному в п.п. 1.6, 1.8, 1.10, устанавливая медленным вращением рукоятки потенциометра "RH" последовательно значения сопротивления R_{hi} в цепи тела человека, измерять соответствующие этим значениям токи I_{hi} и напряжения U_A между фазным проводом А землей (считывать показания индикаторов амперметра и вольтметра и заносить их в отчет о лабораторной работе).

3.4. Моделировать трехфазную четырехпроводную сеть с заземленной нейтралью, установив переключатель "SN" в верхнее положение.

3.5. Дополнительно к указаниям п.3.2 установить переключателями "SRPEN" и "SCPEN" значения $R_{PEN}=R_E$ и $C_{PEN}=C_E$.

3.6. Повторно выполнить указания п.п.3.3.

3.7. Результаты измерений представить в отчете в виде табл. 7.2 – 7.4 и графиков зависимостей $I_h=I(R_h)$ и $U_A=U(R_h)$ для обоих видов сетей.

3.8. Сделать вывод о характере влияния сопротивления R_h в цепи тела человека на опасность поражения током в трехфазных сетях с различным режимом нейтрали.

Таблица 7.2.

Зависимость тока, проходящего через тело человека при прямом прикосновении к фазному проводу, от активного сопротивления изоляции проводов сети с изолированной, а затем с заземленной нейтралью $I_h = f(R_h)$, при $R_{AE}=R_{BE}=R_{CE}=R_{PEN}$ и $C_{AE}=C_{BE}=C_{CE}=C_{PEN}$

$R_{AE}=R_{BE}=R_{CE}=R_{PEN}$, кОМ	∞	1.0	2.5	10	25	100
I_h , мА						
1. Изолированная нейтраль						
2. Заземленная нейтраль						

Таблица 7.3

Зависимость тока, проходящего через тело человека при прямом прикосновении к фазному проводу, от емкости проводов относительно земли в сети с изолированной, а затем с заземленной нейтралью $I_h = f(C_h)$, при $R_{AE}=R_{BE}=R_{CE}=R_{PEN}$ и $C_{AE}=C_{BE}=C_{CE}=C_{PEN}$.

I_h , mA	$C_{AE}=C_{BE}=C_{CE}=C_E$, мкФ	0	0.1	0.25	0.5	1.0	2.5
1. Изолированная нейтраль							
2. Заземленная нейтраль							

Таблица 7.4

Зависимость тока I_h проходящего через человека, прикоснувшегося к фазному проводу сети с изолированной и с заземленной нейтралью, при нормальном режиме работы от активного сопротивления в цепи тела человека R_k

Сопротивление в цепи тела человека, кОм		1	25	50	75	100
Изолированная нейтраль	I_h					
	U_h					
Заземленная нейтраль	I_h					
	U_h					

Аварийный режим работы сети

Задание №4. При аварийной ситуации (замыкание фазного провода на землю через сопротивление растеканию тока R_{3M}) провести сравнительный анализ опасности прикосновения человека к исправному фазному проводу в сетях с изолированной и заземленной нейтралью. Исследовать характер влияния сопротивления R_{3M} на значение тока I_h , протекающего через человека.

4.1. Выполнить указания п.п.3.1 и 3.2 задания №3.

4.2. Переключателем "Skз" замкнуть фазный провод В или С на землю через сопротивление R_M .

4.3. Устанавливая переключателем "RзМ" последовательно значения $R_{3M}=10; 100$ и 1000 Ом, измерить ток I_h в цепи тела человека и напряжение U_A между фазным проводом А и землей (считывать показания индикаторов амперметра и вольтметра и заносить их в табл. 4 отчёта о лабораторной работе).

4.4. Моделировать трехфазную четырехпроводную сеть с заземленной нейтралью, установив переключатель "SN" в верхнее положение.

4.5. Измерить ток I_h и напряжение U_A в зависимости от сопротивления R_{3M} , выполнив последовательно указания п.3.5 задания №3 и 4.3 задания №4.

4.6. Результаты измерений представить в отчете в виде табл. 7.5 – 7.6 и графиков зависимостей $I_h = I(R_{3M})$ для обоих видов сетей.

4.7. Сделать вывод о характере влияния сопротивления растеканию тока в месте замыкания фазного провода на землю R_{3M} на опасность поражения током в трехфазных сетях с различным режимом нейтрали.

