

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
ЛУГАНСКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
ЛУГАНСКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ  
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»  
Стахановский инженерно-педагогический институт менеджмента  
Кафедра общеинженерных дисциплин

**КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ**  
по дисциплине  
**«БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ»**  
для студентов направления подготовки  
44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)

**В 4-х частях. Часть 2**  
**ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ) БЕЗОПАСНОСТЬ**



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
ЛУГАНСКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
ЛУГАНСКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ  
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»

Стахановский инженерно-педагогический институт менеджмента

Кафедра общеинженерных дисциплин

## **КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ**

по дисциплине

**«БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ»**

для студентов направления подготовки

44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)

**В 4-х частях. Часть 2**

**ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ) БЕЗОПАСНОСТЬ**

*Рекомендовано к изданию Учебно-методическим советом  
ГОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля»  
(протокол № \_\_\_ от \_\_\_\_\_ 2020 г.)*

Конспект лекций по дисциплине «**Безопасность жизнедеятельности**» для студентов направления подготовки 44.03.04 **Профессиональное обучение (по отраслям). В 4-х частях. Часть 2. Производственная (технологическая) безопасность.** / Сост.: Т.И. Щирова – Луганск: изд-во ЛГУ им. В. Даля, 2020. – 54 с.

Вторая часть конспекта лекций посвящена общим вопросам производственной безопасности человека. К каждой теме приведены контрольные вопросы и задания для самостоятельной работы, список рекомендованной литературы.

Предназначен для студентов профиля «Экономика и управление», «Информационные технологии и системы», «Электроснабжение», «Безопасность технологических процессов и производств», «Горное дело. Подземная разработка пластовых месторождений», «Горное дело. Электромеханическое оборудование, автоматизация процессов добычи полезных ископаемых и руд», «Горное дело. Технологическая безопасность и горноспасательное дело», «Профессиональная психология», «Управление персоналом».

Составитель: ст. преп. Щирова Т.И.

Ответственный за выпуск: доц. Сафонов В.И.

Рецензент: доц. Сергеев С.Н.

## СОДЕРЖАНИЕ

ЛЕКЦИЯ 5 МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И ИХ НОРМИРОВАНИЕ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ .....	4
5.1. Параметры метеорологических условий и факторы, влияющие на микроклимат производственных помещений.....	4
5.2. Влияние метеорологических условий на организм человека .....	5
5.3. Нормирование метеорологических условий производственного помещения .....	7
ЛЕКЦИЯ 6 ВРЕДНЫЕ ВЕЩЕСТВА .....	10
6.1. Источники выделения вредных веществ в воздух производственных помещений.....	10
6.2. Влияние вредных газов, паров и пыли на организм человека .....	11
Лекция 7 ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОСВЕЩЕНИЕ .....	14
7.1. Основные световые величины и параметры, определяющие зрительные условия работы.....	15
7.1.1 Количественные показатели освещения .....	15
7.1.2 Качественные показатели освещения .....	16
7.2. Система и виды производственного освещения .....	17
7.3. Основные требования к производственному освещению .....	18
7.4. Естественное освещение .....	19
7.5. Освещенность рабочих мест, оснащенных компьютерами .....	20
Лекция 8 ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ШУМ .....	26
8.1. Влияние шума на организм человека.....	27
8.2. Классификация шумов .....	28
8.3. Физические характеристики шума .....	29
8.4. Нормирование шумов.....	31
8.5. Характеристики источников шума.....	32
Лекция 9 ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ВИБРАЦИИ .....	33
9.1. Некоторые сведения о вибрации .....	33
9.2. Действие вибрации на организм человека.....	34
9.3. Основные мероприятия по борьбе с вибрацией.....	34
ЛЕКЦИЯ 10 ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ .....	35
10.1. Действие электрического тока на организм человека .....	36
10.2. Первая помощь пострадавшему при поражении электрическим током .....	39
10.3. Факторы, влияющие на степень тяжести электротравматизма .....	40
10.4. Классификация помещений по степени опасности поражения людей электрическим током .....	43
10.5. Основные причины поражения людей электрическим током .....	44
ЛЕКЦИЯ 11 ОСНОВЫ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ГОРЕНИЕ И ПОЖАРООПАСНЫЕ СВОЙСТВА ВЕЩЕСТВ .....	45
11.1. Организация пожарной охраны.....	46
11.2. Общие представления о процессе горения. Виды горения .....	47
11.3. Пожарные свойства веществ и материалов .....	48
11.4. Огнестойкость зданий и сооружений. Классификация помещений по пожаровзрывоопасности.....	51
11.5. Характеристика пожарной опасности производства и основные причины пожаров .....	52
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	54

## **ЛЕКЦИЯ 5**

### **МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И ИХ НОРМИРОВАНИЕ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ**

#### **План лекции:**

5.1. Параметры метеорологических условий и факторы, влияющие на микроклимат производственных помещений.

5.2. Влияние метеорологических условий на организм человека.

5.3. Нормирование метеорологических условий производственного помещения.

#### **5.1. Параметры метеорологических условий и факторы, влияющие на микроклимат производственных помещений**

Метеорологические условия производственных помещений характеризуются температурой, влажностью, скоростью движения воздуха и интенсивностью теплового излучения.

Технологический процесс и, в какой-то степени внешние метеорологические условия, определяют микроклимат в производственных помещениях. Во всех помещениях, где осуществляется любой производственный процесс, как правило, выделяется тепло. Источником тепла являются печи, нагретые заготовки, паропроводы, генерирование электрической энергии в тепловую, работающие в помещении люди, солнечная радиация, проникающая в помещение через открытые и остекленные проемы. Часть поступившего в цех тепла отдается наружу, а остальная часть (явное тепло) нагревает воздух рабочих помещений.

Передача тепла от нагретых поверхностей и предметов осуществляется тремя путями:

1 – теплопроводностью, т.е. передачей тепла осуществляется при непосредственном контакте нагретых и холодных тел.

2 – конвекцией, т.е. передачей тепла окружающему воздуху, который, нагреваясь, переносит тепло, отнятое им от нагретого тела, и отдает его холодным поверхностям. Нагретый воздух от горячих поверхностей поднимается вверх, а его место занимает тяжелый, холодный воздух, который в свою очередь также нагревается и поднимается вверх. В результате такой циркуляции воздуха происходит его нагрев не только в месте нахождения источников тепла, но и на более отдаленных участках. Передача тепла конвекцией зависит от формы и состояния поверхности, от температуры окружающего воздуха и от скорости движения воздуха вдоль нагретой поверхности.

3 – тепловой радиацией, т.е. потоком инфракрасных лучей от излучающих к облучаемым поверхностям.

Инфракрасные лучи совершенно не поглощаются окружающим воздухом, следовательно, передача тепла излучением от температуры воздуха не зависит, а зависит только от температуры поверхностей и степени ее черноты. Темные, шероховатые поверхности излучают тепла больше, чем гладкие, блестящие. При температуре излучающих поверхностей больше 500°C спектр излучения содержит как видимые (световые) лучи, так и невидимые (инфракрасные) лучи; при

меньших температурах этот спектр состоит только из инфракрасных лучей. Источники тепла с температурой свыше 2500°С начинают излучать ультрафиолетовые лучи.

В каждом помещении воздух постоянно находится в состоянии движения, которое создается за счет разности температур в различных частях здания по его площади и высоте. Чем больше разница температур, тем интенсивнее подвижность воздуха. Движение воздуха может быть использовано в качестве оздоровительного мероприятия при высокой температуре воздуха.

В каждом производственном помещении всегда содержится некоторое количество водяных паров. Количество водяных паров, выраженное в граммах на 1 куб. метр воздуха, называется *абсолютной влажностью*. Влажность, при которой количество водяных паров (в граммах) способно насытить 1 м<sup>3</sup> воздуха при данной температуре до предела, называется *максимальной*.

Для измерения влажности воздуха чаще всего пользуются показателем *относительной влажности*, т.е. отношением абсолютной влажности к максимальной влажности при данной температуре, выраженной в процентах. Влажность воздуха производственных помещений находится в прямой зависимости от технологического процесса.

Источниками, повышающими влажность воздуха в производственных помещениях, могут являться открытые поверхности заполненных растворами различных ванн, красильные и промывные аппараты и другие, особенно, если эти растворы подвергаются нагреванию и создаются условия для их наиболее интенсивного испарения (травильные, гальванические отделения и другие производства).

В цехах, где имеется высокая относительная влажность, резко ограничена способность воздуха воспринимать дополнительно влагу. Понижение температуры воздуха в таких цехах приводит к образованию тумана и конденсации паров на оборудовании, потолке и стенах помещения. При повышении температуры воздуха его относительная влажность резко снижается, и воздух ощущается сухим.

При соответствующих сочетаниях температуры, влажности и подвижности воздуха с учётом интенсивности теплового излучения микроклимат производственных помещений может оказывать огромное влияние на работоспособность человека и его самочувствие, определяет теплообмен организма человека с окружающей средой.

## **5.2. Влияние метеорологических условий на организм человека**

В организме человека непрерывно протекают окислительные процессы, сопровождающиеся образованием тепла. Вместе с тем непрерывно происходит и отдача тепла в окружающую среду. Совокупность процессов, обуславливающих теплообмен человека с окружающей средой, называется *терморегуляцией*.

Сущность терморегуляции заключается в следующем. В обычных условиях в организме человека поддерживается постоянное соотношение между приходом и расходом тепла, благодаря чему температура тела сохраняется на уровне 36...37°С, необходимом для нормального функционирования организма. При

понижении температуры воздуха организм человека реагирует на это сужением поверхностных кровеносных сосудов, в результате чего уменьшается приток крови к поверхности тела и температура тела снижается. Это сопровождается уменьшением разности температур между воздухом и поверхностью тела и, следовательно, уменьшением теплоотдачи. При повышении температуры воздуха терморегуляция вызывает в организме человека обратные явления.

Тепло с поверхности тела человека, отдаётся путем излучения, конвекции и испарения.

Под излучением понимается поглощение лучистого тепла организма человека окружающими его твердыми телами (пол, стены, оборудование), если их температура ниже температуры поверхности тела человека.

Конвекция – непосредственная отдача тепла поверхности тела менее нагретым прилегающим к нему слоям воздуха. Интенсивность теплоотдачи при этом зависит от площади поверхности тела, разности температуры тела и окружающей среды и скорости движения воздуха.

Испарение пота с поверхности тела также обеспечивает отдачу тепла организмом окружающей среде. На испарение 1 грамма влаги требуется около 0,6 ккал тепла.

Тепловое равновесие организма также зависит от наличия вблизи рабочих мест сильно нагретых поверхностей оборудования или материалов (печи, раскаленный металл и т. д.). Такие поверхности отдают при излучении тепло менее нагретым поверхностям и человеку. Самочувствие человека, не защищенного от воздействия тепловых лучей, будет зависеть от интенсивности облучения и его продолжительности, а также от площади облучаемой поверхности кожи. Длительное облучение даже небольшой интенсивности может привести к ухудшению самочувствия.

Наличие в помещении холодных поверхностей также отрицательно влияет на человека, увеличивая отдачу тепла излучением с поверхности его тела. В результате этого у человека появляется озноб и ощущение холода. При низкой температуре окружающей среды теплоотдача организма усиливается, теплообразование не успевает компенсировать потери. Кроме того, переохлаждение организма в течение длительного времени может привести к простудным заболеваниям и ревматизму.

На тепловое равновесие человека существенное влияние оказывает влажность окружающего воздуха и степень его подвижности. Наиболее благоприятные условия для теплообмена при прочих равных условиях создаются при влажности воздуха 40...60% и температуре около +18°C. Воздушная среда характеризуется значительной сухостью при ее влажности ниже 40%, а при влажности воздуха выше 60% – повышенной влажностью. Сухой воздух вызывает повышенное испарение влаги с поверхности кожного покрова, слизистых оболочек организма, поэтому у человека возникает ощущение сухости этих участков, и наоборот, при повышенной влажности воздуха испарение влаги с поверхности кожи затруднено.

Подвижность воздуха в зависимости от его температуры может по-разному влиять на самочувствие человека. Температура движущегося воздуха должна быть не выше +35°C. При низкой температуре движение воздуха ведет к переохла-



лаждению организма вследствие повышения теплоотдачи путем конвекции, что подтверждается характерным примером: человек легче переносит холод при неподвижном воздухе по сравнению с ветреной погодой при той же температуре. При температуре воздуха выше  $+35^{\circ}\text{C}$  единственным путем теплоотдачи с поверхности тела человека является практически испарение.

В горячих цехах, а также на отдельных рабочих местах температура воздуха может достигать до  $30..40^{\circ}\text{C}$ . В таких условиях значительная часть тепла отдается за счет испарения пота. Организм человека в таких условиях может за смену терять до  $5..8$  л воды путем потоиспарения, что составляет  $7..10$  % веса тела. При потении человек теряет большое количество солей и витаминов, жизненно важных для организма. Организм человека обезвоживается и обессоливается.

Постепенно он перестает справляться с отдачей тепла, что приводит к перегреву тела человека. У человека появляется ощущение слабости, вялости. Его движения замедляются, а это приводит, а свою очередь, к снижению производительности труда.

С другой стороны, нарушение водно-солевого состава организма человека сопровождается нарушением деятельности сердечно-сосудистой системы, питания тканей и органов, сгущением крови. Это может привести к «судорожной болезни», характеризующейся появлением резких судорог, преимущественно в конечностях. Температура тела при этом повышается незначительно, или не повышается вовсе. Меры первой помощи при этом направлены на восстановление водно-солевого баланса и заключаются в обильном введении жидкости, в отдельных случаях – во внутривенном или подкожном введении физиологического раствора в сочетании с глюкозой. Большое значение при этом имеет также покой и ванны.

Резкие нарушения теплового баланса вызывают заболевание, называемое тепловой гипертермией, или перегревом. Это заболевание характеризуется повышением температуры тела до  $+40..41^{\circ}\text{C}$  и выше, обильным потоотделением, значительным учащением пульса и дыхания, резкой слабостью, головокружением, потемнением в глазах, шумом в ушах, иногда помрачением сознания. Меры первой помощи при этом заболевании сводятся, в основном, к предоставлению заболевшему человеку условий, способствующих восстановлению теплового баланса: покой, прохладные души, ванны.

### **5.3. Нормирование метеорологических условий производственного помещения**

Метеорологические условия производственных помещений должны удовлетворять требованиям, изложенным в ГОСТ 12.1.005-88 «ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны». Оптимальные и допустимые величины температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха устанавливаются для рабочей зоны производственных помещений с учетом периода года (холодный и теплый) и категории выполняемых работ (легкие, средней тяжести и тяжелые).

Рабочая зона представляет собой пространство, ограниченное по высоте 2 м

над уровнем пола или площадки, на которых находятся места постоянного или непостоянного (временного) пребывания работающих.

Холодный период года – период года, характеризующийся среднесуточной температурой наружного воздуха, равной  $+10^{\circ}\text{C}$  и ниже.

Теплый период года – период года, характеризующийся среднесуточной температурой наружного воздуха выше  $+10^{\circ}\text{C}$ .

Легкие физические работы (категория 1) – виды деятельности с расходом энергии не более 150 ккал/ч (174 Вт).

Легкие физические работы разделяются на категорию 1а – энергозатраты до 120 ккал/ч (139 Вт), и категорию 1б – энергозатраты 121...150 ккал/ч (140...174 Вт).

К категории 1а относятся работы, производимые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением (ряд профессий на предприятиях точного приборо- и машиностроения, на часовом, швейном производствах, в сфере управления и т. п.).

К категории 1б относятся работы, производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением (ряд профессий в полиграфической промышленности, на предприятиях связи, контролеры, мастера в различных видах производства и т. п.).

Средней тяжести физические работы (категория 2) – виды деятельности с расходом энергии в пределах 151...250 ккал/ч (175...290 Вт).

Средней тяжести физические работы разделяют на категорию 2а – энергозатраты от 151 до 200 ккал/ч (175...232 Вт) и категорию 2б – энергозатраты от 201 до 250 ккал/ч (233...290 Вт).

