

**Министерство образования Республики Беларусь**

**Учреждение образования  
«Гомельский государственный технический  
университет имени П. О. Сухого»**

**Институт повышения квалификации и переподготовки**

**Кафедра «Обработка материалов давлением»**

**Н. А. Лепшая, А. П. Лепший, Т. Ф. Торба**

**ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ САНИТАРИЯ  
И ГИГИЕНА ТРУДА,  
МЕДИКО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКОЕ  
ОБЕСПЕЧЕНИЕ В ОРГАНИЗАЦИЯХ  
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА**

**ПОСОБИЕ**

**для слушателей специальности 1-59 01 01 «Охрана труда  
в машиностроении и приборостроении»  
заочной формы обучения**

**Гомель 2016**

УДК 621:658.382.3(075.8)  
ББК 65.246.95я73  
Л48

*Рекомендовано кафедрой «Обработка материалов давлением»  
ГГТУ им. П. О. Сухого  
(протокол № 12 от 29.06.2015 г.)*

Рецензент: преподаватель ИПКиП ГГТУ им. П. О. Сухого *Ю. К. Зуев*

**Лепшая, Н. А.**

Л48 Производственная санитария и гигиена труда, медико-профилактическое обеспечение в организациях машиностроительного комплекса : пособие для слушателей специальности 1-59 01 01 «Охрана труда в машиностроении и приборостроении» заоч. формы обучения / Н. А. Лепшая, А. П. Лепший, Т. Ф. Торба. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2016. – 152 с. – Систем. требования: PC не ниже Intel Celeron 300 МГц ; 32 Mb RAM ; свободное место на HDD 16 Mb ; Windows 98 и выше ; Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: <https://elib.gstu.by>. – Загл. с титул. экрана.

В пособии приведены основные термины и определения, понятия охраны труда. Описаны вредные и опасные производственные факторы в машиностроении для слушателей ИПКиП.

В пособии освещены метеорологические условия производственных помещений, воздействие вредных веществ на организм человека, виды освещения и их характеристики, средства индивидуальной защиты органов зрения, влияние вибрации, шума, ультразвука, инфразвука и электромагнитных полей на организм человека. Нормирование вредных факторов, методы измерения, контроля и методы защиты от них.

**УДК 621:658.382.3(075.8)  
ББК 65.246.95я73**

© Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», 2016

## СОДЕРЖАНИЕ

В В Е Д Е Н И Е.....	5
1 ОЗДОРОВЛЕНИЕ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ И НОРМАЛИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА.....	12
1.1 Метеорологические условия производственных помещений .....	12
1.1.1 Характеристика метеорологических условий.....	12
1.1.2. Влияние параметров микроклимата на условия труда.....	13
1.1.3. Нормирование параметром микроклимата.....	16
1.1.4. Тепловые излучения, их воздействие на организм человека... ..	17
1.2.Вредные вещества в промышленности .....	23
1.2.1.Характеристика и причины загрязнения воздуха рабочей зоны....	23
1.2.2.Классификация вредных веществ .....	24
1.2.3. Воздействие вредных веществ на организм человека.....	26
3.2.4. Производственные пыли.....	27
3.2.5. Вредные вещества, выделяющиеся при протекании технологических процессов.....	28
1.2.6. Методы контроля параметров воздушной среды и микроклимат	30
1.2.7. Меры защиты от вредных веществ .....	31
1.3. Производственная вентиляция .....	32
1.3.1. Классификация систем вентиляции.....	32
1.3.2. Естественная вентиляция.....	34
1.3.3. Механическая вентиляция .....	38
1.3.4. Кондиционирование воздуха.....	40
1.3.5. Местная вентиляция .....	41
1.4. Отопление .....	43
2 ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОСВЕЩЕНИЕ .....	45
2.1. Количественные и качественные показатели освещения .....	45

2.2. Виды и системы освещения и их характеристика .....	48
2.3. Основные требования к производственному освещению .....	50
2.4. Нормирование освещения .....	51
2.4.1. Нормирование естественного освещения .....	52
2.4.2. Нормирование искусственного освещения .....	58
2.4.3. Нормирование совмещенного освещения .....	59
2.5. Электрические источники света .....	60
2.6. Светильники .....	63
2.7. Методы расчета освещения .....	64
2.8. Средства индивидуальной защиты органов зрения. Контроль освещения .....	66
<b>3. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ВИБРАЦИЯ .....</b>	<b>66</b>
3.1. Источники, характеристика и классификация вибрации .....	67
3.2. Воздействие вибрации на организм человека .....	71
3.3. Нормирование вибрации .....	74
3.4. Методы измерения и контроля вибрации на рабочих местах .....	75
3.5. Методы обеспечения вибробезопасных условий труда .....	77
<b>4 ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ШУМ .....</b>	<b>80</b>
4.1. Источники, характеристика и классификация шума .....	81
4.2. Воздействие шума на организм человека .....	84
4.3. Нормирование шума .....	85
4.4. Методы измерения и контроля шума на рабочих местах .....	87
4.5. Способы и средства защиты от шума .....	88
<b>5 ЗАЩИТА ОТ УЛЬТРАЗВУКА .....</b>	<b>97</b>
5.1. Источники, классификация и характеристика ультразвука .....	97
5.2. Воздействие ультразвука на организм человека .....	98
5.3. Нормирование ультразвука .....	99
5.4. Методы измерения и контроля ультразвука на рабочих местах .....	101

5.5.Методы защиты от ультразвука .....	101
6 ЗАЩИТА ОТ ИНФРАЗВУКА.....	103
6.1.Источники, характеристика и классификация инфразвука .....	103
6.2.Воздействие инфразвука на организм человека .....	105
6.3.Нормирование инфразвука .....	105
6.4.Методы измерения и контроля инфразвука на рабочих местах.....	107
6.5.Меры защиты от инфразвука.....	108
7 ЗАЩИТА ОТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ.....	109
7.1.Источники электромагнитных полей и их характеристика.....	109
7.2.Источники электромагнитных полей и их характеристика.....	111
7.3.Методы измерения и контроля электромагнитных полей на рабочих местах.....	112
7.4.Методы защиты работающих от электромагнитных полей.....	113
Глава 2	
1 МЕДИКО-СОЦИАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ ЗДОРОВЬЯ.....	119
2 ЗДОРОВЫЙ ОБРАЗ ЖИЗНИ И ЕГО СОСТАВЛЯЮЩИЕ.....	119
2.1.Здоровый образ жизни как фактор, влияющий на здоровье человека	119
2.2. Основы здорового образа жизни.....	120
3 ФАКТОРЫ ВЛИЯЮЩИЕ НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА.....	129
3.1. Генетический фактор.....	131
3.2. Состояние окружающей среды.....	132
3.2.1. Погода и здоровье.....	134
3.2.2. Давление, влажность и движение атмосферы .....	138
3.3. Медицинское обеспечение.....	146
3.4. Условия и образ жизни.....	148
Заключение.....	151
ЛИТЕРАТУРА .....	152

## ВВЕДЕНИЕ

Закон Республики Беларусь «Об охране труда» направлен на регулирование общественных отношений в области охраны труда и реализацию установленного Конституцией Республики Беларусь права граждан на здоровые и безопасные условия труда.

В Трудовом кодексе Республики Беларусь имеется специальная глава, которая посвящена охране труда (глава 16, статьи 221–232). Статьи, касающиеся охраны труда, содержатся и в других главах данного правового акта.

В нормативной практике термин «охрана труда» употребляется в широком и узком смысле. В широком смысле — это комплекс правовых мер, направленных против необоснованных увольнений и переводов работающих, отклонений от нормального режима работы и отдыха, т. е. по сути он характеризует содержание всех норм трудового права, установленных в целях защиты трудовых прав работающих. В этих случаях «охрана труда» рассматривается как один из принципов трудового права. В узком смысле под «охраной труда» понимаются системы организационно-правовых мер, обеспечивающих соблюдение правил и норм техники безопасности, производственной санитарии и гигиены труда, охраны труда женщин и подростков.

Под правовой охраной труда следует понимать системы правовых и организационных мер, которые обязательны для исполнения всеми руководителями и специалистами и способствуют полной или частичной нейтрализации отрицательного воздействия на работника вредных производственных факторов, профилактике производственного травматизма и профессиональных заболеваний, созданию под контролем органов госнадзора и профсоюзных объединений здоровых и безопасных условий труда для субъектов трудовых и ученических правоотношений.

Мероприятия по охране труда и их проведение всегда экономически выгодны и целесообразны. Основными из них являются: меры безопасности труда; механизация и автоматизация производственных процессов; улучшение санитарных условий рабочего помещения; меры личной гигиены работающих. Это стимулирует сокращение убытков от несчастных случаев, уменьшение расходов на компенсации промышленных вредностей и опасностей, сохранение работоспособности и т. д.

В этой связи можно выделить три ведущих направления совершенствования охраны труда:

правовое направление — обоснование законодательных норм, касающихся рабочего времени, отдыха, норм охраны труда женщин и подростков, а также изучение практики проведения этих норм в жизнь;

санитарное направление — изучение влияния вредных факторов на организм работника в процессе труда;

техническое направление — выявление и профилактика производственных опасностей, связанных с условиями труда работников.

Исследуя проблемы охраны труда, мы пользуемся в основном теми же методами, что и при изучении многих других общественных явлений. Большую помощь в этом оказывает статистика. Правильное пользование ею позволяет получить ответы на существенные вопросы охраны труда, например выявить зависимость заболеваемости, инвалидности, несчастных случаев, смертности от условий труда и т. п.

Право работающих на безопасные и здоровые условия труда может рассматриваться в различных аспектах. Это прежде всего право работающих на охрану труда, установленную и гарантированную государством для всех граждан, т. е. элемент правового статуса граждан. Кроме того, право работающих на безопасные и здоровые условия труда может выступать в качестве полномочий, требовать от соответствующих органов и должностных лиц необходимой организации труда и его охраны. Обе эти формы тесно связаны между собой.

Право на охрану отражает не только интересы работника, но и интересы работодателя и всего общества. Ведь последовательное и наиболее полное его осуществление в итоге ведет к сокращению производственного травматизма и профессиональных заболеваний, росту производительности труда, улучшению качества продукции и т. д. Условием возникновения права на охрану труда является вступление в трудовые правоотношения. Свое право на охрану труда работник должен использовать. Охрана труда в коллективе не может зависеть от желания отдельных лиц, поскольку соблюдение требований правил и норм охраны труда конкретным работником влияет на безопасность других.

Таким образом, каждый работник имеет субъективное право на охрану труда. Вопрос же о содержании порядка его реализации и профилактике вредных последствий влияния производства решается по-разному, применительно к каждой категории работников, каждой отрасли хозяйства. В то же время обладатель субъективного права на охрану труда не может самостоятельно определить место, время, нормы и последовательность его реализации. Все эти моменты в общем виде предусмотрены законодательством и не могут быть изменены односто-

ронным волеизъявлением сторон или соглашением работодателя и работающего.

### **Основные термины, определения и понятия**

Охрана труда (ГОСТ 12.0.002, Закон Республики Беларусь «Об охране труда») — это система обеспечения безопасности жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая правовые, социально-экономические, организационные, технические, психофизиологические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия и средства.

Основные термины по охране труда определены ГОСТами ССБТ, Законом Республики Беларусь «Об охране труда», правилами и нормами.

Безопасность производства — это оптимальный баланс состояния технологического процесса, оборудования, рабочих мест и поведения человека, ограничивающий воздействие на работника опасных и вредных производственных факторов.

Безопасные условия труда — условия труда, при которых исключено воздействие на работников вредных и (или) опасных производственных факторов либо уровни их воздействия не превышают установленных нормативов.

Полностью безопасных и безвредных условий работы не существует. Задача охраны труда сводится к тому, чтобы путем осуществления разноплановых мероприятий свести к минимуму воздействие на человека опасных и вредных производственных факторов, характерных для рабочих мест, максимально уменьшить вероятность несчастных случаев и профессиональных заболеваний работников, обеспечить комфортные условия труда, способствующие высокой производительности.

Опасным производственным фактором называется такой производственный фактор, воздействие которого на работника в определенных условиях способно привести к травме или другому внезапному резкому ухудшению здоровья или смертельному исходу. Примерами опасных факторов могут служить открытые токоведущие части оборудования, движущиеся и вращающиеся узлы и детали машин и механизмов, расплавленный металл и нагретые части оборудования и инструмента, емкости со сжатыми или вредными веществами и т. д.

Вредным производственным фактором называется такой производственный фактор, воздействие которого на работающего в опреде-



ленных условиях может привести к снижению работоспособности и (или) заболеванию (в зависимости от уровня и продолжительности воздействия вредный производственный фактор может стать опасным). Примерами вредных факторов являются вредные примеси в воздухе, неблагоприятные метеорологические условия, вибрации, шум, ультра- и инфразвук, ионизирующие и лазерные излучения, электромагнитные поля, недостаточное освещение, повышенные напряженность и тяжесть труда. В зависимости от уровня и продолжительности воздействия отдельные вредные факторы могут стать опасными. Например, высокая концентрация токсичных веществ в воздухе рабочей зоны или высокая температура окружающей среды могут вызвать резкое ухудшение здоровья за очень короткий период воздействия, поэтому между опасными и вредными факторами иногда нельзя провести четкой границы. При одних условиях фактор может действовать как вредный, при других — как опасный.

В соответствии с ГОСТ 12.0.003 все опасные и вредные производственные факторы по природе действия подразделяются на следующие группы: физические, химические, биологические и психофизиологические.

Физические факторы — это движущиеся машины и механизмы, подвижные части машин, оборудования, острые кромки, заусенцы, шероховатость поверхностей, высокое расположение рабочего места от уровня земли (пола), падающие с высоты или отлетающие предметы; повышенный уровень вредных аэрозолей, паров, газов, ионизирующих, инфракрасных, ультрафиолетовых, электромагнитных, лазерных излучений, напряженности магнитного и электромагнитного полей, статического электричества, шума, вибраций, ультразвука, инфразвука; наличие тока в электрической цепи; повышенная или пониженная температура, подвижность, влажность, ионизация воздуха; концентрация кислорода, атмосферное давление, повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов, заготовок, отсутствие или недостаток естественного света, пульсация светового потока, повышенная контрастность, прямая или отраженная блескость.

Химические факторы подразделяются: а) по характеру воздействия на организм человека — токсические, раздражающие, сенсибилизирующие, канцерогенные, мутагенные, влияющие на репродуктивную функцию; б) по пути проникновения в организм человека — через органы дыхания, желудочно-кишечный тракт, кожные покровы и слизистые оболочки.

Биологические факторы включают следующие биологические объекты: патогенные микроорганизмы (бактерии, вирусы, риккетсии, спирохеты, грибы, простейшие) и продукты их жизнедеятельности, а также макроорганизмы (растения и животные).

Психофизиологические факторы — это физические нагрузки (статические и динамические) и нервно-психические перегрузки (умственное перенапряжение, перенапряжение анализаторов, монотонность труда, эмоциональные перегрузки).

Один и тот же опасный и вредный производственный фактор по природе своего действия может относиться одновременно к различным группам.

Условия труда — совокупность факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса, воздействующих на работоспособность и здоровье работающего в процессе трудовой деятельности.

Безопасные условия труда — условия труда, при которых отсутствует воздействие на работников недопустимого риска (уровень которого выше допустимого).

Опасная зона — пространство, в котором на работника воздействуют опасные и вредные производственные факторы.

Рабочая зона — пространство, ограниченное по высоте 2 м над уровнем пола или площадки, на которых находятся места постоянного или непостоянного (временного) пребывания работников.

Рабочее место — зона, оснащенная необходимыми техническими средствами, в которой совершается трудовая деятельность исполнителя или группы исполнителей, совместно выполняющих одну работу или операцию.

Постоянное рабочее место — место, на котором работник находится большую часть своего рабочего времени (более 50 % или более 2 ч непрерывно). Если при этом работа осуществляется в различных пунктах рабочей зоны, постоянным рабочим местом считается вся рабочая зона.

Предельно допустимый уровень (ПДУ) производственного фактора — такой уровень производственного фактора, воздействие которого при работе установленной продолжительности в течение всего трудового стажа не приводит к травме, заболеванию или отклонению в состоянии здоровья в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений.

Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны — концентрации, которые при ежедневной (кро-

ме выходных дней) работе в течение 8 ч или при другой продолжительности, но не более 40 ч в неделю, в течение всего рабочего стажа не могут вызвать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований, в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений.

Средство защиты на производстве — средство, предназначенное для предотвращения риска или уменьшения его воздействия на работающего до допустимого уровня.

Средство коллективной защиты — средства технические (конструктивно и (или) функционально связанные с производственным оборудованием, производственным процессом, производственным помещением (зданием) или производственной площадкой). К коллективным средствам защиты относятся: системы вентиляции, отопления и освещения производственных помещений, различные кожухи, ограждающие доступ работающих к подвижным деталям машин, токоведущим частям и другим опасным зонам; заземление и зануление электроустановок, звукоизолирующие и звукопоглощающие облицовки, системы дистанционного управления, герметизирующие кабины, различные сигнализаторы и др.

Средства индивидуальной защиты — средства, предназначенные для предотвращения или уменьшения воздействия на работников вредных и (или) опасных производственных факторов, а также для защиты от загрязнения и при работе в неблагоприятных температурных условиях. К средствам индивидуальной защиты относятся респираторы, противогазы, спецодежда, спецобувь, защитные очки, предохранительные щитки, защитные шлемы и другие средства. Их применяют для защиты как от опасных, так и от вредных производственных факторов.

Дисциплина «Охрана труда» — комплексная социально-техническая дисциплина. Она включает правовые и организационные вопросы, производственную санитарию, технику безопасности, пожарную и взрывную безопасность.

Производственная санитария — система организационных, санитарно-гигиенических мероприятий и технических средств и методов, предотвращающих или уменьшающих воздействие на работников недопустимого риска.

Гигиена труда — комплекс мер и средств по сохранению здоровья работников, профилактике неблагоприятных воздействий опасных и (или) вредных производственных факторов.

Техника безопасности — это система организационных мероприятий, защитных мер и методов, предотвращающих воздействие на работников недопустимого риска.

Пожарной безопасностью называется такое состояние объекта, при котором с регламентируемой вероятностью исключается возможность возникновения и развития пожара и воздействия на людей опасных факторов пожара, а также обеспечивается защита материальных ценностей (ГОСТ 12.1.004).

Пожарная и взрывная безопасность — это система организационных и технических средств, направленных на профилактику и ликвидацию пожаров и взрывов, ограничение их последствий.

Законодательство по охране труда — часть трудового законодательства.

## ГЛАВА 1

### 1 ОЗДОРОВЛЕНИЕ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ И НОРМАЛИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА

Одним из необходимых условий здорового и высокопроизводительного труда является обеспечение нормальных метеорологических условий и чистоты воздуха в рабочей зоне помещений. Устранение воздействия таких вредных производственных факторов, как газы и пары, пыль, избыточная теплота и влага, и создание здоровой воздушной среды должно осуществляться комплексно, одновременно с решением основных вопросов производства.

#### 1.1 Метеорологические условия производственных помещений

##### 1.1.1 Характеристика метеорологических условий

Самочувствие и работоспособность человека зависят от метеорологических условий (микrokлимата) производственной среды. ГОСТ 12.1.005 ССБТ «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» и постановление министра здравоохранения Республики Беларусь 30 апреля 2013 года №33 «Об утверждении Санитарных норм и правил «Требования к микроклимату рабочих мест в производственных и офисных помещениях».

Гигиенического норматива «Показатели микроклимата производственных и офисных помещений» устанавливают гигиенические требования к показателям микроклимата воздуха рабочей зоны.

Рабочей зоной является пространство до 2 м по высоте от уровня пола или площадки с местами постоянного или временного пребывания работающих. Постоянным считается рабочее место, на котором работающий находится более 50 % рабочего времени за смену или более 2 ч непрерывно.

Показателями, характеризующими микроклимат в рабочей зоне, являются: температура воздуха  $T$ , °С; относительная влажность воздуха  $\phi$ , %; скорость движения воздуха  $V$ , м/с; интенсивность теплового облучения работающих от нагретых поверхностей оборудования, изделий и открытых источников  $J$ , Вт/м<sup>2</sup>.

Если рабочее место находится на расстоянии до 2 м от поверхности ограждающей конструкции (стены, потолок, пол), от защитных экранов, а также от технологического оборудования, то дополнительно нормируется (измеряется) температура этих поверхностей. Допустимые величины температур поверхностей приведены в табл. 1.1 (постановление министра здравоохранения Республики Беларусь 30 апреля 2013 года №33 «Об утверждении Санитарных норм и правил «Требования к микроклимату рабочих мест в производственных и офисных помещениях»).

Таблица 1.1 - Допустимые величины температуры поверхностей ограждающих конструкций и устройств

Период года	Категория работ	Температура поверхностей, °С
Холодный	Легкая — Ia	19–26
	Легкая — Ib	18–25
	Средней тяжести — IIa	16–24
	Средней тяжести — IIб	14–23
	Тяжелая — III	12–22
Теплый	Легкая — Ia	20–29
	Легкая — Ib	19–29
	Средней тяжести — IIa	17–28
	Средней тяжести — IIб	15–28
	Тяжелая — III	14–27

### 1.1.2 Влияние параметров микроклимата на условия труда

Человек постоянно находится в процессе теплового взаимодействия с окружающей средой. Для того чтобы физиологические процессы в организме протекали нормально, выделяемое организмом тепло должно отводиться в окружающую человека среду. Нормальное тепловое самочувствие (комфортные условия), соответствующее данному виду работы, обеспечивается при соблюдении теплового баланса:

$$Q = Q_T + Q_{II} + Q_K + Q_{исп} + Q_{в.в} \quad (1.1)$$

где  $Q_t$  — тепло, отдаваемое путем теплопроводности;  $Q_{и}$  — тепло, отдаваемое путем излучения;  $Q_k$  — тепло, отдаваемое путем конвекции;  $Q_{исп}$  — тепло, отдаваемое путем испарения влаги с поверхности кожи;  $Q_{в.в}$  — тепло, расходуемое на нагрев вдыхаемого воздуха.

Количество тепла, отдаваемое организмом человека каждым из этих путей, зависит от величины параметров микроклимата. Так, теплоотдача конвекцией зависит от температуры окружающего воздуха и скорости его движения на рабочем месте. Излучение теплоты происходит в направлении окружающих человека поверхностей, имеющих более низкую температуру, чем температура поверхности одежды (+27...+31 °С) и открытых частей тела человека (+33,5 °С). При высоких температурах окружающих поверхностей (+30...+35 °С) теплопередача излучением и (конвекцией) полностью прекращается, а при более высоких температурах большая часть тепла отдается путем испарения пота. При этом организм теряет определенное количество влаги, а вместе с ней солей и витаминов, играющих важную роль в жизнедеятельности человека (при испарении 1 г воды теряется около 0,6 ккал тепла). В 1 л пота содержится 2,5–5,6 г хлорида натрия (NaCl). Всего в организме около 140 г NaCl. При тяжелой работе в условиях высокой температуры воздуха может выделяться до 10–12 л пота, а с ним до 30–40 г NaCl. Потеря 28–30 г NaCl ведет к прекращению желудочной секреции, а больших количеств — к мышечным спазмам и судорогам, потере водорастворимых витаминов (С, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>). При сильном потоотделении потеря достигает 15–25 % потребной суточной дозы.

Заметное количество влаги испаряется организмом через дыхательные пути (примерно 1/3 общих потерь влаги и к отдаче 10–20 % общего количества теряемого тепла). Испарение через дыхательные пути возрастает с увеличением легочной вентиляции, а также с понижением температуры воздуха.

Организм человека обладает механизмом терморегуляции, т. е. способен поддерживать температуру тела на постоянном уровне при изменении параметров микроклимата и при выполнении различной по тяжести работы. Однако если уравнение теплового баланса длительное время не соблюдается, то наступает расстройство механизма терморегуляции, что приводит к тепловому истощению (слабость, тошнота, вялость), тепловым судорогам или тепловому удару.

Сердечно-сосудистая система при действии высоких температур испытывает большое напряжение: изменяются состав и свойства крови (повышается вязкость, содержание гемоглобина и эритроцитов), что

связано с нарушением водного обмена, сгущением и перераспределением крови (усиливается кровоснабжение кожи и подкожной клетчатки), влиянием повышенной температуры на сердечную мышцу и тонус сосудов. Отрицательное влияние высокой температуры на центральную нервную систему проявляется в ослаблении внимания, замедлении реакций, ухудшении координации движений, что может быть причиной снижения производительности труда и роста травматизма. Меры первой помощи сводятся в основном к предоставлению заболевшему условий, способствующих восстановлению теплового баланса: покой, прохладные души, ванны.

Особенно неблагоприятные условия наступают в том случае, если наряду с высокой температурой в помещении наблюдается повышенная влажность, ускоряющая возникновение перегрева организма. Повышенная влажность ( $\varphi > 85\%$ ) затрудняет терморегуляцию вследствие снижения испарения пота, а слишком низкая ( $\varphi < 20\%$ ) вызывает пересыхание слизистых оболочек дыхательных путей. Оптимальные величины относительной влажности составляют 40–60 %.

Движение воздуха в помещениях является важным фактором, влияющим на тепловое самочувствие человека. В жарком помещении движение воздуха способствует увеличению отдачи тепла организмом и улучшает его состояние, но оказывает неблагоприятное воздействие при низкой температуре воздуха в холодное время года. Минимальная скорость движения воздуха  $V$ , ощущаемая человеком, составляет 0,2 м/с. В зимнее время года она не должна превышать 0,2–0,5 м/с, а в летнее время года 0,5–1,0 м/с. В горячих цехах допускается увеличение скорости обдува рабочих (воздушное душирование) до 3,5 м/с.

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

Оптимальные микроклиматические условия — это такое сочетание показателей микроклимата, которое обеспечивает человеку ощущение теплового комфорта в течение 8-часовой рабочей смены без нарушения механизмов терморегуляции и не вызывает отклонений в здоровье.



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

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

### 1.1.3 Нормирование параметров микроклимата

Оптимальные и допустимые величины температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха устанавливаются ГОСТ 12.1.005 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» и постановление министра здравоохранения Республики Беларусь 30 апреля 2013 года №33 «Об утверждении Санитарных норм и правил «Требования к микроклимату рабочих мест в производственных и офисных помещениях», с учетом периода (сезона) года, категории выполняемых работ по тяжести и времени выполнения работы (является рабочее место постоянным или нет).

**Периоды года** условно разделены на холодный (со среднесуточной температурой наружного воздуха менее +10 °С); теплый (со среднесуточной температурой наружного воздуха более +10 °С).

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

категория I — легкие физические работы — виды деятельности с энергозатратами до 150 ккал/ч (174 Вт). К категории Ia относятся работы, производимые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением (энергозатраты до 120 ккал/ч, т. е. до 139 Вт), к кате-

гории Ib — работы, производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и некоторым физическим напряжением (энергозатраты 121–150 ккал/ч, т. е. 140–174 Вт);

категория II — физические работы средней тяжести — виды деятельности с расходом энергии 151–250 ккал/ч (175–290 Вт). К категории IIa относятся работы, связанные с постоянной ходьбой, перемещением мелких (до 1 кг) изделий или предметов в положении стоя или сидя и требующие определенного физического напряжения (энергозатраты 151–200 ккал/ч, т. е. 175–232 Вт), к категории IIб — работы, связанные с ходьбой, перемещением и переноской тяжестей до 10 кг и умеренным физическим напряжением (энергозатраты 201–250 ккал/ч, т. е. 233–290 Вт);

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

Оптимальные и допустимые величины температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха для рабочей зоны производственных помещений приведены в табл. 1.2. Допустимые величины интенсивности теплового облучения работающих от нагретых поверхностей технологического оборудования, материалов и изделий и т. п. должны соответствовать значениям, приведенным в табл. 1.3.

Интенсивность теплового облучения от открытых источников (нагретый металл, стекло, открытое пламя и т. д.) не должна превышать  $140 \text{ Вт/м}^2$ . При этом облучению не должно подвергаться более 25 % поверхности тела и обязательным является использование средств индивидуальной защиты.

Температура наружных поверхностей технологического оборудования, ограждающих устройств, с которыми соприкасается в процессе труда человек, не должна превышать  $+45 \text{ }^\circ\text{C}$ .

#### **1.1.4 Тепловые излучения, их воздействие на организм человека**

Тепловое излучение (инфракрасное излучение) представляет собой невидимое электромагнитное излучение с длиной волны от 0,76 до 540 нм, обладающее волновыми, квантовыми свойствами. По длине волны инфракрасные лучи делят на коротковолновую (менее 1,4 мкм), средневолновую (1,4–3 мкм), длинноволновую (более 3 мкм) область.

Инфракрасное излучение генерируется любым нагретым телом, температура которого определяет интенсивность и спектр излучаемой электромагнитной энергии. Нагретые тела, имеющие температуру выше 100 °С, являются источником коротковолнового инфракрасного излучения (0,7–9 мкм). С уменьшением температуры нагретого тела (50–100 °С) инфракрасное излучение характеризуется в основном длинноволновым спектром.

В зависимости от длины волны изменяется проникающая способность инфракрасного излучения. Наибольшую проникающую способность имеет коротковолновое инфракрасное излучение (0,76–1,4 мкм), которое способно проникать в ткани человеческого тела на глубину в несколько сантиметров. Инфракрасные лучи длинноволнового диапазона задерживаются в поверхностных слоях кожи.

Таблица 1.3 - Допустимые величины интенсивности теплового облучения поверхности тела работающих от производственных источников

Облучаемая поверхность тела, %	Интенсивность теплового облучения, Вт/м <sup>2</sup> , не более
50 и более	35
25 — 50	70
Не более 25	100

Колебания интенсивности теплового облучения человека на рабочих местах зависят от многих причин: характера технологического процесса, температуры источника излучения, расстояния рабочего места от источника излучения, степени теплоизоляции, наличия индивидуальных и коллективных средств защиты и др.

Воздействие инфракрасного излучения может быть общим и локальным. Основная реакция организма на инфракрасное облучение — изменение температуры облучаемых и удаленных участков тела. При длинноволновом излучении повышается температура поверхности тела, а при коротковолновом — изменяется температура легких, головного мозга, почек и т. п. Значительное изменение общей температуры тела

(1,5–2 °С) происходит только при облучении инфракрасными лучами большой интенсивности. Воздействуя на мозговую ткань, коротковолновое излучение вызывает так называемый «солнечный удар». Человек при этом ощущает головную боль, головокружение, учащение пульса и дыхания, потемнение в глазах, нарушение координации движений, потерю сознания.

При воздействии на глаза наибольшую опасность представляет коротковолновое излучение. Возможное последствие воздействия инфракрасного излучения на глаза — появление инфракрасной катаракты.

Таблица 1.2 - Нормируемые величины температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений

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

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

При выполнении работы средней тяжести и тяжелой в условиях высокой температуры воздуха температура тела может повышаться от нескольких десятых градуса до 1–2 °С и более (при явлениях гипертермии).

Неравномерный нагрев тканей организма при поглощении ИК лучей приводит к переполнению кровеносных сосудов, усилению обмена веществ (увеличивается содержание фосфора и натрия в крови), изменению морфологического состава крови (снижается число лейкоцитов и тромбоцитов), наблюдаются изменения центральной нервной и сердечно-сосудистой систем (учащается сердцебиение, нарушается артериальное давление). Воздействуя на глаза, ИК излучения могут вызвать ряд патологических изменений: конъюнктивиты, помутнение роговицы, спазм зрачков, ожог сетчатки.

При наличии источников теплового облучения работников Сан-ПиН 9-80 РБ 98 устанавливает следующие величины максимально допустимой температуры воздуха на рабочих местах: +25 °С — при категории работ Ia; +24 °С — при категории работ Ib; +22 °С — при категории работ IIa; +21 °С — при категории работ IIб; +20 °С — при категории работ III.

### **1.1.5 Мероприятия по оздоровлению воздушной среды и оптимизации параметров микроклимата**

Требуемое состояние воздушной среды в рабочей зоне может быть обеспечено выполнением определенных мероприятий, к основным из которых относятся: механизация и автоматизация производственных процессов, дистанционное управление; устройство систем вентиляции и отопления; защита от источников тепловых излучений (теплоизоляция нагретых поверхностей, экранирование источников излучения и рабочих мест, использование индивидуальных средств защиты, рациональный режим труда и отдыха).

Теплоизоляция является эффективным средством уменьшения не только интенсивности теплового излучения от нагретых поверхностей, но и общих тепловыделений, а также предотвращения ожогов при прикосновении к этим поверхностям. Для теплоизоляции применяют разнообразные материалы (специальный бетон и кирпич, минеральную и стеклянную вату, асбест) и конструкции из них. Теплоизоляция должна быть выполнена так, чтобы температура наружных поверхностей технологического оборудования не превышала +45 °С.

Экранирование, т. е. устройство оградительных конструкций на пути распространения инфракрасных излучений, является наиболее

распространенным и эффективным способом уменьшения интенсивности облучения работающего. Экраны по характеру действия делятся на теплоотражающие, теплопоглощающие и теплоотводящие. Теплоотражающие экраны используются для отражения тепловыделений от поверхностей печей, наружных поверхностей кабин управления, кранов и изготавливаются из листового алюминия, белой жести и алюминиевой фольги, укрепленной на несущем материале — картоне, сетке. Используются также экраны из силикатного закаленного стекла с пленочным окисно-оловянным покрытием и легированными добавками. К теплоотражающим экранам относятся металлические сетки (ячейки 3–5 мм), цепные звенья, армированное стекло, водяные завесы.

Для снижения температуры воздуха на рабочих местах в горячих цехах большую роль играет рациональная вентиляция. Эффективность аэрации зависит от правильности ее расчета, устройства аэрационных проемов, а также от строительно-архитектурного оформления здания (высоты и формы здания, профиля крыши) и его расположения. Приточные проемы предпочтительно размещать в местах наибольших тепловыделений и постоянного пребывания работающих.

Аэрация наиболее эффективна из применяемых средств удаления тепла, так как обеспечивает в рабочей зоне 40–60-кратный воздухообмен в час. При наличии на рабочих местах теплового излучения интенсивностью 348 Вт/м<sup>2</sup> и более обязательно устройство воздушного душа. При этом температура и скорость движения подаваемого воздуха зависят от времени года, категории работ и интенсивности теплового излучения.

Воздушные души способствуют увеличению отдачи тепла телом человека путем конвекции и испарения. Воздушные, водо-воздушные души, водяные полудуши, оазисы рекомендуется применять на местах отдыха рабочих для ускорения восстановления физиологических функций в целях профилактики перегревов у рабочих горячих профессий.

Немалую роль в профилактике перегревания играют индивидуальные средства защиты. Спецодежда должна быть воздухо- и влагопроницаемой (хлопчатобумажная, льняная; грубошерстное сукно). Для защиты от инфракрасного излучения используют отражающие ткани, на поверхности которых распылен тонкий слой металлов. Для защиты головы от излучения применяют дюралевые, фибровые каски, войлочные шляпы, а от перегрева и ожогов — шляпы с широкими полями из войлока, фетра или сукна. Для защиты ног применяют специальную обувь. Материал обуви должен быть стойким против повышенной температуры, облучения, искр, малотеплопроводен и воздухопроницаем. Для защиты рук применяют брезентовые рукавицы. Для защиты глаз от воздействия энергии излучения используют очки со светофильтрами со

спектральной характеристикой, соответствующей спектральному диапазону потока излучения, для защиты от которого очки предназначены. Для защиты лица и глаз используют щитки из органического стекла, металлической сетки и комбинированные (из стекла и сетки) маски со светофильтром.

Организационные и медико-профилактические мероприятия. Важным фактором, способствующим повышению работоспособности рабочих горячих цехов, является рациональный режим труда и отдыха. Режим труда разрабатывается применительно к конкретным условиям работы. При этом определяются общая продолжительность отдыха в течение рабочего дня, продолжительность отдельных периодов отдыха. При физических работах средней тяжести и температуре наружного воздуха до  $+25\text{ }^{\circ}\text{C}$  внутрисменный режим предусматривает 10-минутные перерывы после 60–50 мин работы; при температуре наружного воздуха от  $25$  до  $33\text{ }^{\circ}\text{C}$  рекомендуются 15-минутные перерывы после 45 мин работы. Отдых происходит в специально оборудованных комнатах с благоприятным микроклиматом.

Работники проходят предварительные и периодические (ежегодные) медицинские осмотры. Противопоказаниями к приему на работу в условиях воздействия высокой температуры и инфракрасного излучения являются органические заболевания сердечно-сосудистой системы, почек, желудка, кожи и др.

## **1.2 Вредные вещества в промышленности**

### **1.2.1 Характеристика и причины загрязнения воздуха рабочей зоны**

Многие технологические процессы сопровождаются выделением в воздух производственных помещений вредных веществ — паров, газов, твердых и жидких частиц. Пары и газы образуют с воздухом смеси, а твердые и жидкие частицы вещества — дисперсные системы — аэрозоли, которые делятся на пыль (размер твердых частиц более  $1\text{ мкм}$ ), дым (менее  $1\text{ мкм}$ ) и туман (размер жидких частиц менее  $10\text{ мкм}$ ). Поступление в воздух рабочей зоны того или иного вредного вещества зависит от технологического процесса, используемого сырья, а также от промежуточных и конечных продуктов. Так, пары выделяются в результате применения различных жидких веществ, например, растворителей, ряда кислот, бензина, ртути и т.д., а газы — чаще всего при проведении технологического процесса (при сварке, литье, термической обработке металлов). Причины выделения пыли на предприятиях металлургии и маши-



ностроения могут быть самыми разнообразными. Пыль образуется при дроблении и размоле, транспортировании измельченного материала, механической обработке хрупких материалов, отделке поверхности (шлифовании, гляцевании), упаковке и расфасовке и т.п. Эти причины пылеобразования являются основными, или первичными. В условиях производства может возникать и вторичное пылеобразование (при уборке помещений, движении людей и т.п.).

### 1.2.2 Классификация вредных веществ

Воздух рабочей зоны производственного помещения должен соответствовать санитарно-гигиеническим требованиям по содержанию вредных веществ (газа, пара, аэрозоли) частиц пыли, приведенным ГОСТ 12.1.005 ССБТ «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» и Санитарных нормах, правилах и гигиенических нормативах «Перечень регламентированных в воздухе рабочей зоны вредных веществ» (утвержден Постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь).

Вредное вещество — это вещество, которое при контакте с организмом человека в случае нарушения требований безопасности труда может вызвать производственные травмы, профессиональные заболевания или отклонения в состоянии здоровья, обнаруживаемые современными методами как в процессе работы, так и в отдельные периоды жизни настоящего и последующих поколений.

ГОСТ 12.1.007 «Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности» подразделяет вредные вещества по степени воздействия на организм человека **на четыре класса опасности**: 1-й класс — вещества чрезвычайно опасные (ПДК < 0,1 мг/м<sup>3</sup>); 2-й класс — вещества высоко опасные (ПДК = 0,1...1,0 мг/м<sup>3</sup>); 3-й класс — вещества умеренно опасные (ПДК = 1,1...10,0 мг/м<sup>3</sup>); 4-й класс — вещества мало опасные (ПДК > 10,0 мг/м<sup>3</sup>).