Таблица 7.5

Зависимость тока I_h , протекающего через человека от сопротивления R_{3M} при аварийном режиме работы

R_{3M} , Ом		10	100	1000
Изолированная нейтраль	I_h			
	U_h			
Заземленная нейтраль	I_h			
	U_h			

Таблица 7.6

Зависимость тока I_h , протекающего через человека от сопротивления в цепи тела человека, при аварийном режиме работы

R_H , Ом		1	30	20.05	63.5	99.5
Изолированная нейтраль	I_h					
	U_h					
Заземленная нейтраль	I_h					
	U_h					

Задание №5. При аварийной ситуации (замыкании фазного провода на землю через сопротивление растеканию тока R_{3M}) выполнить исследование характера влияния сопротивления в цепи тела человека, прикоснувшегося к исправному фазному проводу в сетях с изолированной и заземленной нейтралью, на значение тока I_h , протекающего через человека.

5.1. Выполнить указания п.п. 1.2-1.3 и 1.5-1.6 задания №1. Кроме того, переключатель вольтметра установить в положение "УА".

5.2. Переключателем "S_{к3}" замкнуть фазный провод В или С на землю через сопротивление .

5.3. Установить переключателем "S_{3M}" заданное преподавателем значение R_{3M} (например $R_{3M}=100$ Ом).

5.4. Определить и записать в таблицу отчета о лабораторной работе значения тока I_n в зависимости от сопротивления в цепи тела человека R_n при постоянном значении $R_{зм}$ для сети с изолированной и заземленной нейтралью, выполнив последовательно указания п.п.3.2-3.3.

5.5. Сделать вывод о характере влияния сопротивления R_k в цепи тела человека на опасность поражения током в трехфазных сетях с изолированной и заземленной нейтралью при аварийном режиме работы сетей.

5.6. Выключить стенд, переведя тумблер "ВКЛ-ВЫКЛ" в нижнее положение.

Контрольные вопросы

1. Действие электрического тока на организм человека.
2. Характер воздействия тока на организм человека.
3. Категории помещений по опасности поражения электрическим током.
4. Что такое защитное заземление? В чем его назначение?
5. Что такое защитное зануление и отключение? В чем заключается их сущность?
6. От чего зависит величина сопротивления заземляющего устройства?
7. Какие нормативные требования предъявляются к величине сопротивления заземляющих устройств?
8. Как нормируется сопротивление заземляющего устройства?
9. От чего зависит удельное объемное сопротивление грунта?

Лабораторная работа № 8

Характеристика пожарной опасности производств

Цель работы: изучить основные показатели пожаро- и взрывоопасности веществ и материалов, виды горения, методы оценки взрыво- и пожароопасности объектов и методику определения температур вспышки и воспламенения жидкого топлива.

Основные понятия и определения

Промышленные предприятия часто характеризуются повышенной взрыво- и пожароопасностью, так как их отличает сложность производственных установок, значительное количество легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, сжиженных горючих газов, твердых сгораемых материалов, большое количество емкостей и аппаратов, в которых находятся пожароопасные продукты под давлением, разветвленная сеть трубопроводов с регулировочной аппаратурой, большая оснащенность электроустановками.

Пожар – это неконтролируемое горение вне специального очага, наносящее материальный ущерб.

Горение – это химическая реакция окисления, сопровождающаяся выделением большого количества тепла и свечением. Для возникновения горения необходимо наличие горючего вещества, окислителя (обычно кислород воздуха) и источника зажигания. Кроме того, необходимо, чтобы горючее вещество было нагрето до определенной температуры и находилось в определенном количественном соотношении с окислителем, а источник загорания имел бы определенную энергию. Окислителями являются также хлор, фтор, оксиды азота и другие вещества.

Согласно ГОСТ 12.1.004–91 ССБТ «Пожарная безопасность. Общие требования» *пожарная безопасность* – это состояние объекта, при котором исключается возможность пожара, а в случае его возникновения предотвращается воздействие на людей опасных факторов пожара и обеспечивается защита материальных ценностей. С учетом этого определения разрабатывают профилактические мероприятия и систему пожарной защиты. Нормативная вероятность возникновения пожара принимается равной не более 10^{-6} в год на отдельный пожароопасный элемент рассматриваемого объекта. Такая же вероятность воздействия опасных факторов пожара в расчете на отдельного человека (риск) принимается при разработке системы пожарной защиты.