К категории 2а относятся работы, связанные с постоянной ходьбой, перемещением мелких (до 1 кг) изделий или предметов в положении сидя или стоя и требующие определенного физического напряжения (ряд профессий в механосборочных цехах машиностроительных предприятий, в прядильно-ткацком производстве и т. п.).

К категории 2б относятся работы, связанные с ходьбой, перемещением и переноской тяжестей до 10 кг и сопровождающиеся умеренным физическим напряжением (ряд профессий в механизированных литейных, прокатных, термических, сварочных цехах машиностроительных и металлургических предприятий и т. п.).

Тяжелые физические работы (категория 3) – виды деятельности с расходом энергии более 250 ккал/ч (более 290 Вт).

К категории 3 относятся работы, связанные с постоянными передвижениями, перемещением и переносом значительных (свыше 10 кг) тяжестей, требующие больших физических усилий (ряд профессий в кузнечных цехах с ручной ковкой, литейных цехах с ручной набивкой и заливкой опок машиностроительных и металлургических предприятий и т. п.).

Температура, относительная влажность и скорость движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений должны соответствовать параметрам, приведенным в табл. 5.1.

Интенсивность теплового облучения работающих от нагретых поверхностей технологического оборудования, осветительных приборов, инсоляции на

постоянных и непостоянных рабочих местах не должна превышать 35 Вт/кв.м при облучении 50% поверхности тела и более, 70 Вт/кв.м – при величине облучаемой поверхности от 25 до 50% и 100 Вт/кв.м – при облучении не более 25% поверхности тела.

Интенсивность теплового облучения работающих от открытых источников (нагретый металл, стекло, «открытое» пламя и др.) не должна превышать 140 Вт/кв.м, при этом облучению не должно подвергаться более 25% поверхности тела и обязательным является использование средств защиты лица и глаз.

При наличии теплового облучения температура воздуха на постоянных рабочих местах не должна превышать указанные в табл. 5.1 верхние границы оптимальных значений для теплого периода года, на непостоянных рабочих местах – верхние границы допустимых значений для постоянных рабочих мест.

Таблица 5.1. – Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений.

Период года	Категория работ	Температура, °С				Относительная влажность, %		Скорость движения, м/с		
		оптимальная	допустимых		оптимальная	допустимая на рабочих местах постоянных и непостоянных, не более	оптимальная, не более	допустимая на рабочих местах постоянных и непостоянных <sup>а</sup>		
			верхняя граница	нижняя граница						
			на рабочих местах							
			постоянных	непостоянных						
Холодный	Легкая - Ia	22...24	25	26	21	18	40...60	75	0.1	не более 0.1
	Легкая - Ib	21...23	24	25	20	17	40...60	75	0.1	не более 0.2
	Средней тяжести - Pa	18...20	23	24	17	15	40...60	75	0.2	не более 0.3
	Средней тяжести - Pb	17...19	21	23	15	13	40...60	75	0.2	не более 0.4
	Тяжелая - Пб	16...18	19	20	13	12	40...60	75	0.3	не более 0.5
Теплый	Легкая - Ia	23...25	28	30	22	20	40...60	55 (при 28°С)	0.1	0.1...0.2
	Легкая - Ib	22...24	28	30	21	19	40...60	60 (при 27°С)	0.2	0.1...0.3
	Средней тяжести - Pa	21...23	27	29	18	17	40...60	65 (при 25°С)	0.3	0.2...0.4
	Средней тяжести - Pb	20...22	27	29	16	15	40...60	70 (при 26°С)	0.3	0.2...0.5
	Тяжелая - Пб	18...20	26	28	15	12	40...60	75 (при 24°С и ниже)	0.4	0.2...0.6

*Примечание:* Большая скорость движения воздуха в теплый период года соответствует максимальной температуре воздуха, меньшая – минимальной температуре воздуха. Для промежуточных величин температуры воздуха скорости его движения допускается определять интерполяцией; при минимальной температуре воздуха скорость его движения может приниматься также ниже 0,1 м/с – при легкой работе и ниже 0,2 м/с – при работе средней тяжести и тяжелой.

### Контрольные вопросы

1. Назовите параметры метеорологических условий и факторы, влияющие на микроклимат производственных помещений.
2. Расскажите о влиянии метеорологических условий на организм человека.
3. Расскажите о нормировании метеорологических условий производственного помещения.

### Задания для самостоятельной работы

1. Изучить материал лекции.
2. Ответить на контрольные вопросы.

**Литература:** [1, 2, 3, 4, 5].

## ЛЕКЦИЯ 6

### ВРЕДНЫЕ ВЕЩЕСТВА

#### План лекции:

6.1. Источники появления вредных примесей в воздухе производственных помещений.

6.2. Влияние вредных газов, паров и пыли на организм человека.

#### 6.1. Источники выделения вредных веществ в воздух производственных помещений

Большое значение для здоровья человека имеет состав и качество окружающего воздуха. Чистый воздух является одним из необходимых условий здорового и высокопроизводительного труда. Однако в производственной обстановке окружающий воздух может оказаться насыщенным различными примесями вредных газов, паров и пылей.

В машиностроении при выполнении ряда технологических процессов применяются вещества и материалы, способные оказывать вредное действие на организм человека. Кроме того, многие технологические процессы сопровождаются выделением в воздух вредных газов, паров и пыли.

Так, например, при травлении металлов широко применяются кислоты, пары которых выделяются в воздух. А пары кислот являются вредными для организма человека. Цинкование и меднение металлов связано с применением цианистых солей и загрязнением окружающего воздуха цианистым водородом. При проведении лакокрасочных работ в воздух выделяются вредные пары растворителей (бензол, ацетон, и другие). В химических производствах воздушная среда загрязняется ядовитыми веществами, поступающими в воздух рабочих помещений в газообразном состоянии или в виде паров. Эти вещества способны вызывать в организме человека как обратимые, так и необратимые изменения с серьезными патологическими последствиями. Наиболее распространенными из них являются цинк, окись углерода, хром, марганец, бензол, свинец, ртуть и др. Наряду с этим некоторые газы и пары при определенных концентрациях в воздухе могут явиться причиной взрыва (пары бензина, бензол, окись углерода и др.).

Одной из наиболее распространенных производственных вредностей является пыль. Пылью называются мельчайшие частицы твердого вещества, которые могут находиться в воздухе во взвешенном состоянии. Частицы пыли, находящиеся в воздухе во взвешенном состоянии называются *аэрозолями*, а осаждающиеся частицы – *аэрогелями*.

Целый ряд производственных процессов сопровождается выделением в значительных количествах пыли. В условиях машиностроительного производства выделение пыли связано с процессом механического дробления и измельчения твердых материалов и веществ, приготовлением формовочных смесей, транспортировкой пылеобразующих материалов и т.д. Кроме того, пыли образуются также при горении, плавлении, ряде химических и термических процессов. Такие пыли называются *дымом*.

В зависимости от источника образования различают пыли органические и

неорганические. К органическим относится растительная пыль (древесная, хлопковая, льняная и т.п.), а также животная – шерстяная. К неорганическим относится металлическая пыль (чугунная, стальная, алюминиевая, медная и т.п.), а также минеральная (наждачная, кварцевая, карборундовая, асбестовая).

Пыль может оказывать нежелательное влияние на ход технологического процесса и быть причиной порчи продукции (например, при изготовлении точных механизмов и приборов и т.п.), а также неблагоприятное воздействие на здоровье работающих. При выбросе в окружающую среду вместе с отработанным воздухом пыль влияет на санитарное состояние городов и населенных мест, а следовательно, и на здоровье населения. Кроме того, некоторые виды пыли при определенных концентрациях их в воздухе могут быть причиной взрыва (угольная, торфяная, магниевая, алюминиевая и др.).

## **6.2. Влияние вредных газов, паров и пыли на организм человека**

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

Вещества, обладающие способностью в относительно малых количествах нарушать нормальную жизнедеятельность организма и приводить к проходящим или стойким патологическим изменениям, называются ядовитыми (токсическими).

Ядовитые вещества, хорошо растворяясь в биологических средах, попадают в кровь и вызывают нарушение нормальной жизнедеятельности организма человека. По физиологическому воздействию вредные вещества подразделяются на четыре основные группы:

- раздражающие, действующие на поверхностные ткани дыхательного тракта и слизистые оболочки (сернистый газ, хлор, аммиак, серной и азотной кислот, ацетон);
- удушающие, нарушающие процесс усвоения кислорода тканями: (оксид углерода, сероводород, цианистый водород);
- наркотические, действующие как наркотик (азот под давлением, дихлорэтан, ацетилен, бензин);
- соматические, вызывающие нарушения деятельности организма, его отдельных органов и систем (свинец, бензол, олово, фосфор).

Степень и характер нарушений, вызываемых в организме воздействием токсических веществ, зависят от концентрации, продолжительности воздействия, путей проникновения их в организм, температуры окружающей среды, состояния организма и других факторов.

Химические вещества могут проникать в организм человека тремя путями: через органы дыхания, пищеварительный тракт и кожный покров. Наиболее сильное воздействие оказывают яды, проникающие в органы дыхания. Это связано с тем, что всасывание ядов в этом случае происходит очень интенсивно, и они сразу же через легкие попадают в кровь, минуя печень. В пищеварительный

тракт токсические вещества поступают путем заглатывания вдыхаемых паров, газов или пыли при курении или во время еды. Яды в этом случае частично обезвреживаются печенью и кислой средой желудка.

Те вещества, которые хорошо растворимы в жирах, могут проникать в организм человека через кожный покров (ароматические и хлорированные углеводороды – бензол, ксилол, четыреххлористый углерод и др.). При таком пути проникновения в организм яды также проникают непосредственно в кровь, минуя печень. Быстрота их проникновения при этом зависит от ряда факторов: состояния кожного покрова, метеорологических условий (особенно температуры), состояния самого организма и его сопротивляемости.

Из организма, яды частично выделяются, а частично откладываются в различных его системах и органах: печени, мышцах, костях вызывая вспышки заболевания.

Отравления, вызываемые промышленными ядами, называются *профессиональными отравлениями*.

Отравления могут быть острыми и хроническими. Острое отравление наблюдается в случае внезапного проникновения в организм человека значительного количества вредного вещества. Налицо быстро появляются явные признаки заболевания. В производственных условиях такие отравления наблюдаются довольно редко, как правило, в аварийных случаях. Гораздо чаще наблюдаются хронические отравления, которые являются результатом многократного воздействия на организм человека вредных веществ в небольших количествах.

В соответствии с ГОСТ 12.1.007-76 «Вредные вещества» по степени воздействия на организм человека вредные вещества подразделяются на четыре класса опасности:

- вещества чрезвычайно опасные;
- вещества высокоопасные;
- вещества умеренно опасные;
- вещества малоопасные.

Класс опасности вредных веществ устанавливают в зависимости от норм и показателей, указанных в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Классификация вредных веществ по степени опасности.

Наименование показателей	Нормы для класса опасности			
	I	II	III	IV
Предельно допустимая концентрация (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны, мг/м <sup>3</sup>	Менее 0,1	0,1 ... 1,0	1,1 ... 10,0	Более 10,0
Средняя смертельная доза при введении в желудок, мг/кг	Менее 15	15 ... 150	151 ... 5000	Более 5000
Средняя смертельная доза при нанесении на кожу, мг/кг	Менее 100	100 ... 500	501 ... 2500	Более 2500
Средняя смертельная концентрация в воздухе, мг/м <sup>3</sup>	Менее 500	500 ... 5000	5001 ... 50000	Более 50000
Коэффициент возможности ин-	Более	300 ... 30	29 ... 3	Менее

галяционного (КВЮ)	отравления	300			3,0
Зона острого действия		Менее 6,0	6,0...18,0	18,1...54,0	Более 54
Зона хронического действия		Более 10,0	10,0...5,0	4,9...2,5	Менее 2,5

Отнесение вредного вещества к классу опасности производят по показателю, значение которого соответствует наиболее высокому классу опасности.

Вредное воздействие на организм человека оказывают также и нетоксические пыли. Характер воздействия на пыли зависит от ряда факторов: формы пылинки, ее дисперсности, химического состава. Дисперсность играет большую роль при гигиенической оценке пыли. Размер пыльных частиц существенно влияет на длительность пребывания их во взвешенном состоянии в воздухе, глубину проникновения в дыхательные пути, физико-химическую активность и другие свойства. Пыль обладает способностью удерживаться долгое время во взвешенном состоянии. В спокойном воздухе значительно быстрее оседают пылинки размером 10 мкм и более. Пылинки размером менее 10 мкм оседают медленно и вместе с вдыхаемым воздухом попадают на слизистую оболочку дыхательных путей и частично оседают там. А пылинки размером до 5 мкм попадают в легкие. Частицы пыли размером менее 0,1 мкм в большей степени удаляются из легких вместе с выдыхаемым воздухом. Более крупные пылинки удаляются медленно и накапливаются в легких, приводя их к поражению.

В развитии патологических изменений в организме человека большое значение имеет как химический состав пыли, так и её количество, содержащееся в воздухе. При попадании пыли в легкие развивается заболевание, носящее общее название – пневмокониоз. Сущность данного заболевания заключается в развитии фиброза, то есть в замещении легочной ткани соединительной тканью.

В зависимости от характера вдыхаемой пыли различают следующие виды пневмокониоза: силикоз, вызываемый воздействием пыли, содержащей двуокись кремния ( $\text{SiO}_2$ ); антракоз, возникающий при вдыхании угольных пылей, асбестоз, вызываемый воздействием пыли асбеста; талькоз, вызываемый воздействием пыли талька) и т.п.

Наиболее распространенное и тяжелое заболевание – силикоз. Проявляется он не сразу, а через 5...10, порой через 15 лет работы, связанной с вдыханием пыли кремнезема. Тяжесть заболевания еще усугубляется тем, что оно оказывает влияние на организм в целом (нарушение работы сердечно-сосудистой системы, центральной нервной системы и др.).

При длительном вдыхании пыли может наблюдаться также поражение верхних дыхательных путей (катар, бронхит, бронхиальная астма). Пыль, оседая на коже и слизистых оболочках глаз, может вызвать их раздражение и воспалительные процессы (экзема и т.п.). При попадании на кожу пылинки могут вызывать закупорку сальных и потовых желез, а следовательно, нарушить нормальную деятельность кожи.

Твердые пылинки с острыми краями могут вызвать травмы глаз, кожи и

верхних дыхательных путей.

В целях предотвращения острых отравлений и профессиональных заболеваний содержание токсических веществ и пыли в воздухе рабочих помещений не должно превышать предельно допустимых концентраций (ПДК), установленных ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».

Предельно допустимая концентрация (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны – это концентрация, которая при ежедневной (кроме выходных дней) работе в течение 8 часов или при другой продолжительности, но не более 40 часов в неделю, в течение всего рабочего стажа не может вызвать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследования в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений.

### **Контрольные вопросы**

1. Что определяет предельно допустимая концентрация ВВ?
2. Какие отравления называются профессиональными?
3. Расскажите о пыли, её видах и вредном воздействии на организм человека.
4. Источники появления вредных примесей в воздухе производственных помещений.
5. Влияние вредных газов, паров и пыли на организм человека.

### **Задания для самостоятельной работы**

1. Изучить материал лекции.
2. Ответить на контрольные вопросы.