Вредные вещества также подразделяются: по **характеру воздействия** на организм человека на общетоксические — вызывающие отравление всего у организма (оксид углерода, цианистые соединения, свинец, ртуть, бензол, мышьяк и его соединения); раздражающие — вызывающие раздражение дыхательного тракта и слизистых оболочек (хлор, аммиак, сернистый газ, фтористый водород, оксиды азота, озон, ацетон и др.); сенсibiliзирующие — действующие как аллергены (формальдегид, различные растворители и лаки на основе нитро- и нитрозосоединений и др.); канцерогенные — вызывающие раковые заболевания (никель и его соединения, амины, окислы хрома, асбест и др.); мутагенные — приводящие к изменению наследственной информации

(свинец, марганец, радиоактивные вещества и др.); влияющие на репродуктивную (детородную) функцию (ртуть, свинец, марганец, стирол, радиоактивные вещества и др.); в зависимости от того, каким путем вредные вещества попадают в организм, на проникающие через органы дыхания, желудочно-кишечный тракт, кожный покров или слизистые оболочки; по **химическим классам** соединений на органические, неорганические, элементоорганические и др.

Вышеуказанные нормативные документы устанавливают предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны — обязательные санитарные нормативы для использования их при проектировании производственных зданий, технологических процессов, оборудования и вентиляции, а также для текущего санитарного надзора.

Предельно допустимая концентрация (ПДК) — концентрация вредного вещества, которая при ежедневной (кроме выходных дней) работе в течение 8 часов и не более 40 ч в неделю, в течение всего рабочего стажа не должна вызвать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений. Воздействие вредного вещества на уровне ПДК не исключает нарушения состояния здоровья у лиц с повышенной чувствительностью. ПДК устанавливаются в виде максимально разовых и среднесменных гигиенических нормативов. Для веществ, способных вызывать преимущественно хронические интоксикации (фиброгенные пыли, аэрозоли дезинтеграции металлов и др.), устанавливаются среднесменные ПДК; для веществ с остронаправленным токсическим эффектом (ферментные, раздражающие яды и др.) устанавливаются максимальные разовые концентрации; для веществ, при воздействии которых возможно развитие как хронических, так и острых интоксикаций, устанавливаются наряду с максимально разовыми и среднесменные ПДК.

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

Фактическая концентрация вредного вещества  $C_{\phi}$  мг/м<sup>3</sup> в воздухе рабочей зоны не должна превышать предельно допустимой концентрации, т. е. должно соблюдаться соотношение  $C_{\phi} / \text{ПДК} \leq 1$ .

Специальными символами выделены вещества с остронаправленным механизмом действия, требующие автоматического контроля за их

содержанием в воздухе, канцерогены, аллергены и аэрозоли преимущественно фиброгенного действия. В этих целях использованы следующие обозначения: О — вещества с остронаправленным механизмом действия, А — вещества, способные вызывать аллергические заболевания работников в производственных условиях, К — канцерогены, Ф — аэрозоли преимущественно фиброгенного действия, п — пары и (или) газы, а — аэрозоль, п + а — смесь паров и аэрозолей, (+) — соединения, при работе с которыми требуется специальная защита кожи и глаз, (++) — соединения, при работе с которыми должен быть исключен контакт с органами дыхания и кожей при обязательном контроле воздуха рабочей зоны. Для таких веществ значения ПДК не приводятся, а указывается только класс опасности и агрегатное состояние в воздухе.

Если в графе «величина ПДК» приведены два гигиенических норматива, то это означает, что в числителе максимальная разовая, а в знаменателе — среднесменная ПДК, прочерк в числителе означает, что гигиенический норматив установлен в виде среднесменной ПДК. Если приведен один гигиенический норматив, то это означает, что он установлен как максимальная разовая ПДК.

### **1.2.3 Воздействие вредных веществ на организм человека**

Результатом воздействия вредных веществ могут быть острые и хронические отравления. Острые отравления являются следствием кратковременного воздействия вредных веществ, поступающих в организм в значительных количествах. Хронические развиваются в результате длительного воздействия вредных веществ, поступающих в организм малыми дозами. Наиболее опасными являются хронические отравления, отличающиеся стойкостью симптомов отравления и приводящие к профессиональным заболеваниям.

Токсический эффект воздействия вредных веществ зависит от физиологических особенностей человека. К некоторым ядам более чувствителен женский организм, к другим — мужской. Характер и тяжесть выполняемой работы также влияют на восприимчивость организма к ядам. При тяжелой физической работе активизируются дыхание, кровообращение и потовыделение, что усиливает процесс проникновения ядовитых веществ в организм человека. Результат воздействия токсических веществ зависит от таких производственных факторов, как метеорологические условия, изменение барометрического давления, шум и вибрация. В большинстве случаев они увеличивают опасность отравления из-за функциональных изменений в организме и изменения токсических свойств самих веществ.

При одновременном содержании в воздухе рабочей зоны нескольких вредных веществ однонаправленного действия в концентрациях, не превышающих ПДК, должно соблюдаться условие: сумма отношений фактических концентраций каждого из них ( $C_1, C_2, C_3, \dots, C_n$ ) в воздухе к их ПДК не должна превышать единицы, т. е.  $C_1 / \text{ПДК}_1 + C_2 / \text{ПДК}_2 + \dots + C_n / \text{ПДК}_n \leq 1$ .

#### 1.2.4 Производственные пыли

Многие технологические процессы характеризуются выделением в воздушную среду пыли (взвешенных в воздухе, медленно оседающих твердых частиц разных размеров). Пыль, способная некоторое время находиться в воздухе во взвешенном состоянии, называется аэрозолью, осевшая — аэрогелью. Эффект воздействия пыли на организм человека зависит от токсичности, физико-химических свойств, дисперсности и концентрации пыли в воздухе рабочей зоны.

Пыль подразделяется: по происхождению на органическую: естественного (шерстяная, древесная, хлопковая и др.) и искусственного (пыль пластмасс, резины, смол и др.) происхождения; неорганическую: пыль металлов (железная, медная, марганцевая и др.) и минералов (кварцевая, асбестовая и др.); по токсичности на ядовитую, вызывающую острые или хронические отравления (свинцовая, марганцевая и др.); неядовитую, оказывающую преимущественно фиброгенное действие, вызывающую раздражение слизистых оболочек дыхательных путей и оседающую в легких, практически не попадая в круг кровообращения (чугунная, железная, алюминиевая и др.); по дисперсности (размерам частиц) на крупнодисперсные ( $> 10$  мкм); среднедисперсные (5 ... 10 мкм); мелкодисперсные (1 ... 5 мкм); дым, пылевой туман или «облако» ( $< 1$  мкм); по способу образования на аэрозоли дезинтеграции (образуются при измельчении, дроблении твердых веществ и т. д.); аэрозоли конденсации (образуются при электросварке и т. д.).

Наиболее важное значение имеют такие свойства пыли, как химический состав, растворимость, дисперсность, взрывоопасность, радиоактивность, электростатическая зарядность.

Пыль как вредное вещество может оказывать на организм человека фиброгенное, токсическое, раздражающее, аллергенное, канцерогенное действие. Чем мельче частицы пыли, тем глубже они проникают в дыхательные пути, тем легче попадают в легкие. Так, в легкие проникает пыль размером до 5 мкм, а более крупные частицы задерживаются в верхних дыхательных путях.

**Пылевые профессиональные заболевания.** К основным из них относятся пневмокониозы, хронический бронхит и заболевания верхних

дыхательных путей. Наиболее часто встречаются следующие виды пневмокониозов: силикоз — наиболее тяжелая форма пневмокониоза, развивающаяся при вдыхании пыли, содержащей свободный кремнезем ( $\text{SiO}_2$ ), и сопровождающаяся изменениями легочной ткани; силикатоз — склеротическое заболевание легких, развивающееся при вдыхании пыли, содержащей  $\text{SiO}_2$  в связанном с другими элементами состоянии (Mg, Ca, Al, Fe и др.); электросварочный пневмокониоз — развивается при высокой концентрации сварочного аэрозоля, содержащего оксид железа, соединения марганца или фтора; асбестоз — возникает при вдыхании пыли асбеста и др.

Фактическая концентрация пыли в воздухе рабочей зоны не должна превышать ПДК, которые приведены в ГОСТ 12.1.005 ССБТ «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» и Санитарных нормах, правилах и гигиенических нормативах «Перечень регламентированных в воздухе рабочей зоны вредных веществ». Пыли (аэрозоли) так же, как и вредные вещества, по степени воздействия на человека делятся на 4 класса опасности. Для кремнеземсодержащих пылей ПДК — от 1 до 4 мг/м<sup>3</sup>, для остальных видов пылей — от 1 до 10 мг/м<sup>3</sup> с учетом их опасности для человека. Величины гигиенических нормативов аэрозолей (в том числе и для аэрозолей по сумме смесей сложного состава) 4-го класса опасности не должны превышать 10 мг/м<sup>3</sup>.

### **1.2.5 Вредные вещества, выделяющиеся при протекании технологических процессов**

При протекании технологических процессов в воздухе рабочей зоны фиксируются вредные вещества, характеристика которых приведена в таблице 1.4.

Воздействие токсических веществ на организм человека в условиях производства не может быть изолировано от влияния других неблагоприятных факторов, таких как высокая или низкая температура, повышенная влажность, вибрация, шум и др. При сочетанном воздействии вредных веществ с другими факторами эффект может оказаться более значительным, чем при изолированном воздействии фактора.

Так, при одновременном воздействии вредных веществ и высокой температуры возможно усиление токсического эффекта. Шум может усилить токсический эффект, что показано для оксида углерода. Вибрация усиливает токсическое действие ядов. Физическая нагрузка, оказывающая мощное и разностороннее влияние на все органы и системы организма не может отразиться на условиях распределения, превращения и выделения ядов, а в итоге - на течение интоксикации. Физические нагрузки активизируют основные системы жизнеобеспечения дыхание и

кровообращение, усиливают активность нервно-эндокринной системы, а также многие ферментные процессы.

Увеличение легочной вентиляции приводит к возрастанию дозы газообразных веществ, проникающих в организм через дыхательные пути.

Таблица 1.4 - Характеристика вредных веществ, выделяющихся в воздух рабочей зоны

Наименование вещества	Класс опасности	ПДК <sub>3</sub> мг/м <sup>3</sup>	Токсикологическая характеристика
1	2	3	4
Оксид углерода	4	20	Вызывает удушье, нарушает дыхание, уменьшает потребление кислорода тканями
Ацетон	4	200	Действует как наркотик, раздражает глаза и слизистые оболочки носа и гортани
Сернистый ангидрид	3	10	Вызывает расширение сосудов и снижает кровяное давление, поражает ткань легких, вызывая их отек
Метиловый спирт	3	5	Сильный нервный и сосудистый яд, раздражает слизистые оболочки верхних дыхательных путей и глаз
Ксилол	3	50	Раздражают нервную систему, при длительном воздействии влияют на кровеносные органы
Толуол	3	150	
Фурфурол	3	10	Нервный яд, вызывает паралич и судороги, раздражает слизистые оболочки и кожу
Хром шестивалентный	1	0,01	Вызывает местное раздражающее действие на кожу и слизистые оболочки, поражает почки, печень, сердечно-сосудистую систему
Фенол	2	0,3	Сильный нервный яд, оказывает общетоксическое действие, всасывается через кожу
Формальдегид	2	0,5	Раздражающий газ, обладает общей ядовитостью, раздражает кожу и слизистые оболочки
Фуран	2	0,5	Приводит к падению кровяного давления, параличу дыхания, судорогам, при длительном воздействии вызывает дистрофию печени

Наименование вещества	Класс опасности	ПДК, мг/м <sup>3</sup>	Токсикологическая характеристика
1	2	3	4
Фуриловый спирт	2	0,5	Угнетает центральную нервную систему, дыхание, снижает температуру тела, вызывает головокружение, тошноту
Оксиды азота	3	5	Вызывают расширение сосудов и снижают кровяное давление, приводят к отеку легких
Акролеин	2	0,2	Сильно раздражает слизистые оболочки, обладает общетоксическим действием
Амины	2	1	Раздражают центральную нервную систему, вызывают заболевания кожи
Бензол	2	5	Влияет на центральную нервную систему, вызывая судороги
Кремнийсодержащая пыль	4	2	Раздражает слизистые оболочки, приводит к силикозу

Увеличение легочной вентиляции приводит к возрастанию дозы газообразных веществ, проникающих в организм через дыхательные пути.

### 1.2.6 Методы контроля параметров воздушной среды и микроклимата

Для определения содержания вредных веществ в воздухе отбор проб должен проводиться в зоне дыхания на рабочих местах постоянно и (или) непостоянного пребывания работников при характерных производственных условиях с учетом основных технологических процессов, источников выделения вредных веществ и функционирования технологического оборудования.

В течение смены и (или) на отдельных этапах технологического процесса в одной точке должно быть последовательно отобрано не менее двух проб. Для аэрозолей преимущественно фиброгенного действия допускается отбор одной пробы. Периодичность контроля устанавливается в зависимости от класса опасности вредного вещества, характера технологического процесса (непрерывный, периодический) и устанавливается: для 1-го класса опасности — не реже одного раза в 10 дней; для 2-го класса — не реже одного раза в месяц; для 3-го и 4-го класса — не реже одного раза в квартал. Рекомендуется для веществ 1-го и 2-го класса опасности преимущественно использовать непрерывный (авто-

матический) контроль с обязательным включением систем аварийной вентиляции.

Среднесменные концентрации определяются на протяжении не менее 75 % продолжительности смены в течение не менее трех смен. Периодичность контроля за соблюдением среднесменной ПДК должна быть не реже одного раза в год.

Замеры показателей микроклимата с целью контроля их соответствия гигиеническим требованиям проводятся не менее трех раз за смену (в начале, в середине и в конце ее) на высоте 1 м от пола или рабочей площадки при работах, выполняемых сидя, и на высоте 1,5 м — при работах, выполняемых стоя.

### **1.2.7 Меры защиты от вредных веществ**

Для обеспечения необходимого качества воздуха в рабочей зоне производственных помещений при разработке и организации технологических процессов и конструировании оборудования требуется выполнение ряда инженерно-технических, санитарно-технических, лечебно-профилактических, организационных и других мероприятий.

К инженерно-техническим мероприятиям относятся: применение технологических процессов, устраняющих образование вредных веществ или исключаящих непосредственный контакт работников с вредными веществами; замена вредных веществ безвредными или менее вредными; замена сухих способов переработки пылящих материалов мокрыми; применение различных способов пылеподавления (смачивание, гранулирование, брикетирование и т.д.); обеспечение непрерывности технологических процессов; использование пневмотранспорта; применение различных способов пылеподавления; механизация и автоматизация технологических процессов с применением дистанционного управления; замена пламенного нагрева электрическим и использование газообразного топлива; герметизация промышленного оборудования; рациональная организация рабочих мест; улавливание и нейтрализация промышленных выбросов; автоблокировка технологического оборудования и санитарно-технических устройств; рациональная организация рабочих мест в соответствии с тяжестью и напряженностью труда; использование газоанализаторов и газосигнализаторов, связанных с автоматической системой защиты (автоблокировка, аварийная вентиляция и др.); сокращение водопотребления и водоотведения, широкое использование оборотного и повторного водоснабжения.

К санитарно-техническим средствам нормализации воздуха в рабочей зоне относятся: организация систематического санитарно-химического контроля воздуха рабочей зоны; санитарно-бытовое обес-



печение работающих; спецподготовка и инструктаж работающих; лечебно-профилактическое обеспечение работающих; применение средств индивидуальной защиты; организация надежной вентиляции производственных помещений.

Наиболее важное значение для профилактики профессиональных заболеваний и нормализации воздушной среды имеет вентиляция.

### **1.3 Производственная вентиляция**

#### **1.3.1 Классификация систем вентиляции**

Вентиляция — обмен воздуха в помещениях для удаления избытков теплоты, влаги, вредных и других веществ с целью обеспечения допустимых параметров микроклимата и частоты воздуха в рабочей зоне (СНБ 4.02.01-03).

Вентиляция проводится в целях обеспечения чистоты воздуха и заданных метеорологических условий в производственных помещениях. Вентиляция достигается удалением загрязненного или нагретого воздуха из помещения и подачей в него свежего воздуха. По способу перемещения воздуха вентиляция бывает с естественным побуждением и с механическим. Возможно также сочетание естественной и механической вентиляции (смешанная вентиляция). В зависимости от того, для чего служит система вентиляции, — для подачи (притока) или удаления (вытяжки) воздуха из помещения или (и) для того и другого одновременно, она называется приточной, вытяжной или приточно-вытяжной. По месту действия вентиляция бывает общеобменной и местной.

Действие общеобменной вентиляции основано на разбавлении загрязненного, нагретого, влажного воздуха помещения свежим воздухом до предельно допустимых норм. Эту систему вентиляции наиболее часто применяют в случаях, если вредные вещества, теплота, влага выделяются равномерно по всему помещению. При такой вентиляции обеспечивается поддержание необходимых параметров воздушной среды во всем объеме помещения (рис. 1.1, а).

Если помещение очень велико, а число людей, находящихся в нем, мало, причем место их нахождения фиксировано, можно ограничиться оздоровлением воздушной среды только в местах нахождения людей, где устраивается местная приточно-вытяжная вентиляция (рис. 1.1, г). Воздухообмен в помещении можно значительно сократить, если улавливать вредные вещества в местах их выделения, не допуская распространения по помещению. С этой целью технологическое оборудование,

являющееся источником выделения вредных веществ, снабжают специальными устройствами, от которых производится отсос загрязненного воздуха. Такая вентиляция называется местной вытяжной (рис. 1.1, г).

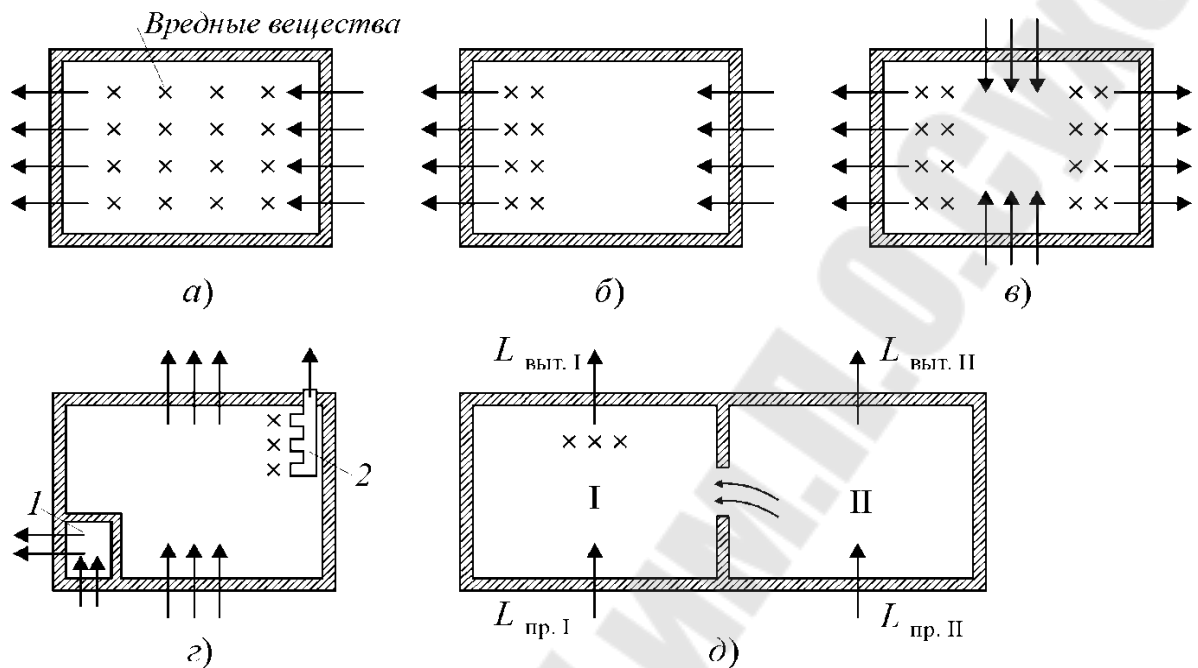


Рисунок 1.1 - Системы вентиляции: а, б, в, — общеобменная; г — общеобменная и местная; д — организация воздухообмена; 1 — помещение пульта управления; 2 — местные отсосы

В производственных помещениях, в которых возможно внезапное поступление в воздух рабочей зоны больших количеств вредных паров и газов, наряду с рабочей предусматривается устройство аварийной вентиляции.

На производстве часто устраивают комбинированные системы вентиляции (общеобменную с местной, общеобменную с аварийной и т. п.).

Для эффективной работы системы вентиляции важно, чтобы еще на стадии проектирования были выполнены следующие технические и санитарно-гигиенические требования.

Количество приточного воздуха  $L_{пр}$  должно соответствовать количеству удаляемого (вытяжки)  $L_{выт}$ ; разница между ними должна быть минимальной. В ряде случаев необходимо так организовать воздухообмен, чтобы одно количество воздуха обязательно было больше другого. Так, при проектировании вентиляции двух смежных помещений (рисунок 3.1, д), в одном из которых выделяются вредные вещества (помещение I), количество удаляемого воздуха из этого помещения должно быть больше количества приточного воздуха, т. е.  $L_{выт. I} > L_{пр. I}$ , в результате чего в этом помещении создается небольшое разрежение и безвредный воздух из помещения II с небольшим избыточным давлением ( $L_{выт. II} >$

$L_{пр II}$ ) будет попадать в помещение I, не давая возможности вредным веществам проникать в помещение II.

Приточные и вытяжные системы в помещении должны быть правильно размещены. Свежий воздух необходимо подавать в те части помещения, где количество вредных выделений минимально (или их нет вообще), и удалять, где выделения максимальны (рисунок 1.1, б, в). Приток воздуха должен производиться, как правило, в рабочую зону, а вытяжка — из верхней зоны помещения.

Система вентиляции не должна вызывать переохлаждения или перегрева работников; создавать шум на рабочих местах; должна быть электро-, пожаро- и взрывобезопасна, проста по устройству, надежна в эксплуатации и эффективна.

### 1.3.2 Естественная вентиляция

Воздухообмен при естественной вентиляции происходит вследствие разности температур воздуха в помещении и наружного воздуха, а также в результате действия ветра. Разность температур воздуха внутри (более высокая температура) и снаружи помещения, а следовательно, и разность плотностей вызывают поступление холодного воздуха в помещение и вытеснение из него теплого воздуха. При действии ветра с наветренной стороны зданий создается пониженное давление, вследствие чего происходит вытяжка теплого или загрязненного воздуха из помещения; с наветренной стороны здания создается избыточное давление, и свежий воздух поступает в помещение на смену вытягиваемому воздуху. Работа вытяжных вентиляционных устройств в большой степени также зависит от обдува их ветром.

Естественная вентиляция производственных помещений может быть неорганизованной и организованной. При неорганизованной вентиляции поступление и удаление воздуха происходит через неплотности и поры наружных ограждений (инфильтрация), через окна, форточки, специальные проемы (проветривание). Организованная (поддается регулировке) естественная вентиляция производственных помещений осуществляется аэрацией и дефлекторами.

Аэрация осуществляется в холодных цехах за счет ветрового давления, а в горячих цехах — за счет совместного или отдельного действия гравитационного и ветрового давлений. Аэрация осуществляется следующим образом. В здании цеха, оборудованном тремя рядами проемов со створками, в летнее время открываются проемы. Свежий воздух поступает в помещение через нижние проемы, располагаемые на небольшой высоте от пола (1–1,5 м), а удаляется через проемы в фонаре здания (рисунок 1.2, а).

Поступление наружного воздуха в зимнее время происходит через проемы, расположенные на высоте 4–7 м от пола. Высота принимается с таким расчетом, чтобы холодный наружный воздух, опускаясь до рабочей зоны, успел достаточно нагреться за счет перемешивания с теплым воздухом помещения. Меняя положение створок, можно регулировать воздухообмен.

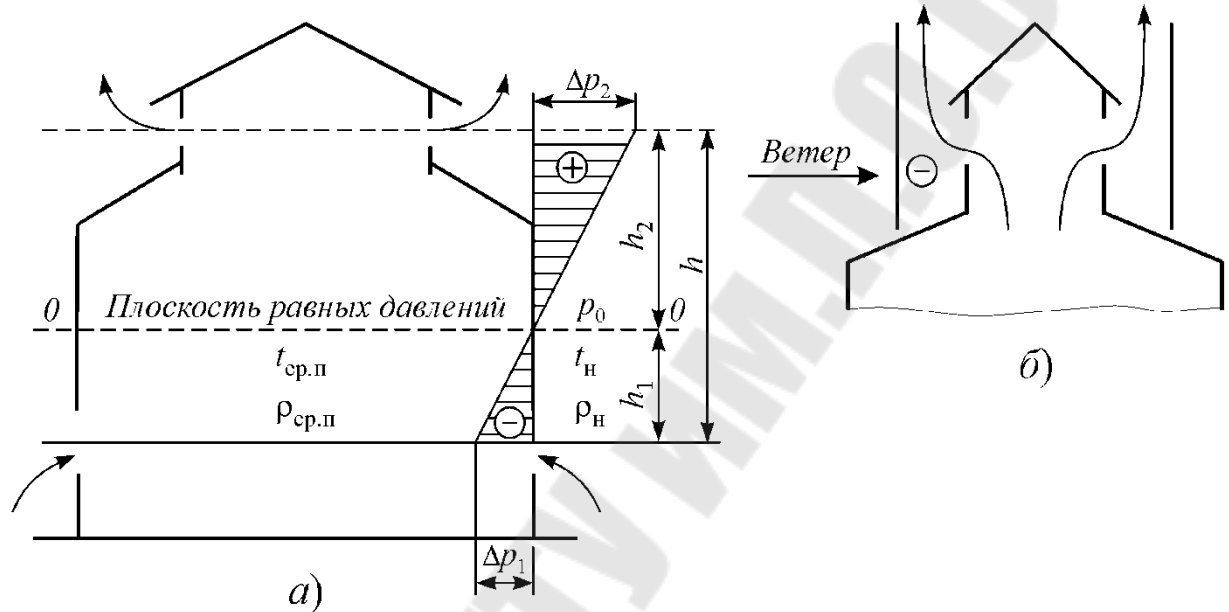


Рисунок 1.2 - Аэрация зданий: а — распределение давления воздуха в здании цеха; б — незадуваемый фонарь

Температура воздуха внутри цеха вследствие выделения избытков явной теплоты бывает, как правило, выше температуры наружного воздуха  $t_n$ . Следовательно, плотность наружного воздуха  $\rho_n$  больше плотности воздуха внутри цеха, что обуславливает наличие разности давлений наружного и внутреннего воздуха. На определенной высоте помещения, в так называемой плоскости равных давлений, расположенной примерно на середине высоты здания цеха, эта разность равна нулю.

Ниже плоскости равных давлений существует разрежение (Па), обуславливающее поступление наружного воздуха:

$$\Delta\rho_1 = h_1 g (\rho_n - \rho_{ср.п}) \quad (1.2)$$

где  $\rho_{ср.п}$  — средняя плотность воздуха в помещении,  $\text{кг/м}^3$ , соответствующая средней температуре воздуха в помещении  $t_{ср.п}$ , определяемая по формуле:

$$t_{ср.п} = (t_{п.з} + t_{выт}) / 2 \quad (1.3)$$

здесь  $t_{р.з}$  и  $t_{\text{выт}}$  — температуры воздуха в рабочей зоне и воздуха, удаляемого из помещения;  $h_1$  — расстояние от середины нижних отверстий до плоскости равных давлений, м.

Выше плоскости равных давлений существует избыточное давление (Па), которое на уровне центра верхних отверстий составляет

$$\Delta\rho_2 = h_2 g (\rho_n - \rho_{\text{ср.н}}) \quad (1.4)$$

где  $h_2$  — расстояние от плоскости равных давлений до центра верхних отверстий, м.

Это давление, направленное наружу цеха, вызывает вытяжку воздуха.

Общая величина гравитационного давления (Па), под влиянием которого происходит воздухообмен в помещении, равна сумме давлений на уровне нижних и верхних проемов:

$$\rho_r = \Delta\rho_1 + \Delta\rho_2 = hg (\rho_n - \rho_{\text{ср.н}}) \quad (1.5)$$

При расчете аэрации определяют площадь проемов. Расчет производят для летнего времени, как самого неблагоприятного для аэрации. В начале расчета обычно задаются площадью нижних проемов  $F_1$ . Зная необходимое количество воздуха  $L$  ( $\text{м}^3/\text{ч}$ ), по избыткам явной теплоты определяют скорость воздуха в нижних проемах (м/с):  $v_1 = L / \mu F_1$ , где  $\mu$  — коэффициент расхода, величина которого зависит от конструкции створок и угла их открытия,  $\mu = 0,15 \dots 0,65$ .

Затем определяют потери давления в нижних проемах (Па)  $\Delta\rho_1 = \rho_n v_1^2 / 2$  и величину  $r_r$  по формуле (3.1). Рассчитывают температуру уходящего воздуха по формуле  $t_{\text{выт}} = t_n + (10 \dots 15)$  и определяют по таблицам или известным формулам плотность  $\rho_n$  и  $\rho_{\text{ср.н}}$ , соответствующую температурам  $t_n$  и  $t_{\text{ср.н}}$ .

После этого находят избыточное давление в плоскости верхних вытяжных проемов  $\Delta\rho_2 = r_r - \Delta\rho_1$  и необходимую их площадь ( $\text{м}^2$ ):

$$F_2 = L / \mu v_2 = L / (\mu \sqrt{\Delta\rho_2 2 / \rho}) \quad (1.6)$$

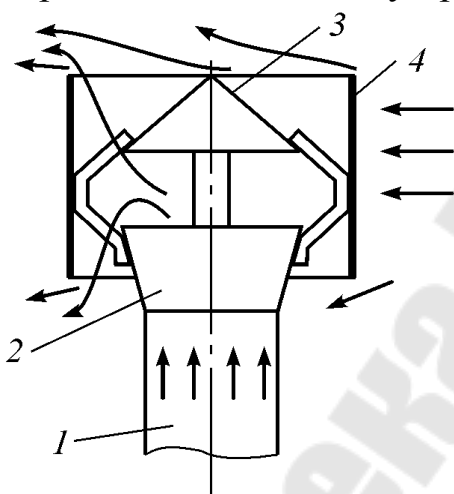
При обдувании зданий ветром с наветренной стороны создается повышенное давление воздуха, а на заветренной стороне — разрежение, значения которых могут быть определены по формуле  $p_{\text{ветр}} = a v_v^2 \rho / 2$ , где  $p_{\text{ветр}}$  — избыточное давление ветра, или разрежение, Па;  $v_v$  — скорость ветра, м/с;  $a$  — аэродинамический коэффициент, зависящий от конфигурации здания и определяемый по результатам обдува моделей (величина  $a$  обычно составляет 0,7–0,85 для наветренной стороны здания и от — 0,3 до — 0,45 для заветренной стороны).

Под напором воздуха с наветренной стороны наружный воздух будет поступать через нижние проемы и, распространяясь в нижней

части здания, вытеснять более нагретый и загрязненный воздух через проемы в фонаре здания наружу. Таким образом, действие ветра усиливает воздухообмен, происходящий за счет гравитационного давления, а в ряде случаев (в жаркие дни) является основным действующим фактором.

Расчет аэрации при совместном действии ветра и избытков явной теплоты производят аналогично приведенному выше. При этом дополнительно к давлениям воздуха, возникающим вследствие разности температур, прибавляют или вычитают давления, создаваемые ветром.

При задувании ветра в верхние проемы в фонаре здания потоки наружного воздуха опускаются вниз, где смешиваются с пылью и газами и попадают в рабочую зону. В этом случае уменьшается воздухообмен, повышается температура воздуха в рабочей зоне, т. е. задувание ветра приводит к ухудшению условий труда. Для исключения этого явления устраивают так называемые незадуваемые фонари (рис. 1.2, б), в которых используют ветрозащитные щиты. За счет срыва струй ветра с наветренной стороны щита (у проема) всегда имеет место разрежение и тем большее, чем выше скорость ветра, поэтому незадуваемые фонари работают на вытяжку при любых направлениях ветра.



- Рисунок 1.3 - Дефлектор: 1 – патрубок, 2 – диффузор, 3 – зонт, 4 – кольцо

Преимуществом аэрации является то, что большие объемы воздуха (до нескольких миллионов кубических метров в час) подаются и удаляются без применения вентиляторов и воздуховодов. Система аэрации значительно дешевле механических систем вентиляции; она является мощным средством для борьбы с избытками выделения явной теплоты в горячих цехах. Наряду с преимуществами аэрация имеет существенные недостатки, а именно: в летнее время эффективность аэрации может значительно снижаться вследствие повышения температуры наружного воздуха, особенно в безветренную погоду; кроме того, поступающий в помещение воздух не обрабатывается (не очищается, не охлаждается).

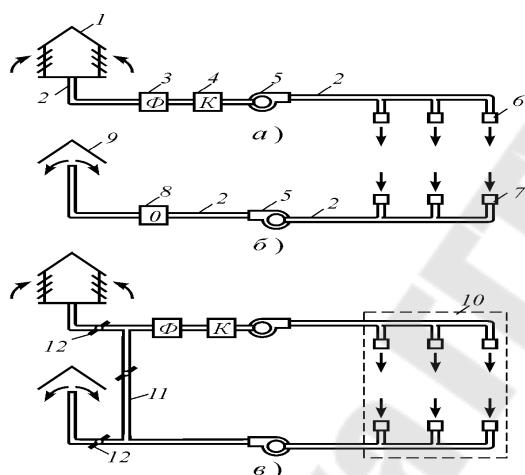
Дефлекторы представляют собой специальные насадки, устанавливаемые на вытяжных воздуховодах и использующие энергию ветра. Дефлекторы применяют для удаления загрязненного или перегретого воздуха из помещений сравнительно небольшого объема, а также для местной вентиляции.

В настоящее время наибольшее распространение получил дефлектор ЦАГИ (рисунок 1.3). Он состоит из диффузора 1, верхнюю часть которого охватывает цилиндрическая обечайка 2. Колпак 3 служит для защиты от попадания атмосферных осадков в патрубок, а конус 4 — для предохранения от задувания ветром внутрь дефлектора.

Ветер, обдувая обечайку дефлектора, создает на большей части его окружности разрежение, вследствие чего воздух из помещения движется по воздухопроводу и патрубку и затем выходит наружу через две кольцевые щели между обечайкой 2 и краями колпака 3 и конуса 4. Эффективность работы дефлекторов зависит главным образом от скорости ветра, а также высоты установки их над коньком крыши.

### 1.3.3 Механическая вентиляция

В системах механической вентиляции движение воздуха осуществляется вентиляторами и в некоторых случаях эжекторами.



- Рисунок 1.4 - Механическая вентиляция: а — приточная; б — вытяжная; в — приточно-вытяжная с рециркуляцией

Приточная вентиляция. Установки приточной вентиляции обычно состоят из (рисунок 1.4, а): воздухозаборного устройства (воздухоприемника) 1 для забора чистого воздуха, устанавливаемого снаружи здания в тех местах, где содержание вредных веществ минимально (или они отсутствуют вообще); воздухопроводов 2, по которым воздух подается в помещение; фильтров 3 для очистки воздуха от пыли; калориферов 4, где воздух нагревается; вентилятора 5; приточных отверстий или насадков 6, через

которые воздух попадает в помещение (воздух может подаваться сосредоточенно или равномерно по помещению); регулирующих устройств, устанавливаемых в воздухоприемном устройстве и на ответвлениях воздухопроводов.

Фильтр, калориферы и вентилятор обычно устанавливают в одном помещении, в так называемой вентиляционной камере. Воздух подается в рабочую зону, причем скорости выхода воздуха ограничены допустимым шумом и подвижностью воздуха на рабочем месте.

Вытяжная вентиляция. Установки вытяжной вентиляции состоят (рисунок 1.4, б) из вытяжных отверстий или насадков 7, через которые

воздух удаляется из помещения; вентилятора 5, воздуховодов 2; устройства для очистки воздуха от пыли или газов 8, устанавливаемого в тех случаях, если выбрасываемый воздух необходимо очищать с целью обеспечения нормативных концентраций вредных веществ в выбрасываемом воздухе и в воздухе населенных мест, а также в приточном воздухе, подаваемом в производственные здания; устройства для выброса воздуха 9, которое должно быть расположено на 1–1,5 м выше конька крыши. При работе вытяжной системы чистый воздух поступает в помещение через неплотности в ограждающих конструкциях. В ряде случаев это обстоятельство является серьезным недостатком данной системы вентиляции, так как неорганизованный приток холодного воздуха (сквозняки) может вызвать простудные заболевания.

Приточно-вытяжная вентиляция. В этой системе воздух подается в помещение приточной вентиляцией, а удаляется вытяжной вентиляцией (см. рисунок 1.4, а и б), работающими одновременно. Место расположения приточных и вытяжных воздуховодов, отверстий и насадков, количество подаваемого и вытягиваемого воздуха выбирается с учетом требований, предъявляемых к системе вентиляции. Место для забора свежего воздуха выбирается с учетом направления ветра, с наветренной стороны по отношению к выбросным отверстиям, вдали от мест загрязнений.

Приточно-вытяжная вентиляция с рециркуляцией (рисунок 3.4, в) характерна тем, что воздух, отсасываемый из помещения 10 вытяжной системой, частично повторно подают в это помещение через приточную систему, соединенную с вытяжной системой воздуховодом 11. Регулировка количества свежего, вторичного и выбрасываемого воздуха производится клапанами 12. В результате использования такой системы вентиляции достигается экономия расходуемой теплоты на нагрев воздуха в холодное время года и на его очистку. Для рециркуляции разрешается использовать воздух помещений, в которых отсутствуют выделения вредных веществ или выделяющиеся вещества относятся к 4-му классу опасности, причем концентрация этих веществ в подаваемом в помещение воздухе не превышает  $0,3q_{\text{пдж}}$ .

Эжекторы применяют в вытяжных системах в тех случаях, если необходимо удалить очень агрессивную среду, пыль, способную к взрыву, или легко воспламеняющиеся взрывоопасные газы. Принцип действия эжектора заключается в следующем (рис.1.5). Воздух, нагнетаемый расположенным вне вентилируемого помещения компрессором или вентилятором высокого давления, подводится по трубе 1 к соплу 2 и, выходя из него с большой скоростью, создает за счет эжекции разрежение в камере 3, куда подсасывается воздух из помещения. В конфузоре 4 и горловине 5 происходит перемешивание эжектируемого (из



помещения) и эжектирующего воздуха. Диффузор 6 служит для преобразования динамического давления в статическое. Недостатком эжектора является низкий КПД, не превышающий 0,25.