Опасными факторами пожара являются: повышенная температура воздуха и предметов, открытый огонь и искры, токсичные продукты горения и дым, пониженная концентрация кислорода, взрывы, повреждение и разрушение зданий и сооружений.

Вещества, способные самостоятельно гореть после удаления источника зажигания, называются *горючими*, в отличие от веществ, которые на воздухе не горят и называются *негорючими*. Промежуточное положение занимают *трудногорючие* вещества, которые возгораются при действии источника зажигания, но прекращают горение после удаления последнего.

Пожарная опасность твердых веществ и материалов характеризуется их склонностью к возгоранию и самовозгоранию.

Различают следующие *виды горения*:

- а) вспышка* – быстрое сгорание горючей смеси без образования повышенного давления газов;
- б) возгорание* – возникновение горения от источника зажигания;
- в) воспламенение* – возгорание, сопровождающееся появлением пламени;

з) *самовозгорание* – горение, возникающее при отсутствии внешнего источника зажигания;

д) *самовоспламенение* – самовозгорание, сопровождающееся появлением пламени;

е) *взрыв* – чрезвычайно быстрое горение, при котором происходит выделение энергии и образование сжатых газов, способных производить механические разрушения.

Температурой вспышки называется самая низкая температура горючего вещества, при которой над его поверхностью образуются пары и газы, способные давать вспышку в воздухе от источника зажигания, но скорость образования паров и газов недостаточна для устойчивого горения. Значения температуры вспышки применяют при классификации жидкостей по степени пожароопасности, при определении категории производств по взрывной, взрывопожарной и пожарной опасности в соответствии с требованиями СНиП; классов взрывоопасных и пожароопасных зон в соответствии с требованиями Правил устройства электроустановок (ПУЭ), а также при разработке мероприятий для обеспечения пожарной безопасности и взрывобезопасности в соответствии с ГОСТ 12.1.004–85 и ГОСТ 12.1.010–76.

По температуре вспышки горючие вещества делятся на два класса:

1) Легковоспламеняющиеся жидкости (ЛВЖ). К ним относятся жидкости с температурой вспышки, не превышающей 61°C (или 66°C в открытом тигле) – бензин, этиловый спирт, ацетон, нитроэмали и др.

2) Горючие жидкости (ГЖ). Жидкости, имеющие температуру вспышки выше 61°C (или 66°C в открытом тигле), относятся к классу ГЖ (масла, мазут, формалин и др.).

Температура воспламенения – наименьшая температура горючего вещества, при которой оно выделяет горючие пары и газы с такой скоростью, что при поднесении источника зажигания возникает устойчивое горение.

Температурой самовоспламенения называют самую низкую температуру вещества, при которой оно загорается в процессе нагревания без непосредственного контакта с огнем.

Самовоспламенение возможно только при определенных соотношениях горючего вещества и окислителей. Существуют понятия: нижний и верхний концентрационные пределы воспламенения. Интервал между ними называется *диапазоном или областью воспламенения*. Различают и температурные пределы воспламенения.

Процессы самовозгорания в зависимости от внутреннего импульса бывают:

1. *Химические*. Химическое самовозгорание возникает от воздействия на вещество кислорода, воздуха, воды или от взаимодействия веществ (самовозгорание промасленных тряпок, спецодежды, ваты и даже металлических стружек).

2. *Микробиологические*. Микробиологическое самовозгорание происходит при соответствующих влажности и температуре в растительных продуктах (от грибка).

3. *Тепловые*. Тепловое самовозгорание происходит в результате продолжительного действия незначительного источника тепла, при этом.

вещества разлагаются, адсорбируются и в результате действия окислительных процессов самонагреваются (опилки, ДВП, паркет при температуре 100 °С).

Существуют и другие показатели для оценки пожарной опасности веществ, определяемые по стандартным методикам.

Пожарная и взрывная опасность веществ и материалов – близкие характеристики, поясняемые в основном одними и теми же показателями. Различие между этими характеристиками заключается в скорости распространения пламени, которая для взрывных процессов существенно выше, чем при пожаре. Знание скорости распространения пламени необходимо для оценки возможной взрывной нагрузки на взрывоопасные здания и сооружения, а также для расчета и проектирования предохранительных (легкосбрасываемых) конструкций, предназначенных для сброса избыточного давления.

Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с установкой. Температуру вспышки и воспламенения определяют в открытом приборе. Прибор открытого типа состоит из металлического тигля диаметром 64 ± 1 мм, высотой 47 ± 1 мм, помещенного в металлическую песчаную баню 2 с электроподогревом (рис. 8.1).

Для измерения температуры жидкого топлива служит термометр 3, верхний конец которого закрепляют на штативе при помощи передвижной лапки 4. Нижний конец термометра погружают в жидкое топливо. Подогрев песчаной бани 2 осуществляется вмонтированным электронагревателем, включение которого производится двумя кнопками на панели прибора. Мощность электронагрева подбирается включением соответствующей кнопки □ 150 или 250 Вт.

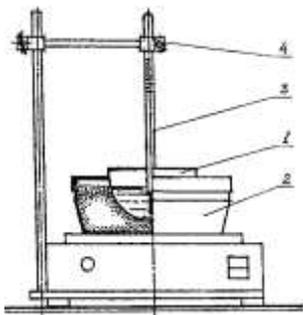


Рис. 8.1. Установка для определения температуры вспышки и воспламенения жидкого топлива:

- 1 – металлический тигель; 2 – металлическая песчаная баня с электроподогревом;
3 – термометр; 4 – передвижная лапка

Предварительно промытый бензином и подогретый тигель 1 помещают в песчаную баню 2 так, чтобы уровень песка был на одной высоте с уровнем топлива в тигле. Затем укрепляют лапку 4 штатива с термометром 3 на такой высоте, чтобы ртутный шарик термометра помещался посередине между дном тигля и уровнем жидкости. При испытании жидкого топлива вспышки до 210°C уровень жидкости должен находиться на расстоянии 12 мм от края тигля.

2. Включают электроподогрев песчаной бани. Вначале скорость повышения температуры продукта составляет 10 град/мин, а затем за 40°C до ожидаемой температуры вспышки – 4 град/мин. За 10°C до ожидаемой температура вспышки начинают через каждые 2 с испытания на вспышку, проводя по краю тигля параллельно поверхности топлива пламенем зажигательного устройства. При этом делают два оборота: один по часовой стрелке, другой – против. Длительность испытания должна быть не более 2–3 с. Моментом вспышки считается появление над жидким топливом синего пламени, сопровождаемое обычно легким взрывом, при котором отмечается появление перебегающего и быстро исчезающего синего пламени. За температуру вспышки принимают показание термометра в момент вспышки. Допускаемое расхождение между двумя параллельными определениями для жидкого топлива с температурой вспышки выше 150°C находится в пределах 6°C .

3. Определить температуру воспламенения жидкого топлива определяют после установления температуры вспышки. Для этого продолжают нагревать жидкое топливо со скоростью 4 град/мин. Через каждые 2°C повышения температуры пламенем зажигательного

устройства проводят горизонтально над поверхностью тигля. Температура, при которой жидкое топливо воспламенилось и продолжает гореть не менее 5 с, является температурой воспламенения. После воспламенения топлива ослабляют лапку штатива и вынимают из тигля термометр. Тигель накрывают крышкой для прекращения доступа воздуха.

4. Рассчитывают температуру вспышки при нормальном давлении t_{760} по эмпирической формуле (8.1). Данные заносятся в табл. 8.1.

К повышению температуры вспышки приводит и повышение давления. Зависимость между температурой вспышки при нормальном давлении t_{760} и температурой вспышки t_p при ином барометрическом давлении p (мм рт. ст.) выражается эмпирической формулой

$$t_{760} = t_p + 0,00012(760 - p)(273 + t_p). \quad (8.1)$$

Температуру вспышки определяют по стандартным методикам в открытых и закрытых тиглях. Различие между температурой вспышки, определяемой в открытом и закрытом тиглях, составляет 20...60 °С. В закрытых тиглях пары, образующиеся при нагревании жидкого топлива, не удаляются в окружающее пространство. Концентрация паров топлива в смеси с воздухом, при котором происходит вспышка, достигается при нагреве более низкой температуры, чем в открытых тиглях. При низкой температуре вспышки жидкого топлива ее определяют обычно в закрытых, а при высокой – в открытых тиглях. Температура вспышки мазута различных марок должна быть не ниже 80...140 °С.

Таблица 8.1

Экспериментальные значения температуры вспышки и воспламенения

Температура, °С	Опыт		Отклонение характеристики
	1-й	2-й	
Вспышки Вспышки при нормальных условиях Воспламенения			

5. Определяют расхождения между полученными характеристиками жидкого топлива.