**Литература:** [1, 2, 3, 4, 5].

## **Лекция 7**

### **ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОСВЕЩЕНИЕ**

#### **План лекции:**

- 7.1. Основные световые величины и параметры, определяющие зрительные условия работы.
  - 7.1.1. Количественные показатели освещения.
  - 7.1.2. Качественные показатели освещения.
- 7.2. Система и виды производственного освещения.
- 7.3. Основные требования к производственному освещению.
- 7.4. Естественное освещение.
- 7.5. Освещенность рабочих мест, оснащенных компьютерами

Освещение рабочего места – важный фактор создания нормальных условий труда. Неудовлетворительное освещение может исказить информацию, полу-



чаемую человеком посредством зрения, кроме того оно утомляет не только зрение, но вызывает утомление организма в целом, отрицательно сказывается на состоянии центральной нервной системы. Неправильное освещение может являться причиной производственного травматизма. Освещение влияет на производительность труда и качество выпускаемой продукции. Так при выполнении операции точной сборки увеличение освещенности с 50 до 1000 лк позволяет получить повышение производительности труда до 25 % и даже при выполнении работ малой точности, не требующих большого зрительного напряжения, увеличение освещенности рабочего места повышает производительность труда на 2...3 %

*Оптической областью спектра* называется часть электромагнитного спектра с длиной волны  $\lambda = 10...340$  нм. Она делится на:

– инфракрасное излучение ( $\lambda = 780$  нм и выше), которое проявляется в основном в тепловом воздействии;

– видимое излучение ( $\lambda = 380...780$  нм) в зависимости от длины волны вызывает у человека, различные световые и цветовые ощущения: от фиолетового ( $\lambda = 380...400$  нм) до красного ( $\lambda = 760...780$  нм). Человеческий глаз воспринимает только те световые лучи, длина волны которых лежит в интервале от 400 до 770 нм (видимая область спектра). Зрение человека наиболее чувствительно к излучению с длиной волны  $\lambda = 550$  нм, что соответствует желто-зеленому цвету. К границам видимого спектра чувствительность уменьшается.

– ультрафиолетовое излучение ( $\lambda = 380...10$  нм). УФ излучение оказывает биологически положительное воздействие на организм человека, вызывая загар. При высокой интенсивности УФ излучение способно вызвать ожог кожи и глаз. УФ излучение возникает при электро- и газовой сварке, при работе кварцевых ламп, электрической дуги высокой интенсивности, лазерных установок. Защита от УФ излучений проста: достаточно использовать защитную х/б спецодежду и специальные очки с затемненными стеклами.

## **7.1. Основные световые величины и параметры, определяющие зрительные условия работы**

### **7.1.1 Количественные показатели освещения**

К количественным показателям производственного освещения относятся: лучистый поток, световой поток, сила света, яркость, освещенность.

Лучистый поток ( $\Phi$ ) – это величина энергии, переносимой полем в единицу времени через данную площадку, общая мощность электромагнитного излучения оптическом диапазоне длин волн. Единицей измерения служит /Вт/.

Испытываемое человеком зрительное ощущение при попадании лучистого потока на сетчатку глаза зависит не только от мощности излучения, но также и от длины волны. Излучение разных длин волн вызывают различное цветовое ощущение по цвету и интенсивности.

*Световой поток (F)* – это протекающая через некоторую поверхность в единицу времени световая энергия, оцениваемая по зрительному ощущению.

Другими словами это мощность лучистой энергии, оцениваемая по световому ощущению, которое она производит на человеческий глаз. Единица измерения (ЛМ).

*Сила света (I)* - пространственная плотность светового потока, т.е. это световой поток, созданный источником в единичном телесном угле:

$$I = dF/d\Omega$$

где  $\Omega$  - телесный угол в стерadianах.

Единицей измерения является кандела (КД), которая является основной световой величиной, на которую существует государственный световой стандарт. Кандела – сила света с площади платиновой пластины равной  $1/600000 \text{ м}^2$  при температуре затвердевания платины ( $2042^\circ\text{К}$ ) и давлении  $101325 \text{ Па}$ .

*Освещенность (E)* – плотность светового потока на освещенной поверхности, т.е. это отношение светового потока  $\Phi$ , падающего на некоторый участок поверхности, к площади  $S$  этого участка:

$$E = dF / dS$$

где  $S$  – площадь поверхности. За единицу измерения принят люкс (ЛК).

### 7.1.2 Качественные показатели освещения

К качественным показателям освещения относятся: фон, контраст объекта различения с фоном, показатель ослепленности, коэффициент пульсации освещенности, показатель дискомфорта.

*Яркость поверхности (L)* является световой величиной, непосредственно воспринимаемой глазом. Она определяется отношением силы света в данном направлении ( $dI$ ) к площади проекции излучающей поверхности на плоскость, перпендикулярную к направлению излучения.

$$L = dI/dScos(\alpha), \text{ нт (читается как нит)}$$

*Блескость* – это чрезмерная яркость, являющаяся причиной утомления и снижения работоспособности.

Характер зрительной работы определяется совокупностью таких параметров, как размер объекта различения, фон, контраст объекта с фоном.

*Объект различения* – наименьший размер рассматриваемого предмета, отдельная его часть, который необходимо различить в процессе работы (например, при работе с приборами – толщина линии градуировки шкалы; при чертежных работах – толщина самой тонкой линии на чертеже).

*Фон* – поверхность, непосредственно прилегающая к объекту различения, на которой он рассматривается. Фон характеризуется *коэффициентом отражения*  $p$ , под которым понимается способность поверхности отражать падающий на нее световой поток.

В зависимости от величины коэффициента отражения фон может быть:

- светлым ( $p > 0,4$ );
- средним ( $p = 0,2 \text{ т } 0,4$ );
- темным ( $p < 0,2$ ).

*Контраст* объекта различения с фоном определяется из выражения

$$K = \frac{E_{\text{ф}} - E_{\text{о}}}{E_{\text{пад}}}$$

где  $V_{\text{ф}}$ ,  $V_{\text{о}}$  – яркость фона и объекта различения соответственно.

Контраст может быть:

- большим ( $K > 0,5$ );
- средним ( $K = 0,2 \dots 0,5$ );
- малым ( $K < 0,2$ ).

## 7.2. Система и виды производственного освещения

Системы производственного освещения можно классифицировать в зависимости от источника света и по конструктивному исполнению (рис.7.1).

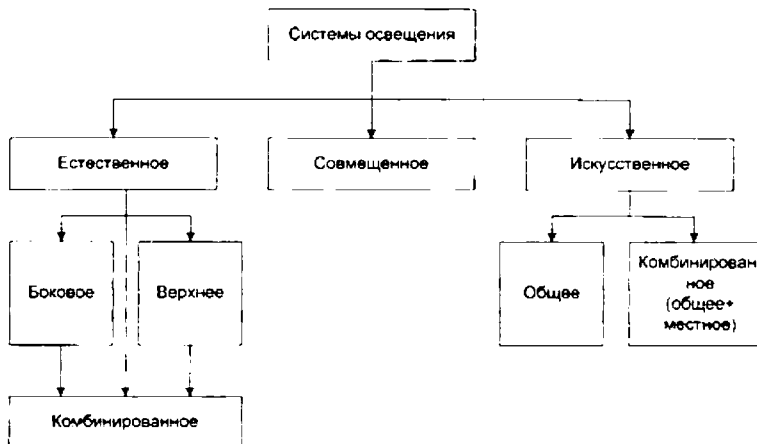


Рис. 7.1 Классификация систем освещения

По источнику света производственное освещение может быть:

- естественным, созданным небесным светом,
- искусственным, осуществляемым электрическими лампами;
- совмещенным, представляющим собой сочетание естественного и искусственного освещений.

Естественное освещение по своему спектральному составу является наиболее приемлемым: в нем больше необходимых человеку ультрафиолетовых лучей; оно обладает высокой диффузностью (рассеянностью) света, что весьма благоприятно для зрительных условий работы.

Естественное освещение подразделяют на:

- боковое освещение, осуществляемое через световые проемы в наружных стенах;
- верхнее освещение, организованное через световые проемы в крыше (фонари, купола);
- комбинированное освещение, представляющее собой совокупность верхнего и бокового естественного освещения.

Искусственное освещение по конструктивному исполнению может быть двух систем:

- общее искусственное освещение, когда освещается все производственное

помещение;

– комбинированное искусственное освещение, когда к общему добавляется местное освещение, концентрирующее световой поток непосредственно на рабочих местах.

По функциональному назначению искусственное освещение подразделяют на следующие виды:

– рабочее – для обеспечения нормальной работы, прохода людей и движения транспорта;

– аварийное – устраивается для продолжения работы в случае внезапного отключения рабочего освещения, наименьшая освещенность рабочих поверхностей, требующих обслуживания при аварийном режиме, должна составлять 5% освещенности, нормируемой для рабочего освещения при системе общего освещения;

– эвакуационное – для эвакуации людей из помещения при аварийном отключении рабочего освещения. Эвакуационное освещение должно обеспечивать наименьшую освещенность в помещениях на полу не менее 0,5 лк, а на открытых территориях – не менее 0,2 лк.

– охрannое – для освещения площадок предприятия;

– дежурное – для освещения помещений;

– оритемное – УФ облучение для компенсации «солнечного голодания»;

– бактерицидное – УФ облучение для обеззараживания воздуха помещения.

### 7.3. Основные требования к производственному освещению

Каждое производственное помещение имеет определенное назначение, поэтому устраиваемое в нем освещение должно учитывать характер возникающих зрительных задач. Но основные требования к производственному освещению следующие:

1. Освещенность на рабочем месте должна соответствовать зрительному характеру работ/характеристике фона и контраста объекта с фоном. Согласно нормам (СНиП 23-05-95), все виды работ условно разбиты на 8 зрительных рядов в зависимости от размера наименьшего различимого объекта:

1 "a" < 0,15 мм

2 "a" = 0,15...0,3 мм

3 "a" = 0,3...0,5 мм и т.д. до 8-го разряда и 4 разряда (а, б, в, г) в зависимости от сочетания фона и контраста.

Увеличение освещенности повышает яркость объектов, что улучшает их видимость и сказывается на росте производительности труда. Однако имеется предел, при котором дальнейшее увеличение освещенности не дает эффекта, поэтому необходимо улучшать качественные характеристики освещения.

2. Необходимо обеспечить достаточно равномерное распределение яркости на рабочем месте и в пределах окружающего пространства. Предпочтительнее использовать комбинированную систему естественного освещения или общее искусственное освещение. Светлая окраска потолка, стен и производственного оборудования способствует выполнению данного требования .

3. На рабочем месте должны отсутствовать резкие тени. Особенно недопус-

тими движущиеся тени, способствующие увеличению травматизма.

4. В поле зрения должна отсутствовать прямая и отраженная блескость, приводящая к ослеплению зрения.

*Показатель ослепленности (P)* – критерий оценки слепящего действия осветительной установки, характеризующий снижение видимости при наличии ярких источников света в поле зрения:

$$P = (V_1/V_2 - 1) \cdot 1000$$

где  $V_1$  и  $V_2$  – видимость соответственно при экранированных и открытых источниках света в поле зрения работающих.

*Видимость (V)* определяется числом пороговых контрастов в действительном контрасте объекта с фоном.  $K_{\text{действ}}$  характеризует способность глаза воспринимать объект:

$$V = K_{\text{действ}}/K_{\text{порог}}$$

5. Величина освещенности должна быть постоянной во времени и равномерна по площади ( $E(T) = \text{const}$ ,  $E(S) = \text{const}$ ).

*Коэффициент пульсации освещенности (Kn)* – это критерий оценки глубины колебаний светового потока газоразрядных ламп при питании с переменным током 50 Гц.

6. Следует выбрать оптимальную направленность светового потока, что позволяет, в одних случаях, рассмотреть внутренние поверхности деталей, в других – различить рельефность элементов рабочей поверхности. Оптимальный угол падения лучей  $\alpha = 60^\circ$  к нормали поверхности, при этом видимый контраст объекта, с фоном максимален.

7. Следует рационально выбрать тип источника света (ламп) по спектральному составу для обеспечения правильной цветопередачи.

8. Все элементы осветительных установок – светильники, электропроводники, групповые щитки, трансформаторы и т.п. должны быть электро безопасными, а также не должны быть причиной возникновения пожара и взрыва.

9. Осветительная установка должна быть проста, надежна и удобна в эксплуатации.

#### 7.4. Естественное освещение

При естественном освещении создаваемая освещенность изменяется в очень широких пределах. Эти изменения обусловлены временем дня, года и метеорологическими факторами (характером облачности и отражающими свойствами земного покрова). Поэтому естественное освещение нельзя количественно задавать величиной освещенности. В качестве нормируемой величины для естественного освещения принята, относительная величина *коэффициент естественной освещенности (КЕО)*.

КЕО есть выраженное в процентах отношение освещенности в данной точке внутри помещения  $E_{\text{в}}$  к одновременному значению наружной горизонтальной освещенности  $E_{\text{н}}$ , создаваемой светом всего небосвода:

$$e = (E_{\text{в}}/E_{\text{н}}) \cdot 100\%.$$

Таким образом, КЕО оценивает размеры оконных проемов, вид остекления и переплетов, их загрязнение, т.е. способность системы естественного освеще-

ния пропускать свет.

Естественное освещение в помещении регламентируется нормами СНиП 23-0595 «Естественное и искусственное освещение». Нормативное значение КЕО с учетом характера выполняемой зрительной работы, системы естественного освещения, района расположения здания следует рассчитывать по формуле:

$$E_H = E_T \cdot m \cdot c,$$

где  $E_H$  – нормированное значение КЕО (%);

$E_T$  – табличное значение КЕО (%), определяемое по СНиП 23-05-95;

$m$  – коэффициент светового климата, определяемый в зависимости от района расположения здания;

$c$  – коэффициент солнечности климата, определяемый в зависимости от ориентации здания относительно сторон света.

Освещенность помещения естественным светом характеризуется коэффициентом естественной освещенности ряда точек, расположенных в пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и горизонтальной плоскости, находящейся на высоте 0,8 м над уровнем пола и принимаемой за условную рабочую поверхность.

*В небольших помещениях при одностороннем боковом естественном освещении* нормируется минимальное значение КЕО в точке, расположенной на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и горизонтальной плоскости, находящейся на высоте 0,8 м над уровнем пола и принимаемой за условную рабочую поверхность на расстоянии 1 м от стены, наиболее удаленной от световых проемов, а *при двустороннем боковом освещении* – в точке посередине помещения.

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

## 7.5. Освещенность рабочих мест, оснащенных компьютерами

Ошибочно утверждение, о том, что условия труда в офисе не могут быть вредными. На офисных работников влияют многие потенциально вредные факторы. Один из них – освещенность рабочего места. Этот параметр порой играет ключевую роль для сохранения здоровья работников. Наибольшее число жалоб связано с термином «компьютерный зрительный синдром» (КЗС). Люди, проводящие большую часть времени за экраном видеомонитора предъявляют жалобы на жжение, рези и ощущение песка в глазах, покраснение глазных яблок, боли в области глазниц, лба и при движении глаз. Довольно часто отмечается затуманивание зрения, замедленная перефокусировка с ближних объектов на дальние и обратно, двоение предметов, быстрое утомление при чтении. Эти явления обычно объединяют термином «астенопия» (что буквально переводится, как «отсутствие силы зрения»). Такие жалобы встречаются в 40...60% случаев у значительной части пользователей ПЭВМ и сильно зависят как от времени, про-

веденного у экрана видеомонитора, так и от характера работы на ПЭВМ.

Наибольшее утомление для глаз возникает при работе в диалоговом режиме. Наименьшая нагрузка возникает при считывании информации, наибольшая при её вводе.

Особую нагрузку для зрительного анализатора представляет компьютерная графика, особенно выполнение и корректировка чертежей на экране видеомонитора.

Длительная работа с компьютером не вызывает органических заболеваний глаз. Единственное изменение, происходящее в органах зрения – прогрессирование близорукости.

В результате длительного исследования зрительных функций у людей, работающих с компьютером в течении нескольких лет, выявлено уменьшение объема аккомодации (наведение на резкость хрусталика) по сравнению с возрастной нормой и увеличение процента близорукости по сравнению с людьми того же возраста, не работающими на компьютере.

За рабочую смену у пользователя ПЭВМ происходит уменьшение объема аккомодации глаз. У некоторых пользователей развивается временная близорукость. Кроме того, наблюдается сдвиг мышечного равновесия глаз, снижение контрастной чувствительности зрения и другие зрительные нарушения.

Очевидно, возникновение расстройств зрительного анализатора связано с характером экранного изображения и организацией освещения рабочего места, оборудованного ПЭВМ.