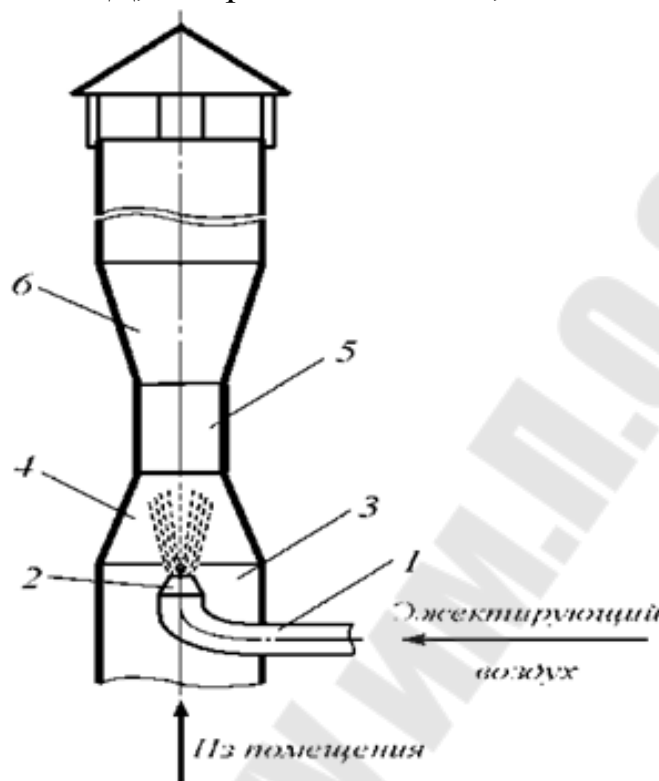


Рисунок 1.5 - Эжектор

### 1.3.4 Кондиционирование воздуха

Кондиционирование воздуха — создание в закрытых помещениях и поддержание с помощью средств автоматического управления искусственного микроклимата с целью обеспечения оптимальных параметров микроклимата, наиболее благоприятных для самочувствия людей, ведения технологического процесса, обеспечения сохранности культурных и других ценностей (СНБ 4.02.01-03).

Система кондиционирования воздуха — совокупность технических средств, предназначенных для кондиционирования воздуха, перемещения и распределения его в обслуживаемых помещениях, автоматического контроля и управления параметрами с заданной точностью и обеспеченностью. Кондиционер — это вентиляционная установка, которая с помощью приборов автоматического регулирования поддерживает в помещении заданные параметры воздушной среды. Кондиционеры бывают двух видов: установки полного кондиционирования воздуха, обеспечивающие постоянство температуры, относительной влажности, скорости движения и чистоты воздуха; установки неполного кондиционирования, обеспечивающие постоянство только части этих параметров

или одного параметра, чаще всего температуры. По способу приготовления и раздачи воздуха кондиционеры подразделяются на центральные и местные.

### 1.3.5 Местная вентиляция

Местная приточная вентиляция служит для создания требуемых условий воздушной среды в ограниченной зоне производственного помещения. К установкам местной приточной вентиляции относятся воздушные души и оазисы, воздушные и воздушно-тепловые завесы.

Воздушное душирование применяют на рабочих местах, характеризующихся воздействием лучистого потока теплоты интенсивностью  $350 \text{ Вт/м}^2$  и более. Воздушный душ представляет собой направленный на рабочего поток воздуха. Скорость обдува составляет  $1\text{--}3,5 \text{ м/с}$  в зависимости от интенсивности облучения. Установки воздушного душирования бывают стационарные, когда воздух на фиксированное рабочее место подается по системе воздуховодов с приточными насадками, и передвижные, в которых используется осевой вентилятор. Эффективность таких душирующих агрегатов повышается при распылении воды в струе воздуха.

Воздушные оазисы позволяют улучшить метеорологические условия на ограниченной площади помещения, которая для этого отделяется со всех сторон легкими передвижными перегородками и заполняется воздухом более холодным и чистым, чем воздух помещения.

Воздушные и воздушно-тепловые завесы устраивают для защиты людей от охлаждения проникающим через ворота холодным воздухом. Завесы бывают двух типов: воздушные с подачей воздуха без подогрева и воздушно-тепловые с подогревом подаваемого воздуха в калориферах. Работа завес основана на том, что воздух, подаваемый к воротам или проемам через специальный воздуховод со щелью, выходит с большой скоростью (до  $10\text{--}15 \text{ м/с}$ ) под определенным углом навстречу врывающемуся холодному потоку и смешивается с ним. Полученная смесь более теплого воздуха поступает на рабочие места или (при недостаточном нагреве) отклоняется в сторону от них.

Местная вытяжная вентиляция. Применение ее основано на улавливании и удалении вредных веществ непосредственно у источника их образования. Устройства местной вытяжной вентиляции делают в виде укрытий или местных отсосов. Укрытия с отсосом характерны тем, что источник вредностей находится внутри них; они могут быть выполнены как укрытия-кожухи, полностью или частично заключающие оборудование (вытяжные шкафы, кабины и камеры). Внутри укрытий создается разрежение, в результате чего вредные вещества не могут попасть в

воздух помещения. По отсасывающим воздуховодам они удаляются из укрытия. Такой способ предотвращения выделений вредных веществ в помещении называется аспирацией. Аспирационные системы обычно блокируют с пусковыми устройствами технологического оборудования с тем, чтобы отсос вредных веществ производился не только в месте их выделения, но и в момент образования. Полное укрытие машин и механизмов, выделяющих вредные вещества, — наиболее совершенный и эффективный способ предотвращения их попадания в воздух помещения.

Вытяжные шкафы находят широкое применение при различных операциях, связанных с выделением вредных газов и паров. Вытяжной шкаф представляет собой колпак большого объема, внутри которого происходит выделение вредных веществ при проведении каких-либо работ. Выделяющиеся газы и пары, попадая в колпак, собираются и поступают во всасывающий воздуховод.

Кабины и камеры представляют собой емкости определенного объема, внутри которых производятся работы, связанные с выделением вредных веществ. Расчетное количество удаляемого воздуха определяют по кратности воздухообмена, которая в зависимости от объема камеры составляет от 30 до 100. При невозможности полного или частичного укрытия делают местные отсосы, располагаемые рядом с источником выделения вредных веществ. К ним относятся вытяжные зонты, всасывающие панели, бортовые отсосы, воронки и т. д.

Вытяжные зонты применяют для локализации вредных веществ, поднимающихся вверх, а именно при тепло- и влаговыведениях; любых вредных веществах с тепловыделениями, создающими устойчивый восходящий поток (при отсутствии постоянного рабочего места у источника выделения вредных веществ). Зонты делают открытыми со всех сторон (без свесов) и частично открытыми — с одной, двух или трех сторон — со свесами. По форме сечения зонты бывают прямоугольными или круглыми, стационарными или поворотными. Для улавливания газов у проемов печей устанавливают зонты-козырьки. Если устройство стационарных укрытий невозможно, делают поворотные зонты, которые отводят в сторону во время загрузки оборудования.

Всасывающие панели. Местная вытяжная вентиляция, удаляя вредные вещества из помещения, должна препятствовать их попаданию в зоны дыхания рабочего. Местный отсос можно считать удовлетворительно работающим, когда он удаляет вредные вещества от зоны дыхания. Принцип действия бортового отсоса состоит в том, что затягиваемый в щель воздух, двигаясь над поверхностью ванны, увлекает с собой вредные вещества, не давая им распространиться вверх по помещению. Бортовые отсосы располагают или у одного борта при ширине ванны до

0,7 м, или у двух противоположных бортов при ширине ванны 0,7 – 1 м. Количество удаляемого воздуха от бортовых отсосов зависит от токсичности выделяющихся вредных веществ, размеров ванн, уровня раствора, температуры раствора и т.п.

В производственных помещениях, в которых выделяются одновременно вредные газы и теплоты или только вредные газы, кроме местных отсосов обязательно делают общеобменную вытяжку из верхней или нижней зоны помещения. Это связано с тем, что даже при хорошей работе местных отсосов возможны прорывы вредных веществ в воздух помещения.

### 1.3.6 Отопление

Отопление — обогрев помещений с целью возмещения в них тепловых потерь и поддержания устанавливаемой нормами или другими требованиями температуры воздушной среды (СНБ 4.02.01-03).

Система отопления — совокупность взаимоувязанных технических элементов и устройств, предназначенных для передачи в обогреваемые помещения требуемого количества теплоты и поддержания в них заданной температуры воздушной среды. Система отопления должна компенсировать потери теплоты  $Q_n$  через строительные ограждения  $Q_{огр}$ , а также нагрев проникающего в помещение холодного воздуха  $Q_{хв}$ , поступающих материалов и транспорта  $Q_m$ . Эти потери в Вт (ккал/ч) можно определить по формуле

$$Q_n = Q_{огр} + Q_{хв} + Q_m \quad (1.7)$$

Из этих составляющих основными являются потери теплоты через строительные ограждающие конструкции (стены, потолки, окна и т.д.), определяемые по формуле

$$Q_{огр} = F_{огр} (t_{вн} - t_{нар}) R_{огр} \quad (1.8)$$

где  $F_{огр}$  — поверхность ограждения,  $m^2$ ;  $t_{вн}$  — температура воздуха в помещении;  $t_{нар}$  — расчетная температура наружного воздуха, принимаемая в зависимости от местонахождения предприятия,  $^{\circ}C$ ;  $R_{огр}$  — сопротивление теплопередаче конструкции,  $m^2 \cdot ^{\circ}C / Вт$  ( $m^2 \cdot ч \cdot ^{\circ}C / ккал$ ).

Потери теплоты через ограждения рассчитывают отдельно для каждой ограждающей конструкции, а затем полученные результаты суммируют. Количество теплоты, идущего на нагрев холодного воздуха,

составляет обычно 20—30% потерь теплоты  $Q_{\text{п}}$ ; нагрев поступающих извне материалов, транспорта 5—10%.

На основании данных расчета тепловых потерь и выделений теплоты на производстве составляют балансы теплоты производственного помещения и определяют мощности отопительных установок. Отопление устраивают только в тех случаях, когда потери теплоты превышают выделения теплоты  $Q$  в помещении, т.е.  $Q_{\text{п}} > Q$ . В нерабочее время для поддержания в помещениях температуры 5—10 °С, а также на случай ремонтных работ устраивают дежурное отопление.

В зависимости от теплоносителя системы отопления бывают водяные, паровые, воздушные и комбинированные.

Системы водяного отопления наиболее эффективны в санитарно-гигиеническом отношении. Они подразделяются на системы с нагревом воды до 100 °С и выше 100 °С (перегретая вода). В качестве побудителей движения воды используют водяные насосы и элеваторы (эжектирующее устройство). Вода в систему отопления подается либо от собственной котельной предприятия, либо от районной или городской котельной или ТЭЦ.

Системы парового отопления бывают низкого (до 70 кПа) и высокого давления (более 70 кПа). Эти системы применяют главным образом в тех помещениях, в которых пар используется для промышленных целей. Паровое отопление высокого давления разрешается устраивать в производственных помещениях, где технологические процессы не сопровождаются выделением органической пыли или когда пыль неорганического происхождения невзрывоопасна и невоспламеняема. В качестве нагревательных приборов применяют радиаторы, ребристые трубы и регистры из гладких труб. В производственных помещениях со значительными выделениями пыли устанавливают нагревательные приборы с гладкими поверхностями, допускающими их легкую очистку. Поэтому ребристые трубы в таких помещениях не применяют, так как осевшая пыль вследствие нагрева будет пригорать, издавая неприятный запах. Кроме того, пыль при высоком нагреве может быть опасна из-за возможности ее воспламенения.

Воздушная система отопления характерна тем, что подаваемый воздух предварительно нагревается в калориферах (водяных, паровых и электрокалориферах). В зависимости от расположения и устройства системы воздушного отопления бывают центральными и местными. В центральных системах, которые часто совмещаются с приточными вентиляционными системами, нагретый воздух подается по системе воздуховодов от расположенного, как правило, вне помещения калорифера. В местных системах нагрев и подача воздуха в определенное место поме-

щения производят отопительными агрегатами, которые устанавливают на колоннах или стенах помещения на высоте 3—4 м.

## **2 ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОСВЕЩЕНИЕ**

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

Рациональное освещение является одним из существенных показателей условий труда, охраны здоровья человека. При неудовлетворительном освещении зрительная способность глаза снижается, могут появиться головные боли, резь в глазах, близорукость, катаракта, поэтому немаловажное значение должно придаваться созданию хорошей освещенности рабочего места. Производственное освещение, правильно спроектированное и выполненное, улучшает условия зрительной работы, снижает утомление, способствует повышению производительности труда и качества выпускаемой продукции, благоприятно влияет на производственную среду, оказывая положительное психологическое воздействие на работника, повышает безопасность труда и снижает травматизм на производстве.

### **2.1 Количественные и качественные показатели освещения**

Часть электромагнитного спектра с длинами волн 10–340 000 нм называется оптической областью спектра, которая делится на инфракрасное излучение с длинами волн 340 000–770 нм, видимое излучение 770–380 нм, ультрафиолетовое излучение 380–10 нм. В пределах видимой части спектра излучения различной длины волны вызывают различные световые и цветовые ощущения: от фиолетового ( $\lambda = 400$  нм) до красного ( $\lambda = 750$  нм) цветов. Чувствительность зрения максимальна к излучению с длиной волны 555 нм (желто-зеленый цвет) и уменьшается к границам видимого спектра.

Совершенство производственного освещения характеризуется количественными и качественными показателями. К количественным показателям относятся: световой поток, сила света, яркость, освещенность, коэффициент отражения, а к качественным — фон, контраст объекта с фоном, видимость, показатель ослепленности, коэффициент пульсации освещенности, показатель дискомфорта.

Основной величиной, характеризующей искусственное освещение, является световой поток  $\Phi$ , определяемый как мощность лучистой энергии, оцениваемой по световому ощущению человеческого глаза. За единицу светового потока принят люмен (лм). Световой поток в 1 лм излучает платиновый излучатель площадью  $0,5305 \text{ мм}^2$  в момент затвердевания платины, т. е. при  $2042\text{К}$ .

Сила света  $I$  — это величина пространственной плотности светового потока, которая определяется как отношение светового потока  $d\Phi$ , исходящего от источника и распространяющегося равномерно внутри элементарного телесного угла  $d\Omega$ , к величине этого угла:  $I = d\Phi/d\Omega$ . За единицу силы света принята кандела (кд). Одна кандела — сила света, испускаемого с поверхности площадью  $1/600000 \text{ м}^2$  полного излучателя (государственный световой эталон) в перпендикулярном направлении при температуре затвердевания пластины ( $2046,65\text{К}$ ) при давлении  $101325 \text{ Па}$ . Сила света в одну канделу обеспечивается световым потоком в один люмен, заключенным в единичном угле в один стерadian.

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

$$E = d\Phi / dS \quad (2.1)$$

За единицу освещенности принят люкс (лк). Люкс — это освещенность поверхности площадью  $1 \text{ м}^2$  при световом потоке падающего на него излучения, равном 1 лм.

Яркость  $L$  элемента поверхности измеряется в  $\text{кд}/\text{м}^2$ . Кандела на квадратный метр — это яркость равномерно светящейся плоской поверхности площадью  $1 \text{ м}^2$  в перпендикулярном к ней направлении при силе света 1 кд. Определяющее уравнение для яркости света:

$$L = I / S \cdot \cos \varphi \quad (2.2)$$

где  $\varphi$  — угол, образованный направлением светового потока с нормалью к площадке светящейся поверхности.

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

Фон — поверхность, прилегающая непосредственно к объекту различения, на которой он рассматривается. Объем различения — наименьший размер рассматриваемого предмета, отдельной его части, который необходимо различать в процессе работы. В зависимости от наименьшего размера объекта различения зрительные работы подразделяются на разряды. Фон характеризуется коэффициентом отражения, за-

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

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

$$K = |(L_{\phi} - L_o) / L_{\phi}| \quad (2.3)$$

где  $L_o$  и  $L_{\phi}$  — яркость соответственно объекта и фона, кд/м<sup>2</sup>.

Контраст объекта различения с фоном считается большим при  $K$  более 0,5 (объект и фон резко отличаются по яркости), средним при  $K$  от 0,2 до 0,5 (объект и фон заметно отличаются по яркости), малым при  $K$  менее 0,2 (объект и фон мало отличаются по яркости). В зависимости от сочетания характеристик фона и контраста объекта с фоном разряды зрительной работы подразделяются на подразряды.

Видимость  $V$  — универсальная характеристика качества освещения, которая характеризует способность глаза воспринимать объект. Зависит от освещенности, размера объекта, его яркости, контраста объекта с фоном, длительности экспозиции. Видимость определяется числом пороговых контрастов в контрасте объекта с фоном:

$$V = K / K_{\text{пор}} \quad (2.4)$$

где  $K$  — контраст объекта с фоном;  $K_{\text{пор}}$  — пороговый контраст, т. е. наименьший различимый глазом контраст, при небольшом уменьшении которого объект становится неразличимым.

Показатель дискомфорта  $M$  — критерий оценки дискомфортной блескости, вызывающей неприятные ощущения при неравномерном распределении яркостей в поле зрения

$$M = L_c \Omega^{0.5} / \varphi_0 L_{\text{ад}}^{0.5} \quad (2.5)$$

где  $L_c$  — яркость блеского источника, кд/м<sup>2</sup>;  $\Omega$  — угловой размер блеского источника, стер;  $\varphi_0$  — индекс позиции блеского источника относительно линии зрения;  $L_{\text{ад}}$  — яркость адаптации, кд/м<sup>2</sup>.

Показатель ослепленности  $P$  — критерий оценки слепящего действия осветительной установки, определяемый выражением

$$P = (S - 1)1000 \quad (2.6)$$



где  $S$  — коэффициент ослепленности, равный отношению пороговых разностей яркости при наличии и отсутствии слепящих источников в поле зрения.

Коэффициент пульсации освещенности  $K_{II}$  — критерий оценки относительной глубины колебаний освещенности в результате изменения во времени светового потока газоразрядных ламп при питании их переменным током, определяемый по формуле

$$K_{II} = [(E_{\max} - E_{\min}) \cdot 2E_{cp}] \cdot 100\% \quad (2.7)$$

где  $E_{\max}$  и  $E_{\min}$  — соответственно максимальное и минимальное значения освещенности за период ее колебания, лк;  $E_{cp}$  — среднее значение освещенности за этот же период, лк.

## 2.2 Виды и системы освещения и их характеристика

В зависимости от источника света производственное освещение может быть естественным, искусственным и совмещенным (технический кодекс установившейся практики ТКП 45-2.04-153-2009 «Естественное и искусственное освещение», утв. приказом Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь от 14.10.2009г. № 338). На основе настоящего технического кодекса могут разрабатываться отраслевые нормы освещения, учитывающие специфические особенности технологических процессов и строительных решений зданий и сооружений.

**Естественное освещение** — это освещение помещений дневным светом неба (прямым или отраженным), проникающим через световые проемы в наружных ограждающих конструкциях. По конструктивному исполнению подразделяется на боковое (одно- и двухстороннее — через проемы в наружных стенах), верхнее (через светоаэрационные фонари, световые проемы в перекрытиях, а также через проемы в местах перепада высот здания) и комбинированное (представляет собой сочетание верхнего и бокового освещения). Помещения с постоянным пребыванием людей должны иметь, как правило, естественное освещение.

**Искусственное освещение** по функциональному назначению подразделяется на рабочее, аварийное, охранное и дежурное. Аварийное освещение разделяется на освещение безопасности (предусматривается, если отключение рабочего освещения и связанное с этим нарушение обслуживания оборудования и механизмов может вызвать взрыв, пожар, отравление людей, травму или гибель; длительное нарушение технологического процесса; нарушение работы таких объектов, как электрические станции, диспетчерские пункты, установки вентиляции и т.п. для производственных помещений, в которых недопустимо прекращение

работ) и эвакуационное (предназначено для безопасной эвакуации людей). При искусственном освещении по месту расположения светильников используются две системы: общее и комбинированное. При общем освещении светильники размещаются в верхней зоне помещения равномерно (общее равномерное) или группируются с учетом расположения оборудования (общее локализованное). Система комбинированного освещения включает общее и местное освещение. Применение одного местного освещения (без общего) внутри помещений не допускается.

Рабочее освещение следует предусматривать для всех помещений зданий, а также участков открытых пространств, предназначенных для работы, прохода людей и движения транспорта. Для помещений, имеющих зоны с разными условиями естественного освещения и различными режимами работы, необходимо раздельное управление освещением таких зон. При необходимости часть светильников рабочего или аварийного освещения может использоваться для дежурного освещения.

Освещение безопасности должно создавать на рабочих поверхностях в общественных зданиях, производственных помещениях и на территориях предприятий, требующих обслуживания при отключении рабочего освещения, наименьшую освещенность в размере 5 % освещенности, нормируемой для рабочего освещения от общего освещения, но не менее 2 лк внутри зданий и не менее 1 лк — для территорий предприятий. При этом создавать наименьшую освещенность внутри зданий более 30 лк при разрядных лампах и более 10 лк — при лампах накаливания допускается только при наличии соответствующих обоснований.

Эвакуационное освещение должно обеспечивать наименьшую освещенность на полу основных проходов (или на земле) и на ступенях лестниц: в помещениях — 0,5 лк, на открытых территориях — 0,2 лк. Неравномерность эвакуационного освещения (отношение максимальной освещенности к минимальной) по оси эвакуационных проходов должна быть не более 40:1.

Светильники освещения безопасности в помещениях могут использоваться для эвакуационного освещения. Для аварийного освещения (освещения безопасности и эвакуационного) следует применять лампы накаливания; люминесцентные лампы — в помещениях с минимальной температурой воздуха не менее 10 °С и при условии питания ламп во всех режимах напряжением не ниже 90 % номинального. Светильники аварийного освещения допускается предусматривать горящими, включаемыми одновременно с осветительными приборами общего освещения, и не горящими, автоматически включаемыми при прекращении питания общего освещения. Светильники аварийного освещения должны

отличаться от светильников рабочего освещения (например, нанесением буквы «А» красного цвета).

Охранное освещение должно предусматриваться вдоль границ территорий, охраняемых в ночное время. Освещенность должна быть не менее 0,5 лк на уровне земли в горизонтальной плоскости или на уровне 0,5 м от земли на одной стороне вертикальной плоскости, перпендикулярной к линии границы.

**Совмещенное освещение.** При совмещенном освещении недостаточное по нормам естественное освещение дополняется искусственным. Совмещенное освещение помещений производственных зданий следует предусматривать: для производственных помещений, в которых выполняются работы I–III разрядов; для производственных и других помещений в случаях, когда по условиям технологии, организации производства или климата в месте строительства требуются объемно-планировочные решения, которые не позволяют обеспечить нормированное значение КЕО (многоэтажные здания большой ширины, одноэтажные многопролетные здания с пролетами большой ширины и т. п.); в соответствии с нормативными документами по строительному проектированию зданий и сооружений отдельных отраслей промышленности.

### 2.3 Основные требования к производственному освещению

Основная задача освещения на производстве — создание наилучших зрительных условий труда, которую возможно решить только с помощью осветительной системы, отвечающей следующим требованиям.

Освещенность на рабочем месте должна соответствовать характеру зрительной работы, который определяется следующими тремя параметрами: объектом различения, фоном и контрастом объекта с фоном. Увеличение освещенности рабочей поверхности улучшает видимость объектов за счет повышения их яркости, увеличивает скорость различения деталей, что сказывается на росте производительности труда.

Необходимо обеспечить достаточно равномерное распределение яркости на рабочей поверхности, а также в пределах окружающего пространства. Если в поле зрения находятся поверхности, значительно отличающиеся между собой по яркости, то при переводе взгляда с ярко освещенной на слабо освещенную поверхность глаз вынужден переадаптироваться, что ведет к утомлению зрения. Для повышения равномерности естественного освещения больших цехов (литейных, механо-сборочных) осуществляется комбинированное освещение. Светлая окраска потолка, стен и производственного оборудования способствует созданию равномерного распределения яркостей в поле зрения.

На рабочей поверхности должны отсутствовать резкие тени. Наличие резких теней создает неравномерное распределение поверхностей с различной яркостью в поле зрения, искажает размеры и формы объектов различения, в результате повышается утомляемость.

В поле зрения должна отсутствовать прямая и отраженная блескость. Блескость — повышенная яркость светящихся поверхностей, вызывающая нарушение зрительных функций (ослепленность), т. е. ухудшение видимости объектов. Прямая блескость связана с источниками света, отраженная возникает на поверхности с большим коэффициентом отражения или отражением по направлению к глазу. Ослепленность приводит к быстрому утомлению и снижению работоспособности.

Величина освещенности должна быть постоянной во времени. Колебания освещенности, вызванные резким изменением напряжения в сети, имеют большую амплитуду, каждый раз вызывая переадаптацию глаза, приводит к значительному утомлению. Пульсация освещенности связана также с особенностью работы газоразрядных ламп.

Необходимо выбирать оптимальную направленность светового потока, что позволяет в одних случаях рассмотреть внутренние поверхности деталей, в других — различить рельефность элементов рабочей поверхности. Наибольшая видимость достигается при падении света на рабочую поверхность под углом  $60^\circ$  к ее нормали, а наихудшая — при  $0^\circ$ .

Следует выбирать необходимый спектральный состав света. Это требование особенно существенно для обеспечения правильной цветопередачи, а в отдельных случаях — для усиления цветовых контрастов.

Все элементы осветительных установок должны быть долговечными, удобными и простыми в эксплуатации, электробезопасными, пожаробезопасными, не являться источником шума и тепловыделений, отвечать требованиям эстетики.

## **2.4 Нормирование освещения**

При выборе требуемого минимального уровня освещенности рабочего места необходимо установить разряд (характер) выполняемой зрительной работы. Его определяют по наименьшему размеру объекта различения (мм). Объект различения — это рассматриваемый предмет, отдельная его часть или дефект. В соответствии с ТКП 45-2.04-153-2009, все зрительные работы, проводимые в производственных помещениях, делятся на восемь разрядов (табл. 2.1).

### 2.4.1 Нормирование естественного освещения

Непостоянство естественного света вызвало необходимость нормировать естественное освещение с помощью относительного показателя — коэффициента естественной освещенности (КЕО,  $e$ ). КЕО — это отношение естественной освещенности, создаваемой в некоторой точке заданной плоскости внутри помещения  $E_{вн}$  светом неба, к одновременному значению наружной горизонтальной освещенности  $E_{нар}$ , создаваемой светом полностью открытого небосвода, выраженное в процентах:

$$КЕО(e) = (E_{вн} / E_{нар}) \cdot 100 \quad (2.8)$$

Неравномерность естественного освещения производственных и общественных зданий с верхним или комбинированным освещением не должна превышать 3:1.

Расчетное значение КЕО при верхнем и комбинированном естественном освещении в любой точке на линии пересечения рабочей поверхности и плоскости характерного вертикального разреза должно быть не менее нормированного значения КЕО при боковом освещении для работ соответствующих разрядов.

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

$$e_N = e_H \cdot m \quad (2.9)$$

где  $e_H$  — значения КЕО, приведенные в таблице 4.1;  $m$  — коэффициент светового климата определяемый по таблице 2.2. Полученные значения  $e_N$  следует округлять до десятых долей.

В производственных помещениях глубиной до 6,0 м при одностороннем боковом освещении нормируется минимальное значение КЕО в точке, расположенной на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и условной рабочей поверхности на расстоянии 1,0 м от стены или линии заглубления зоны, наиболее удаленной от световых проемов.

В крупногабаритных производственных помещениях глубиной более 6,0 м при боковом освещении нормируется минимальное значение КЕО в точке на условной рабочей поверхности, удаленной от световых проемов: а) на 1,5 высоты от пола до верха световых проемов — для зрительных работ I-IV разрядов; б) на 2,0 высоты от пола до верха световых проемов — для зрительных работ V-VII разрядов; в) на 3,0 высоты от пола до верха световых проемов — для зрительных работ VIII разряда.

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

Допускается деление помещений на зоны с боковым освещением (зоны, примыкающие к наружным стенам с окнами) и зоны с верхним освещением. Нормирование и расчет естественного освещения в каждой зоне производится независимо друг от друга.

Таблица 2.1 - Нормы проектирования естественного и искусственного освещения ТКП 45-2.04-153-2009

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта различения с фоном	Характеристика фона	Искусственное освещение					Естественное освещение		Совмещенное освещение	
						Освещенность, лк			Сочетание нормируемых величин показателя ослепленности и коэффициента пульсации		КЕО, е <sub>н</sub> , %			
						при системе комбинированного освещения		при системе общего освещения			Р	К <sub>п</sub> , %	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении
						всего	в том числе от общего		при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Наивысшей точности	Менее 0,15	I	а	Малый	Темный	5000	500	–	20	10	–	–	6,0	2,0
				Малый	Средний	4000	400	1250	20	10				
			Средний	Темный	3500	400	1000	10	10					
			Малый	Средний	2500	300	750	20	10					
			Средний	Средний	2000	200	600	10	10					
			Большой	Темный	1500	200	400	20	10					
			Средний	Средний	1250	200	300	10	10					
			Большой	Средний	1250	200	300	10	10					
Очень высокой точности	От 0,15 до 0,30 включ.		а	Малый	Темный	4000	400	–	20	10	–	–	4,2	1,5
				Малый	Средний	3000	300	750	20	10				
			Средний	Темный	2500	300	600	10	10					
			Малый	Средний	2000	200	500	20	10					
			Средний	Средний	1500	200	400	10	10					
			Большой	Темный	1000	200	300	20	10					
			Средний	Средний	750	200	200	10	10					
			Большой	Средний	750	200	200	10	10					

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Высокой точности	От 0,30 до 0,50 включ.	III	a	Малый	Темный	2000 1500	200 200	500 400	40 20	15 15	-	-	3,0	1,2
			b	Малый Средний	Средний Темный	1000 750	200 200	300 200	40 20	15 15				
			v	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	750 600	200 200	300 200	40 20	15 15				
			г	Средний Большой Большой	Светлый Светлый Средний	400	200	200	40	15				
Средней точности	Св. 0,5 до 1,0 включ.	IV	a	Малый	Темный	750	200	300	40	20	4	1,5	2,4	0,9
			b	Малый Средний	Средний Темный	500	200	200	40	20				
			v	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	400	200	200	40	20				
			г	Средний Большой Большой	Светлый Светлый Средний	-	-	200	40	20				
Малой точности	Свыше 1 до 5 включ.	V	a	Малый	Темный	400	200	300	40	20	3	1	1,8	0,6
			b	Малый Средний	Средний Темный	-	-	200	40	20				
			v	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	-	-	200	40	20				
			г	Средний Большой Большой	Светлый Светлый Средний	-	-	200	40	20				
Грубая (очень малой точности)	Более 5	VI		Независимо от характеристик фона и контраста объекта с фоном		-	-	200	40	20	3	1	1,8	0,6



Окончание таблицы 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Работа со светящимися материалами и изделиями в горячих цехах	Более 0,5	VII		То же	–	–	200	40	20	3	1	1,8	0,6	
Общее наблюдение за ходом производственного процесса: постоянное периодическое при постоянном пребывании людей в помещении периодическое при периодическом пребывании людей в помещении		VIII	а	Независимо от характеристики фона и контраста объекта с фоном	–	–	200	40	20	3	1	1,8	0,6	
			б	То же	–	–	75	–	–	1	0,3	0,7	0,2	
			в	То же	–	–	50	–	–	0,7	0,2	0,5	0,2	
			г	То же	–	–	20	–	–	0,3	0,1	0,2	0,1	
Общее наблюдение за инженерными коммуникациями														

Таблица 2.2 - Значения коэффициента светового климата

Световые проемы	Ориентация световых проемов по сторонам горизонта	Коэффициент светового климата $m$	
		Брестская область Гомельская область	Остальная территория Республики Беларусь
В наружных стенах зданий	С	0,9	1
	СВ, СЗ	0,9	1
	З, В	0,9	1
	ЮВ, ЮЗ	0,85	1
	Ю	0,85	0,95
В прямоугольных и трапециевидных фонарях	С-Ю	0,9	1
	СВ-ЮЗ ЮВ-СЗ	0,9	1
	В-З	0,85	1
В фонарях типа «Шед»	С	0,9	1
В зенитных фонарях	—	1	1

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

Таблица 2.3 - Определение разряда зрительных работ при расстоянии от объекта различения до глаз работающего более 0,5 м

Пределы отношения $d/l$	Разряд зрительной работы
Менее $0,3 \cdot 10^{-3}$	I
От $0,3 \cdot 10^{-3}$ до $0,6 \cdot 10^{-3}$ включ.	II
Св. $0,6 \cdot 10^{-3}$ до $1 \cdot 10^{-3}$ включ.	III
Св. $1 \cdot 10^{-3}$ до $2 \cdot 10^{-3}$ включ.	IV
Св. $2 \cdot 10^{-3}$ до $10 \cdot 10^{-3}$ включ.	V
Св. $10 \cdot 10^{-3}$	VI

Характерный разрез помещения (рисунок 2.1) — поперечный разрез посередине помещения, плоскость которого перпендикулярна к плоскости остекления световых проемов (при боковом освещении) или к продольной оси пролетов помещения. В характерный разрез помещения должны попадать участки с наибольшим количеством рабочих мест, а также точки рабочей зоны, наиболее удаленные от световых проемов. Условная рабочая поверхность — условно принятая горизонтальная поверхность, расположенная на высоте 0,8 м от пола.

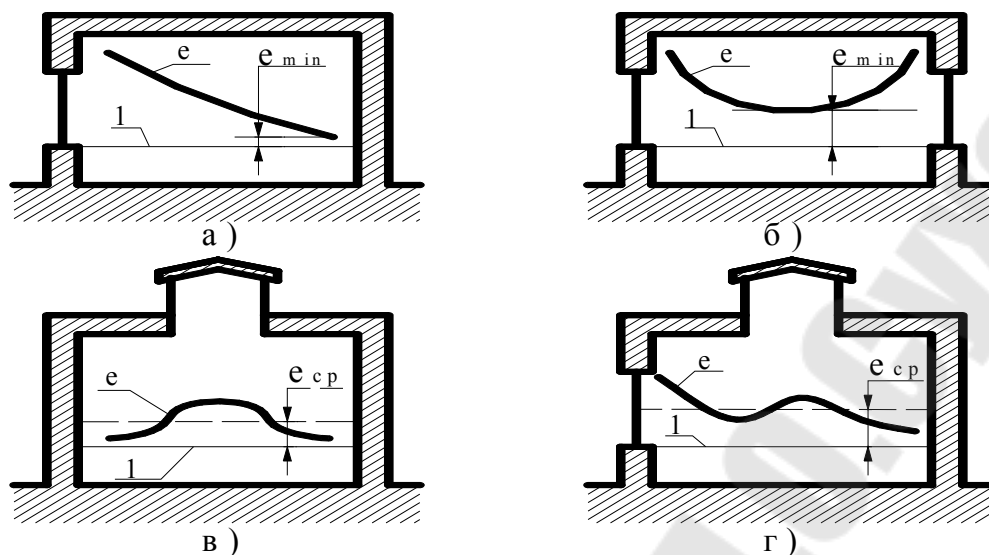


Рисунок 2.1 - Схема распределения КЕО по разрезу помещения: а — одностороннее боковое освещение; б — двухстороннее боковое освещение; в — верхнее освещение, г — комбинированное освещение; 1 — уровень рабочей плоскости

#### 2.4.2. Нормирование искусственного освещения

В соответствии с ТКП 45-2.04-153-2009 искусственное освещение оценивается непосредственно по освещенности рабочей поверхности ( $E$ , лк). Рабочей считается поверхность, на которой производится работа и нормируется или измеряется освещенность. При выборе нормы освещенности кроме характера (разряда) зрительной работы необходимо также учесть контраст объекта различения с фоном и характеристику фона, на котором рассматривается этот объект, т. е. определить подразряд зрительной работы (а, б, в или г). При расстоянии от объекта различения до глаз работающего более 0,5 м разряд зрительных работ по табл. 4.3 следует устанавливать с учетом углового размера объекта различения, определяемого отношением минимального размера объекта различения  $d$  к расстоянию от этого объекта до глаз работающего  $l$ .

При выполнении в помещениях работ I–III, IVа, IVб, IVв, Va разрядов следует применять систему комбинированного освещения. Предусматривать систему общего освещения допускается при технической невозможности или нецелесообразности устройства местного освещения. В темное время суток использовать только местное освещение (без общего) категорически запрещено.

Нормируемые характеристики освещения в помещениях и снаружи зданий могут обеспечиваться как светильниками рабочего освещения,

так и совместным действием с ними светильников освещения безопасности и/или эвакуационного освещения.

Освещенность рабочей поверхности, создаваемая светильниками общего освещения в системе комбинированного, должна составлять не менее 10 % нормируемой для комбинированного освещения при тех источниках света, которые применяются для местного освещения. При этом освещенность должна быть не менее 200 лк при разрядных лампах, не менее 75 лк при лампах накаливания. Создавать освещенность от общего освещения в системе комбинированного более 500 лк при разрядных лампах и более 150 лк при лампах накаливания допускается только при наличии обоснований.

Отношение максимальной освещенности к минимальной не должно превышать для зрительных работ: а) I–III разрядов при люминесцентных лампах — 1,3; б) при других источниках света — 1,5; в) IV–VII разрядов — 1,5 и 2,0 соответственно.

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

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

### **2.4.3 Нормирование совмещенного освещения**

При оценке и нормировании совмещенного освещения необходимо по данным табл. 2.1 выбрать нормативную величину КЕО для выполняемого разряда зрительной работы и конструктивного исполнения естественного освещения. Освещенность от системы общего искусственного освещения (при совмещенном освещении) принимается по табл. 2.1 для соответствующего разряда и подразряда зрительной работы с повышением на одну ступень по шкале освещенности (кроме разрядов Ib, Iv, IIb). При этом освещенность рабочей поверхности в любом случае должна составлять не менее 200 лк при разрядных лампах и 100 лк при лампах накаливания. При использовании комбинированного искусственного освещения (в системе совмещенного) нормативная освещенность от светильников общего освещения повышается на одну ступень по шкале освещенности для всех разрядов, кроме Ia, Ib, IIa.

Для производственных помещений допускается нормированные зна-

чения КЕО принимать в соответствии с табл. 2.4: а) в помещениях с боковым освещением, глубина которых по условиям технологии или выбору рациональных объемно-планировочных решений не позволяет обеспечить нормированное значение КЕО, указанное в табл. 2.1 для совмещенного освещения; б) в помещениях, в которых выполняются зрительные работы I–III разрядов.

Таблица 2.4 - Значения КЕО при совмещенном освещении

Разряд зрительных работ	Наименьшее нормированное значение КЕО $e_n$ , %, при совмещенном освещении	
	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении
I	3	1,2
II	2,5	1
III	2	0,7
IV	1,5	0,5
V и VII	1	0,3
VI	0,7	0,2

## 2.5 Электрические источники света

Источники света являются важнейшими составными частями осветительных установок промышленных предприятий. Правильный выбор типов и мощности ламп оказывает решающее влияние на эксплуатационные качества и экономическую эффективность осветительных установок, на соответствие искусственного освещения предъявляемым к нему требованиям.

Для общего искусственного освещения помещений следует использовать, как правило, разрядные источники света, отдавая предпочтение при равной мощности источникам света с наибольшей световой отдачей и сроком службы. Световая отдача источников света для общего искусственного освещения помещений при минимально допустимых индексах цветопередачи не должна быть меньше значений, приведенных в табл. 2.5. Использование ламп накаливания для общего освещения допускается только в случае невозможности или технико-экономической нецелесообразности использования разрядных ламп. Для местного освещения кроме разрядных источников света рекомендуется использовать лампы накаливания.