Контрольные вопросы

1. Что такое пожарная безопасность объекта?

2. Какие основные нормативные документы регламентируют требования к пожаро- и взрывобезопасности промышленных объектов?
3. Перечислите опасные факторы пожара.
4. Какие группы горючести веществ Вы знаете?
5. По каким показателям оценивается пожаро- и взрывобезопасность промышленных объектов?
6. Перечислите виды горения.
7. С какой целью определяют температуру вспышки? Температуру воспламенения?
8. Методика определения температуры вспышки и температуры воспламенения жидкого топлива.
9. Методы оценки пожаро- и взрывоопасности предприятий.
10. Назовите категории помещений по пожаро- и взрывоопасности.
11. Что является количественным показателем категорирования помещений?
12. Классификация взрывоопасных зон и смесей по ПУЭ.
13. Методика определения категории пожаро- и взрывоопасности объекта.

Лабораторная работа № 9

Обучение навыкам сердечно-лёгочной и мозговой реанимации на тренажере «Максим 3-01Е»

Основные понятия и определения

Любое событие, происходящее во внешней среде, в которое вовлечен человек может привести к тяжелым последствиям - травмам, заболеваниям, к поражениям сердца, легких, головного мозга. Все эти процессы первоосновой имеют воздействие многообразных факторов внешней среды. Обычно выделяют три ведущих фактора – экологического, биологического и социального характера; а также формы воздействия на человека – механического, электрического и другого характера.

По смертности Россия превосходит развитые страны мира вместе взятые. От тяжелых инфекционных заболеваний погибает 36000 человек; вследствие конфликтов с окружающей средой, жизненных неудач погибает 55000 человек.

Высоким остается уровень производственного травматизма. Приведенные показатели свидетельствуют не только о настоятельной необходимости знания каждым человеком приемов оказания

медицинской помощи, но и о том, что самым важным из всех периодов оказания помощи является первый. Ключевая роль начального периода до госпитального этапа может быть реализована путём решения сложнейшей государственной, общественной и социальной задачи - массового обучения всего населения страны оказанию медицинской помощи.

Тренажер «Максим 3-01Е» позволяет проводить следующие действия:

- непрямой массаж сердца;
- искусственную вентиляцию легких способами «изо рта в рот» и «изо рта в нос» (в дальнейшем ИВЛ);
- имитировать состояние пострадавшего (пульс, зрачки и т.д.).

Контролировать:

- правильность положения головы и состояние поясного ремня;
- правильность проведения непрямого массажа сердца;
- достаточность воздушного потока при проведении ИВЛ;
- правильность проведения тестовых режимов реанимации пострадавшего одним или двумя спасателями;
- состояние зрачков у пострадавшего.

После правильно проведенного комплекса реанимации тренажер автоматически «оживает»: появляется пульс на сонной артерии, сужаются зрачки пострадавшего. Настенное табло является изображением торса человека со световой сигнализацией действий по реанимации пострадавшего. Табло подключается к электронному пульту контроля и

позволяет наглядно демонстрировать процесс реанимации.

Для проведения практических занятий следует: собрать манекен, закрепив руки и ноги, положить тренажер горизонтально, подключить адаптер к сети 220В 50Гц. Или специальным кабелем к источнику постоянного тока 12 -14 В. Подключить торс к пульта контроля с помощью разъема на задней панели пульта. Включить тумблер подачи питания расположенный на задней панели электронного пульта. При этом на пульту включится зеленый сигнал «вкл. сеть», а также красные, сигнализирующие о том, что пояс пострадавшего застегнут, а голова не запрокинута (Аналогичные сигналы на настенном табло). Тренажер «Максим 3 -01Е» используется в пяти режимах, описание которых приводится ниже.

1. Учебный режим

Используется для отработки отдельных элементов реанимации.

Порядок действий:

1. Обеспечить правильное запрокидывание головы тренажера

(при угле запрокидывания 15-20 градусов включается зеленый сигнал «Правильное положение»);

2. Расстегнуть пояс (включается зеленый сигнал «Пояс расстегнут»);

3. Руки спасателя при отработке навыков непрямого массажа сердца, должны находиться выше конца мечевидного отростка грудины, приблизительно на расстоянии 2-х диаметров пальцев руки. В случае неправильного положения, включается красный сигнал «Положение рук», и действие спасателей будут считаться неправильными.