У компьютерного изображения есть несколько отличий от изображения нанесенного на бумагу:

- компьютерное изображение – самосветящееся, а не отраженное;
- оно имеет значительно меньший контраст, который уменьшается ещё более за счет внешнего освещения;
- не является непрерывным и состоит из отдельных точек – пикселей;
- является мерцающим (мелькающим), т.е. эти точки с определенной частотой зажигаются и гаснут;
- не имеет таких четких границ, как изображение на бумаге, потому, что у пикселей не ступенчатый, а плавный перепад яркости с фоном.

Именно эти особенности экранного изображения видеомониторов затрудняют аккомодацию глаза. Светимость создаёт иллюзию удаленности, низкий контраст обуславливает снижение аккомодационного ответа, точечность изображения вызывает увеличение амплитуды нормальных колебаний аккомодации, мелькание уменьшает точность восприятия, а размытость границ заставляет непрерывно искать точку ясного видения.

Освещение помещений с дисплеями должно отвечать ряду специфических требований:

- обеспечивать необходимый уровень освещенности в горизонтальной плоскости в зоне бумажного носителя и клавиатуры (при расположении бумажного носителя на пюпитре требуемая освещенность должна обеспечиваться в наклонной плоскости);
- исключать засветку изображения на дисплее путем ограничения освещенности в вертикальной плоскости экрана;

- обеспечивать надлежащее распределение яркости в центральном поле зрения пользователя и на периферии;
- снижать прямую и отраженную блескость;
- ограничивать глубину пульсации освещенности.

Нормативные требования к освещению рабочих мест с компьютерами определяются несколькими документами:

- СП 52.13330.2011 Свод правил «Естественное и искусственное освещение (актуализированная редакция СНиП 23-05-95\* «Естественное и искусственное освещение»);
- СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий»;
- СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы».

Причем по отдельным позициям в разных документах имеются разногласия. Наиболее правильно, на наш взгляд, эти требования изложены в СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03.

Для общего освещения помещений следует использовать экономичные разрядные лампы со световой отдачей не менее 55 лм/Вт либо светильники со светодиодами (преимущественно полностью перекрытые молочным рассеивателем, исключая просвечивание светодиодных источников). Использование ламп накаливания допускается для общего освещения только в целях обеспечения архитектурно-художественных требований и во взрывоопасных помещениях.

Для освещения помещений с компьютерами следует, как правило, применять систему общего освещения. При необходимости допустимо использовать комбинированное освещение для дополнительного освещения бумажного носителя, если исключается засветка экрана ВДТ.

Для искусственного освещения необходимо применять осветительные приборы с повышенным защитным углом:

- для светильников общего освещения защитный угол должен составлять 35...40°;
- для местного освещения должны использоваться светильники с непросвечивающими отражателями и защитным углом не менее 40°.

Следует учесть, что нормируется освещенность в точках ее минимального значения на рабочей поверхности. Допустимым считается отличие фактического значения освещенности в сторону ее увеличения и может быть принято не менее 300 лк.

Верхний предел освещенности в горизонтальной плоскости определяется следующими требованиями:

1. Ограничением уровня освещенности экрана, что диктуется исключением засветки экрана внешней освещенностью. По требованию СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03, освещенность экрана не должна превышать 300 лк.

Освещенность в плоскости экрана (чаще всего вертикальная или близкая к ней), как правило, в 2...2,5 раза меньше освещенности в горизонтальной плоскости. При освещенности в горизонтальной плоскости 750 лк и выше освещенность экрана может оказаться излишней, снижающей контрастность изображения и затрудняющей работу. В этом случае следует либо отключать часть све-



тильников, соблюдая при этом требования к ограничению коэффициента пульсации освещенности, либо затенять поверхность экрана козырьком.

2. Требованием к ограничению допустимой удельной установленной мощности с целью экономии энергопотребления (за исключением светильников со светодиодами). Удельная установленная мощность общего освещения для соответствующих нормируемых уровней освещенности не должна превышать максимально допустимых величин (СП 52.13330.2011).

3. Индивидуальными требованиями работающих.

### **Ограничиваем блескость.**

Большое влияние на зрительную утомляемость оказывают блескость и яркость на рабочих местах, оборудованных ПЭВМ. Поэтому необходимо уделить пристальное внимание соблюдению их параметров.

При освещении рабочих мест с компьютерами необходимо ограничение прямой блескости, вызываемой источниками света: окнами, светильниками и другими самосветящимися поверхностями.

Под термином *блескость* понимается свойство световых приборов или светящихся (бликующих) поверхностей при неблагоприятном соотношении между их яркостью, силой света и яркостью окружающего пространства, нарушать условия комфортного зрения или ухудшать контрастную чувствительность, или оказывать одновременно оба эти действия.

*Прямая блескость* – слепящее действие осветительных установок.

Отраженная блескость – характеристика отражения светового потока от рабочей поверхности в направлении глаз работающего. Она может снижать видимость вследствие чрезмерного увеличения яркости рабочей поверхности и вуалирующего действия, снижать контраст между объектом и фоном.

Средняя яркость этих поверхностей не должна превышать  $200 \text{ кд/м}^2$ , а максимальная –  $400 \text{ кд/м}^2$ .

Слепящее действие светильников, освещающих помещение, на рабочем месте с ВДТ больше, чем на других рабочих местах в кабинетах, так как линия зрения пользователя при работе с экраном почти горизонтальна, что приводит к уменьшению угла действия слепящих источников и, соответственно, к росту ослепленности. Эти обстоятельства ужесточают требования к ограничению прямой блескости.

Для ограничения слепящего действия световых проемов в светлое время суток рекомендуется:

– размещать рабочие места таким образом, чтобы вероятность прямого взгляда оператора на участки небосвода и другие объекты повышенной яркости, видимые в окно, была минимальной;

– уменьшать площадь видимых участков неба с помощью жалюзи, карнизных выступов, тентов, светоперераспределяющих устройств;

– снижать яркость окон с помощью штор, жалюзи, специального остекления (при этом следует оценить возможность возникновения отражения светильников в остеклениях и, как следствие, рост слепящего действия).

Наличие зеркально отражающей и в ряде случаев неплоской наружной поверхности экранов видеотерминалов может привести к возникновению отражен-

ных бликов, попадающих в поле зрения пользователя, что ведет к росту ослепленности за счет отраженной блескости и снижению контраста объектов различения с фоном, а следовательно, повышает и утомление зрения, и общее утомление работающего.

*Отраженную блескость* на рабочих поверхностях можно ограничить за счет правильного выбора рабочего и вспомогательного оборудования, типов светильников и расположения рабочих мест по отношению к источникам естественного и искусственного освещения. Для снижения отраженной блескости дополнительно рекомендуются следующие мероприятия:

- использование для внутренней отделки интерьера помещений с компьютерами диффузно отражающих материалов с коэффициентом отражения для потолка 0,7–0,8, для стен 0,5–0,6, для пола – 0,3–0,5;

- выбор ПЭВМ с дизайном, предусматривающим окраску корпуса в спокойные мягкие тона с диффузным рассеиванием света; корпус ПЭВМ, клавиатура и другие его блоки и устройства должны иметь матовую поверхность с коэффициентом отражения 0,4–0,6 и не иметь блестящих деталей, способных создавать блики;

- размещение ВДТ в помещениях с односторонним остеклением таким образом, чтобы экраны были ориентированы перпендикулярно остекленной стене, при этом желательное расположение окон – слева от пользователей;

- применение для освещения помещений с ПЭВМ светильников с зеркальными параболическими решетками; применение светильников без рассеивателей или экранирующих решеток нежелательно;

- если ВДТ расположены в ряд, люминисцентные светильники, используемые для общего освещения, необходимо располагать в виде сплошных или прерывистых линий, расположенных сбоку от рабочих мест параллельно линии зрения пользователей. Если компьютеры расположены по периметру, линии светильников должны располагаться локализовано над рабочим столом ближе к его переднему краю, обращенному к оператору.

### **Ограничиваем яркость.**

На рабочих местах с ВДТ часто имеет место неблагоприятное распределение яркости в поле зрения, вызывающее нарушение основных зрительных функций.

Соотношение яркости между рабочими поверхностями не должно превышать 3:1 ... 5:1. Рекомендуемое соотношение яркостей бумажного носителя, поверхности стола и экрана дисплея – не более 5:1, бумажного носителя и клавиатуры – не более 3:1.

Соотношение яркостей центрального и периферического полей – не более 10:1.

Снизить неравномерность распределения яркости в поле зрения пользователя можно за счет ряда мероприятий. К их числу следует отнести использование элементов интерьера, окрашенных в светлые тона, использование программ с выводом информации на экран, изображаемой по принципу отрицательного контраста (темные знаки на светлом фоне), соблюдение требований по ограничению яркостей видимых частей светильников и других поверхностей.

### **Снижаем пульсацию.**

Кроме блескости и яркости отрицательное влияние на зрение оказывает пульсация экрана ВДТ на электронно-лучевых трубках. Но пульсация света характерна не только для мониторов с ЭЛТ. Она присутствует и в осветительных установках. При ее наличии утомление зрения и организма в целом возрастает. Только при снижении коэффициента пульсации освещенности до 5...6 процентов влияние этого показателя на организм человека становится незначительным.

Именно поэтому к рабочим местам с компьютерами (независимо от вида ВДТ) предъявляются такие жесткие требования.

СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 требует, чтобы коэффициент пульсации освещенности не превышал 5 процентов. СП 52.13330.2011 (Приложение К) и СанПиН 2.2.1/ 2.1.1.1278-03 для рабочих мест с компьютерами считает допустимой величиной коэффициента пульсации освещенности 10 процентов.

Причиной такого разногласия является существовавшее ранее мнение о том, что величина  $K_p = 5\%$  является технически недостижимой. В настоящее время это положение устарело, появились люминесцентные светильники с высокочастотными пускорегулирующими автоматами (далее – ПРА), светодиодные светильники со схемами питания, обеспечивающими  $K_p$ , близкий к 0. Кроме того, возможно использование специальных схем включения светильников с электромагнитными ПРА, которые также позволяют обеспечить уровни пульсации освещенности, не превышающие 5 процентов.

Вышесказанное позволяет считать технически достижимым и обязательным для использования при проектировании освещения рабочих мест с компьютерами значение  $K_p = 5\%$ .

### **Производственный контроль освещенности в офисе.**

Уровень освещенности можно определить двумя способами: провести спецоценку или организовать систему производственного контроля. Однако спецоценка – мероприятие однократное, проводящееся один раз в пять лет, а при декларировании рабочих мест – и того реже. Производственный контроль можно проводить регулярно и с меньшими затратами. Он позволяет отслеживать действительное положение дел на рабочих местах и вовремя принимать меры, если параметры освещения вышли за пределы нормы.

При производственном контроле освещения проводится визуальный осмотр рабочего места с компьютером. При этом оценивается:

- рациональность размещения компьютера в помещении;
- соблюдение требований к цветовому оформлению интерьера;
- состояние осветительной установки;
- наличие прямой и отраженной блескости.

Проводятся инструментальные измерения освещенности рабочих поверхностей и коэффициента пульсации освещенности. Измеряют неравномерности распределения яркости в поле зрения работающего, а также, при необходимости, измеряют и оценивают неравномерность яркости рабочего поля экрана, яркость белого поля экрана, контрастность изображения, оценивают наличие дрожаний и мельканий изображения.

При жалобах работников на плохое освещение проводится выяснение их причин. По результатам обследования дается оценка соответствия условий ос-

вещения требованиям норм и перечень мероприятий по обеспечению надлежащих условий освещения.

### **Запомните главное**

1. Работа за компьютером приводит к специфической и большой нагрузке на зрение. Поэтому очень важно организовать правильное и достаточное освещение.

2. Освещение рабочих мест с компьютерами должно обеспечивать необходимый уровень освещенности, исключать засветку экрана, распределять яркость, снижать прямую и отраженную блескость, ограничивать пульсацию.

3. Использовать лампы накаливания допускается для общего освещения, только чтобы обеспечить архитектурно-художественные требования и во взрывоопасных помещениях.

4. Большое влияние на зрительную утомляемость оказывают блескость и яркость на рабочих местах, оборудованных ПЭВМ. Поэтому необходимо уделить пристальное внимание соблюдению их параметров.

5. Эффективным способом проверки освещенности офиса является производственный контроль.

### **Контрольные вопросы**

1. Что такое блескость?
2. Какие требования к освещенности офисов?
3. Расскажите о видах естественного освещения производственных помещений.
4. Какой основной показатель нормируется для естественного освещения.
5. Виды производственного освещения.
6. Требования к освещению производственных помещений.
7. Расскажите о влиянии освещенности на состояние здоровья человека.
8. Параметры освещения рабочего помещения (качественные и количественные).

### **Задания для самостоятельной работы**

1. Изучить материал лекции.
2. Ответить на контрольные вопросы.

**Литература:** [1, 2, 3, 4, 5].

## **Лекция 8 ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ШУМ**

### **План лекции:**

- 8.1. Влияние шума на организм человека.
- 8.2. Классификация шумов.
- 8.3. Физические характеристики шума.
- 8.4. Нормирование шумов.

## 8.5. Характеристики источников шума.

### 8.1. Влияние шума на организм человека

Шумом принято называть нежелательное для восприятия органами слуха человека беспорядочное сочетание звуков различной частоты и интенсивности.

Источниками шума являются все тела, находящиеся в состоянии колебаний (воздух, вода, металл и т.п.).

Влияние шума на человека пока еще недостаточно полно изучено. Это объясняется сложностью выделения влияния шума из комплекса факторов внешней среды, действующих на человека, и отсутствием четких критериев его оценки. Реакция организма на шум зависит от многих факторов. Некоторые люди терпимы к нему, у других он вызывает неудовольствие, у третьих – нарушает самочувствие, сон, нормальную трудовую деятельность. Причиной различного восприятия шума может быть возраст, состояние здоровья, характер деятельности человека, его настроение.

Уровень шума и фактор времени имеют решающее значение. Степень раздражающего воздействия зависит и от того, насколько шум превышает привычный окружающий фон, какова заключенная в нем информация.

Влияние производственного шума на организм человека также может сопровождаться развитием профессиональных заболеваний. Длительное воздействие шума на человека может привести к частичной, а иногда значительной потере слуха – профессиональной тугоухости и оказывать глубокое воздействие на весь организм человека. Уже при шуме 130 дБ человек испытывает болевые ощущения. Шум в 150 дБ для человека, непереносим, а в 190 дБ вырывает заклепки из металлических конструкций. Шум, обладая кумулятивными качествами, накапливаясь в организме, оказывает вредное воздействие в первую очередь на центральную нервную и сердечно-сосудистую системы. Шум – источник и причина многих заболеваний и функциональных расстройств. Как показали результаты медико-биологических исследований, каждый децибел шума сверх допустимой нормы снижает производительность труда на один процент, увеличивает риск потери слуха на полтора процента и на полпроцента – риск сердечно-сосудистых расстройств.

Частичная или полная потеря слуха – не редкое профессиональное заболевание во многих промышленно развитых странах. Неблагоприятное воздействие акустических колебаний приводит не только к ухудшению слуха. От избыточного шума в организме снижается иммунный барьер и увеличивается частота, заболеваний, причем самых различных – от простудных до гинекологических – увеличивается. Исследования показывают, что на шумных предприятиях уровень заболеваемости выше среднего на 20%. Под влиянием шума повышается внутричерепное и кровяное давление, сердце начинает хуже сокращаться, нарушаются ритм дыхания и сон, нарушается работа эндокринной системы. Шум является причиной снижения работоспособности, ослабления памяти, внимания, остроты зрения, чувствительности к предупредительным сигналам. По мнению австрийского ученого Гриффита шум является причиной преждевременного старения (в 30 случаях из 100, он сокращает жизнь человека в шумных городах на

8-12 лет). Под действием систематического шума производительность труда в ряде случаев снижается до 66%, а число ошибок в расчетных работах увеличивается более чем на 50%.