При сравнении источников света друг с другом и при их выборе пользуются следующими характеристиками: электрическими (номи-

нальное напряжение в вольтах, электрическая мощность ламп в ваттах); светотехническими (световой поток, излучаемый лампой  $\Phi$ , в люменах); эксплуатационными (световая отдача лампы  $\Pi$  в лм/Вт, срок службы); конструктивными (форма колбы лампы, форма тела накала, наличие и состав газа, заполняющего колбу лампы, давление газа).

Таблица 2.5 - Световая отдача источников света

Тип источника света	Световая отдача, лм/Вт, не менее, при минимально допустимых индексах цветопередачи			
	$\geq 80$	$\geq 60$	$\geq 45$	$\geq 25$
Люминесцентные лампы	65	75	—	—
Компактные люминесцентные лампы	70	—	—	—
Металлогалогенные лампы	75	90	—	—
Дуговые ртутные лампы	—	—	55	—
Натриевые лампы высокого давления	—	75	—	100

В качестве источника света для освещения промышленных предприятий применяют газоразрядные лампы и лампы накаливания. **Лампы накаливания** относятся к источникам света теплового излучения и пока еще являются распространенными источниками света. Это объясняется следующими их преимуществами: удобны в эксплуатации; не требуют дополнительных устройств для включения в сеть; просты в изготовлении. Однако они имеют и существенные недостатки: низкая световая отдача (7–20 лм/Вт), сравнительно малый срок службы (до 2500 ч), в спектре преобладают желтые и красные лучи, что сильно отличает их спектральный состав от солнечного света. В осветительных установках используют лампы накаливания многих типов: вакуумные (НВ), газонаполненные биспиральные (НБ), биспиральные с криптоксеноновым наполнением (НБК), зеркальные с диффузноотражающим слоем, местного освещения и др.

В последние годы получают все большее распространение лампы накаливания с йодным циклом – галоидные лампы. Срок службы этих ламп до 3000 ч, световая отдача доходит до 40 лм/Вт, спектр излучения близок к естественному. Галогенные лампы (КГ) представляют собой трубку кварцевого стекла с нитью накала, размещенной по ее оси на поддерживающих крючках.

Основным преимуществом **газоразрядных ламп** перед лампами накаливания является большая световая отдача — 40–110 лм/Вт (натриевые до 110, металлогалогенные до 100, люминесцентные до 75, ртутные до 60, ксеноновые до 40 лм/Вт). Они имеют значительно боль-

ший срок службы (до 8000–12 000 ч). От газоразрядных ламп можно получить световой поток практически в любой части спектра. Газоразрядные лампы имеют ряд существенных недостатков (пульсации светового потока, приводящие к возникновению стробоскопического эффекта; напряжение при зажигании значительно выше напряжения сети).

Самыми распространенными газоразрядными лампами являются люминесцентные, которые подразделяются на следующие типы: дневного света (ЛД), дневного света с улучшенной цветопередачей (ЛДЦ), холодного белого (ЛХБ), теплого белого (ЛТБ) и белого цвета (ЛБ). Лампы ДРЛ (дуговые ртутные люминесцентные) представляют собой ртутные лампы высокого давления с исправной цветностью. Лампа состоит из кварцевой колбы (пропускающей ультрафиолетовые лучи), которая заполнена парами ртути при давлении 0,2–0,4 МПа, с двумя электродами. Галогенные лампы ДРИ (дуговые ртутные с йодидами) по своей конструкции аналогичны лампам ДРЛ. Для заполнения колбы лампы применяют галогениды галлия, натрия, индия, лития и других редкоземельных элементов. Ксеноновые лампы ДКсТ (дуговые ксеноновые трубчатые) обладают стабилизированным разрядом и не нуждаются поэтому в балластном сопротивлении. Учитывая большую единичную мощность (5–50 кВт), чрезмерную долю ультрафиолетового излучения в спектре и высокое давление в колбе, эти лампы применяют только для освещения территорий предприятий. Натриевые лампы ДНаТ (дуговые натриевые трубчатые) обладают наивысшей эффективностью и удовлетворительной цветопередачей. Их применяют для освещения цехов с большой высотой.

**Энергосберегающие люминесцентные лампы.** Их отличительной особенностью является высокая световая отдача, т. е. величина светового потока, получаемого в расчете на 1 Вт мощности, потребляемой лампой. Если для ламп накаливания этот показатель составляет до 10–15 лм на 1 Вт, для галогенных — до 30, то для энергосберегающих — примерно 50–60 лм на 1 Вт.

Сегодня имеется большое количество разнообразных моделей компактных люминесцентных ламп (КЛЛ) разных производителей, таких как компании «Космос» и «Старт» (Россия), MEGAMAN (Китай), GENERAL ELECTRIC (Венгрия), PHILIPS (Нидерланды, Польша), OSRAM (Германия). Модели различаются по яркости, потребляемой мощности, конструкции цоколя, цветовой температуре, форме колбы, энергоэффективности.

**Цветовая температура.** Свет, излучаемый лампой, может иметь разный спектр. Он определяется как спектр излучения абсолютно черного тела, нагретого до определенной температуры, и обозначается в кельвинах (К). Наиболее распространены лампы со спектром 2700 К

(мягкий белый свет), 4200К (дневной), 6500 К (холодный белый). Форма колбы. Имеются лампы многоканальные (двух-, трех-, четырехдуговые), витые или спиралевидные, грушевидные, шарообразные, свечеобразные, цилиндрические, фигурные, с зеркальным отражателем и др.

**Энергоэффективность.** Все люминесцентные лампы намного экономичнее ламп накаливания. Однако они могут существенно различаться между собой по уровню потребления электроэнергии. Для КЛЛ действует европейская классификация энергоэффективности, согласно которой все лампы подразделяются на семь классов — от А до G (класс указывается на упаковке). Самый энергоэффективный класс А. Если лампе присвоен данный класс, это означает, что она позволяет сэкономить до 80 % электроэнергии и в результате уменьшить счет за электричество примерно в 6 раз. Срок службы. У КЛЛ он составляет 6–8 тыс. часов (стандартный). У некоторых моделей продолжительность службы доходит до 12 тыс. часов (серия «Максимум», «Космос») и даже 15 тыс. часов (модели OSRAM, GENERAL ELECTRIC, PHILIPS, MEGAMAN и др.) и превышает срок службы лампы накаливания в 6–15 раз.

## **2.6 Светильники**

Создание в производственных помещениях качественного и эффективного освещения невозможно без применения рациональных светильников. Электрический светильник представляет собой совокупность источника света и осветительной арматуры. Наиболее важной функцией осветительной арматуры является перераспределение светового потока лампы, что повышает эффективность осветительной установки. Для характеристики светильника с точки зрения определения световой энергии в пространстве строят график силы света в полярной системе координат.

Другим не менее важным назначением осветительной арматуры является предохранение глаз работающих от воздействия чрезмерно больших яркостей источников света. Применяющиеся источники света имеют яркость колбы, в десятки и сотни раз превышающую допустимую яркость в поле зрения. Степень возможного ограничения слепящего действия источника света определяют защитным углом светильника. Важной характеристикой светильника является его коэффициент полезного действия. Осветительная арматура поглощает часть светового потока, излучаемого источником света. Отношение фактического светового потока светильника к световому потоку помещенной в него лампы называется коэффициентом полезного действия.

По распределению светового потока в пространстве различают светильники прямого, преимущественного прямого, рассеянного, пре-



имущественно отраженного и отраженного света. Выбор тех или иных светильников зависит от характера выполняемых в помещении работ, степени запыленности и загазованности воздушной среды, коэффициентов отражения окружающих поверхностей, эстетических требований. В зависимости от конструктивного исполнения различают светильники открытые, защищенные, закрытые, пыленепроницаемые, влагозащитные, взрывозащищенные, взрывобезопасные. По назначению светильники делятся на светильники общего и местного освещения.

## 2.7 Методы расчета освещения

Задачей расчета является определение необходимой мощности электрической осветительной установки для создания в производственном помещении заданной освещенности или, при известном числе и мощности ламп, определение ожидаемой освещенности на рабочей поверхности.

При проектировании осветительной установки необходимо выполнять следующие требования: выбрать тип источника света. Для освещения производственных зданий должны применяться газоразрядные лампы. Если температура воздуха менее  $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$  и напряжение в сети переменного тока может падать ниже 90 % номинального, следует отдать предпочтение лампам накаливания; выбрать систему освещения. Экономичнее система комбинированного освещения, но в гигиеническом отношении более совершенна система общего освещения; выбрать тип светильника с учетом загрязненности воздушной среды в соответствии с требованиями распределения яркостей в поле зрения и с требованиями взрыво- и пожаробезопасности; произвести распределение светильников и определить их количество; определить нормируемую освещенность на рабочем месте. Для этого необходимо определить характер выполняемой работы по наименьшему размеру объекта различения, оценить контраст объекта с фоном и фон на рабочем месте и по ТКП 45-2.04-153-2009 в соответствии с выбранной системой освещения и источником света найти минимальную нормируемую освещенность.

Для расчета искусственного освещения пользуются в основном следующими методами. Метод светового потока, именуемый также методом коэффициента использования, является основным для расчета общего равномерного освещения производственных помещений, если определяется средняя освещенность горизонтальной поверхности. Световой поток лампы  $F_{\text{л}}$  при лампах накаливания или световой поток группы ламп светильника при люминесцентных лампах определяется по формуле

$$F_{\text{л}} = \frac{E_{\text{н}} \cdot S \cdot K \cdot Z}{N \cdot \eta}, \quad (2.10)$$

где  $E_{\text{н}}$  — нормированная минимальная освещенность по разряду выполняемых работ;  $S$  — площадь освещаемого помещения,  $\text{м}^2$ ;  $K$  — коэффициент запаса при проектировании естественного, искусственного и совмещенного освещения;  $Z$  — коэффициент минимальной освещенности, равный отношению  $E_{\text{ср}} / E_{\text{мин}}$ , принимаемый равным 1,15 для ламп накаливания и дуговых ртутных ДРЛ и 1,1 для люминесцентных ламп (при отраженном освещении  $Z = 1,0$ );  $N$  — число светильников в помещении;  $\eta$  — коэффициент использования светового потока ламп, зависящий от КПД и кривой распределения силы света светильников, коэффициентов отражения светового потока от потолка  $\rho_{\text{пот}}$ , стен  $\rho_{\text{ст}}$  и рабочей поверхности  $\rho_{\text{р}}$ , высоты подвеса светильников и размеров помещения.

Подсчитав по формуле (4.1) световой поток ламп  $F_{\text{л}}$ , подбирают ближайшую стандартную лампу и определяют электрическую мощность всей осветительной системы. Допускается отклонение потока выбранной лампы от расчетного до  $-10$  и  $+20$  %, в противном случае задается другая схема расположения светильников.

Точечный метод применяют для расчета локализованного и местного освещения, освещения наклонных плоскостей и проверки расчета равномерного общего освещения, когда отраженным световым потоком можно пренебречь. Если метод используется для расчета освещения горизонтальной поверхности, то формулы метода принимают вид: при определении мощности (светового потока) лампы, необходимой для создания заданной освещенности:

$$F_{\text{л}} = \frac{1000EK}{\mu \sum e}, \text{ лк}; \quad (2.11)$$

при определении освещенности, создаваемой с известным потоком:

$$E = \frac{F_{\text{л}} \mu \sum e}{1000K} \text{ лк}, \quad (2.12)$$

где  $E$  — освещенность, лк;  $F_{\text{л}}$  — световой поток, лм;  $\sum e$  — сумма условных освещенностей (для контрольной точки);  $\mu$  — коэффициент дополнительной освещенности, учитывающий действие удаленных светильников и отраженного света;  $K$  — коэффициент запаса.

Значение коэффициента  $\mu$  колеблется от 1,0 до 1,3. Для производственных помещений  $\mu$  можно считать равным 1,1–1,15 и только при заведомо хорошо отражающих потоках и стенах  $\mu$  можно повышать до

1,2–1,25. Условная освещенность определяется при условном потоке лампы в каждом светильнике, равном 1000 лм, и может быть найдена как расчетным путем, так и на основании пространственных кривых равных значений освещенности (кривые пространственных изолюкс).

## **2.8 Средства индивидуальной защиты органов зрения. Контроль освещения**

Для защиты глаз от механических повреждений, ультрафиолетового и инфракрасного излучения, слепящей яркости видимого излучения применяют защитные очки, щитки, шлемы. Очки должны быть легкими, не должны ограничивать поле зрения, не раздражать кожу, хорошо прилегать к лицу и не покрываться влагой. Стекла для очков лучше использовать безосколочного типа триплекс или прошедшие закалку. Для защиты от яркого света, ультрафиолетового и инфракрасного излучения применяют очки и щитки со специальными светофильтрами. Светофильтры подбирают в соответствии с характером и интенсивностью излучения. Защитные очки необходимо индивидуально подбирать по межцентровому расстоянию стекол. Существуют пять типоразмеров с межцентровым расстоянием 64–80 мм.

Тщательный и регулярный уход за установками естественного и искусственного освещения имеет важное значение для создания рациональных условий освещения, в частности обеспечения требуемых величин освещенности без дополнительных затрат электроэнергии. Чистка стекол световых проемов должна производиться не реже 2 раз в год для помещений с незначительным выделением пыли и не реже 4 раз в год для помещений со значительными выделениями пыли; для светильников — 4 — 12 раз в год, в зависимости от характера запыленности производственного помещения.

Замена ламп осуществляется двумя способами: индивидуальным — после выхода ламп из строя и групповым — через определенный интервал одновременно заменяют и перегоревшие и работающие лампы (ДРЛ через 7500 ч, люминесцентные 40 Вт — через 8000 ч, люминесцентные 65–80 Вт — через 6300 ч).

Уровень освещенности в контрольных точках производственного помещения проверяют не реже одного раза в год после очередной чистки светильников и замены перегоревших ламп.

## **3 ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ВИБРАЦИЯ**

Задачей обеспечения вибрационной безопасности является предотвращение условий, при которых воздействие вибрации могло бы при-

вести к ухудшению состояния здоровья работников (к развитию преждевременного утомления, снижению производительности труда), росту заболеваемости и нередко к возникновению профессиональных заболеваний (вибрационной болезни, которая занимает одно из первых мест в структуре хронических профессиональных заболеваний), а также к значительному снижению комфортности условий труда (особенно для лиц, требующих при выполнении производственного задания исключительного внимания во избежание возникновения опасных ситуаций).

### **3.1 Источники, характеристика и классификация вибрации**

Вибрации — колебания твердого тела около положения равновесия. Вибрация приводит тело или его части в колебательное движение с периодически противоположно направленными смещениями относительно положения равновесия, сопровождающееся затратой на эти перемещения механической энергии, получаемой от источника колебаний в зоне контакта тела с вибрирующей поверхностью. Количество получаемой телом энергии зависит от площади контакта и интенсивности вибрации. Ощущение вибрации возникает при соприкосновении части тела с предметами, колеблющимися под воздействием какой-либо силы в вертикальном или горизонтальном направлении. При этом вибрация вызывает волнообразное движение с попеременным сдавливанием и растяжением тканей этой части тела.

Производственными источниками локальной вибрации являются ручные механизированные машины ударного, ударно-вращательного и вращательного действия с пневматическим или электрическим приводом.

Инструменты ударного действия основаны на принципе вибрации. К ним относятся клепальные, рубильные, отбойные молотки, пневмотрамбовки, пневматические рубильные молотки, трамбовки, кузнечно-прессовое оборудование, оборудование гальванических цехов, шлифовальные и полировальные станки, а также гидropескоструйное, дробеструйное, виброабразивное и галтовочное оборудование.

К машинам ударно-вращательного действия относятся пневматические и электрические перфораторы. К ручным механизированным машинам вращательного действия относятся шлифовальные, сверлильные машины. Вибрация этих машин возникает как сопутствующий фактор в результате взаимодействия режущих инструментов с обрабатываемой поверхностью, а также дисбаланса вращающихся механизмов. Шлифовальные машины являются наиболее распространенным производственным источником локальных вибраций. Используются при выполнении шлифовальных работ, зачистки отливок и сварных швов, до-

водке штампов и пресс-форм и других работах. Помимо ручных механизированных машин, локальная вибрация имеет место при точильных, наждачных (зачистка мелкого литья), шлифовальных, полировальных работах, выполняемых на стационарных станках с ручной подачей изделий. К возможным источникам локальной вибрации относятся органы ручного управления машинами и оборудованием.

Вибрация, воздействующая на человека-оператора в процессе взаимодействия с ручными машинами и оборудованием, охватывает широкий диапазон частот — от нескольких герц до 2000 Гц и выше. Ручные виброопасные машины генерируют вибрацию, уровни колебательной скорости которой зачастую значительно превышают допустимые нормами величины.

Причинами повышения уровней колебательной скорости являются: снижение величины осевого усилия подачи; изменения физико-химических свойств обрабатываемого изделия; увеличение давления сжатого воздуха в сети; удлинение оправки и увеличение диаметра абразивного круга для шлифовальных машин; неуравновешенность вращающихся частей и узлов машины. Величина вибрации возрастает при изношенности и неисправности машин. Неблагоприятным с гигиенической точки зрения моментом является близость основных частот ряда ручных машин к собственным частотам колебаний тела человека и отдельных органов.

Вибрационная безопасность — отсутствие условий, приводящих или способных привести к ухудшению состояния здоровья человека или к значительному снижению степени комфортности его труда в результате неблагоприятного воздействия вибрации. По способу передачи на человека вибрация подразделяется на локальную и общую. Локальная вибрация передается через кисти рук человека в местах контакта с управляемой машиной или обрабатываемым изделием. Общая вибрация передается на тело сидящего или лежащего в точках его опоры.

Локальная вибрация в зависимости от источника возникновения подразделяется на передающуюся от: ручных машин с двигателем или ручного механизированного инструмента; органов управления машин и оборудования; ручных инструментов без двигателей и обрабатываемых деталей.

Общая вибрация в зависимости от источника ее возникновения подразделяется на: общую вибрацию 1 категории — транспортную вибрацию, воздействующую на человека на рабочих местах самоходных и прицепных машин, транспортных средств при движении по местности, агрофонам и дорогам; общую вибрацию 2 категории — транспортно-технологическую вибрацию, воздействующую на человека на рабочих местах машин, перемещающихся по специально подготовленным по-

верхностям производственных помещений, промышленных площадок, горных выработок, а также на рабочих местах водителей легковых автомобилей и автобусов; общую вибрацию 3 категории — технологическую вибрацию, воздействующую на человека на рабочих местах стационарных машин или передающуюся на рабочие места, не имеющие источников вибрации. Общую вибрацию категории 3 по месту действия подразделяют на следующие типы: а) на постоянных рабочих местах производственных помещений предприятий; б) на рабочих местах на складах, в столовых, бытовых, дежурных и других производственных помещений, где нет машин, генерирующих вибрацию; в) на рабочих местах в административных и служебных помещениях заводоуправления, конструкторских бюро, лабораторий, вычислительных центров, рабочих помещениях для работников умственного труда.

По направлению действия вибрация подразделяется на: общую вибрацию, действующую вдоль осей ортогональной системы координат  $X_0$ ,  $Y_0$ ,  $Z_0$ , где  $X_0$  (от спины к груди) и  $Y_0$  (от правого плеча к левому) — горизонтальные оси, направленные параллельно опорным поверхностям;  $Z_0$  — вертикальная ось, перпендикулярная опорным поверхностям тела в местах его контакта с сиденьем, полом и т. п.; локальную вибрацию, действующую вдоль осей ортогональной системы координат  $X_L$ ,  $Y_L$ ,  $Z_L$ , где ось  $X_L$  совпадает или параллельна оси места охвата источника вибрации (рычага управления, удерживаемого в руках обрабатываемого изделия и т. п.), ось  $Y_L$  перпендикулярна ладони, а ось  $Z_L$  лежит в плоскости, образованной осью  $X_L$  и направлением приложения силы или подачи обрабатываемого изделия (или осью предплечья, если сила не прикладывается).

По характеру спектра вибрация подразделяется на узкополосную вибрацию, для которой уровень контролируемого параметра в одной 1/3-октавной полосе частот более чем на 15 дБ превышает уровень в соседних 1/3-октавных полосах; широкополосную вибрацию с непрерывным спектром шириной более одной октавы. По частотному составу вибрация подразделяется на низкочастотную вибрацию (с преобладанием максимальных уровней в октавных полосах частот 1–4 Гц — для общей вибрации, 8–16 Гц — для локальной вибрации); среднечастотную вибрацию (8–16 Гц — для общей вибрации, 31,5–63 Гц — для локальной вибрации); высокочастотную вибрацию (31,5–63 Гц — для общей вибрации, 125–1000 Гц — для локальной вибрации).

По временным характеристикам вибрация подразделяется на постоянную вибрацию, для которой величина нормируемых параметров изменяется не более чем в 2 раза (6 дБ) за время наблюдения при измерении с постоянной времени 1 с; непостоянную вибрацию, для которой величина нормируемых параметров изменяется более чем в 2 раза (6 дБ)

за время наблюдения при измерении с постоянной времени 1 с, в том числе: колеблющуюся во времени вибрацию, для которой величина нормируемых параметров непрерывно изменяется во времени; прерывистую вибрацию, когда контакт человека с вибрацией прерывается, причем длительность интервалов, в течение которых имеет место контакт, составляет более 1 с; импульсную вибрацию, состоящую из одного или нескольких вибрационных воздействий (например, ударов), каждый длительностью менее 1 с.

Основными параметрами, характеризующими вибрацию, являются частота ( $f$ , Гц), амплитуда ( $A$ , м), виброскорость ( $v$ , м/с) и виброускорение ( $a$ , м/с<sup>2</sup>), находящиеся в следующей зависимости:  $V = 2\pi fA$ , м/с;  $W = (2\pi f)^2 \cdot A$ , м/с<sup>2</sup>. Вибрация может оцениваться также уровнями виброскорости  $L_v$  и виброускорения  $L_a$ , дБ.

Предельно допустимый уровень (ПДУ) вибрации — уровень параметра вибрации, при котором ежедневная (кроме выходных дней) работа, но не более 40 ч в неделю в течение всего рабочего стажа, не должна вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований, в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений.

Среднегеометрическая частота — квадратный корень из произведения граничных частот полосы. Третьоктавная полоса частот — полоса частот, у которой отношение верхней граничной частоты к нижней равно  $2^{1/3}$ . Октавная полоса частот — полоса частот, у которой отношение верхней граничной частоты к нижней равно 2.

Логарифмические уровни виброускорения  $L_{ai}$ , дБ, в  $i$ -й октавной или третьоктавной полосе — уровни, непосредственно измеряемые в октавных или третьоктавных полосах частот или определяемые по формуле  $L_{ai} = 20 \lg a/a_0$ , где  $a_i$  — средние квадратические значения виброускорения в октавных или третьоктавных полосах частот, м/с<sup>2</sup>;  $a_0$  — исходное значение виброускорения;  $a_0 = 3 \cdot 10^{-4}$  м/с<sup>2</sup>.

Логарифмические уровни виброскорости  $L_{vi}$ , дБ, в  $i$ -й октавной или третьоктавной полосе — уровни, непосредственно измеряемые в октавных или третьоктавных полосах частот или определяемые по формуле  $L_{vi} = 20 \lg v_i/v_0$ , где  $v_i$  — средние квадратические значения виброскорости в октавных или третьоктавных полосах частот, м/с;  $v_0$  — исходное значение виброскорости;  $v_0 = 5 \cdot 10^{-8}$  м/с.

Корректированный по частоте уровень параметра вибрации  $L_U$ , дБ, — одночисловая характеристика вибрации, непосредственно измеряемая с применением виброметров с корректирующими фильтрами или определяемая как результат энергетического суммирования уровней

вибрации в октавных (третьоктавных) полосах с учетом октавных (третьоктавных) весовых коэффициентов (поправок) по формуле

$$L_u = 10 \lg \sum_{i=1}^n 10^{0.1(L_{ui} + \Delta L_{ui})} \quad (3.1)$$

где  $L_u$  — скорректированный по частоте уровень параметра вибрации, дБ;  $L_{ui}$  — октавные (третьоктавные) уровни параметра вибрации, дБ;  $\Delta L_{ui}$  — октавные (третьоктавные) весовые поправки, дБ;  $i$  — порядковый номер октавной (третьоктавной) полосы;  $n$  — число октавных (третьоктавных) полос.

Эквивалентный (по энергии) скорректированный по частоте уровень параметра непостоянной вибрации  $L_{U_{\text{ЭКВ}}}$ , дБ, — это скорректированный уровень параметра постоянной вибрации, которая имеет такое же среднее квадратическое скорректированное значение параметра, что и данная непостоянная вибрация, в течение определенного интервала времени (время наблюдения). Эквивалентный скорректированный уровень  $L_{U_{\text{ЭКВ}}}$  измеряется с применением интегрирующих виброметров или рассчитывается по формуле (5.1) на основании эквивалентных уровней  $L_{U_{i\text{ЭКВ}}}$ , измеренных в октавных (третьоктавных) полосах частот.

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

$$L_{U_{\text{ЭКВ}}} = 10 \lg \left[ (1/T) \sum_{i=1}^n 10^{0.1 L_{U_{i\text{ЭКВ}}} t_i} \right] \quad (3.2)$$

где  $L_{U_{i\text{ЭКВ}}}$  — эквивалентный скорректированный по частоте уровень параметра вибрации за время  $t_i$ , дБ;  $t_i$  — время воздействия вибрации с уровнем  $L_{U_{i\text{ЭКВ}}}$ , ч;  $n$  — общее число интервалов действия вибрации за смену;  $T = t_1 + t_2 + \dots + t_n$  — суммарное время оценки вибрации за смену.

### 3.2 Воздействие вибрации на организм человека

Вибрация относится к факторам, обладающим значительной биологической активностью. Характер, глубина и направленность функциональных сдвигов со стороны различных систем организма определяются прежде всего уровнями, спектральным составом и продолжительностью вибрационного воздействия. В субъективном восприятии вибрации и объективных физиологических реакциях важная роль принадлежит биомеханическим свойствам человеческого тела как сложной колебательной системы. Степень распространения колебаний по телу



зависит от их частоты и амплитуды, площади участков тела, соприкасающихся с вибрирующим объектом, места приложения и направления оси вибрационного воздействия, демпфирующих свойств тканей, явления резонанса и других условий.

При низких частотах вибрация распространяется по телу с весьма малым затуханием, охватывая колебательным движением все туловище и голову. Обнаруживается прямая зависимость между степенью статических мышечных усилий при работе ручным механизированным инструментом и степенью распространения колебаний. Следовательно, снижая силовые воздействия, прилагаемые оператором к машине, можно в значительной степени ограничить распространение вибрации по телу и тем самым снизить ее неблагоприятное действие на человека.

Резонанс человеческого тела в биодинамике определяется как явление, при котором анатомические структуры, органы и системы под действием внешних вибрационных сил, приложенных к телу, получают колебания большей амплитуды. На резонанс тела наряду с его массой влияют такие факторы как размер, поза и степень напряжения скелетной мускулатуры индивидуума и др. Область резонанса для головы в положении сидя при вертикальных вибрациях располагается в зоне между 20 и 30 Гц, при горизонтальных — 1,5—2 Гц. Особое значение резонанс приобретает в отношении органа зрения. Частотный диапазон расстройств зрительных функций лежит между 60 и 90 Гц, что соответствует резонансу глазных яблок. Для торакоабдоминальных органов (органы груди и живота) резонансными являются частоты 3—3,5 Гц, для всего тела в положении сидя — на частотах 4—6 Гц.

В изменении реакций организма на вибрационную нагрузку важную роль играют анализаторы: кожный, вестибулярный, двигательный, для которых вибрация является адекватным раздражителем.

Длительное влияние вибрации, сочетающееся с комплексом неблагоприятных производственных факторов, может приводить к стойким патологическим нарушениям в организме работников, развитию вибрационной болезни. Процесс развития вибрационной болезни сложен и недостаточно изучен. В основе его лежит сложный механизм нервно-рефлекторных нарушений, которые приводят к развитию застойного возбуждения и последующим стойким изменениям как в рецепторном аппарате, так и в ЦНС, причем наиболее тяжело страдают системы, регулирующие сосудистый тонус. Не исключена и прямая механическая травматизация, в первую очередь опорно-двигательного аппарата (мышц, костей и суставов) при интенсивном вибрационном воздействии.

Различают формы вибрационной болезни, вызванные локальной и общей вибрацией. Наибольшее распространение имеет вибрационная

болезнь, обусловленная воздействием локальной вибрации. Локальная вибрация вызывает спазмы сосудов, которые начинаются с концевых фаланг пальцев и распространяются на всю кисть, предплечье, захватывают сосуды сердца. Вследствие этого происходит ухудшение снабжения конечностей кровью. Одновременно наблюдается воздействие вибрации на нервные окончания, мышечные и костные ткани, выражающееся в нарушении чувствительности кожи, окостенении сухожилий мышц и отложениях солей в суставах кистей рук и пальцев, что приводит к болям, деформациям и уменьшению подвижности суставов. Все указанные изменения усиливаются в холодный и уменьшаются в теплый период года. При локальной вибрации наблюдаются нарушения деятельности центральной нервной системы, как и при общей вибрации.

Работа с ручными машинами, генерирующими преимущественно низкочастотную вибрацию, приводит к развитию вибрационной патологии с преимущественным поражением нервно-мышечного и опорно-двигательного аппарата и к менее выраженным сосудистым нарушениям. Работа с инструментами ударного действия, генерирующими вибрацию, преимущественно средневысокочастотную (30–125 Гц и более) с неравномерным распределением максимальных уровней по ширине спектра энергии, вызывает различную степень сосудистых, нервно-мышечных, костно-суставных и других нарушений. Сроки развития патологии составляют от 3 до 8 лет. При работе с ручными машинами, вибрация которых имеет максимальный уровень энергии в высокочастотной области спектра (125–250 Гц и выше), возникают главным образом ангиоспастические сосудистые расстройства, в среднем через 5 и менее лет.

Сосудистые расстройства являются одним из основных симптомов вибрационной болезни. Чаще всего, они заключаются в нарушении периферического кровообращения, изменении тонуса капилляров. Больные жалуются на внезапно возникающие приступы побеления пальцев, которые чаще появляются при мытье рук холодной водой или при общем охлаждении организма. Полиневропатическая симптоматика при вибрационной болезни проявляется ноющими, ломящими, тянущими болями в верхних конечностях, беспокоящими больше по ночам или во время отдыха. Боли сопровождаются онемениями, повышенной зябкостью кистей. Одним из постоянных симптомов вибрационной болезни является расстройство чувствительности. Наиболее резко страдает вибрационная, а также болевая и температурная чувствительность.

Клинически в развитии вибрационной болезни, вызванной воздействием локальной вибрации, различают 3 степени ее развития (I степень — начальные проявления; II степень — умеренно выраженные проявления; III степень — выраженные проявления).

Вибрационная болезнь, вызванная воздействием общей вибрации и толчками, наблюдается у водителей транспорта и операторов транспортно-технологических машин и агрегатов. Одним из основных ее синдромов является вестибулопатия (головокружение, головные боли и т. д.). Нередко возникают дисфункции пищеварительных желез, нарушения моторной и секреторной функции желудка. Типичны изменения в позвоночнике являющиеся причиной нарушения трудоспособности.

Систематическое воздействие общих вибраций, характеризующихся высоким уровнем виброскорости, может быть причиной вибрационной болезни — стойких нарушений физиологических функций организма, обусловленных преимущественно воздействием вибраций на центральную нервную систему. Эти нарушения проявляются в виде головных болей, головокружений, плохого сна, пониженной работоспособности, плохого самочувствия, нарушений сердечной деятельности.

К сопутствующим факторам производственной среды, усугубляющим вредное воздействие вибрации на организм, относятся чрезмерные мышечные нагрузки, шум высокой интенсивности, неблагоприятные микроклиматические условия.

Виброблезнь относится к группе профзаболеваний, эффективное лечение которых возможно лишь на ранних стадиях. Восстановление нарушенных функций протекает очень медленно, а в особо тяжелых случаях в организме наступают необратимые изменения, приводящие к инвалидности.

### **3.3. Нормирование вибрации**

В соответствии с ГОСТ 12.1.012 «Вибрационная безопасность. Общие требования» и СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-33-2002 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий» гигиеническая оценка постоянной и непостоянной вибрации, воздействующей на человека, должна производиться следующими методами: частотным (спектральным) анализом нормируемого параметра; интегральной оценкой по частоте нормируемого параметра; интегральной оценкой с учетом времени вибрационного воздействия по эквивалентному (по энергии) уровню нормируемого параметра. Основным методом, характеризующим вибрационное воздействие на человека, является частотный анализ.

Нормируемыми параметрами постоянной производственной вибрации являются: средние квадратические значения виброускорения и виброскорости, измеряемые в октавных или третьоктавных полосах частот, или их логарифмические уровни; скорректированные по частоте

значения виброускорения и виброскорости или их логарифмические уровни.

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

Предельно допустимые величины нормируемых параметров общей производственной вибрации рабочих мест при длительности вибрационного воздействия 480 мин (8 ч) приведены в табл. 3.1, а для локальной — в таблице 3.2.

#### **3.4. Методы измерения и контроля вибрации на рабочих местах**

Контроль вибрации на рабочих местах должен производиться: при аттестации рабочих мест; периодически; по указанию (требованию) санитарных служб.

Контроль вибрации должен проводиться в типовых условиях эксплуатации, которые выбирают из наиболее распространенных условий практического применения контролируемого объекта. Контроль вибрации проводят в точках, для которых определены санитарные и технические нормы в направлениях координатных осей, установленных стандартом. Периодичность контроля локальной вибрации должна быть не реже 2 раз в год, общей — не реже раза в год.

Методы измерения вибрации. Для оценки вибрационной нагрузки на оператора точки измерения выбирают в местах контакта оператора с вибрирующей поверхностью. При измерении локальной вибрации с участием человека-оператора вибропреобразователь устанавливают на переходном элементе-адаптере. При измерении общей вибрации вибропреобразователь устанавливают на промежуточной платформе около ног оператора, работающего стоя, или на промежуточном диске, размещаемом на сиденье под опорными поверхностями оператора, работающего сидя.

Время усреднения (интегрирования) прибора при измерении локальной вибрации должно быть не менее 1 с, а общей вибрации — не менее 10 с. Измерения проводят непрерывно или через равные промежутки времени (дискретно).

Таблица 3.1 - Предельно допустимые значения общей вибрации рабочих мест категории 3 — технологической типа «а»

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

При дискретном измерении спектров и корректированных по частоте значений интервал между снятием отсчетов для локальной вибрации должен быть не менее 1 с для общей — не менее 10 с. При непрерывном измерении спектров и корректированных по частоте значений длительность измерения должна быть для локальной вибрации не менее 3 с, для общей вибрации — не менее 30 с. При непрерывном измерении дозы вибрации или эквивалентного корректированного значения контролируемого параметра длительность наблюдения должна быть для локальной вибрации не менее 5 мин, для общей вибрации — не менее 15 мин.

Таблица 5.2 - Предельно допустимые значения производственной локальной вибрации

Среднегеометрические частоты полос, Гц	Предельно допустимые значения по осям $X_L, Y_L, Z_L$			
	виброускорение		виброскорость	
	м/с <sup>2</sup>	дБ	м/с · 10 <sup>-2</sup>	дБ
8	1,4	73	2,8	115
16	1,4	73	1,4	109
31,5	2,7	79	1,4	109
63	5,4	85	1,4	109
125	10,7	91	1,4	109
250	21,3	97	1,4	109
500	42,5	103	1,4	109
1000	85,0	109	1,4	109
Корректированные и эквивалентные корректированные значения и их уровни	2,0	76	2,0	112

### 3.5 Методы обеспечения вибробезопасных условий труда

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

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

Разработка мероприятий по снижению производственных вибраций должна производиться одновременно с решением основной задачи производства — комплексной механизации и автоматизации его. Введение дистанционного управления цехами и участками позволит полностью решить проблему защиты от вибраций.

В соответствии с ГОСТ 12.4.046 методы вибрационной защиты могут быть также разделены на методы, снижающие параметры вибраций воздействием на источник возбуждения, и методы, снижающие параметры вибраций на путях ее распространения от источника. Последние методы включают отстройку от режима резонанса, вибродемпфирование и динамическое гашение колебаний, виброизоляция, снижению вредного воздействия вибраций на работников путем соответствующей организации труда, а также применения средств индивидуальной защиты и лечебно-профилактических мероприятий.

Борьба с вибрацией воздействием на источник возбуждения. При конструировании машин и проектировании технологических процессов предпочтение должно отдаваться таким кинематическим и технологическим схемам, при которых динамические процессы, вызванные ударами, резкими ускорениями и т. п., были бы исключены или предельно снижены.

Отстройка от режима резонанса. Для ослабления вибраций существенное значение имеет исключение резонансных режимов, которые при работе технологического оборудования устраняют двумя путями: либо изменением характеристик системы (массы или жесткости), либо установлением нового рабочего режима (отстройка от резонансного

значения угловой частоты вынуждающей силы). Вторым методом осуществляют на стадии проектирования, так как в условиях эксплуатации режимы работы определяются условиями технологического процесса. Жесткость системы уменьшают введением в конструкцию ребер жесткости или изменением ее упругих характеристик.

**Вибродемпфирование.** Это процесс уменьшения уровня вибраций защищаемого объекта путем превращения энергии механических колебаний данной колеблющейся системы в тепловую энергию. Увеличение потерь энергии в системе может производиться: использованием в качестве конструкционных материалов с большим внутренним трением, нанесением на вибрирующие поверхности слоя упруговязких материалов, обладающих большими потерями на внутреннее трение, применением поверхностного трения, переводом механической колебательной энергии в энергию токов Фуко или электромагнитного поля.

**Динамическое гашение вибрации.** Чаще всего виброгашение осуществляют путем установки агрегатов на фундаменты. Массу фундамента подбирают таким образом, чтобы амплитуда колебаний подошвы фундамента в любом случае не превышала 0,1–0,2 мм, а для особо ответственных сооружений — 0,005 мм. Для небольших объектов между основанием и агрегатом устанавливают массивную опорную плиту. Одним из способов увеличения реактивного сопротивления колебательных систем является установка динамических виброгасителей. Наибольшее распространение получили динамические виброгасители, уменьшающие уровень вибраций защищаемого объекта за счет воздействия на него реакций виброгасителя.

**Виброизоляция.** Этот способ защиты заключается в уменьшении передачи колебаний от источника возбуждения защищаемому объекту с помощью устройств, помещаемых между ними. Виброизоляция осуществляется введением в колебательную систему дополнительной упругой связи, препятствующей передаче вибраций от машины — источника колебаний к основанию или смежным элементам конструкции; эта упругая связь может также использоваться для ослабления передачи вибраций от основания на человека либо на защищаемый агрегат.