4. Провести по правилам оказания первой медицинской помощи не прямой массаж сердца. При прикладываемом усилию 25 кгс, а глубине продавливания 3-5 см., включается зеленый сигнал «Положение рук». При усилии свыше 32 кгс. (смещении грудины более чем 5 см), включаются два красных сигнала «Перелом ребер».

5. Провести по правилам оказания первой медицинской помощи ИВЛ. При достаточно интенсивном поступлении воздуха в легкие (скорость воздушного потока не менее 2 л/с и объем не менее 400-500 куб. см.), включается зеленый сигнал - «Нормальный объем воздуха».

6. Проконтролировать на сонной артерии тренажера наличие пульса можно, включив кнопку «Пульс».

7. Проверить состояние зрачков глаз «Пострадавшего», оттянув веко вверх. При этом зрачки глаз будут расширены - «Пострадавший» находится в состоянии клинической смерти. При включении кнопки «Пульс», зрачки глаз тренажера становятся нормальными - функции пострадавшего восстановлены. Кроме этого, каждое нажатие, при выполнении непрямого массажа сердца, сопровождаются сужением зрачков глаз «Пострадавшего».

8. На демонстрационном табло, вся световая сигнализация о действиях спасателей идентична сигнализации на электронном пульте.

Внимание, после выполнения всех учебных действий необходимо нажать кнопку «Сброс», при этом включается зеленый сигнал «Сброс».

2. Режим сердечно-легочной реанимации, предложенный Европейским Советом по реанимации (ERC) («30-2»)

Применяется в случае, если пострадавший находится в состоянии клинической смерти не более 1 минуты, или оно наступило на ваших глазах.

Порядок действий:

1. Нажать кнопку «Сброс».

2. Убедиться в правильном положении головы (зеленый сигнал).
3. Расстегнуть пояс «Пострадавшему» (зеленый сигнал).
4. Выбрать режим «30-2», нажав соответствующую кнопку.
5. Начать реанимационные мероприятия по правилам проведения первой медицинской помощи (30 нажатий + 2ИВЛ, 2 цикла в течении 1 минуты).

6. При неправильных действиях включается один из красных сигналов на пульте контроля и красный сигнал «Сбой режима».

При правильных действиях в течение 1 минуты тренажер «оживает»: появляется пульс на сонной артерии, зрачки глаз сужаются.

После окончания работы с тренажером - выключить тумблер подачи питания на задней панели, при этом погаснет зеленый сигнал «Вкл. сеть». Отключить блок питания от сети.

Контрольные вопросы

1. Клиническая смерть. Признаки
2. Биологическая смерть. Признаки
3. Назначение искусственного дыхания. Какие способы искусственного дыхания вам известны?
4. Как правильно делать закрытый массаж сердца?
5. По каким явлениям можно проверить правильность проведения искусственного дыхания, закрытого массажа сердца?
6. Если вы оказались один на один с пострадавшим, находящимся в состоянии клинической смерти, что будете делать, в какой последовательности и каком соотношении?
7. Если вы можете оказывать помощь вдвоем, что, в какой последовательности и до каких пор будете делать?

Продолжение приложения 3

1	2	3	4	5	6	7	8
Очень высокой точности	От 0,15 до 0,3	II	a	Малый	Темный	4000 3500	– –
			б	Малый Средний	Средний Темный	3000 2500	750 600
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	2000	500
			г	Средний Большой «	Светлый « Средний	1000 750	300 200
Высокой точности	Св. 0,3 до 0,5	III	a	Малый	Темный	2000 1500	500 400
			б	Малый Средний	Средний Темный	1000 750	300 200
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	750	300
			г	Средний Большой «	Светлый « Средний	400	200
Средней точности	Св. 0,5 до 1	IV	a	Малый	Темный	750	300
			б	Малый Средний	Средний Темный	500	200
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	400	200
			г	Средний Большой «	Светлый « Средний	–	200
Малой точности	Св. 1 до 5	V	a	Малый	Темный	400	300
			б	Малый Средний	Средний Темный	–	200
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	–	200
			г	Средний Большой «	Светлый « Средний	–	200