Как показали исследования, инфразвук при значительных мощностях губительно действует на человека. Объясняется это тем, что внутренние органы человека имеют собственные частоты колебаний порядка 6...9 Гц. При облучении инфразвуком внутренние органы могут прийти в колебание: между сердцем, легкими и желудком возникает трение, ведущее к сильному раздражению и нарушению их нормальной жизнедеятельности. Инфразвуки малой мощности, действуют на внутреннее ухо, вызывая недомогание типа морской болезни, нервную усталость; при средних мощностях наблюдаются внутренние расстройства органов пищеварения и мозга с самыми различными последствиями – параличами, обмороками, общей слабостью и т.п. Может быть вызвана слепота. Большие мощности-инфразвука особенно опасны потому, что вызывая резонанс внутренних органов, могут вызвать их разрушение, торможение кровообращения, даже остановку сердца.

Воздействие ультразвука малой мощности на человека вызывает главным образом тепловой эффект. При средних и больших интенсивностях его воздействие может оказаться парализующим и даже смертельным. Пребывание в поле ультразвукового генератора вызывает слабость, усталость, головные боли и боли в ушах, расстройство сна. При воздействии ультразвука могут наблюдаться разрушение нервной системы, понижение кровяного давления и т.д. Кроме того, следует иметь в виду, что при соприкосновении работающих с предметами и веществами, в которых возбуждены ультразвуковые колебания (инструменты, обрабатываемые детали, жидкости), происходит контактное облучение. При длительном контакте с такими предметами и веществами может появиться снижение чувствительности кистей рук и чувство онемения в пальцах. Эти явления нестойки и, как правило, исчезают при прекращении работы на ультразвуковом оборудовании.

## 8.2. Классификация шумов

Шумы классифицируются по различным принципам и могут различаться по природе возникновения, по характеру и по временным характеристикам (см. рис. 8.1).

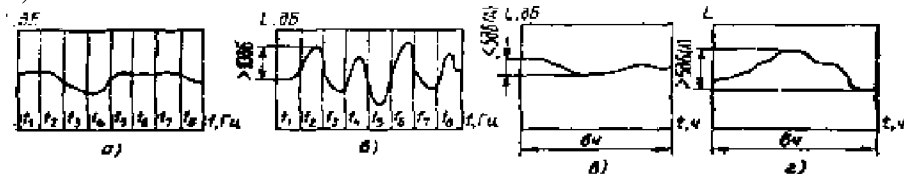


Рис. 8.1 Спектры шума: а – широкополосный; б – тональный; в – постоянный; г – непостоянный.

Спектры шумов в соответствии с указанной классификацией приведены на рис. 8.2.

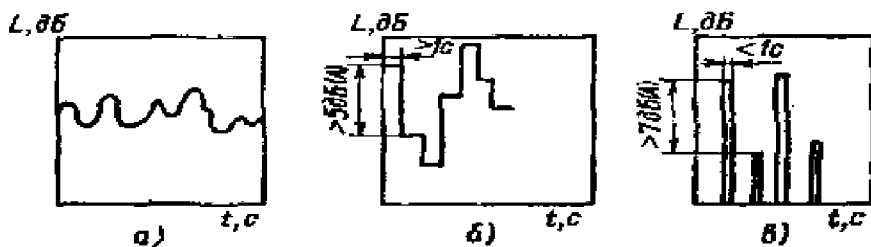


Рис. 8.2 Спектры непостоянного шума: а – колеблющийся б – прерывистый; в – импульсный.

### 8.3. Физические характеристики шума

Звуковые волны характеризуются длиной волны, частотой, скоростью распространения волн, интенсивностью, звуковым давлением и рядом других параметров.

К звуковым волнам относятся упругие волны тех частот, которые лежат в пределах слышимости человеческого уха, то есть примерно от 16 до 20000 Гц. Упругие волны с частотой менее 16 Гц называются инфразвуком, а выше 20000 Гц – ультразвуком. Ухо наиболее чувствительно на частотах от 1000 до 4000 Гц. Инфразвуки и ультразвуки не сопровождаются слуховым ощущением.

Интенсивность звука ( $1 \text{ Вт/см}^2$ ) измеряется количеством энергии, переносимой звуковой волной за 1 с через площадку в 1 см, перпендикулярную направлению движения волны ( $1 \text{ Вт/см}^2 - 10^7 \text{ Эрг/см}^2$ ).

Ухо человека чувствительно не к интенсивности, а к звуковому давлению (P):

$$P = \frac{F}{S}, \text{ Па}$$

где P – звуковое давление Па,

F – нормальная сила, с которой звуковая волна действует на поверхность,

H;

S – площадь поверхности, на которую падает звуковая волна  $\text{м}^2$ . Звуковое давление, воспринимаемое ухом изменяется пропорционально изменению интенсивности звука. Но в то время как интенсивность звука изменяется в  $n$  раз, звуковое давление изменяется  $\sqrt{n}$  раз.

Максимальные и минимальные значения звуковых давлений и интенсивностей, воспринимаемые человеком как звук, называются пороговыми.

Звуки малой интенсивности еле слышимые, называются порогом слышимости. Порогу слышимости на частоте 1000 Гц соответствует интенсивность  $I_0 = 10 \dots 12 \text{ Вт/м}^2$  и звуковое давление  $P_0 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Па}$ .

Максимальные значения (порог болевого ощущения) соответствуют звукам, которые вызывают болевые ощущения в органах слуха. Энергия звука на грани болевого ощущения в 1014 раз превышает энергию едва слышимого (порога слышимости) звука той же частоты. Такой огромный диапазон силы звука

(от порога слышимости к болевому порогу) доступен благодаря способности человеческого уха реагировать не на абсолютный прирост силы звука, а на относительное изменение этой величины. Эта физиологическая особенность обобщена законом Берга-Фехнера:

$$L = 10 \lg \frac{I}{I_0}, \text{ дБ}$$

или

$$L = 10 \lg \frac{P}{P_0}, \text{ дБ}$$

где  $L$  – уровень силы (интенсивности звука), дБ (децибел);

$I$  – интенсивность слышимого звука, Вт/м<sup>2</sup>;

$I_0$  – интенсивность звука на пороге слышимости, Вт/м<sup>2</sup>;

$P$  – звуковое давление слышимого звука, Па;

$P_0$  – звуковое давление на пороге слышимости, Па (равно  $2 \cdot 10^{-5}$  Па).

Уровень силы (интенсивности) звука – это логарифм отношений величин интенсивности отношений величин звука или звукового давления слышимого звука к значениям, соответствующим порогу слышимости при эталонной частоте в 1000 Гц.

Слышимый диапазон частот (20 Гц...20 кГц) разбит на 8 стандартизованных октавных полос.

Каждая октавная полоса характеризуется среднегеометрической частотой  $f_{CP}$ ,

$$f_{CP} = \sqrt{f_1 \cdot f_2},$$

где  $f_1$  и  $f_2$  – соответственно нижняя и верхняя границы октавной полосы.

Стандартный среднегеометрический ряд частот:  $f_{CP} = 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000$  Гц.

Зависимость логарифмического уровня звукового давления (интенсивности) от частоты представляет собой спектр шума.

При ориентировочной оценке за характеристику постоянного шума допускается использовать общий уровень шума, а также допускается использовать общий уровень звука дБА, измеряемый по шкале «А» шумомера,

$$L_A = 20 \lg \frac{P_A}{P_0}$$

где  $P_A$  – среднеквадратическое значение звукового давления с учетом коррекции по кривой «А» шумомера.

Характеристикой непостоянного шума является интегральный по времени критерий – эквивалентный (по энергии) уровень звука в дБА. Определяется он в соответствии с формулой

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

где  $T$  – время усреднения.

Допускается в качестве характеристики непостоянного шума использовать



дозу шума или относительную дозу

$$D = \int_0^T P_A^2(t) dt, \text{ Па}^2 \cdot \text{час.}$$

Доза учитывает акустическую энергию воздействия на человека за определенный период времени. Относительная доза  $D_{ОТН}$  определяется зависимостью

$$D_{ОТН} = \frac{D}{D_{ДОП}} 100\% = \frac{D}{P_A^2 T_{РД}} 100\%$$

где  $T_{РД}$  – время рабочего дня (смены).

Соотношение между эквивалентным уровнем звука и относительной дозой шума (при допустимом уровне звука 85 дБА) в зависимости от времени действия шума приведено в таблице:

Относительная доза, %	Эквивалентные уровни звука, дБА						
	Время действия						
	3 час	4 час	2 час	1 час	30 мин.	15 мин.	7 мин.
3,2	70	73	76	73	82	85	88
100	85	88	91	94	97	100	103
3200	100	103	106	109	112	115	118

#### 8.4. Нормирование шумов

Для защиты человека от неблагоприятного воздействия шума необходимо регламентировать его интенсивность, спектральный состав, время воздействия. Эту цель преследует санитарно-гигиеническое нормирование.

Нормирование допустимых уровней шума производится для различных мест пребывания населения (производство, дом, места отдыха) и основывается на ряде документов, например, ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности, ГОСТ 12.1.036-81 ССБТ. Шум. Допустимые уровни в жилых и общественных зданиях.

Санитарные нормы допустимого уровня шума на промышленных предприятиях и в жилых зданиях существенно различны, т.к. в цехе рабочие подвергаются воздействию шума в течение одной смены продолжительностью 8 часов, а население крупных городов – почти круглосуточно. Кроме этого, необходимо учитывать во втором случае присутствие наиболее ранимой части населения – детей, пожилых, больных. Допустимым считается уровень шума, который не оказывает на человека прямого или косвенного вредного и неприятного действия, не снижает его работоспособность, не влияет на его самочувствие и настроение.

Санитарные нормы допустимого шума в жилых помещениях разработаны Московским НИИ гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана при участии НИИ строительной физики. Нормы устанавливают параметры шума для различных мест и условий

пребывания людей (активный отдых, сон, учебный процесс, речевое общение, умственная работа, восстановление здоровья и т.д.).

В нормативные показатели, исходя из характера шума и места расположения объектов, можно вносить поправки, колеблющиеся от  $-5$  до  $+10$  дБА. Нормативные уровни с учетом соответствующих поправок называются допустимыми уровнями. С ними и сопоставляются фактические уровни звука в конкретной ситуации.

Нормируемыми параметрами для постоянных шумов являются допустимые уровни звукового давления в октавных полосах частот ( $L$ , дБ) и уровни звука ( $L_A$ , дБА). Для непостоянных шумов – эквивалентные и максимальные уровни звука, а также дозы шума. Допустимые уровни постоянного шума на рабочих местах в соответствии с ГОСТ 12.1.003-83 приводятся в виде предельных спектров (ПС) уровней звукового давления или допустимых уровней звука в зависимости от вида трудовой деятельности или рабочего места.

Для непостоянных шумов на производстве максимально допустимыми считаются эквивалентный уровень шума  $L_{A \text{ экв}} = 80$  дБА или доза  $D = 1 \text{ Па}^2 \cdot \text{час}$ .

## 8.5. Характеристики источников шума

Любой источник шума характеризуется звуковой мощностью  $P$ , т.е. общим количеством звуковой энергии, излучаемой им в единицу времени [Вт].

$$P = \int J_n(S) dS,$$

где  $J_n$  – нормальная к излучающей поверхности составляющая интенсивности звука, которая связана со звуковым давлением следующей зависимостью

$$J = \frac{P^2}{\rho \cdot c},$$

где  $\rho$  – плотность (воздуха) среды распространения;  
 $c$  – скорость распространения звука в данной среде.

В паспорте на устройство обычно приводится не сама звуковая мощность, а ее уровни, в октавных полосах частот.

$$L_p = 20 \lg \frac{P}{P_0},$$

где  $P_0 = 10 \dots 12$  Вт – пороговое значение звуковой мощности.

Второй характеристикой источника шума является направленность излучения, которая характеризуется фактором направленности  $\Phi$  – фактор направленности, показывающий отношение интенсивности звука, создаваемого направленным источником в данной точке  $J$ , к интенсивности  $J_{cp}$ , в этой же точке ненаправленного источника, имеющего ту же звуковую мощность и излучающий звук в среду (во все стороны одинаково)

$$u = \frac{J_n}{J_{cp}} = \frac{P^2}{P_{cp}^2},$$

где  $J_n$  – интенсивность в данной точке.

В расчетных зависимостях часто используют показатель направленности  $G$ , который определяется зависимостью:

$$G = 10 \lg u = 10 \lg \frac{J}{J_{cp}} = 20 \lg \frac{P}{P_{cp}} = L - L_{cp}.$$

Зная уровень звуковой мощности источника шума и его фактор направленности, можно определить ожидаемый уровень звука, генерируемый данным источником, в любой интересующей точке акустического пространства.

### **Контрольные вопросы**

1. Расскажите о влиянии шума на организм человека.
2. Дайте классификацию шумов.
3. Приведите физические характеристики шума.
4. Нормирование шумов.
5. Приведите характеристики источников шума.

### **Задания для самостоятельной работы**

1. Изучить материал лекции.
2. Ответить на контрольные вопросы.

**Литература:** [1, 2, 3, 4, 5].

## **Лекция 9**

### **ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ВИБРАЦИИ**

#### **План лекции:**

- 9.1. Некоторые сведения о вибрации.
- 9.2. Действие вибрации на организм человека.
- 9.3. Основные мероприятия по борьбе с вибрацией.

#### **9.1. Некоторые сведения о вибрации**

Физически вибрация характеризуется частотой, амплитудой, скоростью и ускорением.

Пороговое ощущение вибрации возникает у человека, когда ускорение вибрации достигает 1 % от нормального ускорения силы тяжести (примерно  $0,1 \text{ м/с}^2$ ), а неприятное, болезненное ощущение - при достижении ускорения 4 ... 5 % от нормального ускорения силы тяжести (примерно  $0,4 \dots 0,5 \text{ м/с}^2$ ).

Проблема нормирования производственных вибраций решается в двух направлениях: инженерно-техническом и санитарно-гигиеническом.

Важное гигиеническое значение имеет частота вибрации. Амплитуда предельно допустимых вибраций должна резко снижаться с увеличением частоты. ГОСТ 12.1.012-90 и СН 2.2.4/2.18.566-98 «Вибрация. Общие требования безопасности» устанавливает классификацию и гигиенические нормы вибрации, требования к вибрационным характеристикам производственного оборудования,

включая средства транспорта, требования к средствам вибрационной защиты и методам контроля вибрации.

Однако в условиях практики наиболее опасными могут оказаться вибрации с частотами, близкими к частотам собственных колебаний отдельных органов человеческого организма ( 6 ... 9 Гц).

## **9.2. Действие вибрации на организм человека**

Вибрация, помимо разрушительного действия на машины и механизмы (статистика показывает, что около 80 % поломок и аварий в машиностроении является результатом недопустимых вибраций), оказывает вредное влияние на здоровье людей. Под действием вибрации происходит:

- 1) угнетение периферической нервной системы;
- 2) ослабление памяти;
- 3) падение мышечной силы и веса;
- 4) повышение энергетических затрат организма;
- 5) изменения в нервной и костно-суставной системах;
- 6) повышение артериального давления;
- 7) спазмы сосудов сердца;
- 8) гангрена конечностей.

Виброблезнь относится к группе заболеваний, эффективное лечение которых возможно лишь на ранних стадиях, причём восстановление нарушенных функций происходит очень медленно, а при некоторых условиях наступают необратимые процессы, приводящие к инвалидности.

Таким образом, полное устранение или снижение уровней шума и вибрации являются одним из непереносимых условий оздоровления условий труда и повышения технической культуры производства.

## **9.3. Основные мероприятия по борьбе с вибрацией**

1. Правильная организация труда и отдыха:
  - кратковременные перерывы в работе (по 10 ... 15 мин через каждые 1 ... 1,5 часа работы);
  - активная гимнастика рук, тёплые водяные ванны для конечностей и др.
2. Виброизоляция – применение пружинных, резиновых и других амортизаторов или упругих прокладок.