Эффективность виброизоляции определяют коэффициентом передачи, который имеет физический смысл отношения амплитуды виброперемещения, виброскорости, виброускорения защищаемого объекта или действующей на него силы к амплитуде той же величины источника возбуждения при гармонической вибрации. Для виброизоляции стационарных машин с вертикальной вынуждающей силой чаще всего применяют виброизолирующие опоры типа упругих прокладок или пружин. Пружинные виброизоляторы по сравнению с прокладками имеют ряд преимуществ. Они могут применяться для изоляции колебаний как низ-

ких, так и высоких частот, дольше сохраняют постоянство упругих свойств во времени, хорошо противостоят действию масел и температуры, относительно малогабаритны. При использовании виброизоляторов типа резиновых прокладок следует предусматривать меры для обеспечения деформации в горизонтальной плоскости. Для этого резиновые виброизоляторы должны либо иметь форму ребристых или дырчатых плит, либо разбиваться на ряд параллельно установленных виброизоляторов.

Средства индивидуальной защиты от вибраций. Организация труда работников виброопасных профессий. При работе с ручным механизированным электрическим и пневматическим инструментом применяют средства индивидуальной защиты рук от воздействия вибраций. К ним относят рукавицы, перчатки, а также виброзащитные прокладки или пластины, которые снабжены креплениями в руке.

В целях профилактики вибрационной болезни для работающих с вибрирующим оборудованием рекомендуется специальный режим труда. Так, при работе с ручными машинами, удовлетворяющими требованиям санитарных норм, суммарное время работы в контакте с вибрацией не должно превышать  $2/3$  рабочей смены. При этом продолжительность одноразового непрерывного воздействия вибрации, включая микропаузы, не должна превышать для ручных машин 15–20 мин.

Режим труда должен устанавливаться при показателе превышения вибрационной нагрузки на оператора не менее 1 дБ (в 1,12 раза), но не более 12 дБ (в 4 раза). При показателе превышения более 12 дБ (в 4 раза) запрещается проводить работы и применять машины, генерирующие такую вибрацию. При таком режиме труда рекомендуется устанавливать обеденный перерыв не менее 40 мин и два регламентированных перерыва (для отдыха, проведения производственной гимнастики по специальному комплексу и физиопрофилактических процедур): 20 мин через 1–2 ч после начала смены и 30 мин через 2 ч после обеденного перерыва.

Для работающих в условиях вибрации при наличии других неблагоприятных факторов (шума, температуры, вредных веществ и др.), превышающих санитарные нормы, режимы труда и отдыха должны устанавливаться на основе изучения изменения работоспособности, отражающей степень неблагоприятного воздействия всего комплекса факторов условий труда на организм человека.

При работе с вибрирующим оборудованием рекомендуется включать в рабочий цикл технологические операции, не связанные с воздействием вибрации.

Вес ручной машины, ее частей, приспособлений, обрабатываемой детали, воспринимаемый руками оператора в процессе работы, не дол-



жен превышать 100 Н. В случае превышения указанных норм необходимо применение поддерживающих устройств. Усилие нажатия, необходимое для работы ручной машины в паспортном режиме, не должно превышать для одноручной машины 100 Н и для двуручной — 150 Н. Усилие нажатия пусковых устройств не должно превышать 10 Н. Рукоятки ручных машин, приспособлений, а также органов управления должны иметь форму, удобную для работы, и не вызывать охлаждения рук. Температура поверхности рукояток ручных машин должна находиться в пределах от 21,5 до 43,5 °С. Оптимальным является диапазон от 25 до 32 °С.

Работы с вибрирующим оборудованием следует проводить в закрытых отапливаемых помещениях при температуре воздуха не менее +16 °С, влажности 40–60 %, скорости движения воздуха не более 0,3 м/с. При невозможности обеспечения требуемых значений параметров микроклимата, при работах на открытых площадках работники должны быть обеспечены теплыми помещениями для отдыха и обогрева с температурой воздуха в холодный период года +22...+24 °С и скоростью движения воздуха не более 0,2 м/с.

Лица, занятые на работах с вибрирующими машинами и оборудованием, должны ежегодно проходить периодические медицинские осмотры. К работе в качестве оператора машин допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие предварительный медицинский осмотр, имеющие соответствующую квалификацию, сдавшие технический минимум по правилам техники безопасности и ознакомленные с характером воздействия вибрации на организм.

## **4 ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ШУМ**

### **4.1 Источники, характеристика и классификация шума**

Источниками шума могут быть колебания, возникающие при соударении, трении, скольжении твердых тел, истечении жидкостей и газов. В производственных условиях источниками колебаний являются работающие станки, ручные механизированные инструменты, компрессоры, подъемно-транспортное, вспомогательное оборудование (вентиляционные установки, кондиционеры) и т.д.

В зависимости от происхождения различают шум: механический; он возникает при движении, соударении, трении деталей машин и механизмов; аэро(гидро)-динамический; он возникает при движении газа, пара, жидкости в результате пульсации давления из-за турбулентного перемешивания потоков, движущихся с разными скоростями в свободных струях, или из-за турбулизации потока у границ обтекаемого тела

(в машинах с вращающимися рабочими деталями); термический; он возникает при турбулизации потока и флуктуации плотности газов при горении, а также мгновенном изменении интенсивности выделения тепла, приводящего к мгновенному повышению давления (при взрыве или разряде); взрывной (импульсный); он возникает, например, при работе двигателей внутреннего сгорания.

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

Ухо человека способно воспринимать как слышимые звуковые колебания воздуха с частотой от 16 до 20000 Гц. Колебания с частотой ниже 16 Гц называются инфразвуковыми, а свыше 20000 Гц — ультразвуковыми. Инфразвук и ультразвук не вызывают слуховых ощущений, но оказывают биологическое действие на организм человека. Слуховой аппарат человека обладает неодинаковой чувствительностью к звукам различной частоты (рисунок 4.1). Минимальное звуковое давление и минимальная интенсивность звуков, воспринимаемых слуховым аппаратом человека, определяют порог слышимости.

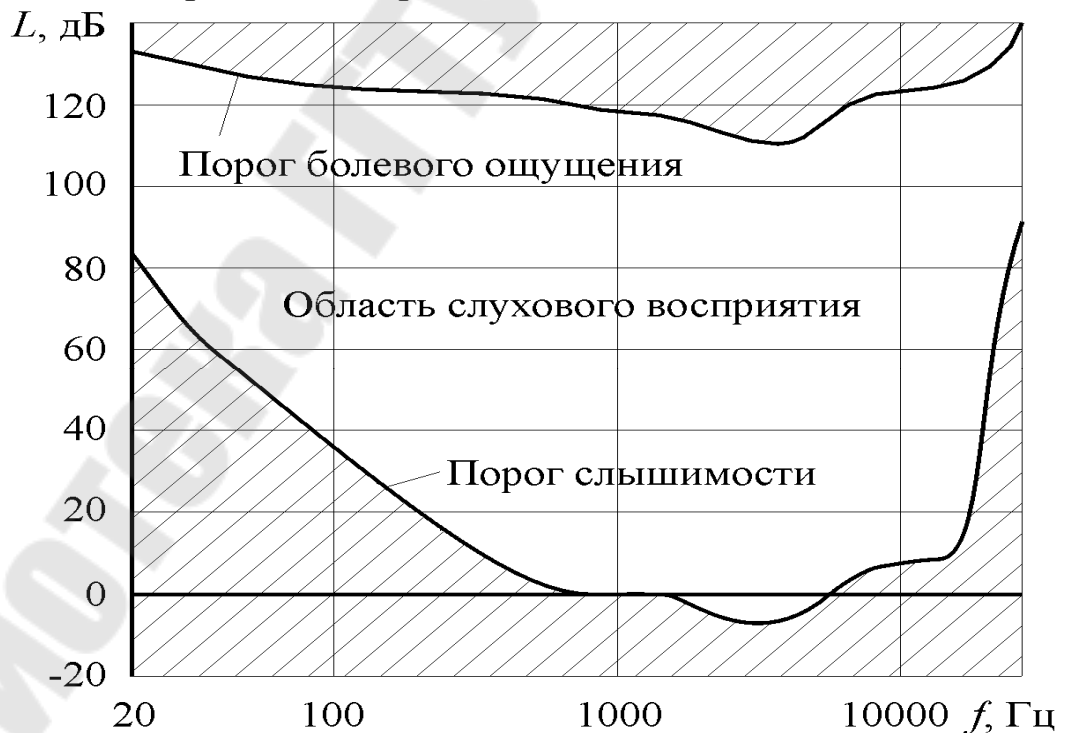


Рисунок 4.1 -Область слухового восприятия человека

За эталонный принят звук с частотой 1000 Гц. При этой частоте порог слышимости по интенсивности составляет  $I_0 = 10^{-12}$  Вт/м<sup>2</sup>, а соответствующее ему звуковое давление  $P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ , Па. Верхняя грани-

ца воспринимаемых человеком звуков принимается за так называемый порог болевого ощущения. Порог болевого ощущения — 120...130 дБ. При частоте 1000 Гц порог болевого ощущения возникает при  $I = 10 \text{ Вт/м}^2$  и  $P = 2 \cdot 10^2 \text{ Па}$ . Между порогом слышимости и болевым порогом лежит область слышимости.

Ухо человека реагирует не на абсолютное, а на относительное изменение интенсивности звука, при этом ощущения человека пропорциональны логарифму количества энергии шума или другого раздражителя. Кроме того, по закону Вебера — Фехнера раздражающее действие шума на человека пропорционально не квадрату звукового давления, а логарифму от него. Поэтому на практике для характеристики шума пользуются двумя логарифмическими величинами: уровнем интенсивности  $L_I$  и уровнем звукового давления  $L_P$ , выражаемыми в децибелах (дБ)

$$L_I = 10 \lg I / I_0, \text{ дБ}, \quad L_P = 20 \lg P / P_0, \text{ дБ}$$

где  $I$  — интенсивность звука в данной точке,  $\text{Вт/м}^2$ ;  $I_0 = 10^{-12} \text{ Вт/м}^2$  — интенсивность звука, соответствующая порогу слышимости при частоте 1000 Гц;  $P$  — среднее квадратическое значение звукового давления в определенной полосе частот, Па;  $P_0 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Па}$  — исходное значение звукового давления в воздухе на частоте 1000 Гц; 1 дБ — едва заметное на слух изменение громкости, которое соответствует изменению интенсивности звука на 26% или звукового давления на 12%.

Логарифмическая шкала в децибелах (0...140) позволяет определить чисто физическую характеристику шума независимо от частоты. Наибольшая чувствительность слухового аппарата человека характерна для средних и высоких частот (800...1000 Гц), наименьшая — для низких (20...100 Гц). Поэтому, чтобы приблизить результаты объективных измерений к субъективному восприятию, введено понятие скорректированного уровня звукового давления. Суть коррекции — введение зависящих от частот звука поправок к уровню соответствующей величины. Наиболее употребительна коррекция  $A$ . Скорректированный уровень звукового давления ( $L_A = L_P - \Delta L_A$ ) называется уровнем звука и измеряется в дБА.

При исследовании шумов весь диапазон частот разбивают на полосы частот и определяют мощность процесса, приходящегося на каждую полосу. Чаще всего используют октавные ( $f_2/f_1 = 2$ ) и 1/3-октавные ( $f_2/f_1 = \sqrt[3]{2}$ ) полосы частот, где  $f_2$  и  $f_1$  — верхняя и нижняя граничные частоты соответственно. При этом в качестве частоты, характеризующей полосу в целом, берется среднегеометрическая частота  $f$ :

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

Например, октавную полосу (22,4...45) Гц выражает среднегеометрическая частота 31,5 Гц; (45...90) Гц — 63 Гц; (90...180) — 125 Гц; (180...355) Гц — 250 Гц и т.д. В результате сформирован стандартный ряд из 9 октавных полос со среднегеометрическими частотами 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц.

В соответствии с ГОСТ 12.1.003 «Шум. Общие требования безопасности» и СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки» (с изм. и доп., утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 12.12.2005г. № 220) шумы классифицируются: **по характеру спектра** на: широкополосный шум — шум с непрерывным спектром шириной более одной октавы; тональный шум — шум, в спектре которого имеются выраженные дискретные (тональные) составляющие, причем для практических целей (при контроле параметров звука на рабочих местах) тональный характер устанавливают измерением в третьоктавных полосах частот по превышению уровня звукового давления в одной полосе над соседними не менее, чем на 10 дБ; **по временным характеристикам** на: постоянный шум — шум, уровень звука которого за 8-часовую рабочую смену или за время измерения в помещениях жилых и общественных зданий, на территории жилой застройки изменяется во времени не более чем на 5 дБА при измерениях на стандартизованной временной характеристике измерительного прибора «медленно»; непостоянный шум — шум, уровень звука которого за 8-часовую рабочую смену или за время измерения в помещениях жилых и общественных зданий, на территории жилой застройки изменяется во времени более чем на 5 дБА при измерениях на стандартизованной временной характеристике измерительного прибора «медленно».

Непостоянный шум подразделяется на: колеблющийся шум — шум, уровень звука которого непрерывно изменяется во времени; прерывистый шум — шум, уровень звука которого изменяется во времени ступенчато (на 5 дБА и более), причем длительность интервалов, в течение которых уровень остается постоянным, составляет 1 с и более; импульсный шум — шум, состоящий из одного или нескольких звуковых сигналов каждый длительностью менее 1с. При этом уровни звука, измеренные на стандартизованных временных характеристиках шумомера «импульс» и «медленно», отличаются на 7 дБА и более.

## 4.2 Воздействие шума на организм человека

Интенсивное шумовое воздействие вызывает в слуховом анализаторе изменения, составляющие специфическую реакцию организма. Процесс адаптации слуховой системы выражается во временном сме-

щении (повышение порогов слуховой чувствительности). При долго-временном акустическом воздействии формируется повышение слуховых порогов, сначала медленно возвращающееся к исходному уровню (слуховое утомление), а затем сохраняющееся к началу очередного шумового воздействия (постоянное смещение порога слуха).

Шум, являясь общебиологическим раздражителем, оказывает влияние не только на слуховой анализатор, но в первую очередь действует на структуры головного мозга, вызывая сдвиги в различных функциональных системах организма. Так, под влиянием шума возникают вегетативные реакции, обуславливающие нарушение периферического кровообращения за счет сужения капилляров, а также изменение артериального давления (преимущественно повышение).

Среди проявлений неблагоприятного воздействия шума на организм можно выделить снижение разборчивости речи, неприятные ощущения, развитие утомления и снижение производительности труда и появление шумовой патологии. Шумы могут вызывать неприятные ощущения, однако решающую роль в оценке «неприятности» шума играет субъективное отношение человека к этому раздражителю.

Приобретает особую значимость то, что шум, являясь информационной помехой для высшей нервной деятельности в целом, оказывает неблагоприятное влияние на протекание нервных процессов и способствует развитию утомления.

Среди многообразных проявлений шумовой патологии ведущим клиническим признаком является медленно прогрессирующее снижение слуха по типу кохлеарного неврита. Развитие хронической профессиональной тугоухости — процесс длительный и постепенный. Время протекания этого процесса различно и зависит от интенсивности, спектра, динамики изменения воздействия шума во времени, индивидуальной чувствительности к шуму, а также многих других факторов.

Типичная картина акустической кривой на ранних стадиях развития процесса обычно характеризуется максимальной потерей слуха на частоте около 4000 Гц. Снижение слуха на 10 дБ практически неощутимо, на 20 дБ едва заметно. Только потеря слуха более чем на 20 дБ начинает серьезно мешать человеку, особенно когда к этому добавляются возрастные изменения слуха. Субъективное ощущение понижения слуха наступает по мере прогрессирования процесса, когда снижение восприятия затрагивает область звуковых частот 500, 1000, 2000 Гц. Оно развивается медленно и постепенно увеличивается со стажем работы. При этом может нарушаться способность слышать важные звуковые сигналы, наступает ослабление разборчивости речи. Дальнейшее развитие профессиональной тугоухости характеризуется расширением повреждения звуковосприятия по всему диапазону звуковых частот. Каж-

дой профессиональной группе характерны свои сроки, определяемые физическими параметрами шума и их вероятностным распределением. Значительные различия в сроках возникновения степени потери слуха среди рабочих однородных профессий указывают на роль индивидуальной чувствительности к повреждающему действию шума.

При действии интенсивного шума изменения со стороны нервной системы значительно более выражены и предшествуют развитию патологии органа слуха. У рабочих преобладают жалобы на головные боли, несистематические головокружения, снижение памяти, повышенную утомляемость, нарушение сна, сердцебиения и боли в области сердца, снижение аппетита и др.

Шум вызывает снижение иммунологической реактивности, общей резистентности (устойчивости) организма у рабочих шумовых профессий, что проявляется в повышении уровня заболеваемости с временной утратой трудоспособности в 1,2—1,3 раза при увеличении уровня производственного шума на 10 дБ. Это характерно для условий производств, где воздействие шума на организм человека сопровождается действием других факторов производственной среды (вибрации, температуры, вредных веществ). Комбинированное действие этих факторов усиливает вредное влияние шума на организм. Общая заболеваемость рабочих шумных цехов в среднем на 25 % выше заболеваемости рабочих малошумных цехов.

### **4.3 Нормирование шума**

Звуковое давление — переменная составляющая давления воздуха или газа, возникающая в результате звуковых колебаний, Па. Уровень звукового давления — выраженное в логарифмических единицах отношение среднего квадратического значения звукового давления в определенной полосе частот к стандартизованному исходному значению звукового давления; измеряется в дБ (децибелах). Уровень звука — выраженное в логарифмических единицах отношение среднего квадратического значения звукового давления, скорректированного по стандартизованной частотой характеристике «А», к стандартизованному исходному значению звукового давления; измеряется в дБА.

Эквивалентный (по энергии) уровень звука непостоянного шума — уровень звука постоянного широкополосного шума, который имеет такое же среднее квадратическое звуковое давление, что и данный непостоянный шум в течение заданного интервала времени; измеряется в дБА.

Максимальный уровень звука — уровень звука, соответствующий максимальному показанию измерительного прямопоказывающего при-

бора (шумомера) при визуальном отсчете, или значение уровня звука, превышаемое в течение 1% времени измерения при регистрации автоматическим устройством; измеряется в дБА.

Предельно допустимый уровень (ПДУ) шума — это уровень фактора, который при ежедневной работе, но не более 40 часов в неделю в течение всего рабочего стажа, не должен вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений.

Допустимый уровень шума — это уровень, который не вызывает у человека значительного беспокойства и существенных изменений показателей функционального состояния систем и анализаторов, чувствительных к шуму.

**Нормируемыми параметрами постоянного шума** на рабочих местах являются: уровни звукового давления  $L_p$  в дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 31,5; 63; 125; 250; ...; 8000 Гц, определяемые по формуле:

$$L_p = 20 \lg P / P_0, \text{дБ}$$

где  $P$  — среднее квадратическое значение звукового давления в определенной полосе частот, Па;  $P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ , Па — исходное значение звукового давления в воздухе;

уровень звука  $L_A$  в дБА, определяемый по формуле:

$$L_A = 20 \lg P_A / P_0, \text{дБ}$$

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

Оценка постоянного шума на соответствие допустимым уровням должна проводиться как по уровням звукового давления, так и по уровню звука. Превышение хотя бы одного из указанных показателей должно квалифицироваться как несоответствие санитарным нормам. Для ориентировочной оценки допускается использовать уровни звука в дБА. Предельно допустимые уровни звукового давления, уровни звука и эквивалентные уровни звука приведены в табл. 4.1.

Нормированными параметрами непостоянного шума на рабочих местах являются: эквивалентный (по энергии) уровень звука непостоянного шума — уровень звука постоянного широкополосного шума, который имеет такое же среднее квадратическое звуковое давление, что и данный непостоянный шум в течение заданного интервала времени в дБА, определяемый по формуле:

$$L_{\text{Аэк}} = 10 \lg \left\{ T^{-1} \int_0^T [P_A(t)/P_0]^2 dt \right.$$

где  $P_A(t)$  — текущее значение среднего квадратического звукового давления с учетом коррекции «А» шумомера, Па;  $P_0$  — исходное значение звукового давления (в воздухе =  $2 \cdot 10^{-5}$  Па);  $T$  — заданный интервал времени (время действия шума), ч.

максимальный уровень звука в дБА — уровень звука, соответствующий максимальному показанию измерительного прибора (шумомера) при визуальном отсчете, или значение уровня звука, превышаемое в течение 1% времени измерения при регистрации автоматическим устройством.

Оценка непостоянного шума на соответствие допустимым уровням должна проводиться как по эквивалентному, так и по максимальному уровням звука. Превышение хотя бы одного из указанных показателей должно квалифицироваться как несоответствие санитарным нормам.

Уровни звукового давления в октавных полосах частот в дБ, уровни звука, эквивалентные уровни звука и максимальные уровни звука в дБА в соответствии с ГОСТом 12.1.003 и СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002 для шума, создаваемого в помещениях и на территориях, прилегающих к зданиям, системами кондиционирования воздуха, вентиляции и воздушного отопления, для тонального шума иного оборудования, а также для любого по характеру спектра шума оборудования встроенных объектов, следует принимать на 5 дБ (дБА) ниже указанных в таблице 6.1 (поправку для тонального и импульсного шума в этом случае принимать не следует).

Максимальный уровень звука для колеблющегося и прерывистого шума не должен превышать 110 дБА, а для импульсного шума — 125 дБА. Запрещается даже кратковременное пребывание в зонах с уровнем звука или уровнем звукового давления в любой октавной полосе свыше 135 дБА(дБ).

#### **4.4 Методы измерения и контроля шума на рабочих местах**

Измерения шума производятся для контроля соответствия фактических уровней шума на рабочих местах допустимым по действующим нормам. Устанавливаются следующие измеряемые и рассчитываемые величины в зависимости от временных характеристик шума: уровень звука, дБА, и октавные уровни звукового давления, дБ — постоянного шума; эквивалентный уровень звука и максимальный уровень звука, дБА — для колеблющегося во времени шума; эквивалентный уровень звука, дБА, и максимальный уровень звука, дБА, — для импульсного



шума; эквивалентный и максимальный уровни дБА, — для прерывистого шума.

Результаты измерений должны характеризовать шумовое воздействие за время рабочей смены. Продолжительность измерения непостоянного шума - половина рабочей смены или полный технологический цикл. Допускается общая продолжительность измерения 30 мин, состоящая из трех циклов каждый продолжительностью 10 мин — для колеблющегося во времени; 30 мин — для импульсного; полный цикл характерного действия шума — для прерывистого.

Измерения шума для контроля соответствия фактических уровней шума на рабочих местах допустимым уровням по действующим нормам должны производиться при работе не менее 2/3 установленных в данном помещении единиц технологического оборудования в характерном режиме его работы. Во время проведения измерений должно быть включено оборудование вентиляции, кондиционирования воздуха и другие устройства, являющиеся источником шума.

Измерение эквивалентных уровней звука следует производить интегрирующими шумомерами и шумоинтеграторами. Аппаратуру калибруют до и после проведения измерения шума. Микрофон следует располагать на высоте 1,5 м над уровнем пола или рабочей площадки (если работа выполняется стоя) или на высоте уха человека (если работа выполняется сидя). Микрофон должен быть ориентирован в направлении максимального уровня шума и удален не менее чем на 0,5 м от оператора, проводящего измерения. Для оценки шума на постоянных рабочих местах измерения следует проводить в точках, соответствующих постоянным местам, а на непостоянных рабочих местах - в точке наиболее частого пребывания работающего. Измерения уровня звука и октавных уровней звукового давления постоянного шума должны быть проведены в каждой точке не менее трех раз.

Контроль нормируемых параметров шума на рабочих местах должен проводиться не реже одного раза в год.

#### **4.5 Способы и средства защиты от шума**

Мероприятия по борьбе с шумом могут быть техническими, архитектурно-планировочными, организационными и медико-профилактическими.

Технические средства борьбы с шумом ведутся по трем основным направлениям — устранение причин возникновения шума или снижение его в источнике образования за счет конструктивных, технологических и эксплуатационных мероприятий; снижение шума на пути его

распространения от источника к рабочим местам; непосредственная защита работающего или группы рабочих.

**Снижение шума в источнике его возникновения.** Наиболее эффективным средством снижения шума является замена шумных технологических операций на малошумные или полностью бесшумные, например, применение точного литья вместоковки, автоматизация формовки и зачистки в литейном производстве, литье под давлением, уплотнение прессованием взамен вибрационного и ударного уплотнения, применение гидравлического привода взамен пневматического и т.д. Однако этот путь борьбы с шумом не всегда возможен, поэтому большое значение имеет снижение его в источнике. Этого можно добиться усовершенствованием конструкции или схемы установки, производящей шум, измерением режима ее работы, использованием в конструкции материалов с пониженными акустическими свойствами, оборудовании на источнике шума дополнительных звукоизолирующих устройств или ограждений, расположенных по возможности ближе к источнику.

**Методы снижения шума на пути его распространения.** Снижение шума на пути его распространения от источника в значительной степени достигается проведением строительно-акустических мероприятий. Основным нормативным документом, устанавливающим требования к строительно-акустическим методам борьбы с шумом является СНиП II-12-77 «Защита от шума», содержащая требования к проектированию средств шумоглушения строительно-акустическими и архитектурно-планировочными методами.

Методы снижения шума на пути его распространения реализуются применением: кожухов, экранов, выгородок, кабин наблюдения (при дистанционном управлении), звукоизолирующих перегородок между помещениями, звукопоглощающих облицовок, глушителей шума, а также методами, обеспечивающими снижение передачи вибрации от оборудования виброизолирующей и вибропоглощением.

Таблица 4.1 - Предельно допустимые уровни звукового давления, уровни звука и эквивалентные уровни звука для основных типичных видов трудовой деятельности и рабочих мест

Вид трудовой деятельности, рабочие места	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквива- лентные уровни звука, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Предприятия, учреждения и организации</b>										
1. Творческая деятельность, руководящая работа с повышенными требованиями, научная деятельность, конструирование и проектирование, программирование, преподавание и обучение, врачебная деятельность. Рабочие места в помещениях дирекции, проектно-конструкторских бюро; расчетчиков; программистов вычислительных машин, в лабораториях для теоретических работ и обработки данных, приема больных в здравпунктах	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50
2. Высококвалифицированная работа, требующая сосредоточенности, административно-управленческая деятельность, измерительные и аналитические работы в лаборатории: рабочие места в помещениях цехового управленческого аппарата, в рабочих комнатах конторских помещений, лабораториях	93	79	70	63	58	55	52	50	49	60
3. Работа, выполняемая с часто получаемыми указаниями и акустическими сигналами; работа, требующая постоянного слухового контроля, операторская работа по точному графику с инструкцией, диспетчерская работа. Рабочие места в помещениях диспетчерской службы, кабинетах и помещениях наблюдения и дистанционного управления с речевой связью по телефону; машинописных бюро, на участках точной сборки, на телефонных и телеграфных станциях, в помещениях мастеров, в залах обработки информации на вычислительных машинах	96	83	74	68	63	60	57	55	54	65

Продолжение таблицы 4.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
4. Работа, требующая сосредоточенности, работа с повышенными требованиями к процессам наблюдения и дистанционного управления производственными циклами. Рабочие места за пультами в кабинах наблюдения и дистанционного управления без речевой связи по телефону; в помещениях лабораторий с шумным оборудованием, в помещениях для размещения шумных агрегатов вычислительных машин	103	91	83	77	73	70	68	66	64	75
5. Выполнение всех видов работ (за исключением перечисленных в пп. 1-4 и аналогичных им) на постоянных рабочих местах в производственных помещениях и на территории предприятий	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80
Автобусы, грузовые, легковые и специальные автомобили										
6. Рабочие места водителей и обслуживающего персонала грузовых автомобилей	100	87	79	72	68	65	63	61	59	70
7. Рабочие места водителей и обслуживающего персонала (пассажиры) легковых автомобилей и автобусов	93	79	70	63	58	55	52	50	49	60
Сельскохозяйственные машины и оборудование, строительно-дорожные, мелиоративные и другие аналогичные виды машин										
8. Рабочие места водителей и обслуживающего персонала тракторов самоходных шасси, прицепных и навесных сельскохозяйственных машин, строительно-дорожных и других аналогичных машин	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

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

Значительный эффект снижения шума оборудования дает применение акустических экранов, отгораживающих шумный механизм или источник шума от рабочего места или зоны обслуживания. Действие акустического экрана основано на отражении звуковых волн и образовании за экраном области звуковой тени. Эффект экранной защиты проявляется наиболее заметно в области высоких и средних частот и менее эффективен в области низких частот из-за значительной дифракции длинных волн, которые соизмеримы или больше линейных размеров экрана.

Звукоизолирующие кожухи. Кожухи из листового металла с внутренней облицовкой звукопоглощающим материалом могут снижать шум на 20—30 дБ. Высокая звукоизолирующая эффективность кожуха может быть достигнута только в случае отсутствия щелей и отверстий, при тщательной виброизоляции кожуха от фундамента и трубопроводов. В качестве материала для изготовления обшивки кожуха могут быть использованы сталь, алюминиевые сплавы, фанера, ДСП, стеклопластик. Звукоизолирующая способность кожуха определяется физическими параметрами материалов и конструктивными размерами его элементов.

Звукозащитные кабины. Звукозащитные кабины, представляющие собой локальные средства шумозащиты, устанавливаются на автоматизированных линиях у постов управления там, где возможно на длительный срок изолировать человека от источника шума. Изготавливают кабины из стали, из ДСП и т.д. Окна с двойными стеклами по всему периметру заделываются резиновой прокладкой, двери выполняются двойными с резиновыми прокладками по периметру.

**Звукопоглощение.** Одним из методов строительной акустики является использование шумопоглощающих конструкций или материалов, которыми облицовывают потолки и стены помещений. Процесс поглощения звука в материале происходит за счет перехода звуковой энергии в тепловую в результате вязкого трения воздуха в порах материала. Звукопоглощающие материалы по своей структуре являются пористыми. К ним следует отнести пенопласт, поролон, технический войлок, минеральную вату, керамзит, гипсовые плиты и др. Применение звукопоглощающих облицовок для отделки потолка и стен шумных помещений приводит к изменению спектра шума в сторону более низких частот, что

даже при относительно небольшом снижении уровня существенно улучшает условия труда.

Звукопоглощающие материалы и конструкции подразделяют на четыре класса: волокнисто-пористые поглотители (войлок, фетр, акустическая штукатурка, акустические плиты и др.); мембранные поглотители (полихлорвиниловые или другие виды пленок, тонкие листы металла или фанеры, набитые на деревянные обрешетки); резонаторные поглотители, представляющие собой специальные конструкции, основанные на акустических свойствах резонатора Гельмгольца. Классический резонатор Гельмгольца состоит из воздушной полости, соединенной суженной горловиной с окружающим воздухом; комбинированные звукопоглощающие конструкции, использующие два или все три вида упомянутых поглотителей для увеличения эффективности звукопоглощения и расширения частотного диапазона их работы.

Звукопоглощающие материалы для облицовки стен и потолка помещений должны: обладать достаточно высоким коэффициентом звукопоглощения в требуемом диапазоне частот; обладать долговечностью, соответствующей долговечности здания; не выделять вредных для здоровья пыли и газов, а также неприятных запахов; обладать малой гигроскопичностью; быть негорючими.

Выбор типа звукопоглощающего материала, его толщины и конструктивное исполнение определяются в первую очередь частотами, на которых нужно уменьшить интенсивность шума, а также рядом технологических и противопожарных требований. Максимальная величина снижения уровня шума с помощью звукопоглощающих облицовок в зоне отраженного звука достигает 8—10 дБ в области низких и 10—12 дБ в области высоких частот.

**Вибропоглощение** достигается покрытием вибрирующих частей оборудования и машин специальными демпфирующими материалами, имеющими высокое внутреннее трение, в результате уменьшаются амплитуды колебаний по пути их распространения и в местах излучения. Эффективное действие вибропоглощающих покрытий наблюдается на резонансных частотах несущей конструкции.

Применяют два вида вибропоглощающих покрытий. Материалом для покрытий первого типа, которые условно называют жесткими, служат твердые пластмассы. Листовую пластмассу наклеивают на демпфируемые поверхности клеем. Эффект подобных покрытий в большей мере проявляется на низких и средних звуковых частотах. На высоких частотах эффективными оказываются покрытия из более мягких материалов (резины, фетра, войлока, шумовиброизолирующие мастики). При облицовке поверхностей сложной конфигурации вибропоглощающие листовые материалы менее технологичны, чем материалы мастичного

типа, поскольку их эффективность достигается лишь при высококачественном приклеивании к демпфируемой поверхности. Мастичные же наносят на обрабатываемую поверхность разбрызгиванием или шпателеванием, что обеспечивает прочное соединение покрытия по всей поверхности. Вибропоглощающие покрытия наносят или на излучающую звук конструкцию, что уменьшает амплитуду ее вибраций в резонансных областях, или на конструкцию, по которой вибрация распространяется до излучающей поверхности, что способствует быстрому затуханию изгибных волн.

**Глушители шума** — эффективные средства борьбы с шумом, возникающим при заборе воздуха и выбросе отработанных газов в вентиляторах, воздуховодах, пневмоинструменте, газотурбинных, дизельных, компрессорных установках.

По принципу действия глушители шума делятся на глушители активного (диссипативного) типа и реактивного (отражающего) типа. В глушителях активного типа снижение шума происходит за счет превращения звуковой энергии в тепловую в звукопоглощающем материале, размещенном во внутренних полостях. В глушителях реактивного типа шум снижается за счет отражения энергии звуковых волн в системе расширительных и резонансных камер, соединенных между собой с объемом воздуховода с помощью труб, щелей и отверстий. Шум снижается за счет отражения энергии звуковых волн. Камеры могут быть внутри облицованы звукопоглощающим материалом; тогда в низкочастотной области они работают как отражатели, а в высокочастотной — как поглотители звука. Глушители, в которых существенно и поглощение, и отражение, называют комбинированными.

Наиболее распространенным элементом активных глушителей являются облицованные каналы круглого и прямоугольного сечения. Такие глушители называют трубчатыми. Чтобы достичь большей эффективности затухания звука, в канале располагают наборы звукопоглощающих пластин, цилиндров, сот. Такие глушители называют соответственно пластинчатыми, целевыми и сотовыми. Если канал состоит из отдельных камер, то глушитель называют камерным.

В последние годы получил распространение новый вид активных глушителей шума из пористых материалов (поролон, пенопласт, высокопористые металлы и керамика). Уменьшение уровня звуковой мощности в этих глушителях обусловлено большими потерями на трение в порах материала при прохождении через него воздуха. Снижение уровня звуковой мощности в таких глушителях составляет от 15 дБ на низких и средних частотах до 25—30 дБ на высоких.

**Средства индивидуальной защиты (СИЗ).** На рабочих местах, где не удастся добиться снижения шума до допустимых уровней техни-

ческими средствами или где, это нецелесообразно по технико-экономическим соображениям, следует применять средства индивидуальной защиты от шума (СИЗ).

Эффективность индивидуальных средств защиты может быть обеспечена их правильным подбором в зависимости от уровней и спектра шума. Основное назначение СИЗ — перекрыть наиболее чувствительный канал проникновения звука в организм — ухо человека. При этом ослабляются звуки, воздействующие на слуховую мембрану наружного уха, а следовательно, и колебания чувствительных элементов внутреннего уха. Применение СИЗ позволяет предупредить расстройство не только органов слуха, но и всей нервной системы от действия чрезмерного раздражителя. Их эффективность (звуковое заглушение), как правило, максимальна в области высоких частот, наиболее вредных и неприятных для человека.

Необходимо отметить, что звуковые колебания воспринимаются человеком не только непосредственно через орган слуха, но и через череп путем костной проводимости. Поэтому средства защиты только органа слуха не позволяют полностью устранить передачу звуковой энергии.

СИЗ в зависимости от конструктивного исполнения делятся на противошумные наушники, противошумные вкладыши, противошумные шлемы и каски, противошумные костюмы. Наушники закрывают ушную раковину снаружи. Вкладыши перекрывают наружный слуховой проход или прилегают к нему. Шлемы и каски закрывают часть головы и ушную раковину. Противошумные костюмы закрывают тело человека и голову (или ее часть).

Вкладыши изготавливаются из мягких эластичных материалов — резины, пластмасс, различного волокна. Их вводят непосредственно в наружную (хрящевую) часть слухового прохода и оставляют там без дополнительных средств поддержания. Замкнутая полость наружного слухового прохода вместе с барабанной перепонкой представляет собой резонатор, частота собственных колебаний которого составляет примерно 1300 Гц. Звуковая энергия, действующая на барабанную перепонку уха, складывается из трех основных составляющих: звука, прошедшего через щели между вкладышем и стенками наружного слухового прохода, колебаний самого вкладыша при его деформации, колебаний кожи и других тканей наружного слухового прохода. Из этих путей передачи звука основным является первый, причем наибольшее снижение эффективности вкладышей из-за него имеет место на высоких частотах.

Наушники обычно состоят из двух корпусов и оголовья. Корпуса изготавливают из пластмассы или металла, а внутри них для повышения



эффективности помещают слой звукопоглощающего материала. Для обеспечения плотного прилегания наушника к околоушной поверхности на стороне корпуса, обращенной к голове, устанавливают мягкие уплотнители (протекторы). Чаще всего их выполняют из тонкой пленки в виде полых камер, заполненных глицерином, вазелином, силиконовым маслом или эластичным пористым материалом. Оголовье служит для удержания наушников и прижима их к околоушной области. Обычно его делают металлическим или пластмассовым, пружинящим и регулируемым по размерам головы.

Наушники обладают большей эффективностью, чем вкладыши, в области средних и высоких частот. Однако они в ряде случаев неудобны в эксплуатации (большая масса, наличие прижима к околоушной области, запотевание кожи под наушниками при повышенной температуре и др.). Поэтому наушники чаще применяют в тех случаях, когда требуется их периодическое использование.

Шлемы закрывают большую часть головы и защищают ее не только от шума, но и от ушибов, холода и др. Они должны плотно облегать околоушную область и всю голову, поэтому их изготавливают различных размеров. Шлемы целесообразно применять для защиты человека от особо интенсивного шума, когда он воспринимается не только непосредственно органом слуха, но и проникает в организм вследствие костной проводимости через кости черепа.

В комплексе мероприятий по защите человека от неблагоприятного действия шума определенное место занимают медицинские средства профилактики. Важнейшее значение имеет проведение предварительных и периодических медицинских осмотров. Вследствие того, что большое значение имеет индивидуальная чувствительность организма к шуму, исключительно важным является диспансерное наблюдение за рабочими первого года работы в условиях шума.

Одним из направлений индивидуальной профилактики шумовой патологии является повышение сопротивляемости организма рабочих к неблагоприятному действию шума. С этой целью рабочим шумных профессий рекомендуется ежедневный прием витаминов В<sub>1</sub> в количестве 2 мг и витамина С в количестве 50 мг. Курс примерно 2 недели с перерывом 1 неделю.

Только планомерное проведение широких оздоровительных мероприятий технологического, технического, организационного и медико-профилактического характера будет способствовать улучшению условий труда и повышению трудоспособности рабочих шумных производств.

## 5 ЗАЩИТА ОТ УЛЬТРАЗВУКА

### 5.1 Источники, классификация и характеристика ультразвука

Источником ультразвука является производственное оборудование, в котором генерируется ультразвук для выполнения технологических процессов, контроля и измерений, и производственное оборудование, при эксплуатации которого ультразвук возникает как сопутствующий фактор.