Окончание приложения 3

1	2	3	4	5	6	7	8
Грубая (очень малой точности)	Более 5	VI		Независимо от характеристик фона и контраста объекта с фоном		–	200
Работа со светящимися материалами, изделиями в горячих цехах	Более 0,5	VII		То же		–	200
Общее наблюдение за ходом производственного процесса: постоянно е периодическое при постоянно м пребывани и людей в помещени и периодическое при периодическом пребывани и общее наблюдение за инженерными коммуникациями	–	VIII	а	«		–	200
			б	«		–	75
			в	«		–	50
			г	«		–	30

Библиографический список

1. Алексеев, С.В. Производственный шум / С.В. Алексеев, М.Л. Хайлович и др. – М.: Медицина, 1991. – 136 с.
2. Безопасность жизнедеятельности: Учебник для вузов / С.В. Белов, В.А. Девисилов, А.В. Ильницкая, и др.; под общей ред. С.В. Белова. – 8-е изд., стер. – М.: Высш. шк., 2009. – 616 с.
3. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность): учебник. / С.В. Белов. – 2-е изд., исп. и доп. – М.: Изд-во Юрайт; ИД Юрайт, 2011. – 680 с.
4. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств. Охрана труда: учеб. пособ. для вузов / П.П. Кукин, В.Л. Лапин, Н.Л. Пономарев. – изд. 4-е, перераб. – М.: Высш. шк., 2007. – 335 с.
5. Белов, В. Г. Первая медицинская помощь [Электронный ресурс] : учебное пособие / Белов В. Г. - Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный институт психологии и социальной работы, 2014. - 143 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22984>.— ЭБС «IPRbooks»
6. Глебова, Е. В. Производственная санитария и гигиена труда : учебное пособие / Е. В. Глебова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Высшая школа, 2007. – 382 с. – ISBN 978-5-06-0048 97-1
7. Девисилов, В.А. Охрана труда: учебник / В.А. Девисилов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: ФОРУМ, 2009. – 496 с.
8. Залаева, С.Ш. Производственная санитария и гигиена труда: учеб.пособие: в 3 ч. – Ч. 1. Производственное освещение. Вибрация / С.Ш. Залаева, О.А. Рыбка. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2008. – 165 с.
9. Залаева, С.Ш. Производственная санитария и гигиена труда: учеб.пособие: в 3 ч. – Ч. 2. Вредные вещества. Производственный шум / С.Ш. Залаева, Е.А. Носатова, О.А. Рыбка. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2008. – 310 с.
10. Залаева, С. Ш. Производственная санитария и гигиена труда: учеб.пособие: в 3 ч. – Ч. 3. Ионизирующие излучения, лазерные излучения и электромагнитные поля / С. Ш. Залаева, О. А. Рыбка, Д. С. Золотухина. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2008. – 213 с.
11. Первая помощь при несчастных случаях : учеб. пособие / А.Г. Хвостиков, М.А. Папуев, Е. Б. Воробьев, Ж. Б. Ворожитова, Н. Н. Харченко ; Рост. гос. ун-т путей сообщения. – Ростов н/Д, 2009. – 47 с.

Оглавление

Введение.....	4
<i>Лабораторная работа № 1. Исследование параметров микроклимата рабочей зоны производственных помещений.....</i>	5
<i>Лабораторная работа № 2. Исследование эффективности работы вентиляционной установки</i>	11
<i>Лабораторная работа № 3. Исследование параметров естественного освещения в помещении</i>	17
<i>Лабораторная работа № 4. Исследование параметров искусственного освещения в помещении</i>	21
<i>Лабораторная работа № 5. Исследование средств звукоизоляции.....</i>	25
<i>Лабораторная работа № 6. Исследование эффективности виброизоляции.....</i>	31
<i>Лабораторная работа № 7. Анализ поражения током в трехфазных электрических сетях напряжение до 1 кВ.....</i>	40
<i>Лабораторная работа № 8 Характеристика пожарной опасности производства</i>	52
<i>Лабораторная работа № 9. Обучение навыкам сердечно-лёгочной и мозговой реанимации на тренажере «Максим 3-01Е</i>	58
Приложения	62
Библиографический список	65

Учебное издание

Едаменко Алена Сергеевн
Ястребинская Анна Викторовна

Безопасность жизнедеятельности
Учебное пособие

Подписано в печать . Формат 60×84/16. Усл. печ. л.3.7. Уч. изд. л. 4.25

Тираж экз. Заказ . Цена

Отпечатано в Белгородском государственном технологическом университете
им. В.Г. Шухова

308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46