В качестве амортизаторов применяются:

- плиты из минеральной ваты и натуральной пробки. Рекомендуется применять при частотах не менее 20 Гц;
- резиновые амортизаторы (при частотах не менее 12 Гц). Резина обладает высокими упругими качествами, но эти качества со временем теряются - резина стареет. Кроме того, необходимо учитывать малое изменение резины в объёме, поэтому если установить агрегат на толстом куске листовой резины, то такая установка будет мало отличаться от жёсткой. Резиновые прокладки должны иметь форму, допускающую свободное растягивание резины в стороны;

– металлорезиновые амортизаторы - представляют сочетание стальных пружин с резиной. Применяют при частотах не менее 6 Гц;

– пружинные амортизаторы применяются при любых частотах вибрации.

3. Применение динамических виброгасителей. Устанавливается добавочная колебательная система с частотой, равной частоте возмущающей силы. Эта система вызывает равные, но противофазные колебания.

4. Уравновешивание, балансировка.

5. Жёсткое присоединение агрегата к фундаменту большой массы. Амплитуда колебаний подошвы фундамента не должна превосходить 0,1 ... 0,2 мм, а для особо ответственных установок - 0,005 мм.

6. Применение средств индивидуальной защиты. В качестве средств индивидуальной защиты применяются рукавицы с прокладкой на ладонной поверхности и обувь на толстой мягкой подошве (ГОСТ 12.4.002-84 «Средства индивидуальной защиты рук от вибрации»; ГОСТ 12.4.024-86 «Обувь специальная виброзащитная»).

### **Контрольные вопросы**

1. Что такое вибрация?
2. Дайте характеристику пороговым ощущениям вибрации.
3. Перечислите основные мероприятия по борьбе с вибрацией?
4. Чем опасна для здоровья человека производственная вибрация?

### **Задания для самостоятельной работы**

1. Изучить материал лекции.
2. Ответить на контрольные вопросы.

## **ЛЕКЦИЯ 10 ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ**

### **План лекции:**

Введение.

10.1. Действие электрического тока на организм человека.

10.2. Первая помощь пострадавшему при поражении электрическим током.

10.3. Факторы, влияющие на степень тяжести электротравматизма.

10.4. Классификация помещений по степени опасности поражения людей электрическим током.

10.5. Основные причины поражения людей электрическим током.

### **Введение**

Электробезопасность - система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

Электрические установки, используемые на производстве, представляют большую потенциальную опасность. Кроме поражения людей электрическим

током нарушение режима работы электроустановок может сопровождаться в отдельных случаях возникновением пожара или взрыва.

Опасность поражения людей электрическим током специфична и усугубляется еще тем, что она не может быть обнаружена органами чувств человека: зрением, слухом, обонянием.

Анализ статических данных показывает, что электротравматизм в общем балансе травматизма на производстве не высок - всего 0,5...1%. Однако по числу случаев со смертельным исходом электротравматизм занимает одно из первых мест, достигая в отдельных отраслях 30...40%. При этом до 80% случаев со смертельным исходом приходится на электроустановки напряжением 127...380 В.

Согласно Правил устройства электроустановок (ПУЭ) все электроустановки по напряжению разделяют на 2 группы: установки напряжением до 1000 В, включительно и свыше 1000 В.

Наибольшее количество электротравм, приходящееся, как правило, на установки напряжением до 1000 В, объясняется тем обстоятельством, что указанные электроустановки находят повсеместное распространение, и в большинстве случаев обслуживаются они персоналом, не имеющим специальной электрической подготовки.

Практика показывает, что в большинстве случаев при применении электрической энергии опасность возникает из-за нарушения целостности изоляции токоведущих частей. На состояние изоляции существенное влияние оказывает температура и влажность окружающей среды производственных помещений, наличие химически активной среды и ряд других факторов.

Таким образом, при эксплуатации электрического оборудования, аппаратуры и приборов большое значение приобретают вопросы защиты обслуживающего персонала и других лиц от опасности поражения электрическим током.

### **10.1. Действие электрического тока на организм человека**

Проходя через тело человека, электрический ток оказывает на него сложное действие, являющееся совокупностью термического, электролитического и биологического воздействия (см. рис. 10.1).

Термическое действие тока проявляется в ожогах отдельных участков тела, а также в нагреве от высоких температур других органов, приводящем к серьезным функциональным расстройствам.

Электролитическое действие тока выражается в разложении крови и других органических жидкостей, вызывая значительные нарушения их физико-химического состава.

Биологическое действие тока проявляется в раздражении и возбуждении живых тканей организма, что сопровождается произвольными судорожными сокращениями мышц, в том числе мышцы и мышц легких.

Раздражающее действие тока на ткани живого организма, а, следовательно, и обусловленные им произвольные судорожные сокращения мышц, может быть прямым, когда ток проходит непосредственно по этим тканям, а в некоторых случаях – рефлекторным, т. е. через центральную нервную систему, когда

путь тока лежит вне этих тканей.

Любое из выше перечисленных воздействий может привести к электрической травме, т.е. повреждению организма, вызванному действием на него электрического тока или электрической дуги.

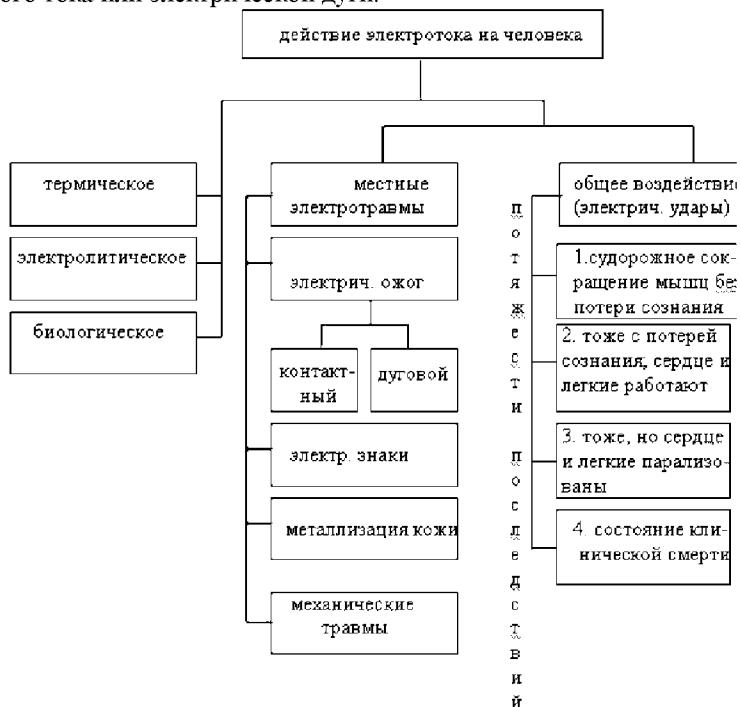


Рис 10.1 – Классификация воздействий электротока на человека.

Электротравмы условно можно разделить на два вида: местные электротравмы и электрические удары. Примерно в 55% случаев травмы носят смешанный характер.

Под местными электротравмами понимаются четко выраженные местные нарушения целостности тканей организма. Чаще всего это поверхностные повреждения, т.е. повреждения кожи, а иногда других мягких тканей, а также связок и костей. Обычно местные электротравмы излечиваются, и работоспособность восстанавливается полностью или частично.

К местным электротравмам относят электрические ожоги, электрические знаки, металлизацию кожи, электроофтальмию и механические повреждения.

Ожоги являются результатом теплового воздействия электрического тока в месте контакта. Ожоги составляют две трети всех электротравм, причем многие из них сопровождаются другими видами повреждений. Ожоги бывают двух видов: токовый (контактный) и дуговой.

*Токовый ожог* возникает при прохождении тока непосредственно через тело человека в результате его контакта с токоведущей частью и является следствием преобразования электрической энергии в тепловую. При этом, поскольку

кожа человека обладает во много раз большим электрическим сопротивлением, чем другие ткани тела, в ней выделяется большая часть тепла. Данное обстоятельство в полной мере подтверждается и законом Джоуля-Ленца:

$$Q = 0,24 \cdot J^2 \cdot R \cdot t,$$

где  $Q$  – количество выделяющегося тепла, ккал;

$J$  – сила тока, А;

$R$  – сопротивление на пути движения тока (сопротивление тела человека), Ом;

$t$  – время действия тока, сек.

Этим и объясняется, что токовый ожог является, как правило, ожогом кожи в месте контакта тела с токоведущей частью. Токовые ожоги возникают в электроустановках относительно небольшого напряжения – не выше 1...2 кВ, в большинстве случаев они сравнительно легкие и характеризуются обычно 1-й или 2-й степенью (покраснение кожи, образование пузырей). Иногда возникают и тяжелые ожоги 3-й и 4-й степеней (омертвление пораженного участка кожи, обугливание тканей).

При более высоких напряжениях между токоведущей частью и телом человека образуется электрическая дуга, которая и обуславливает возникновение дугового ожога. Дуговой ожог является результатом воздействия на тело человека электрической дуги, обладающей высокой температурой (свыше 500°C) и большой энергией. Этот ожог возникает обычно в электроустановках высокого напряжения (выше 1000 В) и, как правило, носит тяжелый характер – ожоги 3-й или 4-й степеней. Электрическая дуга может вызывать обширные ожоги тела, выгорание тканей на большую глубину, обугливание и бесследное сгорание больших участков тела. Зачастую ожоги 3-й и 4-й степеней тяжести заканчиваются смертельным исходом.

*Электрические знаки* (знаки тока или электрические метки) представляют собой четко очерченные пятна серого или бледно-желтого цвета на поверхности кожи человека, подвергающегося действию тока. Знаки появляются примерно у каждого пятого пострадавшего. Электрические знаки, как правило, безболезненны и их лечение заканчивается благополучно.

*Металлизация кожи* – проникновение в ее верхние слои мельчайших частиц металла, расплавившегося под действием электрической дуги. Это происходит, в основном, при коротких замыканиях, при отключении разъединителей и рубильников под нагрузкой и т.п. Поврежденный участок кожи имеет шероховатую, жесткую поверхность. По цвету пораженный участок напоминает обычно цвет металла, частицы которого проникают в кожный покров. Пострадавший при этом испытывает напряжение кожи от присутствия в ней инородного тела, а также болевые ощущения от ожога за счет тепла занесенного в кожу металла (расплавление частицы металла имеют достаточно высокую температуру – несколько сот градусов).

Металлизация кожи наблюдается примерно у 10% пострадавших. В большинстве случаев одновременно с металлизацией кожи происходит ожег электрической дугой, который почти всегда вызывает более тяжелые поражения.

*Электроофтальмия* – воспаление наружных оболочек глаз, возникающее в результате воздействия мощного потока ультрафиолетовых лучей, которые



энергично поглощаются клетками организма и вызывают в них химические изменения. Такое облучение возможно, например, при коротком замыкании, которое сопровождается интенсивным излучением не только видимого света, но и ультрафиолетовых и инфракрасных лучей. Электроофтальмия возникает довольно редко (1...2% пострадавших).

*Механические повреждения* являются следствием резких произвольных судорожных сокращений мышц под действием тока, проходящего через тело человека. Такие сокращения могут приводить к нарушению целостности кожного покрова, разрывам кровеносных сосудов, а также вывихам суставов, а порой и к переломам костей. Механические повреждения относят к разряду тяжелых травм, требующих длительного лечения. Они происходят сравнительно редко – примерно у 3% пострадавших.

*Электрический удар* – это возбуждение живых тканей организма человека проходящим через него электрическим током, сопровождающееся сокращением мышц. Различают четыре степени электрических ударов:

I – судорожные сокращения мышц без потери сознания;

II – судорожные сокращения мышц с потерей сознания, но с сохранившимся дыханием и работой сердца;

III – потеря сознания и нарушение сердечной деятельности или дыхания (либо того или другого вместе);

IV – клиническая смерть, т.е. отсутствие дыхания и кровообращения. Человек, находящийся в состоянии клинической смерти, не дышит, его сердце не работает, болевые раздражения не вызывают никаких реакций, зрачки глаз расширены и не реагируют на свет. Однако в этот период почти во всех тканях организма еще продолжают слабые процессы, достаточные для поддержания минимальной жизнедеятельности. При клинической смерти первыми начинают погибать чувствительные к кислородному голоданию клетки коры головного мозга – через 5...6 минут. Другие органы перестают функционировать несколько позже: печень и почки через 10...20 минут; мышечная система через 20...30 минут. Если своевременно оказать помощь пострадавшему (искусственное дыхание и непрямой массаж сердца), то возможно восстановление функций организма. В противном случае процесс становится необратимым, и клиническая смерть переходит в биологическую смерть.

## **10.2. Первая помощь пострадавшему при поражении электрическим током**

Спасение пострадавшего от воздействия электрического тока в большинстве случаев зависит от того, как скоро он был освобожден от действия электрического тока и насколько быстро и правильно ему оказана первая помощь.

При оказании помощи пострадавшему нужно помнить, что он является проводником тока, пока находится в соприкосновении с проводом или элементами электроустановки, и прикасаться к нему без надлежащих мер предосторожности опасно для жизни. Поэтому первое действие – это быстрое отключение электроустановки, которой касается пострадавший. Если пострадавший находится на высоте, необходимо предпринять меры, обеспечивающие его безо-

пасность после отключения. Если отключение установки не может быть произведено быстро, необходимо отделить пострадавшего от токоведущих частей, предусмотрев меры собственной безопасности.

Меры первой помощи зависят от состояния, в котором находится пострадавший после освобождения его от электрического тока. Но прежде всего, необходимо создать приток свежего воздуха, обеспечить ему покой и вызвать врача.

Если пострадавший не дышит, дышит резко, судорожно, со всхлипами или дыхание его постепенно ухудшается, необходимо сделать искусственное дыхание одним из известных способов и непрямой массаж сердца.

### 10.3. Факторы, влияющие на степень тяжести электротравматизма

Опасность воздействия тока на тело человека зависит от ряда факторов:

- силы тока;
- времени воздействия;
- пути прохождения тока в теле человека;
- рода и частоты тока;
- индивидуальных свойств организма пострадавшего;
- факторов окружающей среды.

Сопротивление тела человека и величина приложенного к нему напряжения также влияют на исход поражения, но лишь постольку, поскольку они определяют величину тока, проходящего через человека.

Сила тока - является основным фактором, обуславливающим исход поражения.

Различают три пороговых значения тока (ГОСТ 12.1.009-76): осязаемый, неотпускающий и фибрилляционный токи (табл. 10.1).

Таблица 10.1 – Пороговые значения тока.

Род тока	Пороговый осязаемый ток, мА	Пороговый неотпускающий ток, мА	Пороговый фибрилляционный ток, мА
Переменный ток частотой 50 Гц	0,5...1,5	10...15	100
Постоянный ток	5,0...7,0	50...80	300

Человек начинает ощущать воздействие проходящего через него переменного тока промышленной частоты в виде легкого покалывания уже при его величине в 0,5...1,5 мА. Большие токи вызывают у человека судороги мышц и неприятные болевые ощущения, которые с ростом тока увеличиваются и распределяются на все большие участки тела. Так, при токе 3...5 мА раздражающее действие ощущается всей кистью руки; при 8...10 мА боль резко усиливается и охватывает всю руку, сопровождаясь непроизвольным сокращением мышц кисти руки и предплечья. При 10...15 мА боль становится едва переносимой, а мышцы рук сковывает судорога и они частично и полностью парализуются. И человек не в состоянии без посторонней помощи разжать пальцы и освободиться от токоведущей части.

При токе 25...50 мА судорожному сокращению начинают подвергаться

мышцы грудной клетки, дыхание ослабляется или прекращается. Происходит сужение кровеносных сосудов и повышение артериального давления. При затрудненном дыхании и ослаблении сердечной деятельности, как правило, человек теряет сознание. Длительное воздействие такого тока может вызывать прекращение дыхания, после чего, спустя некоторое время, наступает смерть от удушья. Ток 50...100 мА вызывает более быстрое нарушения работы легких и сердца. Однако в этом случае, как и при меньших токах, первыми (по времени) поражаются легкие, а затем – сердце.

Ток от 100 мА до 5 А частотой 50 Гц распространяет свое раздражающее действие на мышцу сердца, расположенную глубоко в груди. Это явление весьма опасно для жизни человека, поскольку спустя 1...2 с от начала прохождения тока через человека может наступить фибрилляция сердца. Ток больше 5 А, как правило, фибрилляцию сердца не вызывает. При таких токах происходит немедленная остановка сердца и паралич дыхания, минуя состояние фибрилляции.