Источниками ультразвука являются генераторы, которые используются для обработки жидких расплавов, очистки отливок, в установках и системах очистки газов, при работе ультразвуковых ванн очистки и обезжиривания; при плазменной и диффузионной сварке, резке металлов, напылении; при удалении загрязнений с помощью ультразвука, химическом травлении, обдувке струей сжатого воздуха при очистке деталей и т.п. Ультразвуковые установки и приборы в зависимости от частотной характеристики делят на две основные группы: аппаратура, генерирующая низкочастотный ультразвук, с частотой колебаний 11—100 кГц; установки, в которых используется высокочастотный ультразвук с частотой колебаний в пределах 100 кГц — 1000 МГц.

Низкочастотный ультразвук находит широкое применение для активного воздействия на вещества и при различных технологических процессах. Явления кавитации используются для очистки деталей от масел, окалина, полировальных паст и других загрязнений, от заусениц, котлов и теплообменных аппаратов от накипи.

Ультразвук способствует коагуляции взвешенных в воздухе частиц, в связи с чем и используется в системах очистки воздуха от пыли, копоти, химических веществ. Он активизирует химические процессы. Ультразвук широко применяется для механической обработки сверхтвердых и хрупких материалов — алмаза, стекла, керамики, ювелирных изделий, камня, для сушки изделий, пропитки обмоток катушек трансформаторов, роторов, статоров, древесины и т.д.

Область применения высокочастотного ультразвука также чрезвычайно многогранна. Методом ультразвуковой дефектоскопии контролируется качество металла и других материалов и изделий из них; с помощью ультразвука определяются дефекты сварных швов, труб.

Существенной гигиенической особенностью условий труда операторов низкочастотных ультразвуковых установок является сочетанное воздействие на них низкочастотных ультразвуковых колебаний и высокочастотного шума. Общий уровень звукового давления в большинстве случаев колеблется от 90 до 120 дБ с максимумом энергии на частотах 18—24 кГц в зависимости от рабочей частоты установок. Локальное

действие на организм низкочастотный ультразвук оказывает при соприкосновении с обрабатываемыми деталями или приборами, в которых возбуждены колебания. Это так называемый контактный ультразвук, передающийся при соприкосновении рук или других частей тела человека с источником ультразвука, обрабатываемыми деталями, приспособлениями для их удержания.

Интенсивность контактного ультразвука при ряде технологических операций (загрузке и выгрузке деталей из ультразвуковых ванн и т.п.) может достигать  $(6\div 76)\cdot 10^4$  Вт/м<sup>2</sup>. Операторы, обслуживающие высокочастотную ультразвуковую аппаратуру, подвергаются воздействию исключительно контактного ультразвука частотой в диапазоне 0,5—5 МГц и интенсивности  $(0,001\text{—}0,1)\cdot 10^4$  Вт/м<sup>2</sup>.

Ультразвук может действовать на человека через воздушную среду и контактно через жидкую и твердую среду. Ультразвук — упругие колебания с частотами выше диапазона слышимости человека, распространяющиеся в виде волны в газах, жидкостях и твердых телах или образующие в ограниченных областях этих сред стоячие волны. Ультразвук имеет единую природу со звуком и одинаковые физико-гигиенические характеристики, т.е. оценивается по частоте колебаний и интенсивности. Единицей измерения интенсивности ультразвука является ватт на квадратный сантиметр (Вт/см<sup>2</sup>), в гигиенической практике интенсивность ультразвука (уровень звукового давления) оценивается в относительных единицах — дБ.

По частотному составу ультразвуковой диапазон подразделяется на: низкочастотный — от  $1,2\cdot 10^4$  до  $1,0\cdot 10^5$  Гц и высокочастотный — от  $1,0\cdot 10^5$  до  $1,0\cdot 10^9$  Гц.

По способу распространения ультразвук подразделяется на: распространяющийся воздушным путем и распространяющийся контактным путем при соприкосновении с твердыми и жидкими средами.

## **5.2 Воздействие ультразвука на организм человека**

Ультразвук оказывает неблагоприятное воздействие на организм человека, приводя к функциональным нарушениям нервной системы, головным болям, изменениям давления, состава и свойств крови, потере слуховой чувствительности, повышенной утомляемости. Ультразвук оказывает на организм тепловое, механическое и кавитационное воздействие. Поглощение ультразвука тканями возрастает с увеличением частоты колебаний. Энергия, поглощенная телом, переходит в тепло и может вызвать опасное повышение температуры тела.

Под воздействием переменного звукового давления ткани организма попеременно сжимаются и растягиваются; при этом перемещение

клеток небольшое, но частота их велика, вследствие чего возникают большие ускорения. При интенсивности более  $4 \cdot 10^4$  Вт/м<sup>2</sup> происходят разрушение клеток и изменение свойств тканей. Кавитация вызывает разрушение клеток и различные изменения в тканях; она приводит к сильному локальному повышению температуры. Если кавитация происходит в присутствии растворенных газов, на границе газ—жидкость возникают электрические заряды, которые при наличии растворенного воздуха вызывают образование перекиси водорода и вторичные химические реакции.

При воздействии ультразвуковых волн малой интенсивности возникает в основном тепловой эффект. При умеренных интенсивностях воздействие может оказаться паралитическим, при больших — смертельным.

Человек, систематически подвергающийся воздействию ультразвуков, теряет способность сосредоточиться; у него нарушается равновесие. Пребывание в звуковом поле, которое создается у ультразвуковых установок при отсутствии защиты, вызывает усталость, слабость, боли в ушах, головную боль, рвоту; возможны нарушения терморегуляции, расстройства нервной и других систем организма, функций щитовидной железы и др.

Ультразвуковые колебания, генерируемые ультразвуком низкочастотным промышленным оборудованием, оказывают неблагоприятное влияние на организм человека. Систематическое воздействие ультразвука, распространяющегося воздушным путем, вызывает изменения нервной, сердечно-сосудистой и эндокринной систем, слухового и вестибулярного анализаторов. Наиболее характерным является снижение функций внутренних органов и мышечной системы, снижение веса тела.

Степень выраженности изменений зависит от интенсивности и длительности воздействия ультразвука и усиливается при наличии в спектре высокочастотного шума, при этом присоединяется выраженное снижение слуха.

### **5.3 Нормирование ультразвука**

Согласно ГОСТа 12.1.001 «Ультразвук. Общие требования безопасности», СН 9—88 РБ 98 «Ультразвук, передающийся контактным путем. Предельно допустимые уровни на рабочих местах», СН 9—87 РБ 98 «Ультразвук, передающийся воздушным путем. Предельно допустимые уровни на рабочих местах» нормируемыми параметрами воздушного ультразвука на рабочих местах являются уровни звукового давления в децибелах в третьоктавных полосах со среднегеометрическими частото-

тами 12,5, 16, 20, 25, 31,5, 40, 50, 63, 80, 100 кГц, которые определяются по формуле

$$L_p = 20 \lg P / P_0, \text{ дБ},$$

где  $L$  — уровень звукового давления, дБ;  $p$  — среднее квадратическое значение звукового давления в определенной полосе частот, Па;  $p_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ , Па — исходное значение звукового давления в воздухе.

Третьоктавная полоса — полоса, для которой  $f_1/f_2 = 2^{1/3}$ .

Допустимые уровни звукового давления на рабочих местах не должны превышать значений, приведенных в табл. 5.1.

Нормируемыми параметрами контактного ультразвука являются пиковые значения виброскорости  $L_v$  или ее логарифмические уровни в децибелах в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами 8, 16, 31,5, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000, 16000, 31500 кГц, определяемые по формуле

$$L = 20 \lg \frac{v}{v_0}$$

где  $v$  — пиковое значение виброскорости, м/с;  $v_0$  — опорное значение виброскорости, равное  $5 \cdot 10^{-8}$  м/с.

Таблица 5.1 - Предельно допустимые уровни звукового давления воздушного ультразвука на рабочих местах

Среднегеометрические частоты третьоктавных полос, кГц	Уровень звукового давления, дБ
12,5	80
16	90
20	100
25	105
31,5—100,0	110

Допустимые уровни виброскорости и ее пиковые значения на рабочих местах не должны превышать значений, приведенных в табл. 5.2. Допустимые уровни контактного ультразвука следует принимать на 5 дБ ниже значений, указанных в табл. 5.2, в тех случаях, когда работающие подвергаются совместному воздействию воздушного и контактного ультразвука.

Таблица 5.2. Предельно допустимые уровни и пиковые значения контактного ультразвука

Среднегеометрические частоты октавных полос, кГц	Пиковые значения виброскорости, м/с	Уровни виброскорости, дБ
8—63	$5 \cdot 10^{-3}$	100
125—500	$8,9 \cdot 10^{-3}$	105
$1 \cdot 10^3$ — $31,5 \cdot 10^3$	$1,6 \cdot 10^{-2}$	110

#### 5.4 Методы измерения и контроля ультразвука на рабочих местах

Контроль уровней ультразвука на рабочих местах производственного оборудования, в котором генерируется ультразвук, следует проводить в нормируемом частотном диапазоне с верхней граничной частотой не ниже рабочей частоты этого оборудования. Измерение уровней воздушного ультразвука следует проводить при типовых условиях эксплуатации оборудования, характеризующихся наибольшим уровнем ультразвука. Точки измерения воздушного ультразвука на рабочем месте должны быть расположены на высоте 1,5 м от уровня основания, на котором при выполнении работы стоит работающий, или на уровне его головы, если работа выполняется сидя, на расстоянии 5 см от уха и на расстоянии не менее 50 см от человека, проводящего измерения. Измерения необходимо выполнять не менее трех раз в каждой третьоктавной полосе для одной точки и затем вычислять среднее значение. Результаты измерений должны характеризовать воздействие ультразвука за время рабочей смены. Измерение уровней контактного ультразвука в зоне контакта с твердой средой следует проводить в зоне максимальных амплитуд колебаний.

#### 5.5 Методы защиты от ультразвука

Для защиты персонала, обслуживающего источники ультразвука, необходимо применять: дистанционное управление ультразвуковым оборудованием; блокировки, обеспечивающие автоматическое отключение источников ультразвука при выполнении вспомогательных операций (загрузке и выгрузке продукции, нанесении контактных смазок и т.д.); приспособления для удержания источника ультразвука или обрабатываемой детали (для защиты рук от контактного действия ультразвука); использование по возможности маломощного оборудования, что способствует снижению интенсивности шума и ультразвука на рабочих местах на 20—40 дБ; размещение оборудования в звукоизолированных помещениях или кабинетах с дистанционным управлением; оборуду-

дование звукоизолирующих устройств, кожухов, экранов из листовой стали или дюралюминия, покрытых резиной, противозумной мастикой и другими материалами.

Источники, генерирующие ультразвук с уровнями звукового давления, превышающими предельно допустимые уровни, должны оборудоваться кожухами и экранами и размещаться в отдельных помещениях. Кожухи могут быть изготовлены из следующих материалов: из миллиметровой листовой стали или дюралюминия, обклеенных рубероидом или резиной толщиной 3—5 мм или покрытых противозумной мастикой; из гетинакса толщиной 5 мм; эластичные звукоизолирующие кожухи могут выполняться из трех слоев резины толщиной 1 мм и др. Для повышения жесткости конструкции к кожуху приваривают ребра жесткости и покрывают снаружи вибропоглощающим материалом, что увеличивает звукоизоляцию в области верхних звуковых и ультразвуковых частот. Внутренние поверхности кожуха необходимо облицевать звукопоглощающим материалом, обладающим высоким поглощением в области высоких частот (технической резиной, вибропоглощающими пластмассами и мастиками). В кожухе не должно быть отверстий и щелей.

Звукоограждающие экраны используются для защиты от направленных звуковых волн, излучаемых ультразвуковой установкой. Если, по требованию технологического процесса, установки размещаются в общих помещениях, то они должны быть оборудованы звукоизолирующими кабинами, обеспечивающими снижение уровней звукового давления на рабочих местах до гигиенических нормативов.

Неблагоприятное действие шума на работающих может быть значительно ослаблено путем использования в ультразвуковых ваннах и станках более высоких рабочих частот. При проектировании новых звуковых установок не рекомендуется выбирать рабочие частоты ниже 22 кГц. Вследствие того, что кавитационные процессы лежат в основе большинства технологических процессов, снизить уровень звукового давления на частоте унтертона можно уменьшением интенсивности технологического процесса либо изменением спектрального состава акустической мощности источника путем перехода на более высокие частоты, где допустимые уровни звукового давления имеют большие значения.

Для защиты работающих от неблагоприятного воздействия воздушного ультразвука следует применять средства индивидуальной защиты. Для защиты рук от возможного неблагоприятного воздействия контактного ультразвука в твердой или жидкой средах необходимо применять нарукавники, рукавицы или перчатки (наружные резиновые и внутренние хлопчатобумажные).

К работе с источниками ультразвука допускаются лица не моложе 18 лет, имеющие соответствующую квалификацию, прошедшие обучение и инструктаж по технике безопасности. К мерам организационного плана относятся соблюдение режима труда и отдыха, запрещение сверхурочных работ. При контакте с ультразвуком более 50% рабочего времени рекомендуются перерывы продолжительностью 15 мин через каждые 1,5 ч работы. Перерывы могут быть заполнены другими видами работ, которые не сопровождаются воздействием на организм повышенных уровней шума и вибрации. Значительный эффект дает комплекс физиотерапевтических процедур — массаж, УФ-облучение, водные процедуры, витаминизация и др.

Контроль нормируемых параметров ультразвука на рабочих местах должен проводиться не реже одного раза в год. С целью предупреждения и ранней диагностики профессиональных заболеваний у работающих с ультразвуком необходимо проводить предварительные и периодические медицинские осмотры.

## **6 ЗАЩИТА ОТ ИНФРАЗВУКА**

### **6.1 Источники, характеристика и классификация инфразвука**

Развитие современной техники и транспортных средств, совершенствование технологических процессов и оборудования сопровождаются увеличением мощности и габаритов машин, что обуславливает тенденцию повышения низкочастотных составляющих в спектрах шумов на рабочих местах и появление инфразвука.

Инфразвуком называют акустические колебания в диапазоне частот ниже 20 Гц. Этот частотный диапазон лежит ниже порога слышимости. Человеческое ухо не способно воспринимать колебания указанных частот.

Производственный инфразвук возникает за счет тех же процессов, что и шум слышимых частот, а именно: турбулентности, резонанса, пульсации и возвратно-поступательного движения. Вследствие этого инфразвук сопровождается слышимым шумом, причем максимум колебательной энергии в зависимости от характеристик конкретного источника может приходиться на звуковую или инфразвуковую часть спектра. Максимальные уровни низкочастотных акустических колебаний от промышленных и транспортных источников достигают 100—110 дБ.

Наибольшую интенсивность инфразвуковых колебаний создают машины и механизмы, имеющие поверхности больших размеров, совершающие низкочастотные механические колебания (инфразвук меха-



нического происхождения) или турбулентные потоки газов или жидкостей (инфразвук аэродинамического или гидродинамического происхождения). К объектам, на которых инфразвуковая область акустического спектра преобладает над звуковой, относятся автомобильный транспорт, мартеновские цехи металлургических производств и др. В машиностроении инфразвук возникает при работе вентиляторов, компрессоров. Любые механизмы, работающие при частотах вращения вала менее 20 об/с, излучают инфразвук.

Инфразвук как физическое явление подчиняется общим закономерностям, характерным для звуковых волн, однако обладает целым рядом особенностей, связанных с низкой частотой колебаний упругой среды: имеет во много раз большие амплитуды колебаний, чем акустические волны при равных мощностях источников звука; распространяется на большие расстояния от источника генерирования ввиду слабого поглощения его атмосферой; большая длина волны делает характерным для инфразвука явление дифракции. Благодаря этому инфразвуки легко проникают в помещения и обходят преграды, задерживающие слышимые звуки; инфразвуковые колебания способны вызывать вибрацию крупных объектов вследствие явлений резонанса. Указанные особенности инфразвуковых волн затрудняют борьбу с ним, так как способы, применяемые для снижения шума (звукопоглощение и звукоизоляция), а также удаление от источника малоэффективны.

СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-35-2002 «Инфразвук на рабочих местах, в жилых и общественных помещениях и на территории жилой застройки» (с изм. и доп., утв. постановлением Главного государственного санитарного врача РФ 23.08.2005г. № 118). устанавливают классификацию, характеристики и предельно допустимые уровни на рабочих местах.

По характеру спектра инфразвук следует подразделять на: широкополосный с непрерывным спектром с шириной более одной октавной полосы; тональный инфразвук, в спектре которого имеются слышимые дискретные составляющие. Гармонический характер инфразвука устанавливают в октавных полосах частот по превышению уровня в одной полосе над соседними не менее, чем на 10 дБ.

По временным характеристикам инфразвук следует подразделять на: постоянный инфразвук — инфразвук, общий уровень звукового давления которого изменяется за время наблюдения не более чем на 6 дБ при измерениях по шкале шумомера «линейная» на временной характеристике «медленно»; непостоянный инфразвук — инфразвук, общий уровень звукового давления которого изменяется за время наблюдения более чем на 6 дБ при измерениях по шкале шумомера «линейная» на временной характеристике «медленно».

## 6.2 Воздействие инфразвука на организм человека

Инфразвук является вредным фактором производственной среды, способным оказывать неблагоприятное действие на весь организм человека, отражаться на его здоровье и работоспособности. При действии инфразвуковых колебаний возможны изменения со стороны нервной, сердечно-сосудистой, дыхательной, эндокринной и других систем организма, при этом выраженность симптомов зависит от уровня инфразвука. Инфразвук вызывает снижение слуха преимущественно на низких и средних частотах. Выраженность этих изменений зависит от интенсивности инфразвука и длительности действия факторов.

Особенностью влияния инфразвука на организм в производственных условиях является его сочетание с шумами звукового диапазона частот. Однако более выраженного неблагоприятного действия на организм, чем у широкополосного шума, не обнаружено. Установлен аддитивный характер действия инфразвука и низкочастотного шума. Инфразвук в зависимости от частоты и уровня звукового давления оказывает влияние на функциональное состояние слухового и вестибулярного анализаторов, функцию дыхания, нервную и сердечно-сосудистую системы, приводя к головокружениям, головным болям, а также снижает внимание, работоспособность и приводит к появлению чувства страха и общему недомоганию.

Инфразвуки очень высокой мощности вызывают кровоизлияния и разрывы тканей в грудной клетке и брюшной полости. Преходящие инфразвуки повышенной мощности вызывают повреждения внутренних органов, подобные тем, которые происходят при воздействии резких ускорений (смещение внутренних органов по отношению к стенке туловища вследствие резонанса).

## 6.3 Нормирование инфразвука

Общий уровень звукового давления — величина, измеряемая при включении на шумомере частотной характеристики «линейная» (от 2 Гц) или рассчитанная путем энергетического суммирования уровней звукового давления в октавных полосах частот без корректирующих поправок; измеряется в дБ (децибелах) и обозначается дБ Лин. Среднее квадратическое значение звукового давления — квадратный корень из среднего по времени значения квадрата мгновенного звукового давления в заданной точке пространства за определенный интервал времени; измеряется в паскалях (Па). Уровень звукового давления — выраженное в логарифмических единицах отношение среднего квадратического значения звукового давления в определенной полосе частот к стандартизо-

ванному исходному значению звукового давления; измеряется в дБ и определяется по формуле

$$L = 20 \lg P / P_0, \text{ дБ} \quad (6.1)$$

где  $L$  — уровень звукового давления, дБ;  $P$  — среднее квадратическое значение звукового давления в определенной полосе частот, Па;  $P_0$  — исходное значение звукового давления в воздухе, равное  $2 \cdot 10^{-5}$  Па.

Эквивалентный (по энергии) общий (линейный) уровень звукового давления непостоянного инфразвука — общий уровень звукового давления постоянного инфразвука, который имеет такое же среднее квадратическое звуковое давление, что и данный непостоянный инфразвук в течение заданного интервала времени; измеряется в дБ и определяется по формуле

$$L_{\text{ЭКВ}} = 10 \lg \left( T^{-1} \sum_{i=1}^n t_i \cdot 10^{0,1L_i} \right), \quad (6.2)$$

где  $L_{\text{ЭКВ}}$  — эквивалентный общий уровень звукового давления, дБ;  $T$  — время наблюдения, мин;  $t_i$  — продолжительность действия ступени с уровнем  $L_i$ , мин;  $n$  — общее число ступеней инфразвука;  $L_i$  — уровень инфразвука на  $i$ -й ступени, дБ.

Нормируемыми параметрами постоянного инфразвука являются уровни звукового давления в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 2, 4, 8 и 16 Гц, определяемые по формуле (6.1). При одночисловой оценке постоянного инфразвука нормируемым параметром является общий уровень звукового давления при условии, что разность между уровнями, измеренными на частотных характеристиках шумомера «линейная» и «А» при включении временной характеристики «медленно», составляет не менее 10 дБ.

Нормируемыми параметрами непостоянного инфразвука являются эквивалентные по энергии уровни звукового давления в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами 2, 4, 8 и 16 Гц и эквивалентный общий уровень звукового давления, определяемые по формуле (6.2).

Предельно допустимые уровни инфразвука на рабочих местах, дифференцированные для различных видов работ, а также допустимые уровни инфразвука в жилых и общественных помещениях и на территории жилой застройки устанавливаются согласно таблицы 6.1. Для непостоянного инфразвука мгновенные (текущие) значения общего уровня звукового давления, измеренные по шкале шумомера «линейная», не должны превышать 120 дБ.

Таблица 6.1 - Предельно допустимые уровни инфразвука

Место измерения	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со средне-геометрическими частотами, Гц				Общий уровень звукового давления, дБ Лин
	2	4	8	16	
Работа с различной степенью тяжести и напряженности трудового процесса в производственных помещениях и на территории предприятий:					
- работы различной степени тяжести	100	95	90	85	100
- работы различной степени интеллектуально-эмоциональной напряженности	95	90	85	80	95
Территория жилой застройки	90	85	80	75	90
Помещения жилых и общественных зданий	75	70	65	60	75

#### 6.4 Методы измерения и контроля инфразвука на рабочих местах

Измерения инфразвука должны проводиться в соответствии с СанПиН № 11-12-94 «Санитарные нормы инфразвука на рабочих местах». Для оценки значимости инфразвука в общей шумовой обстановке на рабочем месте должны быть определены следующие характеристики: спектр шума, измеренный по ГОСТ 12.1.050 «Методы измерения шума на рабочих местах» с оценкой в соответствии с действующими допустимыми уровнями шума на рабочих местах; общий уровень звукового давления по шкале «Линейная» шумомера; спектр инфразвука.

Для установления степени выраженности инфразвука относительно шума следует использовать разность уровней по шкалам «Линейная» и «А» шумомера:

- а)  $(L_{\text{лин}} - L_A) \leq 10$  дБ, инфразвук отсутствует;
- б)  $10 \text{ дБ} < (L_{\text{лин}} - L_A) \leq 20$  дБ, инфразвук не выражен;
- в)  $(L_{\text{лин}} - L_A) > 20$  дБ, выраженный инфразвук.

Измерения инфразвука проводят на постоянных рабочих местах (у органов управления машин, у пультов, в кабинах и т.п.) или в рабочих зонах обслуживания при работе в характерном режиме. Точки измерения выбирают на расстоянии не более 20 м друг от друга для цехов и не более 3 м для кабин. Микрофон располагают на высоте 1,5 м от пола и на удалении не менее 0,5 м от человека, проводящего измерение. В кабинах транспортно-технологических машин измерения производят при открытых и закрытых окнах, при этом микрофон располагают на расстоянии 15 см от уха работающего. Для гигиенической оценки инфра-

звука необходимо рассматривать следующие его характеристики: спектральный состав (преобладающие частоты и их уровни); временные характеристики (постоянный или непостоянный, суммарное время действия, импульсный характер); степень выраженности инфразвука относительно слышимого шума.

## **6.5 Меры защиты от инфразвука**

Меры по ограничению неблагоприятного влияния инфразвука на работающих предусматривают: ослабление инфразвука в его источнике, устранение причин воздействия; изоляцию инфразвука; поглощение инфразвука, постановку глушителей; индивидуальные средства защиты; медицинскую профилактику.

В условиях производства инфразвук, как правило, сочетается с низкочастотным шумом, в ряде случаев — с низкочастотной вибрацией. Повышение единичной мощности и габаритов машин приводит к повышению удельного веса низкочастотных составляющих в спектрах шумов на рабочих местах и появлению инфразвука.

При предупредительном и текущем санитарном надзоре следует иметь в виду возможность присутствия инфразвука в спектрах шумов машин, оборудования и процессов; для выявления инфразвука следует учитывать: технологические признаки: высокая единичная мощность машин, низкое число оборотов, ходов или ударов (виброплощадки и т.д.); неоднородность или цикличность технологического процесса при обработке крупногабаритных деталей или больших масс сырья (мартены и конвертеры металлургического производства); флюктуация мощных потоков газов или жидкостей (газодинамические установки); конструктивные признаки: большие габариты двигателей или рабочих органов; наличие замкнутых объемов, возбуждаемых динамически (кабины наблюдения технологического оборудования); подвеска транспортно-технологических машин; строительные признаки: большие площади перекрытий или ограждений источников шума; наличие замкнутых звукоизолированных объемов (кабин наблюдений оператора); применение для шумопоглощения и звукоизоляции материалов, эффективных только на высоких частотах.

Существующие меры борьбы с шумом, как правило, неэффективны для инфразвуковых колебаний. Более того, они могут способствовать увеличению уровней и распространению низкочастотных колебаний. Наиболее эффективным и практически единственным средством борьбы с инфразвуком является снижение его в источнике. К таким мерам можно отнести: увеличение частот вращения валов до 20 и более оборотов в секунду; повышение жесткости колеблющихся конст-

рукций больших размеров; устранение низкочастотных вибраций; конструктивные изменения источников, позволяющие из области инфразвуковых колебаний перейти в область звуковых колебаний, для снижения которых возможно применение методов звукоизоляции и звукопоглощения. В борьбе с инфразвуком на путях распространения определенный эффект оказывают глушители интерференционного типа, обычно при наличии дискретных составляющих в спектре инфразвука. В качестве индивидуальных средств защиты рекомендуется применение наушников, вкладышей, защищающих ухо от неблагоприятного действия сопутствующего шума.

Работающие в условиях воздействия инфразвука должны проходить предварительный и периодические медицинские осмотры.

## **7 ЗАЩИТА ОТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ**

Токи высокой частоты применяют для плавления металлов, термической обработки металлов, диэлектриков и полупроводников и для многих других целей; для высокочастотного нагрева диэлектриков применяют токи ультравысокой частоты. Возникающие при использовании токов высокой частоты электромагнитные поля различных частотных диапазонов представляют определенную профессиональную вредность, поэтому необходимо принимать меры защиты от их воздействия на организм.

### **7.1 Источники электромагнитных полей и их характеристика**

Токи высокой частоты создают в воздухе излучения, имеющие ту же электромагнитную природу, что и инфракрасные, видимые, ультрафиолетовые, рентгеновские и гамма-лучи. Различие между этими видами энергии — в длине волны (и частоте колебаний), а значит, в величине энергии кванта, составляющего электромагнитное поле. Электромагнитные волны, возникающие при колебаниях электрических зарядов (при прохождении переменных токов), называются радиоволнами. Интервал длин радиоволн — от миллиметров до десятков километров, что соответствует частотам колебаний от  $3 \cdot 10^4$  до  $3 \cdot 10^{11}$  Гц. Эта большая область спектра колебаний классифицирована по отдельным диапазонам (таблица 7.1).

Таблица 7.1 - Классификация частот

Частота в диапазоне	Длина волны	Диапазон частот
Высокие (ВЧ): длинные средние короткие	3 — 1 км 1 км — 100 м 100 — 10 м	100 кГц — 30 МГц
Ультравысокие (УВЧ): ультракороткие	10 — 1 м	30 — 300 МГц
Сверхвысокие (СВЧ): дециметровые сантиметровые миллиметровые	1 м — 10 см 10 — 1 см 1 см — 1 мм	300 — 300000 МГц

Применяемые в промышленности установки с машинными и ламповыми генераторами для индукционной термической обработки металлов (заковки, плавки, пайки, сварки, отжига и т.п.) и других материалов (зонной плавки полупроводников, сварки металла и др.) создают электромагнитные поля высокой частоты (ВЧ).

На расстоянии от источника излучения, меньшем чем  $1/6 \lambda$  (т.е.  $\lambda/2\pi$ ), преобладает поле индукции, на большем — поле излучения. Следовательно, при работе генераторов высоких и ультравысоких частот (т.е. при генерировании длинных, средних, коротких и ультракоротких волн) рабочие места находятся в зоне индукции, а при работе генераторов сверхвысоких частот (т.е. при генерировании волн длиной меньше 1 м) — в зоне излучения (волновой зоне).

Интенсивность электромагнитного поля в какой-либо точке пространства зависит от мощности генератора и расстояния от него. На характер распределения поля в помещении влияет наличие металлических предметов и конструкций, которые являются проводниками, а также несовершенных диэлектриков, находящихся в электромагнитном поле. На распределение поля оказывает влияние и присутствие людей. Индуцированные в них токи высокой частоты создают в окружающем пространстве высокочастотное электромагнитное поле вторичного излучения, которое накладывается на основное поле.

В зоне индукции человек находится в периодически сменяющихся одно другое электрических и магнитных полях. Облучение в этой зоне характеризуется напряженностями электрической (В/м) и магнитной (А/м) составляющих поля.

В зоне излучения человек находится в электромагнитном поле, где энергия распространяется в форме бегущих волн разной конфигурации. Для электрической (Е) и магнитной (Н) составляющих поля справедливо равенство  $E = 377 H$ .

Интенсивность облучения в диапазоне сверхвысоких частот (СВЧ) оценивается величиной плотности потока мощности и выражается в

ваттах на квадратный метр и его производных ( $\text{Вт/м}^2$ ,  $\text{мВт/см}^2$ ,  $\text{мкВт/см}^2$ ).

Источниками, создающими электромагнитные поля ВЧ, являются неэкранированные высокочастотные элементы установок: индукторы, трансформаторы, конденсаторы, фидерные линии. Может возникать паразитное излучение, проникающее наружу установок через отверстия и неплотности в ограждениях, смотровые и рабочие окна, линии передачи энергии. Источниками образования поля являются и отдельные элементы генераторов: катушки контура, катушки связи, конденсаторы, питающие линии.

## 7.2 Воздействие электромагнитных полей на организм

Биологическая активность электромагнитных полей СВЧ зависит от длины волны. Наибольшее действие оказывают дециметровые волны, наименьшее — миллиметровые. Волны миллиметрового диапазона поглощают поверхностными слоями кожи, сантиметрового — кожей и подкожной клетчаткой, дециметровые — внутренними органами. Эффект воздействия зависит от интенсивности поля и продолжительности контакта. До интенсивности  $10 \text{ мВт/см}^2$  поле СВЧ оказывает нетепловой эффект, при большей интенсивности — термическое воздействие.

Воздействие поглощения энергии организмом тем более выражено, чем больше частота поля. Селективный тепловой эффект в разных тканях организма также зависит от воздействующей частоты. Различные ткани организма имеют разную диэлектрическую постоянную и разную проводимость, вследствие чего поглощение ими энергии на разных частотах и нагрев тканей неодинаковы. На частотах до 10 МГц размеры тела человека малы по сравнению с длиной волны и диэлектрические процессы в тканях слабо выражены.

Электромагнитные волны могут вызывать острые и хронические поражения. Поражения сказываются в нарушениях нервной системы, сердечно-сосудистой системы, системы кроветворения, других органов. Острые поражения встречаются редко. Чаще наблюдаются легкие хронические поражения. Субъективные ощущения при этом — быстрая утомляемость, головные боли и т.п.; возможны также перегрев организма, изменение частоты пульса, сосудистых реакций.

Облучение может вызвать катаракту (поражение хрусталика глаз). Это объясняется плохой теплорегуляцией глаза (в котором нет сосудов, играющих главную роль в охлаждении нагреваемых тканей) и незащищенностью его от воздействий; поэтому хрусталик перегревается.



Начальные изменения, возникающие в организме под воздействием электромагнитных полей, обратимы. Более выраженные стадии заболевания могут привести к снижению трудоспособности.

Степень и характер воздействия электромагнитных полей на организм человека определяется: длиной волны, интенсивностью излучения, режимом облучения (непрерывный или прерывистый), продолжительностью воздействия, размером облучаемой поверхности тела, индивидуальными особенностями человека, комбинированным действием совместно с другими факторами производственной среды (температура воздуха более +28°C, наличие рентгеновского излучения, шум и др.).

Электромагнитные поля оказывают тепловое действие, приводят к структурным и функциональным изменениям в организме человека. При воздействии электромагнитного поля на человека происходит поглощение энергии поля тканями тела человека. При длине волны, соизмеримой с размерами тела человека или его отдельного органа, образуются стоячие волны в живом организме, что приводит к концентрации тепловой энергии. Тепловое воздействие характеризуется повышением температуры тела, локальным избирательным нагревом ткани, а также отдельных органов и клеток. Особенно опасен нагрев для органов со слабой терморегуляцией (мозг, глаз, хрусталик глаза).

Электромагнитные поля изменяют ориентацию клеток или цепей молекул в соответствии с направлением силовых линий поля, ослабляют биохимическую активность белковых молекул, приводят к изменению структуры клеток крови, ее состава, эндокринной системы, вызывают помутнение хрусталика глаза (катаракту), трофические заболевания (выпадение волос, ломкость ногтей и др.), ожоги, омертвление тканей организма. Возможно возникновение кожного заболевания под названием «эффект жемчужной нити», проявляющегося в появлении ряда последовательно расположенных пузырьков на коже, наполненных мутноватой жидкостью.

Систематическое воздействие электромагнитных полей может вызвать функциональные изменения в состоянии нервной, сердечно-сосудистой систем, что проявляется в повышении утомляемости, нарушении сна, гипертонии или гипотонии, появлении болей в области сердца, нервно-психических расстройствах.

### **7.3 Методы измерения и контроля электромагнитных полей на рабочих местах**

Измерения интенсивности ЭМИ РЧ должны проводиться: не реже одного раза в год в порядке текущего контроля; при внесении в условия

и режимы работы источников ЭМИ РЧ изменений, влияющих на уровни излучения (замена генераторных и излучающих элементов, изменение технологического процесса, изменение экранировки и средств защиты, увеличение мощности, изменения расположения элементов); после ремонта источников ЭМИ РЧ.

В производственных условиях измерения должны проводиться на постоянных рабочих местах персонала. При отсутствии постоянных рабочих мест выбирается несколько точек в пределах рабочей зоны, в которой работник проводит не менее 50 % рабочего времени. Кроме того, измерения проводятся в местах возможного нахождения персонала в процессе работы. Измерения на рабочих местах, в помещении жилых и общественных зданий в каждой точке проводится на высоте 0,5, 1,0 и 1,7 м от пола (опорные поверхности). Определяющим в данной точке является максимальное измеренное значение интенсивности ЭМИ РЧ.

#### **7.4 Методы защиты работающих от электромагнитных полей**

Защита персонала от воздействия ЭМИ РЧ осуществляется путем проведения организационных и инженерно-технических мероприятий, а также использования средств индивидуальной защиты. К организационным мероприятиям относятся: выбор рациональных режимов работы оборудования; ограничение места и времени нахождения персонала в зоне воздействия ЭМИ РЧ (защита расстоянием и временем, применение средств предупреждающей сигнализации, выделение зон излучения, средства индивидуальной защиты) и т.п. Инженерно-технические мероприятия включают: рациональное размещение оборудования; использование средств, ограничивающих поступление электромагнитной энергии на рабочие места персонала (экранирование и др.); обозначение и ограждение зон с повышенным уровнем ЭМИ РЧ. К средствам индивидуальной защиты относятся защитные очки, щитки, шлемы, защитная одежда (комбинезоны, халаты и т.д.). Способ защиты в каждом конкретном случае должен определяться с учетом рабочего диапазона частот, характера выполняемых работ, необходимой эффективности защиты.

Экранирование источников ЭМИ РЧ или рабочих мест осуществляется с помощью отражающих или поглощающих экранов. Отражающие экраны выполняются из металлических листов, сетки, ткани с микропроводом и др. В поглощающих экранах используются материалы, обеспечивающие поглощение излучения соответствующей длины волны. В зависимости от излучаемой мощности и взаимного расположения источника и рабочих мест конструктивное решение экрана может быть

различным (замкнутая камера, щит, чехол, штора и т.д.). Экранирование смотровых окон, приборных панелей проводится с помощью радиозащитного стекла.

Средства индивидуальной защиты следует использовать в случаях, когда снижение уровней ЭМИ РЧ с помощью общей защиты технически невозможно. Если защитная одежда изготовлена из материала, содержащего в своей структуре металлический провод, она может использоваться только в условиях, исключающих прикосновение к открытым токоведущим частям установок.

Лечебно-профилактические мероприятия. В целях предупреждения, ранней диагностики и лечения нарушений в состоянии здоровья работники, связанные с воздействием ЭМИ РЧ должны проходить предварительные при поступлении на работу и периодические медицинские осмотры. Лица, не достигшие 18 лет, и женщины в период беременности допускаются к работе на установках только в случаях, когда интенсивность ЭМИ РЧ на рабочих местах не превышает значений, указанных в таблице 7.5.

Таблица 7.5. Предельно допустимые уровни ЭМИ РЧ для населения, рабочих мест лиц, не достигших 18 лет и женщин в период беременности

Наименование помещений или территории	Диапазон частот				
	30 — 300 кГц	0,3 — 3 МГц	3 — 30 МГц	30 — 300 МГц	300 МГц — 300 ГГц
	Предельно допустимые уровни ЭМИ РЧ				
	В/м	В/м	В/м	В/м	мкВт/см <sup>2</sup>
Территория жилой застройки, помещение жилых, общественных и производственных зданий (внешние ЭМИ РЧ, включая вторичное излучение; рабочие места лиц, не достигших 18 лет, и женщин в период беременности)	25,0	15,0	10,0	3,0	10,0

**Защита экранами.** Для защиты от воздействия электромагнитных полей осуществляется экранирование излучающих ВЧ и УВЧ элементов установок (т.е. заключение их в замкнутые металлические кожухи). Характер экранирования определяется технологическими особенностями установки. В зависимости от этого электромагнитное излучение в окружающее пространство может быть снижено или совсем устранено. Для защиты от воздействия электромагнитных полей ВЧ и УВЧ используют следующие способы экранирования: всей установки; поблочно отдель-

ных элементов установки; рабочих мест; работающего (индивидуальное экранирование).

Основной характеристикой экрана является эффективность экранирования ( $\mathcal{E}$ ), т.е. степень ослабления электромагнитного поля. Она выражается отношением напряженности поля, создаваемого установкой без экрана ( $E_0, H_0$ ), к напряженности поля после экранирования ( $E_{\mathcal{E}}, H_{\mathcal{E}}$ ) в той же точке пространства:

$$\text{для электрического поля } \mathcal{E} = E_0 / E_{\mathcal{E}};$$

$$\text{для магнитного поля } \mathcal{E} = H_0 / H_{\mathcal{E}}.$$

Эффективность экранирования часто выражают в децибелах. При этом

$$\mathcal{E}_{\text{дБ}} = 20 \lg \mathcal{E} = 10 \lg (W_0 / W_{\mathcal{E}})$$

где  $\mathcal{E}_{\text{дБ}}$  — эффективность экранирования, дБ;  $W_0, W_{\mathcal{E}}$  — плотность электромагнитной энергии до и после экранирования.