Если же действие тока было кратковременным (до 1...2 с) и не вызывало повреждения сердца (в результате нагрева, ожога и т.п.), то после отключения тока сердце, как правило, самостоятельно возобновляет нормальную деятельность. Дыхание же при этом самостоятельно не восстанавливается и требуется немедленная помощь пострадавшему в виде искусственного дыхания.

Следует отметить, что при протекании через тело человека очень большого тока смертельная опасность будет определяться не столько прекращением дыхания, и остановкой сердца, сколько разрушением внутренней структуры тканей организма и глубокими ожогами тела (ожоги 3-й и 4-й степени).

Длительность прохождения тока через тело человека оказывает существенное влияние на исход поражения: чем продолжительнее действие тока, тем больше вероятность тяжелого, смертельного поражения. Объясняется это рядом причин и, в частности, тем, что со временем увеличивается ток, проходящий через человека (за счет уменьшения сопротивления тела, вызываемого, в свою очередь, его нагревом при прохождении тока) и повышается вероятность совпадения момента прохождения тока через сердце с уязвимой для него фазой сердечного цикла.

Путь тока в теле пострадавшего играет существенную роль в исходе поражения. Наибольшая опасность возникает при непосредственном прохождении тока через жизненно-важные органы (сердце, легкие, головной мозг). Если же ток проходит иными путями, то воздействие его на жизненно важные органы может быть рефлекторным, т.е. через центральную нервную систему, благодаря чему вероятность тяжелого исхода резко уменьшается. Поскольку путь тока зависит от того, какими участками тела пострадавший прикасается к токоведущим частям, его влияние на исход поражения проявляется еще и потому, что сопротивление кожи на разных участках тела различно. Наиболее опасный путь: правая рука – ноги, т.к. в этом случае наибольшая доля тока приходится на область сердца по сравнению с другими направлениями движения тока. Наименее опасный путь: нога – нога.

Род и частота тока, наряду с рассмотренными выше факторами, оказывает определенное влияние на исход поражения. Установлено, что постоянный ток примерно в 4...5 раз безопаснее переменного тока частотой 50 Гц, о чем свиде-

тельствуют данные, приведенные в (табл. 9.1). Это достаточно убедительно объясняется и тем фактором, что при прохождении переменного тока через тело человека его организм должен перестраиваться, и каждый раз реагировать на изменение направления движения его электрических зарядов. Постоянный же ток движется в одном направлении и его воздействие проявляется, в основном, в нагреве тканей тела человека. Однако такое утверждение справедливо лишь для относительно небольших напряжений – до 250...300 В. При более высоких напряжениях опасность постоянного тока возрастает.

С увеличением частоты переменного тока, проходящего через тело человека, полное сопротивление тела уменьшается, а, следовательно, величина проходящего тока возрастает. Такое снижение сопротивления возможно лишь в пределах частот от 0 до 50...60 Гц. Дальнейшее же повышение частоты тока сопровождается снижением опасности поражения, которая полностью исчезает при частоте 450...500 кГц. Снижение опасности поражения током с увеличением частоты становится практически заметным при частоте 1000...2000 Гц. Однако токи таких высоких частот сохраняют опасность ожогов, как и в случае возникновения электрической дуги, так и при прохождении их непосредственно через человека.

Сопротивление тела человека достаточно сильно влияет на исход поражения. Оно обуславливает, согласно закону Ома, величину тока, проходящего через тело человека. Сопротивление человека измеряется в очень широких пределах. Наибольшим сопротивлением обладает верхний слой кожи (роговой слой) толщиной 0,2 мм. Состояние кожного покрова существенно сказывается на величине сопротивления тела человека. Сопротивление тела человека при сухой, чистой и неповрежденной коже, измеренное при напряжении до 15...20 В, колеблется в широких пределах от 3000 до 100000 Ом, а иногда и более. Под роговым слоем сопротивление тела падает до 1000...5000 Ом, а при полном удалении – до 300...500 Ом.

Увеличение площади и плотности контакта тела человека с токоведущими частями способствует увеличению общей проводимости тела и уменьшению переходного сопротивления, что в конечном итоге ведет и к снижению величины сопротивления тела человека. В равной мере на величину сопротивления тела человека оказывает влияние и место положения контактов, так как у одного и того же человека сопротивление кожи неодинаково на разных участках тела.

При различных расчетах, связанных с обеспечением электробезопасности, сопротивление тела человека принимают равным 1000 Ом.

Индивидуальные свойства организма в значительной степени влияют на исход поражения. Физически крепкие люди легче переносят воздействие электрического тока по сравнению со страдающими различными заболеваниями. Большое значение имеет и психическое состояние пострадавшего в момент возникновения электротравмы. Лица, страдающие болезнями сердца, органов внутренней секреции, нервными заболеваниями, туберкулезом и т.д., а также находящиеся в состоянии переутомления, усталости или алкогольного опьянения, подтверждены большей опасности поражения электрическим током.

Состояние окружающей среды также сказывается на механизме поражения. Присутствие в воздухе помещения ряда производств химически активных и ток-

сичных газов, попавших в организм человека, снижает электрическое сопротивление его тела. Во влажных и сырых помещениях происходит увлажнение кожи, что в значительной степени снижает ее сопротивление.

При работе в помещениях с высокой температурой окружающей среды кожа нагревается и происходит усиленное потовыделение, при этом электропроводимость кожи увеличивается.

Влияние состояний окружающей среды учитывается классификацией помещений (ПУЭ) по опасности поражения людей электрическим током.

#### 10.4. Классификация помещений по степени опасности поражения людей электрическим током

В соответствии с действующими ПУЭ все помещения по степени опасности поражения людей электрическим током делятся на три класса: помещения без повышенной опасности, повышенной опасности и особо опасные (табл. 10.2).

К помещениям без повышенной опасности могут быть отнесены обычные жилые комнаты, конторы, лаборатории, а также некоторые производственные помещения.

К помещениям повышенной опасности относят цеха по механической обработке металлов, лестничные клетки различных зданий с токопроводящими полами и т. п.

К особо опасным помещениям относится большая часть производственных помещений, в том числе цеха электростанций, машиностроительных и металлургических заводов, водонасосные станции, помещения аккумуляторных батарей, гальванические цеха и т.п. Сюда же относятся и участки работ на земле под открытым небом или под навесом.

Таблица 10.2 – Деление помещений по степени опасности поражения людей электрическим током.

Класс помещения	Характеристика помещения
Помещения без повышенной опасности	Помещения, в которых отсутствуют условия, характеризующие помещения с повышенной опасностью или особо опасные (см. ниже).
Помещения с повышенной опасностью	Помещения, характеризуемые наличием в них только одного из следующих условий, создающих повышенную опасность: <ul style="list-style-type: none"> <li>– сырости (относительная влажность воздуха в помещении длительно превышает 75%);</li> <li>– токопроводящей пыли;</li> <li>– токопроводящих полов (металлических, кирпичных и т.п.);</li> <li>– высокой температуры - жаркие помещения, температура воздуха в которых постоянно или периодически (более 1 суток) превышает +35°C;</li> <li>– возможности одновременного прикосновения че-</li> </ul>

		ловека к имеющим соединению с землей металлоконструкциям зданий и т.п. с одной стороны, и металлическим корпусам электрооборудования – с другой.
Помещения опасные	особо	Помещения, характеризующиеся наличием одного из следующих условий, создающих особую опасность: <ul style="list-style-type: none"> <li>– особой сырости (относительная влажность воздуха в помещении близка к 100%);</li> <li>– химически активной или органической среды, действующей разрушающе на изоляцию и токоведущие части электрооборудования;</li> <li>– одновременно двух и более условий, характеризующих помещения с повышенной опасностью.</li> </ul>

### 10.5. Основные причины поражения людей электрическим током

Причины несчастных случаев от электрического тока многочисленны и разнообразны. Основными из них являются:

1) случайное прикосновение к открытым токоведущим частям, находящимся под напряжением. Это может происходить, например, при производстве каких-либо работ вблизи или непосредственно на частях, находящихся под напряжением: при неисправности защитных средств, посредством которых пострадавший прикасался к токоведущим частям; при переноске на плече длинномерных металлических предметов, которыми можно случайно прикоснуться к неизолированным электропроводам, расположенным на доступной в данном случае высоте;

2) появление напряжения на металлических частях электрооборудования (корпусах, кожухах, ограждениях и т.п.), которые в нормальных условиях не находятся под напряжением. Чаще всего это может происходить вследствие повреждения изоляции кабелей, проводов или обмоток электрических машин и аппаратов, приводящего, как правило, к замыканию на корпус;

3) электрическая дуга, которая может образоваться в электроустановках напряжением свыше 1000 В между токоведущей частью и человеком при условии, если человек окажется в непосредственной близости от токоведущих частей;

4) возникновение шагового напряжения на поверхности земли при замыкании провода на землю или при стекании тока с заземлителя в землю (при пробое на корпус заземленного электрооборудования);

5) прочие причины, к которым можно отнести такие, как: несогласованные и ошибочные действия персонала, оставление электроустановок под напряжением без надзора, допуск к ремонтным работам на отключенном оборудовании без предварительной проверки отсутствия напряжения и неисправности заземляющего устройства и т.д.

Основными мерами по устранению рассмотренных выше причин поражения током и обеспечивающими защиту обслуживающего персонала являются:

– обеспечение недопустимости случайного соприкосновения с токоведущими частями, находящимися под напряжением. С этой целью токоведущие

части необходимо располагать, на недоступной высоте, широко применяется ограждение и изоляция токоведущих частей;

- применение защитного заземления и зануления электроустановок;
- автоматическое отключение, применение пониженного напряжения, двойной изоляции и др.;
- применение специальных защитных средств: переносных приборов и приспособлений, средств индивидуальной защиты;
- четкая организация безопасной эксплуатации электроустановок.

### **Контрольные вопросы**

1. Расскажите о действии электрического тока на организм человека.
2. В чем заключается первая помощь пострадавшему при поражении электрическим током?
3. Перечислите факторы, влияющие на степень тяжести электротравматизма.
4. Классификация помещений по степени опасности поражения людей электрическим током.
5. Основные причины поражения людей электрическим током.

### **Задания для самостоятельной работы**

1. Изучить материал лекции и дополнительные источники информации по указанной теме.
2. Ответить на контрольные вопросы.

**Литература:** [1, 2, 3, 4, 5].

## **ЛЕКЦИЯ 11**

### **ОСНОВЫ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ГОРЕНИЕ И ПОЖАРО-ОПАСНЫЕ СВОЙСТВА ВЕЩЕСТВ**

#### **План лекции:**

Введение.

- 11.1. Организация пожарной охраны.
- 11.2. Общие представления о процессе горения. Виды горения.
- 11.3. Пожарные свойства веществ и материалов.
- 11.4. Огнестойкость зданий и сооружений. Классификация помещений по пожаровзрывоопасности.
- 11.5. Характеристика пожарной опасности производства и основные причины пожаров.

#### **Введение**

В соответствии с 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 мате-

риальных ценностей. С учетом этого определения разрабатывают профилактические мероприятия и систему пожарной защиты. Нормативная вероятность возникновения пожара принимается равной не более  $10^{-6}$  в год. Такая же вероятность воздействия опасных факторов пожара на отдельного человека принимается при разработке системы пожарной защиты.

Пожар – это неконтролируемое горение вне специального очага, создающее угрозу жизни и здоровью людей, а также наносящее материальный ущерб.

Опасными факторами пожара являются:

- повышенная температура воздуха и предметов;
- открытый огонь и искры;
- токсичные продукты горения, дым, пониженная концентрация кислорода;
- взрывы;
- повреждение зданий и сооружений.

По среднестатистическим данным ежегодно на пожарах погибает от 6 до 10 чел. на каждые 100 тыс. населения и в  $10^{-15}$  раз больше получают увечья и травмы.

Для успешной борьбы с пожарами и разработки целенаправленных противопожарных мероприятий необходимо знать структуру пожаров, причины и обстоятельства, способствующие их возникновению и развитию. Статистический учет пожаров позволяет накапливать и анализировать необходимую информацию о пожарах.

### **11.1. Организация пожарной охраны**

Пожары промышленных предприятий представляют большую опасность для работающих и причиняют значительный материальный ущерб. В России установлено два вида пожарной охраны – профессиональная и добровольная.

Профессиональная пожарная охрана делится на военизированную (ВПО) и невоенизированную (НПО) Министерства внутренних дел (МВД) и ведомственную пожарную охрану других министерств и ведомств; в зависимости от степени пожарной опасности и объема производства – ведомственные военнизированные пожарные части (ВВПЧ), профессиональные пожарные части (ППЧ), пожарно-сторожевая охрана (ПСО) и т.д.

Руководит пожарной охраной Главное управление пожарной охраны (ГУПО) МВД.

Крупные города и объекты, особо опасные в пожарном отношении, охраняются военизированными пожарными частями (ВПЧ), а менее крупные города, районные центры и др. – профессиональными пожарными частями (ППЧ) МВД.

Разработку противопожарных мер и контроль за их осуществлением, организацию мер пожарной профилактики на действующих предприятиях осуществляет Государственный пожарный надзор, задачи которого определены «Положением о государственном пожарном надзоре».

Персональная ответственность за пожарную безопасность предприятий всех уровней возложена на их непосредственных руководителей.

С целью усиления пожарной охраны с 1954 г. на предприятиях организованы добровольные пожарные дружины (ДПД), которые обязаны контролировать



выполнение противопожарного режима, вести разъяснительную работу среди рабочих и служащих и т.д.

## 11.2. Общие представления о процессе горения. Виды горения

*Горение* – это химический процесс соединения горючего вещества с окислителем, сопровождающийся интенсивным выделением теплоты и излучением света.

Представление о механизме горения основывается на тепловой теории самовоспламенения и цепной теории окисления, разработанных советскими учеными Н.Н. Семеновым, Я.Б. Зельдовичем и др. Тепловая теория горения устанавливает условие возникновения процесса горения. Таким условием является превышение скорости выделения теплоты химической реакцией горения над скоростью отвода теплоты в окружающую среду. Если это условие обеспечивается, то происходит саморазогрев горючей смеси и скорость реакции увеличивается. И наоборот, превышение скорости отвода теплоты над скоростью ее выделения приводит к затуханию процесса горения.

При тушении пожара должны учитываться особенности вида процесса горения:

- диффузионное горение поверхности твердого тела (при диффузии кислорода в зону горения);

- кинетическое горение – горение однородных горючих смесей;

- дефлаграционное горение с малой скоростью перемещения фронта пламени (2...7 м/с) и горение взрывное и детонационное с высокой скоростью перемещения пламени (десятки и тысячи метров в секунду).

- детонационное горение чаще возникает при горении газов в длинных трубопроводах и вызывает наиболее сильные разрушения производственного оборудования.

Наибольшая скорость горения наблюдается в чистом кислороде, наименьшая – при объемном содержании кислорода в воздухе 14 %. При дальнейшем уменьшении содержания кислорода горение большинства веществ невозможно.

Различают несколько видов горения.

*Вспышка* – быстрое сгорание горючей смеси без образования повышенного давления газов.

*Возгорание* – возникновение горения от источника зажигания.

*Воспламенение* – возгорание, сопровождающееся появлением пламени.

*Самовозгорание* – горение, возникающее при отсутствии внешнего источника зажигания.

*Самовоспламенение* – самовозгорание, сопровождающееся появлением пламени.

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

Горение различных веществ имеет особенности.

Горение газов является гомогенным и протекает как в диффузионной, так и в кинетической области и может носить характер взрывного или детонационного

горения.

При горении жидкости происходит ее испарение, и сгорание паровоздушной смеси над поверхностью жидкости. Определяющим является процесс испарения жидкости, который зависит от ее физико-химических свойств, теплового процесса в ней и т. п.

Процесс горения паров не отличается от горения газов.

Горение твердых веществ – гетерогенно-диффузионное. Как правило, оно сопровождается плавлением, разложением и испарением с выделением газо- и парообразных продуктов, которые образуют с воздухом горючую смесь.

Повышенную пожарную опасность имеет пыль. Причем с увеличением дисперсности пыли возрастает ее химическая активность, снижается температура самовоспламенения, усиливается адсорбционная способность, что повышает ее пожарную опасность. Скорость горения высокодисперсной пыли приближается к скорости горения газа. Взрывоопасной является не только взвешенная, но и осевшая пыль, так как при воспламенении она переходит во взвешенное состояние, что приводит к вторичным взрывам.

### 11.3. Пожарные свойства веществ и материалов

ГОСТ 12.1.044-84 ССБТ «Пожаро- и взрывоопасность веществ и материалов, номенклатура показателей и методы их определения» устанавливает номенклатуру показателей пожаро- и взрывоопасности веществ и материалов, их применяемость, а также методы их определения.

Показатели пожаро- и взрывоопасности используют при категорировании помещений и зданий, при разработке систем для обеспечения пожарной безопасности и взрывобезопасности в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.004-85 ССБТ и ГОСТ 12.1.010-76 ССБТ.

Применяемость показателей пожаро- и взрывоопасности определяется агрегатным состоянием вещества. При этом различают: газы, жидкости, твердые вещества и материалы и пыли. Рассмотрим некоторые основные показатели, определяющие пожаро- и взрывоопасность веществ и материалов.

*Группа горючести* – показатель, который применяется для всех агрегатных состояний.

*Горючесть* – способность вещества или материала к горению.

По горючести вещества материалы подразделяются на три группы:

- 1 – негорючие – вещества и материалы, не способные гореть на воздухе;
- 2 – трудногорючие – вещества и материалы, способные возгораться в воздухе от источника зажигания, но не способные самостоятельно гореть после его удаления;
- 3 – горючие – вещества и материалы, способные самовозгораться, а также возгораться от источника зажигания и самостоятельно гореть после его удаления.

На практике группу горючести используют при определении категории помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности, при разработке мероприятий для обеспечения пожаро- и взрывобезопасности оборудования и помещений.

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

Температуру вспышки используют для оценки воспламеняемости жидкости, а также при разработке мероприятий для обеспечения пожаро- и взрывобезопасности ведения процессов.

В зависимости от численного значения температуры вспышки жидкости относят к легковоспламеняющимся (ЛВЖ) и горючим (ГЖ).

К ЛВЖ относят жидкости с температурой вспышки не более 61°C в закрытом тигле или 66°C в открытом.

Согласно ГОСТ 12.1.017-80 ЛВЖ подразделяются на 3 разряда:

1 – особо опасные ЛВЖ – это горючие жидкости с  $t_{всп}$  = от -18°C и ниже в закрытом тигле или от -13°C в открытом тигле (ацетон, диэтиловый эфир, изопентан).

2 – постоянно опасные ЛВЖ –  $t_{всп}$  от -18°C до +23°C в закрытом тигле или от -13°C до +27°C в открытом тигле (бензол, толуол, этиловый спирт, этилацетат и др.)

Опасные при повышенной температуре ЛВЖ –  $t_{всп}$  от 23°C до 61°C в закрытом тигле или выше 27°C до 66°C в открытом тигле (хлорбензол, скипидар, уайтспирит и др.)

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

Температура самовоспламенения горючих веществ очень разнообразна, например, для твердых веществ она находится в пределах 30...67°C. У большинства древесных пород эта температура равна 330...470°C.

Явление, когда вещество загорается только за счет выделения теплоты от химических, биологических или физических процессов, происходящих в нем самом, называется самовозгоранием. Вещества могут самовозгораться от воздействия на них воздуха, воды или смешения друг с другом. Самая низкая температура, при которой происходит воспламенение вещества за счет выделения теплоты от процессов, происходящих в нем самом без подвода тепла извне, называется *температурой самовозгорания*.

При соприкосновении с воздухом к самовозгоранию склонны: каменный уголь, торф, сульфиды железа, желтый фосфор, порошки цинка, аммония, железа.

При соприкосновении с водой к самовозгоранию склонны: карбиды кальция и щелочных металлов, калий, натрий, рубидий, цезий.

В группу веществ, самовозгорающихся при смешивании, входят газообразные, жидкие и твердые окислители: галоиды, азотная кислота, марганцовокислый калий, селитра и т.д.

На практике часто создаются условия, когда скорость горения достигает огромных величин, и горение превращается в тепловой взрыв.

Взрыв – это чрезвычайно быстрое, определяемое долями секунды горение, сопровождающееся выделением большого количества тепла, раскаленных газо-

образных продуктов и образованием большого давления.

Сила взрывной волны чрезвычайно велика, и взрывы вызывают большие разрушения. Взрыв сопровождается также звуковой волной.

Для возникновения взрыва какой-либо смеси необходимо три условия:

- 1) определенная концентрация паро- или газозвушной смеси;
- 2) импульс, способный нагреть вещество до температуры самовоспламенения (пламя, удар, адиабатическое сжатие и т.д.);
- 3) замкнутый объем.

Основными показателями пожаровзрывоопасности горючих газов (ГГ) и пыли являются нижний (НПВ) и верхний (ВПВ) концентрационные пределы воспламенения (взрываемости), выраженные в объемной доле компонента в смеси (%) или в массовых концентрациях ( $\text{мг}/\text{м}^3$ ).

Выраженная в процентах минимальная концентрация пара, газов или пыли в воздухе, которая способна воспламениться и дать взрыв, называется нижним пределом взрыва Пн.

Выраженная в процентах максимальная концентрация пара, газа или пыли, выше которой смесь перестает быть взрывчатой, называется верхним пределом взрыва Пв.

Промежуточные концентрации, лежащие между нижним и верхним пределами взрыва, являются взрывчатыми и определяют диапазон взрыва того или иного вещества. Пределы взрыва не являются неизменными и находятся в большой зависимости от давления смеси, температуры и запаса энергии начального импульса.

Таблица 11.1 – Пределы взрываемости некоторых газов при нормальном атмосферном давлении.

Вещество	Пн, %	Пв, %
бензин	1,1	5,4
ацетилен	1,5	82,0
$\text{H}_2$	4,1	75,0
СО	12,8	75,0
$\text{CH}_4$	5,0	16,0

Большую пожарную опасность на производстве представляет пыль. Взвешенная в воздухе (аэрозоль), способна образовывать взрывчатые смеси, а пыль, осевшая из воздуха (аэрогель) на оборудовании и конструкции здания, может тлеть и гореть.

Пожаровзрывоопасность пылевых смесей характеризуется температурой самовоспламенения аэрогеля и нижним концентрационным пределом взрываемости (Пн).

Таблица 11.2 – Нижний концентрационный предел взрываемости некоторых веществ.

Вещество	Пн, $\text{г}/\text{м}^3$
Алюминиевый порошок	58,0

Канифоль	5,0
Цинковая пыль	800
Эбонитовая пыль	7,6

Поскольку достижение очень больших концентраций пыли во взвешенном состоянии практически нереально, термин "верхний предел воспламенения" к пыли не применяется.

#### **11.4. Огнестойкость зданий и сооружений. Классификация помещений по пожаровзрывоопасности**

Ущерб, наносимый пожарами, в значительной степени определяется разрушением зданий и сооружений под действием огня. В свою очередь разрушения в значительной степени зависят от конструктивных материалов, использованных при строительстве зданий.

Горючесть материалов характеризуется показателем возгораемости, т.е. отношением количества теплоты, выделяемой образцом в процессе испытания, к количеству теплоты, выделяемой источником зажигания. По показателю возгораемости материалы подразделяют на группы (СНиП 2.01.02–85):

- негорючие – до 0,1;
- трудногорючие – 0,1...0,5;
- горючие – > 0,5.

Производственные здания цехов машиностроительных предприятий чаще выполняют из негорюемых материалов, сохраняющих постоянную массу при действии огня: металла, бетона, кирпича, гипсовых и гипсоволокнистых плит. Для небольших производств могут использоваться здания как из трудногорюемых, так и сгораемых материалов. К трудногорюемым материалам относят материалы, которые горят только в присутствии источника огня (древесина, пропитанная антипиренами; гипсовые и бетонные материалы, содержащие органический наполнитель, и др.).

Основой каждой характеристики здания служит его огнестойкость, т.е. способность здания сохранять эксплуатационные свойства при воздействии огня. Огнестойкость здания оценивается пределом огнестойкости и пределом распространения огня.

*Предел огнестойкости* – это время в часах от начала воздействия огня на конструкцию до момента появления признаков потери огнестойкости (потеря несущей способности, образование в конструкции сквозных трещин и т.п.).

Сгораемые конструкции не имеют пределов огнестойкости.

Под *пределом распространения огня* понимается размер поврежденной зоны при испытании строительной конструкции размером 2×2 м в огневой печи в течение 15 мин.

В зависимости от величины предела огнестойкости основных строительных конструкций и пределов распространения огня по этим конструкциям здания и сооружения по огнестойкости подразделяются на пять степеней.

Для зданий I степени огнестойкости необходимо, чтобы предел огнестойкости несущих стен, стен лестничных клеток, колонн был не менее 2,5 ч, лестнич-

ных площадок – не менее 1 ч, наружных стен из навесных панелей, перегородок и покрытий – не менее 0,5 ч.

Для зданий II степени огнестойкости соответственно 2; 1 и 0,25 ч.

Для зданий V степени огнестойкости величина минимального предела огнестойкости всех конструкций не нормируется.

Согласно «Общесоюзным нормам технологического проектирования» (ОНТП-24-86) все помещения и здания по взрывопожарной и пожарной опасности подразделяются на 5 категорий: А, Б, В, Г, Д.

Последовательной проверкой принадлежности помещения к категориям от высшей «А» к низшей «Д» определяют категорию помещения.

К взрывопожарной категории «А» отнесены помещения, связанные с применением горючих газов, ЛВЖ с  $t_{всп} = 28^{\circ}\text{C}$ , в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа, а также помещения, в которых применяются вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или один с другим в таком количестве, что расчетное избыточное давление взрыва в помещении превышает 5 кПа.

К взрывопожарной категории «Б» отнесены помещения, в которых обрабатываются горючие пыли или волокна, ЛВЖ с  $t_{всп} > 28^{\circ}\text{C}$ , горючие жидкости в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные пылевоздушные или паровоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа.

К пожароопасной категории «В» отнесены помещения, в которых обращаются горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна); вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или одним и другим только гореть, при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии или обращаются, не относятся к категориям «А» и «Б».

К категории «Г» отнесены помещения, в которых обращаются негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени; горючие газы, жидкости и твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива.

К категории «Д» отнесены помещения, в которых обращаются негорючие вещества и материалы в холодном состоянии.

При установлении категории помещения по ОНТП 24-86 необходимо знать избыточное давление взрыва.

### **11.5. Характеристика пожарной опасности производства и основные причины пожаров.**

На предприятиях в процессе производства применяют горючие твердые материалы – пластмассы, каучук (резина), бумагу, смолы, а также горючие и легковоспламеняющиеся жидкости (толуол, ксилол, бензин и краски на их основе; лаки, керосин, этилацетат, ацетон, минеральные масла, олифы и др.). Такие

предприятия относятся к пожароопасным.

Анализ причин возгораний и пожаров на предприятии такого рода показывает, что основными причинами являются:

1. Неосторожное обращение с огнем и в первую очередь курение в цехах, складах и других помещениях, где используются горючие материалы, ЛВЖ; использование паяльных ламп и факелов для разогревания труб, несоблюдение правил пожарной безопасности при электро- и газосварочных работах и т.п.

2. Неисправность электрооборудования, электросетей и электроаппаратуры (возгорание происходит в основном вследствие перегрузки электросети, коротких замыканий, неисправности и плохой смазки подшипников, загрязнения электрооборудования технологическими отходами и смазочными материалами, больших переходных сопротивлений).

3. Нарушение технологического режима при работах (возгорание происходит чаще всего при повышении температуры выше рабочей).

4. Самовозгорание промасленных обтирочных материалов, металлических и древесных опилок и т.п.

5. Возникновение электростатических разрядов, особенно в лакокрасочных отделениях.

6. Накопление горючей пыли на отопительных приборах и осветительных приборах, складирование и сушка вблизи топок горючих материалов, оставление без надзора включенных электронагревательных приборов.

В приборостроении пожарная опасность электрооборудования электроизмерительных приборов, радиоэлектронной аппаратуры и других электроприемников связана с применением горючих материалов таких, как резина, пластмасса, лаки, масла и др.

Печатные платы, выполняемые из гетинакса и текстолита, стеклопластика на основе полиэфирных и эпоксидных смол, могут загораться от перегретых деталей.

В РЭА возможны загорания импульсных высокочастотных силовых и высоковольтных анодных трансформаторов от коротких замыканий, плохих контактов на клеммах.

### **Контрольные вопросы**

1. Опишите процесс горения, перечислив при этом известные Вам виды горения.

2. От чего зависит огнестойкость зданий и сооружений?

3. Классификация помещений по пожаровзрывоопасности.

4. Перечислите основные причины пожаров.

5. Условие образования взрыва.

### **Задания для самостоятельной работы**

1. Изучить материал лекции и дополнительные источники информации по указанной теме.

2. Ответить на контрольные вопросы.

**Литература:** [1, 2, 3, 4, 5].

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Сапронов Ю.Г. Безопасность жизнедеятельности. 5-е изд., стер. — М.: Академия, 2017. — 336 с. — ISBN 978-5-4468-3910-0.  
Режим доступа: <https://www.twirpx.com/file/2240934/>
2. Арустамов Э.А., Косолапова Н.В., Прокопенко Н.А., Гуськов Г.В. Безопасность жизнедеятельности. 14-е изд., стер. — М.: Академия, 2015. — 176 с. — ISBN 978-5-4468-2302-4.  
Режим доступа: <https://www.twirpx.com/file/2504361/>
3. Алешков Д.С., Суковин М.В. (сост.) Безопасность жизнедеятельности. Учебно-методическое пособие. — Омск: СибАДИ, 2015. — 64 с. — ISBN 978-5-93204-841-2.  
Режим доступа: <https://www.twirpx.com/file/1882397>
4. Волкова А.А., Шишкунов В.Г. и др. Безопасность жизнедеятельности в примерах и задачах. Екатеринбург: Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, 2018. — 120 с. — ISBN 978-5-7996-2392-0.  
Режим доступа: <https://www.twirpx.com/file/2563581/>
5. Гусейнова Б.М., Халимбекова А.М. (сост.) Безопасность жизнедеятельности. Учебно-методическое пособие к практическим занятиям для студентов всех направлений подготовки бакалавров. — Махачкала: ДГУНХ, 2017. — 61 с.  
Режим доступа: <https://www.twirpx.com/file/2812208>



Учебное издание

**КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ**

по дисциплине

**«БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ»**

для студентов направления подготовки

44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)

**В 4-х частях. Часть 2**

**ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ) БЕЗОПАСНОСТЬ**

С о с т а в и т е л ь:

Татьяна Ивановна Щирова

Печатается в авторской редакции.

Компьютерная верстка и оригинал-макет автора.

Подписано в печать \_\_\_\_\_

Формат 60x84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага типограф. Гарнитура Times

Печать офсетная. Усл. печ. л. \_\_\_\_\_. Уч.-изд. л. \_\_\_\_\_

Тираж 100 экз. Изд. № \_\_\_\_\_. Заказ № \_\_\_\_\_. Цена договорная.

Издательство Луганского государственного  
университета имени Владимира Даля

*Свидетельство о государственной регистрации издательства  
МИ-СРГ ИД 000003 от 20 ноября 2015 г.*

**Адрес издательства:** 91034, г. Луганск, кв. Молодежный, 20а

**Телефон:** 8 (0642) 41-34-12, **факс:** 8 (0642) 41-31-60

**E-mail:** [uni@snu.edu.ua](mailto:uni@snu.edu.ua)    **http:** [www.snu.edu.ua](http://www.snu.edu.ua)