Степень экранирования зависит от конструкции экрана, его габаритных размеров, материала экрана (толщины, магнитной проницаемости и удельного сопротивления), частоты электромагнитного поля, от характера источника поля.

Другой важной характеристикой экрана является потеря мощности в экране вследствие его нагрева полем. Эта потеря может быть велика при экранировании источников сильных магнитных полей, например индукционных катушек, трансформаторов. Чем меньше габариты экрана, чем ближе стенки экрана к индукционной катушке, тем больше величина наведенных в нем токов и, следовательно, тем больше потери мощности в нем и его нагрев. Размеры экрана в этом случае определяют расчетным путем исходя из допустимой величины потерь.

Материал экрана выбирают с учетом требуемой степени ослабления излучения и допустимых потерь мощности в экране. Ослабление поля экраном определенной толщины зависит от глубины проникновения поля в экран ( $\delta$ ):

$$\delta = 1 / \sqrt{\mu_{\mathcal{E}} \sigma_{\mathcal{E}} \pi f}, \text{ м}$$

где  $\mu_{\mathcal{E}}$  — абсолютная магнитная проницаемость материала экрана, Гн/м;  $\sigma_{\mathcal{E}}$  — удельная проводимость материала экрана, Ом<sup>-1</sup>·м<sup>-1</sup>;  $f$  — частота, Гц.

Эффективность экранирования сплошного экрана  $\mathcal{E}$  удовлетворяет неравенству

$$\mathcal{E} > e^{\frac{d}{\delta}}$$

где  $d$  — толщина материала экрана, мм.

Эффективность будет велика, если толщина материала экрана существенно превосходит глубину проникновения ( $d \gg \delta$ ). Как правило, экран должен удовлетворять условию  $d \gg \delta$ . Чем больше магнитная проницаемость материала, чем меньше его удельное сопротивление и выше частота, тем меньше глубина проникновения поля в толщу экрана, тем тоньше может быть материал экрана. В то же время чем больше магнитная проницаемость и выше удельное сопротивление материала, тем больше потери энергии в экране.

На рисунке 7.1 приведены графики глубины проникновения токов высокой частоты в некоторые металлы. На графике не указана сталь, так как магнитная проницаемость ее на высоких частотах изменяется, в зависимости от ряда факторов, в том числе от частоты, с увеличением которой она уменьшается. До частоты в десятки мегагерц глубина проникновения поля в сталь значительно меньше, чем в магнитные металлы. Стальные экраны широко применяют для экранирования установок высокой и ультравысокой частоты в тех случаях, когда допустимы значительные потери мощности в экране. Для электромагнитного экранирования выгодно использовать материалы с хорошей электропроводностью, например латунь, алюминий. При малых глубинах проникновения поля в материал экрана толщину его выбирают с учетом механической прочности экрана.

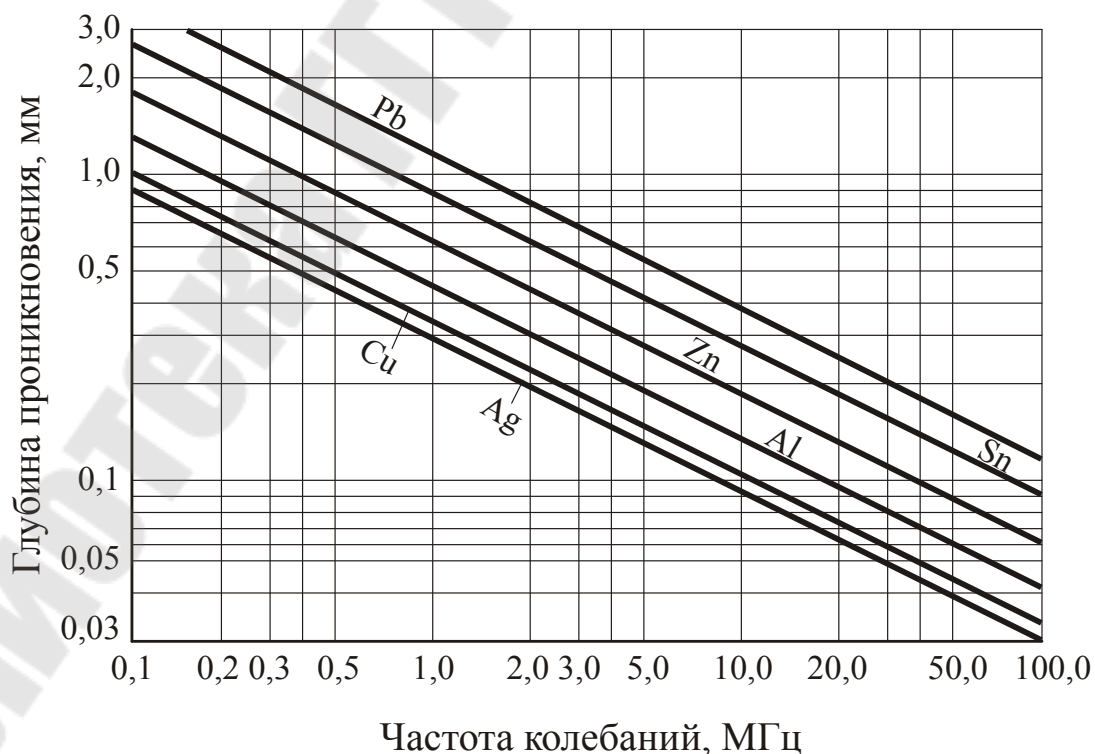


Рисунок 7.1 - Глубина проникновения электромагнитных полей в толщину экрана в зависимости от частоты колебаний

Сплошные металлические экраны надежно экранируют любые практически встречающиеся источники полей СВЧ. Даже при толщине экрана в 0,001 мм поле СВЧ ослабляется примерно на 50 дБ (в 105 раз). Значит, для экранирования можно использовать тонкую металлическую фольгу. Сетчатые экраны обладают худшими экранирующими свойствами по сравнению со сплошными экранами. Но они находят применение для ослабления потока мощности СВЧ на 20—30 дБ (в 102—103 раз), а также при необходимости улучшить вентиляцию или визуальное наблюдение за агрегатом. Эластичные экраны (из специальной ткани с вплетенной тонкой металлической сеткой) применяют для экранных штор, чехлов, спецодежды, и т.п. Защитные свойства такой ткани характеризуются ослаблением электромагнитного поля на 20—50 дБ (в 102—105 раз). Оптически прозрачное стекло, покрытое полупроводниковой двуокисью олова, создает ослабление более чем на 20 дБ.

Поглощающие экраны для покрытия экранирующих ограждений изготавливают из прессованных листов резины и других специальных материалов. Поглощают электромагнитную энергию аквадаг (коллоидно-графитовый препарат СБГ-1), известковая и меловая краски. Из специальных поглотителей применяют материалы марок ХВ — магнитодиэлектрические пластины, изготовленные на основе полихлорвиниловой смолы с наполнителем — карбонильным железом. Для усиления действия эти пластины с одной стороны обклеивают металлической фольгой либо запрессовывают в них мелкоячеистую латунную сетку.

Смотровые окна камер экранируют мелкоячеистой металлической сеткой (при плотном контакте по периметру окон) или для этой цели используют оптически прозрачное стекло со специальной экранирующей пленкой.

Общее экранирование — эффективный способ защиты работающих от воздействия электромагнитных полей. Лучшее решение этой проблемы — экранирование всех элементов установки одним кожухом-экраном (установки ВЧ промышленного нагрева).

Поблочное экранирование используют в том случае, когда общим экранированием установки затрудняется выполнение технологического процесса. Поблочное экранирование применяют в установках промышленного нагрева ВЧ и УВЧ. В виде отдельных блоков экранируют рабочие элементы (рис. 7.2) этих установок (конденсаторы, индукционные печи, закалочные индукторы и др.). При экранировании катушек, обтекаемых током большой величины (индукторов печных и закалочных трансформаторов), возникают затруднения, обусловленные главным образом потерями энергии в экране вследствие нагрева его магнитным полем катушки. Экранирование отдельных элементов высокочастотной установки будет эффективным в том случае, если экранирующие обо-

лочки отдельных элементов будут надежно соединены между собой и с корпусом генератора.

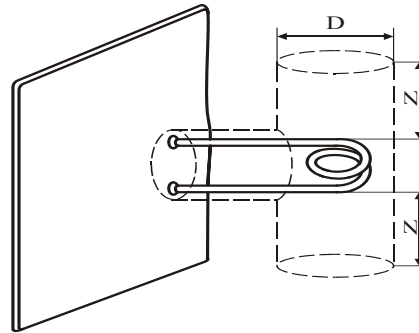


Рисунок 7.2 – Экранирование закалочного индуктора

Защита рабочего места. Защиту этого типа применяют, как правило, при испытании, настройке и регулировке аппаратуры СВЧ. Экранируют источник излучения (рисунок 7.3) или непосредственно рабочее место. Форму экрана и его размеры определяют по месту работы. Экран выполняют из металла и со стороны излучателя покрывают поглощающим материалом, чтобы снизить или исключить отражение от него электромагнитной энергии.

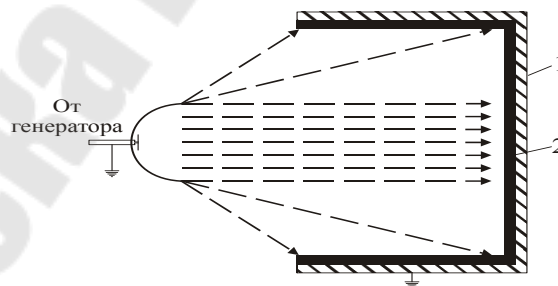


Рисунок 7.3 - Экранирование рабочего места от направленного излучения СВЧ: 1 — поглощающее покрытие, 2— экран

## ГЛАВА 2

### 1 МЕДИКО-СОЦИАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ ЗДОРОВЬЯ

Важнейшим критерием социального благополучия общества является здоровье населения. Сохранение здоровья — основная цель социальной работы, хотя в общественном сознании сохранение здоровья считается прерогативой медицины. Однако совершенно очевидно, что любые социальные услуги населению так или иначе затрагивают вопросы здоровья — касается ли это предоставления ночлега бездомным, распределения гуманитарной помощи малоимущим, оказания помощи престарелым и др. Все это помогает человеку выжить в тех условиях, в которых он оказался, а значит, положительно воздействует на здоровье. Именно поэтому разделение понятий "социальные услуги" и "медицинская работа" может быть только условным.

В экономически развитых странах многие десятилетия существует звено специалистов медико-социального профиля — социальных работников (social worker). Работа, которую они проводят, — это реальное воплощение принципов медико-социальной защиты населения, направленной на оказание конкретной помощи нуждающимся людям.

В Республике Беларусь социально-медицинская работа еще только начинает занимать свою нишу. Идет подготовка первых специалистов: социальных педагогов, социальных психологов и просто социальных работников.

**Охрана собственного здоровья** - это непосредственная обязанность каждого, он не вправе перекладывать ее на окружающих. Ведь нередко бывает и так, что человек неправильным образом жизни, вредными привычками, гиподинамией, перееданием уже к 20-30 годам доводит себя до катастрофического состояния и лишь тогда вспоминает о медицине.

Какой бы совершенной ни была медицина, она не может избавить каждого от всех болезней. Человек - сам творец своего здоровья, за которое надо бороться. С раннего возраста необходимо вести активный образ жизни, закаливаться, заниматься физкультурой и спортом, соблюдать правила личной гигиены, - словом, добиваться разумными путями подлинной гармонии здоровья.

### 2 ЗДОРОВЫЙ ОБРАЗ ЖИЗНИ И ЕГО СОСТАВЛЯЮЩИЕ.

#### 2.1. Здоровый образ жизни как фактор, влияющий на здоровье человека

**Здоровье** - это первая и важнейшая потребность человека, определяющая способность его к труду и обеспечивающая гармоническое развитие личности. Оно является важнейшей предпосылкой к познанию окружающего мира, к самоутверждению и счастью человека. Активная долгая жизнь - это важное слагаемое человеческого фактора.



**Здоровый образ жизни (ЗОЖ)** - это образ жизни, основанный на принципах нравственности, рационально организованный, активный, трудовой, закаляющий и, в то же время, защищающий от неблагоприятных воздействий окружающей среды, позволяющий до глубокой старости сохранять нравственное, психическое и физическое здоровье.

Существует три вида здоровья: физическое, психическое и нравственное (социальное):

➤ **Физическое здоровье** - это естественное состояние организма, обусловленное нормальным функционированием всех его органов и систем. Если хорошо работают все органы и системы, то и весь организм человека (система саморегулирующаяся) правильно функционирует и развивается.

➤ **Психическое здоровье** зависит от состояния головного мозга, оно характеризуется уровнем и качеством мышления, развитием внимания и памяти, степенью эмоциональной устойчивости, развитием волевых качеств.

➤ **Нравственное здоровье** определяется теми моральными принципами, которые являются основой социальной жизни человека, т.е. жизни в определенном человеческом обществе. Отличительными признаками нравственного здоровья человека являются, прежде всего, сознательное отношение к труду, овладение сокровищами культуры, активное неприятие нравов и привычек, противоречащих нормальному образу жизни. Физически и психически здоровый человек может быть нравственным уродом, если он пренебрегает нормами морали. Поэтому социальное здоровье считается высшей мерой человеческого здоровья. Нравственно здоровым людям присущ ряд общечеловеческих качеств, которые и делают их настоящими гражданами.

Здоровый и духовно развитый человек счастлив - он отлично себя чувствует, получает удовлетворение от своей работы, стремится к самоусовершенствованию, достигая неувядающей молодости духа и внутренней красоты.

Целостность человеческой личности проявляется, прежде всего, во взаимосвязи и взаимодействии психических и физических сил организма. Гармония психофизических сил организма повышает резервы здоровья, создает условия для творческого самовыражения в различных областях нашей жизни. Активный и здоровый человек надолго сохраняет молодость, продолжая созидательную деятельность, не позволяя "душе лениться".

## **2.2 Основы здорового образа жизни**

Здоровый образ жизни включает в себя следующие основные элементы: плодотворный труд, рациональный режим труда и отдыха, искоренение вредных привычек, оптимальный двигательный режим, личную гигиену, за-

каливание, рациональное питание и т.п.

**Плодотворный труд** - важный элемент здорового образа жизни. На здоровье человека оказывают влияние биологические и социальные факторы, главным из которых является труд.

**Рациональный режим труда и отдыха** - необходимый элемент здорового образа жизни. При правильном и строго соблюдаемом режиме вырабатывается четкий и необходимый ритм функционирования организма, что создает оптимальные условия для работы и отдыха и тем самым способствует укреплению здоровья, улучшению работоспособности и повышению производительности труда.

**Следующим звеном здорового образа жизни является искоренение вредных привычек (курение, алкоголь, наркотики).** Эти нарушители здоровья являются причиной многих заболеваний, резко сокращают продолжительность жизни, снижают работоспособность, пагубно отражаются на здоровье подрастающего поколения и на здоровье будущих детей.

Наука в настоящее время полностью исключает какую-либо пользу алкоголя и никотина, для организма. Вред же огромен. Вызывая целый ряд самых серьезных заболеваний, ухудшая течение любых болезней, алкоголь и табак сокращают саму жизнь человека.

Причина тяги человека к алкоголю и табаку лежит в его эйфорическом действии. Человек, выпив, чувствует себя более смелым, ему начинает казаться, что он с легкостью может преодолеть все трудности и житейские невзгоды. Это состояние особенно нравится слабым и безвольным натурам. После двух-трех таких приемов вступает в свои права наркотик, который постепенно захватывает человека полностью.

Ученные считают, что чаще всего впадают в зависимость от алкоголя и табакокурение недостаточно организованные личности, которые легко поддаются внушению, попадающие под влияние других, ранимые, неприспособленные к жизни, инфантильные, желающие уйти от действительности, не умеющие и неспособные перенести жизненные невзгоды.

Распространению пьянства, а курения в значительной мере способствует тот психологический климат, то отношение людей к употреблению алкоголя и табака, в котором живет и трудится человек. При этом общественное отношение к потреблению одурманивающих веществ начинается нередко с малого коллектива, друзей, товарищей.

Пьянство и курение получают все большее и большее распространение в нашей стране.

Ежегодно в стране прибавляется полмиллиона новых алкоголиков - это те, кого ставят на учет.

Каждый третий умерший - жертва алкоголя.

Глубокие и необратимые изменения возникают в организме человека под влиянием алкоголя и табака. Эти - яды очень коварны. Человеку кажется, что дурман этот легок и приятен, создает видимость веселья и хорошего настроения, словом, совершенно безобиден, а между тем в человеке идет накопление/тех тяжёлых последствий, которые в конце концов расстраивают

его здоровье, сокращают и без того короткую человеческую жизнь. Коварство этих ядов состоит и в том, что очень сложно избавиться от их пагубной зависимости.

**Наркотики.** Каждый человек по своей природе горд и свободолюбив. Никому из нас не чуждо чувство собственного достоинства и желание полноты жизни. Но то, как нас оценивают в обществе, за кого принимают, в полной мере зависит от нас самих, от нашего поведения, от наших действий. Человек волен руководить своими поступками, но есть сила, которая превращает человека в ничто, уравнивает с самым глупым и мерзким созданием. Лишает всего возвышенного, что выделяет его из окружающего мира существ.

Многие не знают и считают, что наркотики - морфин, кокаин, анаша, план, марихуана и т. д., являются предметом контрабанды, и совсем выпускают из поля зрения, мысленно облагораживая, алкоголь и никотин - "мины замедленного действия", которые, вызывая стойкое привыкание и болезненное пристрастие к себе, на протяжении долгих лет творят в организме человека свою грязную работу, разлагая его как физически, так и морально.

Человек, потребляющий наркотики в любом виде, становится слабым, легко поддается дурному влиянию, т. к. кора" больших полушарий у него заблокирована, воля парализована, он становится легкой "добычей" любого нечестного человека, инстинкт самосохранения у него не срабатывает. Даже при однократном опьянении девушки становятся легкой добычей и зарабатывают себе различные вензаболевания.

**Оптимальный двигательный режим** - важнейшее условие здорового образа жизни. Его основу составляют систематические занятия физическими упражнениями и спортом, эффективно решающие задачи укрепления здоровья и развития физических способностей молодежи, сохранения здоровья и двигательных навыков, усиления профилактики неблагоприятных возрастных изменений. При этом физическая культура и спорт выступают как важнейшее средство воспитания.

Полезно ходить по лестнице, не пользуясь лифтом. По утверждению американских врачей каждая ступенька дарит человеку 4 секунды жизни. 70 ступенек сжигают 28 калорий.

Основными качествами, характеризующими физическое развитие человека, являются сила, быстрота, ловкость, гибкость и выносливость. Совершенствование каждого из этих качеств способствует и укреплению здоровья, но далеко не в одинаковой мере. Можно стать очень быстрым, тренируясь в беге на короткие дистанции. Наконец, очень неплохо стать ловким и гибким, применяя гимнастические и акробатические упражнения. Однако при всем этом не удастся сформировать достаточную устойчивость к болезнетворным воздействиям.

Для эффективного оздоровления и профилактики болезней необходимо тренировать и совершенствовать в первую очередь самое ценное качество - выносливость в сочетании с закаливанием и другими компонентами здорового образа жизни, что обеспечит растущему организму надежный щит против многих болезней.

Важность проблемы оптимальной двигательной активности в жизни современного человека четко формулируется в высказывании американского пропагандиста и практика здорового образа жизни К. Купера: "В течение многих тысячелетий человек формировал себя в физической работе. Сейчас с драматической внезапностью ломается модель, созданная эволюцией".

Действительно, тысячелетиями жизнь людей была связана с физическими усилиями при трудовой деятельности. В течение настоящего столетия ситуация принципиально изменилась, сейчас доля физических усилий не превышает 8% (в XIX веке около 90%), возник дефицит двигательной активности.

Недостаток движения - гипокинезия - вызывает целый комплекс изменений в функционировании организма, который принято обозначать как гиподинамию. Последняя начинает сказываться в онтогенезе очень рано. Так, в дошкольных учреждениях двигательный компонент в режиме дня ребенка не превышает 30% времени бодрствования при нормируемой его продолжительности не менее 50%. В школьных же возрастах у 50% 6-8-летних, у 60% 9-12-летних и у 80% старшеклассников отмечается выраженная степень двигательной недостаточности.

Мышечная активность является одним из механизмов интеграции функциональных систем и их сонастраивания на данный уровень активности. Нарушение же этого механизма ведет к функциональной переориентации, когда каждая из систем начинает работать преимущественно на компенсацию самого слабого звена в организме, которое в данный момент отличается наибольшим напряжением функций. Снижение двигательной активности ведет к компенсаторной перестройке всех видов обмена веществ: минерального, жирового, белкового, углеводного, водного. Гиподинамия выключает конечное звено стрессовой реакции - движение. Это ведет к напряжению центральной нервной системы, что в условиях и без того высоких информационных и социальных перегрузок современного человека закономерно ведет к переходу стресса в дистресс. Гиподинамия, кроме того, вызывает заметные изменения в иммунологических свойствах организма и в терморегуляции.

Процесс цивилизации сопровождается все более отчетливой тенденцией к снижению двигательной активности человека и возрастанию нагрузки на его мозг. Это вызвало нарушение сложившегося в эволюции соотношения между сторонами жизнедеятельности, когда мышечная деятельность является конечным, исполнительным звеном психических процессов, поскольку между ними существует прямая зависимость.

Современная учеба и автоматизированное производство создают выраженное эмоциональное напряжение, которое не сопровождается активной двигательной деятельностью.

В сложившейся ситуации выход может быть только в целенаправленной физической культуре, которая могла бы компенсировать возникший двигательный дефицит.

Валеологическая концепция влияния физических нагрузок на организм должна основываться на том, что двигательная активность является необхо-

димым условием поддержания состояния здоровья, фактором совершенствования механизмов адаптации, главным фактором физического развития в детском возрасте.

Набор физических упражнений и режим их использования должен быть сугубо индивидуальным для каждого человека в зависимости от его пола, возраста, профессии, семейного положения, режима работы, типа конституции, имеющегося двигательного опыта и т. д.

Отдельного разговора следует уделить вопросу о физической культуре работников умственного труда. Это обусловлено спецификой влияния этого вида профессиональной деятельности на организм человека. В частности, умственный труд характеризуется следующими особенностями:

- напряжение мыслительных процессов с высокой динамичностью и силой возбuditельно-тормозных процессов в ЦНС;
- неравномерность нагрузки, необходимость принимать срочные и нестандартные решения, возможность возникновения конфликтных ситуаций;
- нерегламентированный график, периодически возникающие возрастания степени нервно-эмоционального напряжения;
- напряжение отдельных анализаторов и внимания;
- сложность взаимоотношений с окружающими;
- большой и плотный поток информации, напряжение памяти, внимания, восприятия и воспроизведения новой информации;
- низкая двигательная активность.

При мыслительной работе происходят сосудистые реакции, противоположные тем, которые бывают при мышечной работе: кровенаполнение сосудов мозга, сужение периферийных сосудов конечностей, расширение сосудов внутренних органов и т. д. Когда же такой труд сопровождается нервно-эмоциональным напряжением, происходит резкая активизация кровообращения с повышением частоты пульса, артериального давления, наступают изменения в ритме и частоте дыхания, снижается насыщение крови кислородом, нарушается терморегуляция и отмечаются многие другие неблагоприятные изменения, нарушающие состояние организма. Специфика умственного труда заключается и в том, что после прекращения работы мысли о ней, "рабочая доминанта" сохраняются еще довольно долго. В результате оказывается, что неправильно организованная умственная работа быстро приводит к функциональному утомлению.

При умственной деятельности происходит напряжение мышц лица, шеи и плечевого пояса, так как их активность тесно связана с нервными центрами, управляющими вниманием, эмоциями и речью. В этих условиях длительная импульсация от напряженных мышц создает утомление в соответствующих участках ЦНС, и работоспособность снижается. Естественной мерой предупреждения этого явления могут быть активные движения, освобождающие мышцы от излишнего напряжения.

Не менее важно для поддержания высокой умственной работоспособности и состояние мускулатуры, так как между такими показателями первой как устойчивость и активность внимания, памяти, восприятия и быстроты передачи информации и др., и уровнем физической подготовленности человека существует прямая зависимость.

Оптимально подобранная мышечная нагрузка повышает общий эмоциональный тонус, создавая устойчивое настроение, которое служит благоприятным фоном для умственной деятельности и предупреждает раннее развитие утомления. Физические упражнения оказывают на умственную работоспособность либо непосредственное благоприятное влияние по механизму активного отдыха, либо отдаленное спустя некоторое время, либо в виде кумулятивного (накапливающего) эффекта от многократного в течение определенного (недель, месяцев) времени влияния.

Подводя итог вышесказанному, необходимо отметить, что полноценная двигательная активность является неотъемлемой частью здорового образа жизни, оказывающей влияние практически на все стороны жизнедеятельности человека как в профессиональной, так и в бытовой, досуговой и других сторонах его жизни.

**Закаливание** - мощное оздоровительное средство. Оно позволяет избежать многих болезней, продлить жизнь на долгие годы, сохранить высокую работоспособность. Закаливание оказывает общеукрепляющее действие на организм, повышает тонус нервной системы, улучшает кровообращение, нормализует обмен веществ.

Еще одним важным элементом здорового образа жизни является личная гигиена.

**Личная гигиена** – она включает в себя рациональный суточный режим, уход за телом, гигиену одежды и обуви. Особое значение имеет и режим дня. При правильном и строгом его соблюдении вырабатывается четкий ритм функционирования организма. А это, в свою очередь, создает наилучшие условия для работы и восстановления.

Неодинаковые условия жизни, труда и быта, индивидуальные различия людей не позволяют рекомендовать один вариант суточного режима для всех. Однако его основные положения должны соблюдаться всеми: выполнение различных видов деятельности в строго определенное время, правильное чередование работы и отдыха, регулярное питание. Особое внимание нужно уделять сну - основному и ничем не заменимому виду отдыха. Постоянное недосыпание опасно тем, что может вызвать истощение нервной системы, ослабление защитных сил организма, снижение работоспособности, ухудшение самочувствия.

Изучение заболеваемости привело к выводу, что причиной подавляющего большинства заболеваний являются различные нарушения режима. Беспорядочный прием пищи в различное время неизбежно ведет к желудочно-кишечным заболеваниям, отход ко сну в различное время - к бессоннице и нервному истощению, нарушение планомерного распределения работы и отдыха снижает работоспособность.

Режим имеет не только оздоровительное, но и воспитательное значение. Строгое его соблюдение воспитывает такие качества, как дисциплинированность, аккуратность, организованность, целеустремленность. Режим позволяет человеку рационально использовать каждый час, каждую минуту своего времени, что значительно расширяет возможность разносторонней и содержательной жизни. Каждому человеку следует выработать режим, исходя из конкретных условий своей жизни.

Важно соблюдать следующий распорядок дня:

- вставать ежедневно в одно и то же время,
- заниматься регулярно утренней гимнастикой,
- есть в установленные часы,
- чередовать умственный труд с физическими упражнениями,
- соблюдать правила личной гигиены,
- следить за чистотой тела, одежды, обуви,
- работать и спать в хорошо проветриваемом помещении,
- ложиться спать в одно и то же время!

**Следующей составляющей здорового образа жизни является рациональное питание.**

Организм человека как открытая система постоянно обменивается с окружающей среды веществом и энергией. Нет ничего удивительного в изречении Гиппократ о том, что "если отец болезни не всегда известен, то всегда мать ее - пища" (безусловно, под последней великий врачеватель имел в виду неправильное питание). В настоящее время проблема питания приобрела особую остроту не только (и даже не столько) из-за социально-экономических неурядиц в стране, но, прежде всего, из-за самой культуры питания, которая в полной мере соответствовала бы валеологическим предпосылкам. С другой стороны, ни одна другая сторона жизнедеятельности человека не связана с таким количеством псевдонаучных представлений, как питание, потому что стройной научной системы о питании до сих пор нет. Есть лишь наука о питании больного человека (диетология), хотя заметные шаги к созданию научно обоснованной теории рационального питания уже сделаны.

Под рациональным питанием понимают правильно подобранный рацион, который отвечает индивидуальным особенностям организма, учитывает характер труда, половые и возрастные особенности, климатогеографические условия проживания.

С понятием рационального питания неразрывно связано определение его физиологических норм. Они являются средними ориентировочными величинами, отражающими оптимальные потребности отдельных групп населения в основных пищевых веществах и энергии.

Понятие рационального питания включает соблюдение трех основных принципов:

- обеспечение баланса энергии, поступающей с пищей, и расходуемой человеком в процессе жизнедеятельности;
- удовлетворение потребности организма в определенных пищевых веществах;
- соблюдение режима питания.

Питание должно удовлетворять потребность организма во всех необходимых пищевых компонентах: белках, жирах, углеводах, витаминах, воде, минеральных веществах, клетчатке и т. д.

Естественно, что обеспечение этого условия требует четкого планирования пищевого рациона. При этом следует обязательно учитывать не только потребности человека, но и его индивидуальные, профессиональные, бытовые и прочие особенности, а так же текущее функциональное состояние. Так, для людей астенического телосложения (тонкокостный, худощавый человек с узкой грудной клеткой, высокой активностью обменных процессов) рекомендуется больше употреблять калорийных продуктов, таких как зерновые, сладкие ягоды и фрукты, слабо термически обработанные овощи, растительные и животные жиры, мясо птицы, рыбу, кисломолочные продукты и т. д.

Для людей гиперстенического телосложения (мощные кости, хорошо развитая мышечная система, склонность к накоплению массы тела, пониженная активность обменных процессов) может быть рекомендована преимущественно легкая пища: крупы, растительные масла, фрукты и овощи с высоким содержанием клетчатки, бобовые, специи, мясо птицы и др.

Промежуточный вариант пищи рекомендуется людям нормостенического телосложения (среднее телосложение, средняя активность обмена веществ). При выборе пищевого рациона особое внимание следует обращать и на уровень умственной работоспособности человека и на тип его высшей нервной деятельности.

При планировании и выборе рациона питания следует отдавать предпочтение продуктам, выращенным в своем регионе. Предпосылкой такой рекомендации является то, что растения обычно вырабатывают те вещества, которые помогают им противодействовать неблагоприятным местным условиям, - естественно, что потребляющий эти продукты человек, сам являющийся биочастицей данного региона, повышает свои адаптационные возможности. Не меньшее значение имеет и соответствие характера питания сезонам годового цикла. Так, при внешней жаре летом воспроизводство тепла организм уменьшает, а теплопотерю увеличивает употребление сырых растительных продуктов, имеющих значительное содержание влаги, низкую калорийность. Зимой же предпочтительнее употребление натуральных продуктов, имеющих не только высокий энергопотенциал (жиры, каши, орехи), но и стимулирующих теплообразование (мясо, птица), и содержащих в концентрированном виде обилие биологически активных веществ (например, сухофрукты).

Принципиальным является вопрос о физиологических предпосылках голода - когда, сколько и как надо есть. Голод возникает как результат сни-



жения концентрации питательных веществ в крови (в первую очередь - углеводов). Когда такая "голодная" кровь поступает к центру голода, в последнем возникает возбуждение, приобретающее форму доминанты, которой подчиняется с этого момента вся жизнедеятельность организма. Причем чем сильнее голод, тем активнее доминанта, и как результат требуется затрата больших усилий на добычу пищи, так как возмещение дефицита питательных веществ требует и большего ее объема.

У современного человека, превратившего прием пищи в удовольствие, ситуация складывается другим образом. Во-первых, он ест не при ощущении голода, а при появлении аппетита, который в отличие от материально обусловленных физиологических предпосылок, вызывающих голод (снижение содержания питательных веществ в крови), имеет, в основном, психологическую природу (предвкушение удовольствия). Во-вторых, чаще всего непосредственному получению пищи не предшествует необходимость затраты физических усилий, что делает желаемый прием пищи еще более привлекательным. В-третьих, придание пище приятных вкусовых качеств значительно повышает тягу человека к ее приему.

Проблему голода и аппетита у человека можно решить в какой-то степени за счет регламентации нескольких факторов, имеющих как физиологический, так и поведенческий, и психологический характер.

К физиологическим факторам следует отнести те обстоятельства, которые связаны с особенностями пищеварения и обмена веществ, состоянием пищевого центра и, прежде всего, характером всасывания различных пищевых веществ в желудочно-кишечном тракте.

К поведенческим факторам организации приема пищи следует отнести следующие. Прежде всего, пищу надо "заслужить", то есть до ее приема необходимо добиться снижения концентрации питательных веществ в крови. Естественно, что для этого наилучшим средством является двигательная активность.

Во многих странах обычно ставят на стол такое количество пищи, которое должно лишь удовлетворять голод, и не более. В России же традиционно выставляется столько еды, чтобы твердо быть уверенным в ее достаточности, что неизбежно делает человека заложником избыточного питания.

К психологическим факторам следует отнести целый ряд обстоятельств. Хорошо известно условие: из-за стола надо вставать с чувством легкого недоедания. При приеме пищи должна быть спокойная обстановка, позволяющая человеку полностью отключаться от текущих событий и отдаваться еде. Это позволяет получить из пищи все, что составляет ее суть как источника вещества, энергии и информации.

В основе построения рационального режима питания должны лежать генотипические особенности человека, возраст, пол, характер жизнедеятельности, привычки и профессия, семейное положение и двигательная активность. С учетом этих факторов следует предусмотреть при организации своего питания следующие обстоятельства:

- время и частота приема пищи должны согласовываться с режимом работы (учебы);
- при малой двигательной активности каждому приему пищи должны предшествовать хотя бы 10-15-минутные физические упражнения (гимнастические упражнения, ходьба, танцы и т. п.);
- при высокой двигательной активности в рационе должна быть предусмотрена соответствующая углеводная и белковая компенсация;
- пищевой рацион для растущего организма должен отличаться положительным балансом прихода против расхода, что обеспечивает преобладающий анаболизм;
- основным показателем сбалансированного питания должен быть высокий уровень здоровья, а у взрослого человека - еще и неизменная масса тела;
- пищу следует "заслужить", то есть питание должно не создавать запасы необходимых веществ для последующей жизнедеятельности, а быть результатом этой жизнедеятельности;
- напряженной работе должна предшествовать легкая пища, следовать за такой работой - плотная еда.

Не вызывает сомнения, что питание человека является одним из важнейших факторов его жизнедеятельности. Правильная организация питания позволяет поддерживать и укреплять здоровье, а нарушение, как это, к сожалению, чаще всего и бывает в современном мире, ведет к возникновению многих функциональных нарушений и заболеваний.

Рациональное питание обеспечивает правильный рост и формирование организма, способствует сохранению здоровья, высокой работоспособности и продлению жизни.

Лицам, страдающим хроническими заболеваниями, нужно соблюдать диету.

### **3 ФАКТОРЫ ВЛИЯЮЩИЕ НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА**

Чтобы укреплять и сохранять здоровье здоровых, то есть управлять им, необходима информация как об условиях формирования здоровья (характере реализации генофонда, состоянии окружающей среды, образе жизни и т. п.), так и конечном результате процессов их отражения (конкретных показателях состояния здоровья индивида или популяции).

Эксперты Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) в 80-х гг. XX в. определили ориентировочное соотношение различных факторов обеспечения здоровья современного человека, выделив в качестве основных четыре группы таких факторов.

- генетические факторы - 15-20%;
- состояние окружающей среды - 20-25%;

- медицинское обеспечение - 10-15%;
- условия и образ жизни людей - 50-55%.

Величина вклада отдельных факторов разной природы на показатели здоровья зависит от возраста, пола и индивидуально-типологических особенностей человека. Содержание каждого из факторов обеспечения здоровья можно определить следующим образом (табл. 3.1).

Таблица 3.1 - Факторы, влияющие на здоровье человека

Сфера влияния факторов	Факторы	
	Укрепляющие здоровье	Ухудшающие здоровье
Генетические	Здоровая наследственность. Отсутствие морфофункциональных предпосылок возникновения заболевания.	Наследственные заболевания и нарушения. Наследственная предрасположенность к заболеваниям
Состояние окружающей среды	Хорошие бытовые и производственные условия, благоприятные климатические и природные условия, экологически благоприятная среда обитания.	Вредные условия быта и производства, неблагоприятные климатические и природные условия, нарушение экологической обстановки.
Медицинское обеспечение	Медицинский скрининг, высокий уровень профилактических мероприятий, своевременная и полноценная медицинская помощь.	Отсутствие постоянного медицинского контроля за динамикой здоровья, низкий уровень первичной профилактики, некачественное медицинское обслуживание.

Функциональной же структурой понятия «образ жизни» являются такие аспекты, как трудовая, социальная, интеллектуальная (психологическая установка, характер умственной деятельности), физическая и медицинская активность. То есть в проблеме здоровья, прежде всего, выделяются социальные и личностные предпосылки и лишь в последнюю очередь — медицинские. В этом отношении представляют интерес данные о зависимости отдельных заболеваний и нарушений от различных факторов (таблица 3.2).

Нетрудно видеть, что из всех приведенных заболеваний и нарушений (а на их долю приходится более 90% смертельных исходов в стране), лишь в двух случаях (диабет, пневмония) решающим фактором риска является не образ жизни. Однако в сложившейся ситуации решение возможно лишь при координации усилий всех государственных и внегосударственных институтов, имеющих дело с человеком, — без этого невозможно всерьез приступить к разрешению острой проблемы здоровья.

Таблица 3.2 - Распределение факторов риска при различных заболеваниях и нарушениях

Заболевание	Неблагоприятный фактор, в процентах			
	Генетические факторы	Внешняя среда	Медицинское обеспечение	Образ жизни
ИБС	18	12	10	60
Рак	26	19	10	45
Диабет	53	2	10	35
Пневмония	18	43	20	19
Цирроз печени	18	9	3	70
Самоубийства	25	15	3	55
Транспортный травматизм	3	27	5	65

### 3.1. Генетические факторы

Кроме этого, необходимо учитывать еще объективный фактор воздействия на здоровье - **наследственность**. Это присущее всем организмам свойство повторять в ряду поколений одинаковые признаки и особенности развития, способность передавать от одного поколения к другому материальные структуры клетки, содержащие программы развития из них новых особей.

Онтогенетическое развитие дочерних организмов предопределяется той наследственной программой, которую они наследуют с родительскими хромосомами.

Наследственность и среда выступают в качестве этиологических факторов и играют роль в патогенезе любого заболевания человека, однако доля их участия при каждой болезни своя, причем, чем больше доля одного фактора, тем меньше вклад другого. Все формы патологии с этой точки зрения можно разделить на четыре группы, между которыми нет резких границ.

Первую группу составляют собственно наследственные заболевания, у которых этиологическую роль играет патологический ген, роль среды заключается в модификации лишь проявлений заболевания. В эту группу входят моногенно обусловленные болезни (такие, например, как фенилкетонурия, гемофилия), а также хромосомные болезни. Эти заболевания передаются из поколения в поколение через половые клетки.

Вторая группа - это тоже наследственные болезни, обусловленные патологической мутацией, однако для их проявления необходимо специфическое воздействие среды. В некоторых случаях "проявляющее" действие среды очень наглядно, и с исчезновением действия средового фактора клинические проявления становятся менее выраженными. Таковы проявления недостаточности гемоглобина HbS у его гетерозиготных носителей при пониженном парциальном давлении кислорода. В других случаях (например, при по-

дагре) для проявления патологического гена необходимо длительное неблагоприятное воздействие среды.

Третью группу составляет подавляющее число распространенных болезней, особенно болезней зрелого и преклонного возраста (гипертоническая болезнь, язвенная болезнь желудка, большинство злокачественных образований и др.). Основным этиологическим фактором в их возникновении служит неблагоприятное воздействие среды, однако реализация действия фактора зависит от индивидуальной генетически детерминируемой предрасположенности организма, в связи с чем эти болезни называют мультифакториальными, или болезнями с наследственным предрасположением.

Необходимо отметить, что разные болезни с наследственным предрасположением неодинаковы по относительной роли наследственности и среды. Среди них можно было бы выделить болезни со слабой, умеренной и высокой степенью наследственного предрасположения.

Четвертая группа болезней - это сравнительно немногие формы патологии, в возникновении которых исключительную роль играет фактор среды. Обычно это экстремальный средовой фактор, по отношению к действию которого организм не имеет средств защиты (травмы, особо опасные инфекции). Генетические факторы в этом случае играют роль в течении болезни, влияют на ее исход.

Статистика показывает, что в структуре наследственной патологии преимущественное место принадлежит заболеваниям, связанным с образом жизни и со здоровьем будущих родителей и матери в период беременности.

Таким образом, не вызывает сомнения заметная роль, которую играют наследственные факторы в обеспечении здоровья человека. В то же время в подавляющем числе случаев учет этих факторов через рационализацию образа жизни человека может сделать его жизнь здоровой и долговечной. И, наоборот, недоучет типологических особенностей человека ведет к уязвимости и беззащитности перед действием неблагоприятных условий и обстоятельств жизни.

### **3.2. Состояние окружающей среды**

Биологические особенности организма - это основа, на которой зиждется здоровье человека. В формировании здоровья важна роль генетических факторов. Однако генетическая программа, получаемая человеком, обеспечивает его развитие при наличии определенных условий окружающей среды.

"Организм без внешней среды, поддерживающей его существование, невозможен" - в этой мысли И.М. Сеченова заложено неразрывное единство человека и среды его обитания.

Каждый организм находится в многообразных взаимных связях с факторами окружающей среды, как абиотическими (геофизическими, геохимическими), так и биотическими (живыми организмами того же и других видов).

Под окружающей средой принято понимать целостную систему взаимосвязанных природных и антропогенных объектов и явлений, в которой протекает труд, быт и отдых людей. Это понятие включает в себя социальные, природные и искусственно создаваемые физические, химические и биологические факторы, то есть все то, что прямо или косвенно воздействует на жизнь, здоровье и деятельность человека.

Человек, как живая система, является составной частью биосферы. Воздействие человека на биосферу связано не столько с его биологической, сколько с трудовой деятельностью. Известно, что технические системы оказывают химическое и физическое воздействие на биосферу по следующим каналам:

- через атмосферу (использование и выделение различных газов нарушает естественный газообмен);
- через гидросферу (загрязнение химическими веществами и нефтью рек, морей и океанов);
- через литосферу (использование полезных ископаемых, загрязнение почв промышленными отходами и т. д.).

Очевидно, что результаты технической деятельности влияют на те параметры биосферы, которые обеспечивают возможность жизни на планете. Жизнь человека, как и человеческого общества в целом, невозможна без окружающей среды, без природы. Человеку как живому организму присущ обмен веществ с окружающей средой, который является основным условием существования любого живого организма.

Организм человека во многом связан с остальными компонентами биосферы - растениями, насекомыми, микроорганизмами и т. д., то есть его сложный организм входит в общий круговорот веществ и подчиняется его законам.

Непрерывный приток атмосферного кислорода, питьевой воды, пищи абсолютно необходим для существования и биологической деятельности человека. Человеческий организм подчинен суточным и сезонным ритмам, реагирует на сезонные изменения температуры окружающей среды, интенсивности солнечного излучения и т. п.

Вместе с тем человек является частью особой социальной среды - общества. Человек - существо не только биологическое, но и социальное. Очевидная социальная основа существования человека как элемента общественной структуры является ведущей, опосредующей его биологические способы существования и отправления физиологических функций.

Учение о социальной сущности человека показывает, что необходимо планировать создание таких социальных условий его развития, в которых могли бы развернуться все его сущностные силы. В стратегическом плане в оптимизации условий жизни и стабилизации здоровья человека самым важным является разработка и введение научно обоснованной генеральной программы развития биосферных систем в урбанизированной среде и совершенствования демократической формы общественного устройства.

### 3.2.1. Погода и здоровье

**Метеочувствительность** – предрасположенность организма к возникновению неблагоприятных реакций, связанных с изменением погодных условий. Такие неблагоприятные реакции, связанные с изменением погодных условий получили название метеотропных или метеопатических. Здоровые люди обычно не реагируют на изменение погодных условий благодаря наличию хороших адаптационных возможностей. Организм здорового человека находится в своеобразном динамическом равновесии с окружающими его условиями внешней среды. Он гибко подстраивается к изменяющейся ситуации, при этом решающую роль в приспособлении играют нервная и сердечно-сосудистая системы. Скоординированная и гибкая реакция сердечно-сосудистой системы позволяет регулировать выработку и отдачу тепла, повышать или понижать тонус сосудов, изменять величину сердечного выброса. Поэтому у здорового человека метеорологические колебания проходят незаметно, не причиняя особого беспокойства. Для здорового человека такие колебания являются тренирующим фактором, поддерживающим основные регулирующие системы на оптимальном уровне функционирования. Появление метеочувствительности свидетельствует о значительном ослаблении адаптационных процессов или о наличии какой-то скрытой патологии. К причинам, приводящим к нарушению механизмов адаптации, можно отнести чрезмерную изменчивость современного человека, наличие различных факторов риска, возраст. Установлено, что чем больше человек окружает себя комфортными условиями, тем более он зависит от колебаний погоды. Так у людей, проживающих в сельской местности, метеочувствительность отмечается в три раза реже, чем у городских жителей. У лиц с так называемыми факторами риска (курением, избыточным весом, малоподвижным образом жизни) гибкость адаптационных процессов также существенно ослабевает. С возрастом регуляция приспособительных процессов отличается большей инерционностью, и при быстро меняющейся погоде организм не успевает перестроиться, что приводит к возникновению метеопатических реакций.

*Различают три стадии метеочувствительности:*

➤ слабо выраженные реакции 1-й степени, характеризующиеся преимущественно субъективными симптомами без явлений интоксикации, повышения температуры (головные боли, нарушение сна, боли в груди, суставах и мышцах, в области груди);

➤ средние выраженные реакции 2-й степени – объективные симптомы с присоединением явлений интоксикации. Отмечаются изменения артериального давления, электрокардиограммы. Отмечаются заболевания, в основном простудного характера (ангина);

➤ сильно выраженные реакции 3-й степени, проявляющиеся обострением основного заболевания (гипертонический криз, приступы стенокардии, обострение хронической пневмонии, астмоидное состояние). Данная степень проявляется пятью типами метеопатических реакций: сердечный, мозговой, смешанный, астеноневротический, неопределенный.

Так, при сердечном типе возникают боли в области сердца, одышка. Мозговой тип характеризуется головными болями, головокружениями, шумом и звоном в голове. Смешанный тип – сочетание сердечных и нервных нарушений. При астеноневротическом типе отмечаются повышенная возбудимость, раздражительность, бессонница, изменяется артериальное давление. Встречаются люди, которые не могут четко локализовать проявления метеочувствительности. Это неопределенный тип реакции: общая слабость, боль и ломота в суставах, мышцах.

К ритмическим изменениям интенсивности и характера климата и погоды, связанных со сменой дня и ночи, сезона года, человек в целом приспособился. Большинство людей воспринимают такие изменения без каких-либо неблагоприятных проявлений. Иная реакция отмечается при воздействии резких изменений погоды, зависящих от смены воздушных масс или влияния гелиогеофизических факторов. И в этих случаях большинство здоровых людей с хорошо развитыми физиологическими приспособительными механизмами не отмечают в своем самочувствии или состоянии каких-либо изменений. Подобные люди, как правило, здоровые и называются метеоустойчивыми, метеостабильными, или метеорезистентными. Вместе с тем повышенная чувствительность к переменам погодных условий проявляется и у здоровых людей ухудшением настроения, снижением работоспособности, повышением раздражительности и другими общими реакциями.

Наряду с этим имеются люди, главным образом больные, чувствительные к таким изменениям погоды. Это метеолабильные, или метеочувствительные, люди. Число метеолабильных больных различно в зависимости от вида патологии, возраста, типа высшей нервной деятельности и варьирует среди различных континентов в широких пределах – от 10-30 до 80-100%.



У метеолабильных людей неблагоприятные изменения погоды вызывают различные проявления в виде метеотропных реакций. Характер метеотропной реакции зависит от вида заболевания, типа высшей нервной деятельности, исходного состояния организма, особенностей труда и быта. У большинства метеолабильных людей неблагоприятная погода вызывает ухудшение общего самочувствия, нарушение сна, чувство тревоги, головокружение, снижение работоспособности, быструю утомляемость. Резко меняется артериальное давление, ощущается боль в области сердца. При этом изменяется, чаще снижается, чувствительность к лекарственным веществам. Неблагоприятная погода отрицательно сказывается на течении многих заболеваний сердечно-сосудистой системы, органов дыхания, эндокринной и пищеварительной систем.

**Медико-социальная оценка погодных условий по сезонам года на территории Республики Беларусь.** Формирование погоды в республике происходит под влиянием течений циклонических масс влажного воздуха из Северной Атлантики, холодного арктического, ограниченных потоков теплового тропического и внутриматериковых восточных антициклонов.

Чередование различных воздушных фронтов, циклонов и антициклонов делает погоду Беларуси неустойчивой, особенно весной и осенью. Отмечаются резкие перепады температуры, барометрического давления и влажности, изменения направления и силы ветра, выпадение осадков. Все это отражается на состоянии здоровья населения.

Очень высокая температура воздуха (больше 30<sup>0</sup>) и низкая влажность на территории Республики Беларусь в летний период неблагоприятно воздействует на организм человека. У людей отмечаются вялость, слабость, беспокойство, сердцебиения, шум в ушах, ощущение духоты и т.п. При работе на солнце возможны ожоги открытых частей тела, перегревание организма, тепловые удары, особенно у людей с сердечно-сосудистой патологией.

При прохождении над поверхностью Беларуси теплых и холодных атмосферных фронтов отмечаются неблагоприятные погодные явления: сильные ветры, ливневые дожди, пыльные бури, грозы, град, снежные заносы, большие морозы, оттепели. Так, ураганные ветры (15 м/с и больше) ежегодно наблюдаются в восточных и южных районах республики в летнее время (май-июнь). Данные ветры могут повреждать и разрушать постройки, при этом отмечаются травмирование и гибель людей. Сильные ветры вызывают пыльные бури, которые чаще возникают в мае (3-4 раза). При этом вместе с частицами пыли переносятся микробы, простейшие, грибки, яйца гельминтов и другие возбудители инфекционных и паразитарных заболеваний. Во время дождя они оседают на землю и смываются в ручьи, реки, озера, каналы, водой которых пользует-

ется население. В летнее время (июль-август) образуются смерчи. Они движутся полосой с юго-запада на северо-восток. За лето в южных районах образуется от 1-2 до 5 и более смерчей. При этом отмечается гибель людей.

Град выпадает в южных и западных районах с мая по сентябрь. За летний период наблюдается от 1-5 до 8-11 дней с градом. Распространяется град полосой с большой скоростью, иногда покрывая землю на 4-5 см. Вес отдельных градин достигает 100-200 грамм и больше. Град может травмировать людей, посеvy, домашний скот.

Затяжные ливневые дожди обычно отмечаются в июле – августе; чаще в южных и юго-западных частях. Иногда за один день выпадает среднемесячная норма осадков (100-129 мм). В летнее время ливневые дожди приводят к паводкам в поймах рек. Тепловые дожди способствуют обильному разрастанию влаголюбивой растительности и массовому размножению насекомых, мышевидных грызунов.

Во время наводнений нарушаются нормальные жилищно-бытовые условия, затрудняются наземная связь и сообщения, понижается санитарное состояние населенных пунктов, возникает опасность нарушения работы водопроводных и канализационных систем, возрастает число травм, охлаждений и заболеваний среди населения, затрудняется медицинское обслуживание жителей.

Для северной и центральной частей Беларуси характерны частые и сильные грозы. С мая по октябрь (иногда в январе – феврале) может быть до 30-40 дней с грозами. Грозы сопровождаются ливневыми дождями, градом. Нередко молнии вызывают пожары, повреждают деревья и столбы, убивают людей и животных. До начала грозы у некоторых людей появляются вялость, слабость, беспокойство, изменяются кровонаполнение сосудов и скорость кровотока. Грозовые явления неблагоприятно влияют на больных сердечно-сосудистыми заболеваниями.

Проникновение влажного атлантического воздуха на территорию республики, большое количество водоемов и лесных массивов благоприятствуют возникновению туманов. Чаще туманы образуются в октябре – ноябре (8-10 дней в месяц) в замкнутых котлованах и над водой. На южную часть приходится 46-48 дней в год с туманами, на северную и восточную – 60-76. В отдельные годы число их возрастает до 100 и более. Туманы ограничивают сельскохозяйственные работы на полях, авиа- и автодвижение. Из-за ухудшения видимости на дорогах возрастает число автомобильных происшествий.

Нередко после вытеснения морского воздуха холодным вслед за оттепелью, наступает резкое понижение температуры, в резуль-

тате чего может образовываться гололед. Чаще он возникает в северной и центральной частях и приводит к увеличению аварий и катастроф на дорогах, повышению числа уличных травм. Смена оттепели морозом способствует возникновению у людей ознобов, отморожений, простудных заболеваний, заболеваний мышц, нервных стволов, суставов.

За несколько дней до приближения атмосферных фронтов может отмечаться ухудшение состояния больных. Это связано с изменениями электромагнитного поля земли и ионизации воздуха, которые предшествуют перемене погоды. У больных наблюдаются головные боли, неприятные ощущения в области сердца, учащение пульса, ухудшение сна и общего самочувствия, повышение возбудимости и артериального давления.

Метеорологические факторы определяют температуру и влажность почвы, в которой в летний период создаются оптимальные условия для созревания яиц гельминтов, сохранения возбудителей столбняка, газовой гангрены, ботулизма, сибирской язвы. В период цветения и созревания растений появляются отравления людей ядовитыми растениями, возникают случаи сенной лихорадки, бронхиальной астмы.

В Беларуси метеотропные реакции у больных обычно бывают при неустойчивой погоде в зимне-весенний период (с ноября по апрель).

### **3.2.2. Давление, влажность и движение атмосферы**

**Влияние пониженного атмосферного давления на организм человека.** Жизнь человека протекает в основном на поверхности Земли на высоте, близкой к уровню моря. При этом организм находится под постоянным давлением столба воздуха окружающей атмосферы. На уровне моря эта величина равна 101,3 кПа (760 мм рт. ст., или 1 атм.). Вследствие того, что наружное давление полностью уравнивается внутренним, наш организм практически не ощущает тяжести атмосферы.

Атмосферное давление подвержено суточным и сезонным колебаниям. Чаще всего эти изменения не превышают 200-300 Па (20-30 мм рт. ст.). Здоровые люди обычно не замечают этих колебаний, и они практически не оказывают влияния на их самочувствие. Однако у определенной категории, например лиц пожилого возраста, страдающих ревматизмом, гипертонической болезнью и другими заболеваниями, эти колебания вызывают изменение самочувствия, приводят к нарушению отдельных функций организма.

С действием пониженного атмосферного давления человек сталкивается при полетах на летательных аппаратах, восхождении на горы, работе на открытых горных рудниках и т.д.

Основным физиологическим фактором высоты является пониженное атмосферное давление и связанное с ним пониженное парциальное давление кислорода.

Основная реакция организма на влияние высоты заключается в усилении дыхания. Понижение напряжения кислорода в артериальной крови вызывает возбуждение хеморецепторных сонных артерий, которое передается в продолговатый мозг к дыхательному центру, что и приводит к усилению дыхания. Легочная вентиляция на высоте возрастает в известных пределах. Благодаря этому организм может на указанных высотах обеспечиваться кислородом.

Несмотря на то что главная реакция на высоту проявляется в увеличении вентиляции легких, тем не менее это не означает, что одно лишь усиление дыхания может полностью компенсировать те трудности, которые наступают для организма в условиях горных высот. При усилении дыхания действуют два фактора, влияющих отрицательно на работоспособность. Первый заключается в том, что при усилении легочной вентиляции увеличивается естественно, работа дыхательных мышц. Выполнение этой работы также требует дополнительного потребления кислорода.

Второй фактор отрицательного значения усиления легочной вентиляции заключается в том, что при этом происходит «вымывание» углекислого газа из организма. При гипервентиляции значительно понижается напряжение углекислого газа в альвеолярном воздухе, вследствие чего облегчаются условия перехода этого газа из крови в легкие. Напряжение углекислого газа в крови падает ниже нормы, и от этого понижается возбуждение дыхательного центра, что сдерживает усиление дыхания.

Во время пребывания на больших высотах наблюдается ряд расстройств физиологических функций, которые обычно называют «горной болезнью». Горная болезнь наступает в результате понижения парциального давления кислорода во вдыхаемом воздухе, что приводит к кислородному голоданию тканей. Ее проявления разнообразны. Могут возникнуть одышка, приступы удушья, головная боль, головокружение, нарушение координации движений, сна, сердцебиения, тошнота, иногда рото-носовые кровотечения, изменения зрения, обоняния, вкуса. При более глубокой гипоксии отмечают нарушения работы сердца: тахикардия, пульсация артерий (сонной, височной), изменения ЭКГ. Нарушается моторная и секреторная функции желудочно-кишечного тракта, меняется периферический состав крови. Проявления горной болезни уменьшаются в результате длительного пребывания на высоте, привыкания к горному климату, или, иначе, акклиматизации.

Одним из важнейших физиологических механизмов акклиматизации на горных высотах является усиленная деятельность кроветворных органов. Она проявляется в увеличении в крови количества эритроцитов и гемоглобина. Благодаря этому может транспортироваться больше кислорода. Акклиматизация охватывает и другие физиологические процессы — дыхание, кровообращение и кроме того, происходит процесс акклиматизации в тканях и клетках организма, например в мышцах увеличивается количество миоглобина и

повышается активность окислительно-восстановительных ферментов. Все это способствует поддержанию нормальной деятельности организма при пониженном потреблении кислорода.

**Влияние повышенного атмосферного давления на организм человека.** Действию повышенного атмосферного давления подвергается определенная категория лиц: водолазы, рабочие подводных и подземных строительных работ (подводные тоннели, метро).

При повышенном атмосферном давлении не происходит избыточного насыщения гемоглобина кислородом, потому что уже при нормальном атмосферном давлении оксигенация крови составляет 96%.

Главное физиологическое действие повышенного атмосферного давления не в химических связях кислорода с гемоглобином или миоглобином, а в физических влияниях, оказываемых на состояние организма растворенными газами при их высокой концентрации.

При нормальном атмосферном давлении количество кислорода в крови в виде физического раствора очень мало — 0,3 мл на 100 г крови. При повышении давления вдыхаемого воздуха концентрация растворенного кислорода увеличивается строго пропорционально величине атмосферного давления.

При погружении человека в воду давление столба воды над ним возрастает на 1 атм. на каждые 10 м глубины. Соответственно увеличивается количество растворенного кислорода в его тканях. Кислород растворяется не только в крови, но и в межтканевой жидкости и даже в протоплазме клеток. Поэтому общее количество растворенного в организме кислорода может достигать при многократном повышении атмосферного давления значительных величин.

Избыточное количество кислорода, поступающего под большим парциальным давлением (например, в 2 атм.), оказывает на организм токсическое действие. При незначительно избыточных концентрациях кислорода и непродолжительном действии токсичность еще не проявляется. Более того, замечено, что при повышении парциального давления кислорода в 2-3 раза по сравнению с нормальным работоспособность несколько возрастает вследствие некоторого общего возбуждения нервной системы. Такое состояние при дальнейшем повышении парциального давления кислорода или при его продолжительном действии сменяется угнетением нервных процессов и рядом расстройств физиологических функций. Замечено также, что очень длительное действие больших парциальных давлений кислорода облегчает возникновение воспалительных процессов в легких, так называемую пневмонию.

Помимо кислорода, в виде физического раствора в организме находятся и другие газы, образующие воздух, — углекислый газ и азот. Растворение углекислого газа наружного воздуха ничтожно, так как содержание его в воздухе очень мало. Иначе обстоит дело с азотом, составляющим 4/5 объема воздуха. Он растворяется в крови в больших количествах.

Как известно, азот является индифферентным газом, т. е. не участвующим в обмене веществ и дыхании. Сколько его вдыхается в легкие, столько

же выдыхается. Нахождение этого газа в виде физического раствора в тканях не сказывается на их физиологических функциях, но лишь до определенных границ. Если количество растворенного азота в организме резко возрастает (в случае резкого повышения парциального давления этого газа), то начинает проявляться его токсическое действие, которое оказывает на организм еще более отрицательное влияние, чем токсичность кислорода. По этой причине при водолазных работах на больших глубинах в скафандр водолаза подается воздух из компрессора, находящегося на судне, в котором азот заменен гелием, так как последний не обладает токсичностью.

Влияние на организм физически растворенных газов при длительном пребывании на больших глубинах не ограничивается их токсичностью. Главная опасность возникает тогда, когда растворенные в организме газы начинают выходить из раствора. Происходит это при переходе человека из области повышенного давления в область нормального давления, т. е. при подъеме из морских глубин на поверхность моря. Если подъем совершается быстро, то в организме растворенные газы выходят из жидкости пузырьками. Пузырьки воздуха оказываются в тканях, лимфе, в крови, они закупоривают мелкие сосуды, мешая кровоснабжению органов. Если это произойдет в жизненно важных органах (сердце, мозг), то может наступить смерть. Поэтому во избежание эмболии (так называется закупорка кровеносного сосуда эмболом — пузырьком воздуха), подъем после глубоководных погружений должен совершаться очень медленно. При этом условии давление наружного воздуха снижается постепенно и растворенный в организме азот и кислород переносятся кровью к легким и только там переходят из растворенного состояния в газообразное и с выдохом удаляются из организма. Разработана специальная инструкция о замедленности подъема водолазов и работающих в кессонах из различных глубин. Нарушение научно установленных сроков подъема может привести к смерти или вызвать «кессонную болезнь». Она проявляется в сильных болях в органах, куда проникли пузырьки воздуха, чаще всего в нестерпимых болях в суставах. Есть только одно средство избавления от этого состояния: снова поместить человека в область повышенного атмосферного давления. Для этого всюду, где производятся глубинные погружения, имеется специальная «рекомпрессионная камера». Она представляет собой барокамеру, в которую помещают человека, находящегося в состоянии «кессонной болезни». Туда нагнетают компрессором воздух до получения давления, соответствующего давлению воздуха, где раньше находился данный подводник. После этого давление в барокамере начинают очень медленно понижать, чтобы смогло произойти удаление растворенного в организме воздуха через легкие.

Для проведения работ под водой или под землей в грунтах, насыщенных водой, сооружаются особые рабочие камеры – кессоны. При работе в кессонах различают три периода: компрессия, пребывание в условиях повышенного давления и декомпрессия. Компрессия характеризуется незначительными функциональными нарушениями: шум в ушах, заложенность, болевые ощущения

вследствие механического давления воздуха на барабанную перепонку.

Пребывание в условиях повышенного давления обычно сопровождается легкими функциональными нарушениями: урежением пульса и частоты дыхания, снижением максимального и повышением минимального артериального давления, понижением кожной чувствительности и слуха. Наблюдается усиление перистальтики кишечника, повышение свертываемости крови, уменьшение содержания гемоглобина и эритроцитов. Важной особенностью этой фазы является насыщение крови и тканей растворенными газами, особенно азотом.

**Влияние влажности на организм человека.** Влажность воздуха обуславливается испарением воды с поверхности морей и океанов. *Абсолютной влажностью* является плотность водяного пара в единице объема, а процентное отношение количества водяных паров в определенном объеме воздуха к тому количеству паров, которое может насытить этот объем при данной температуре, называется *относительной влажностью*. Относительная влажность подвержена суточным колебаниям. Это связано прежде всего с изменением температуры. Чем выше температура воздуха, тем большее количество водяных паров требуется для его полного насыщения. При низких температурах необходимо меньшее количество водяных паров для максимального насыщения.

Важное значение имеют показатели относительной влажности и дефицита насыщения. Эти показатели дают представление о степени насыщения воздуха водяными парами и свидетельствуют о возможности отдачи тепла путем испарения. С возрастанием дефицита влажности увеличивается способность воздуха к приему водяных паров. В этих условиях более интенсивно будет протекать отдача тепла в результате потоотделения.

Для человека относительная влажность 30-60% относится к гигиенической норме. Такая влажность обеспечивает нормальную жизнедеятельность организма. Это способствует увлажнению кожи и слизистых оболочек дыхательных путей и вдыхаемого воздуха, в некоторой степени поддерживают постоянство влажности внутренней среды организма. Воздух, относительная влажность которого ниже 20%, оценивается как сухой, от 71 до 85% – как умеренно влажный и более 86% – как сильно влажный. Влажность менее 20% сопровождается испарением влаги со слизистых оболочек дыхательных путей. Это приводит к уменьшению их фильтрующей способности и ощущению сухости во рту. Границей теплового баланса человека является температура воздуха 40°C и влажность 30% или температура воздуха 30°C и влажность 85%.

В зависимости от степени влажности воздуха по-разному ощущается действие температуры. Так, высокая температура воз-

духа в сочетании с низкой его влажностью переносится человеком значительно легче, чем при высокой влажности. С увеличением влажности воздуха происходит повышение температуры тела, учащение пульса и дыхания, появляется головная боль и слабость, наблюдается снижение двигательной активности, а также снижается отдача тепла с поверхности тела испарением (гидратация и дегидратация тканей). Насыщение воздуха водяными парами в условиях низкой температуры будет способствовать переохлаждению тела.

Конденсация, сгущение водяных паров – это переход их в жидкое состояние и образование капель воды. Конденсация происходит при насыщении и перенасыщении воздуха водяным паром по причине его охлаждения. Продуктами конденсации в атмосфере являются туман и облака. Туман – большое количество в приземных слоях воздуха продуктов конденсации (капли воды и кристаллы льда). В результате туманов ухудшается видимость, происходят аварии и травмы. Он содержит пыль, что затрудняет дыхание.

**Влияние ветра на организм человека.** Воздух постоянно находится в движении. Это связано с неравномерностью нагрева земной поверхности солнцем. Разница в температуре и давлении обуславливает перемещение воздушных масс. Горизонтальное перемещение воздушных масс называется ветром. Основными характеристиками ветра являются направление и скорость. Направление ветра определяют при помощи флюгера. Для каждой местности характерна закономерная повторяемость ветров преимущественно одного направления. Для выявления закономерности направлений используют специальную графическую величину – розу ветров. Знание этой закономерности позволяет правильно осуществлять взаиморасположение и ориентацию жилых зданий, больниц, аптек, санаториев, промышленных предприятий.

Скорость ветра играет существенную роль в процессах теплообмена организма. Оптимальными условиями для человека является термический комфорт с ветром со скоростью 1-4 м/с. Сильный ветер (более 20 м/с) оказывает давление на механорецепторы кожи. Он затрудняет дыхание, угнетающе влияет на психическую сферу человека, механически препятствуя выполнению физической работы и передвижению. Сильный ветер в сочетании с высокой температурой способствует перегреванию организма и дегидратации кожи. При больших морозах он оказывает не только высушивающее действие, но и приводит к общему охлаждению.

Умеренный ветер оказывает тонизирующее действие. При высокой температуре он усиливает испарение с поверхности кожи, охлаждая ее. Но при температуре воздуха, привыкающей к температуре кожи человека, ветер уже конвекционно нагревает организм. Сухой и горячий ветер раздражает слизистые оболочки ды-



хательных путей и высушивает кожу. При холодной погоде умеренный ветер стимулирует теплообразование, оказывает бодрящее действие.

При интенсивном ветре происходит передвижение зоны температурного комфорта. Он стимулирует теплорегуляцию, усиливает деятельность нервной и эндокринной систем организма.

Воздействие подвижности воздуха на теплоощущения человека зависит от его температуры. Если температура воздуха ниже температуры тела, то движение воздуха оказывает охлаждающее действие. При температуре окружающей среды, равной температуре кожи, ветер является термически нейтральным, а при температуре воздуха, превышающей температуру тела, ветер способствует перегреванию организма.

**Влияние различных химических веществ, находящихся в атмосфере, на организм человека.** Воздух, составляющий земную атмосферу, состоит из смеси газов, водяного пара и аэрозолей. В нижней части атмосферы сухой воздух содержит: азота – 78,09%, кислорода – 20,95%, аргона – 0,93%, углекислого газа – 0,03%, следы гелия, метана, криптона, водорода, закиси азота, радона и другие элементы.

Азот составляет основную массу атмосферы. Это бесцветный газ, без вкуса и запаха. Он принадлежит к индифферентным газам и играет роль разбавителя кислорода. При избыточном давлении (4 атм.) азот может оказать наркотическое действие.

Кислород по биологической роли – самая важная составная часть воздуха. В природе постоянно происходит потребление кислорода при дыхании человека и животных. Много расходуется кислорода на процессы окисления и горения топлива и других органических материалов. Несмотря на значительный расход кислорода, его содержание в воздухе практически не изменяется.

Потребление организмом кислорода зависит от возраста. В преклонном возрасте его потребление составляет 70%, у детей – 110-120%. Организм очень чувствителен к недостатку кислорода. Снижение его содержания в воздухе до 17% приводит к учащению пульса, дыхания. При концентрации 11-13% отмечается выраженная кислородная недостаточность, ведущая к резкому снижению работоспособности. Содержание в воздухе 7-8% кислорода несовместимо с жизнью.

Увеличение содержания кислорода во вдыхаемом воздухе вплоть до 100% при нормальном давлении человеком переносится легко. С повышением давления до 405,3 кПа (4 атм.) могут наблюдаться местные поражения тканей легких и функциональные нарушения центральной нервной системы. Вместе с тем при содержании кислорода до 40-60% и давлении до 303,94 кПа (3 атм.) в

барокамере наблюдается улучшение усвоения кислорода тканями, отмечается нормализация нарушенных функций органов и систем.

Углекислый газ – бесцветный, без запаха, в 1,5 раза тяжелее воздуха. От его содержания зависит тепловой баланс планеты. Увеличение содержания углекислого газа до 3% приводит к нарушениям функции дыхания (одышка), появлению головной боли и снижению работоспособности. При его содержании 4-5% отмечаются покраснение лица, головная боль, шум в ушах, повышение кровяного давления, сердцебиение, возбужденное состояние, а при содержании 8-10% наблюдается быстрая потеря сознания и наступает смерть.

Ощущение дискомфорта обычно связано не только с увеличением содержания углекислого газа свыше 0,1%, но и с изменением физических свойств воздуха при скоплении людей в помещениях: повышаются влажность и температура, изменяется ионный состав воздуха. Концентрация углекислого газа равная 0,1% принята как предельно допустимая величина. Он является косвенным гигиеническим показателем, по которому оценивают степень чистоты воздуха.

Другие составляющие воздуха – так называемые инертные газы (аргон, неон, гелий, ксенон, криптон) в обычных условиях физиологически индифферентны.

**Кислотный дождь как показатель сильного загрязнения воздуха.** Впервые проблема кислотных дождей стала предметом обсуждения на 28 Генеральной ассамблее Международного союза по теоретической и прикладной химии (ИЮПАК). Термин «кислотные дожди» появился в 1872 году. Его ввел в практику английский инженер Роберт Смит, опубликовавший книгу «Воздух и дождь: начала химической климатологии». Детальными, по-настоящему научными исследованиями кислотных дождей стали заниматься только в конце 60-х годов XX века.

О вредном воздействии кислотных дождей свидетельствуют следующие примеры. В Канаде из-за частых кислотных дождей стали мертвыми более 4000 озер, а 12000 озер находятся на грани гибели. В Швеции в 18000 озерах нарушено биологическое равновесие. Кислотные дожди наносят большой урон и лесам.

К основным источникам образования кислотных дождей относятся диоксид серы, оксиды азота и летучие органические соединения. Их источники: электростанции, топочные устройства, промышленные предприятия, транспортные средства, лесные пожары.

Состав кислотных дождей: катион  $H^+$ , определяющий кислотность дождя (рН), анионы сульфата  $SO_4^{2-}$ , нитраты  $NO_3^-$ , хлориды  $Cl^-$ , фосфаты  $PO_4^{3-}$ , катионы аммония  $NH_4^+$ , натрия  $Na^+$ , калия  $K^+$ , кальция  $Ca^{2+}$ , магния  $Mg^{2+}$ .

Механизм образования кислотных дождей заключается в следующем. Атмосфера – огромная окислительная система с высоким содержанием основного окислителя – кислорода. Соединения, содержащие атомы углерода, водорода, серы, азота природного и антропогенного происхождения, попадая в атмосферу, превращаются в стабильные долгоживущие соединения (углекислый газ) или короткоживущие соединения кислотного характера (оксиды азота и серы), которые участвуют в жидкофазных процессах с образованием кислот, удаляемых из атмосферы с осадками. Это и есть кислотные дожди.

### 3.3 Медицинское обеспечение

Именно с этим фактором большинство людей связывает свои надежды на здоровье, однако доля ответственности этого фактора оказывается неожиданно низкой. В Большой Медицинской Энциклопедии дано следующее определение медицины: "Медицина - система научных знаний и практической деятельности, целью которой является укрепление, продление жизни людей, предупреждение и лечение болезней человека".

По мере развития цивилизации и более широкого распространения заболеваний медицина все в большей степени стала специализироваться на лечении болезней и все меньше внимания уделять здоровью. Собственно лечение часто снижает запас здоровья за счет побочного воздействия лекарственных средств, то есть лечебная медицина далеко не всегда укрепляет здоровье.

В медицинской профилактике заболеваемости выделяют три уровня:

➤ профилактика первого уровня ориентирована на весь контингент детей и взрослых, ее задачей является улучшение состояния их здоровья на протяжении всего жизненного цикла. Базой первичной профилактики является опыт формирования средств профилактики, разработка рекомендаций по здоровому образу жизни, народные традиции и способы поддержания здоровья и т. д.;

➤ медицинская профилактика второго уровня занимается выявлением показателей конституциональной предрасположенности людей и факторов риска многих заболеваний, прогнозированием риска заболеваний по совокупности наследственных особенностей, анамнеза жизни и факторов внешней среды. То есть этот вид профилактики ориентирован не на лечение конкретных болезней, а на их вторичную профилактику;

➤ профилактика третьего уровня, или профилактика болезней, ставит своей основной задачей предупреждение рецидивов заболеваний у больных в общепопуляционном масштабе.

Опыт, накопленный медициной в изучении болезней, равно как и экономический анализ затрат на диагностику и лечение заболеваний, убедительно продемонстрировали относительно малую социальную и экономическую эффективность профилактики болезней (профилактика III уровня) для повышения уровня здоровья как детей, так и взрослых.

Очевидно, что наиболее эффективными должны быть первичная и вторичная профилактики, подразумевающие работу со здоровыми или только начинающими болеть людьми. Однако в медицине практически все усилия сосредоточены на третичной профилактике. Первичная профилактика предполагает тесное сотрудничество врача с населением. Однако для этого сама система здравоохранения не обеспечивает ему необходимого времени, поэтому с населением по вопросам профилактики врач не встречается, а весь контакт с больным уходит практически полностью на осмотр, обследование и назначение лечения. Что касается гигиенистов, которые наиболее близки к тому, чтобы реализовать идеи первичной профилактики, то они главным образом занимаются обеспечением здоровой среды обитания, а не здоровьем человека.

Идеология индивидуального подхода к вопросам профилактики и укрепления здоровья лежит в основе медицинской концепции о всеобщей диспансеризации. Однако технология ее реализации на практике оказалась несостоятельной по следующим причинам:

- требуется много средств для выявления возможно большего числа болезней и последующего их объединения в группы диспансерного наблюдения;
- доминирующей выступает ориентация не на прогноз (предсказание будущего), а на диагноз (констатация настоящего); ведущая активность принадлежит не населению, а медикам;
- узко медицинский подход к оздоровлению без учета многообразия социально-психологических особенностей личности.

Валеологический анализ причин здоровья требует переноса центра внимания от медицинских аспектов к физиологии, психологии, социологии, культурологии, в духовную сферу и конкретные режимы и технологии обучения, воспитания и физической тренировки.

Зависимость здоровья человека от генетических и экологических факторов делает необходимым определение места семьи, школы, государственных, физкультурных организаций и органов здравоохранения в выполнении одной из главных задач социальной политики - формировании здорового образа жизни.

### **3.4 Условия и образ жизни**

Таким образом, становится понятно, что болезни современного человека обусловлены, прежде всего, его образом жизни и повседневным поведением. В настоящее время здоровый образ жизни рассматривается как основа профилактики заболеваний. Это подтверждается, к примеру, тем, что в США снижение показателей детской смертности на 80% и смертности всего населения на 94%, увеличение ожидаемой средней продолжительности жизни на 85% связывают не с успехами медицины, а с улучшением условий жизни и труда и рационализацией образа жизни населения. Вместе с тем в нашей стране 78% мужчин и 52% женщин ведут нездоровый образ жизни.

В определении понятия здорового образа жизни необходимо учитывать два основных фактора - генетическую природу данного человека и ее соответствие конкретным условиям жизнедеятельности.

Здоровый образ жизни - есть способ жизнедеятельности, соответствующий генетически обусловленным типологическим особенностям данного человека, конкретным условиям жизни и направленный на формирование, сохранение и укрепление здоровья и на полноценное выполнение человеком его социально-биологических функций.

В приведенном определении здорового образа жизни акцент делается на индивидуализацию самого понятия, то есть здоровых образов жизни должно быть столько, сколько существует людей. В определении здорового образа жизни для каждого человека необходимо учитывать как его типологические особенности (тип высшей нервной деятельности, морфофункциональный тип, преобладающий механизм вегетативной регуляции и т. д.), так и возрастно-половую принадлежность и социальную обстановку, в которой он живет (семейное положение, профессию, традиции, условия труда, материальное обеспечение, быт и т. д.). Важное место в исходных посылах должны занимать личностно-мотивационные особенности данного человека, его жизненные ориентиры, которые сами по себе могут быть серьезным стимулом к здоровому образу жизни и к формированию его содержания и особенностей.

В основе формирования здорового образа жизни лежит ряд ключевых положений:

- Активным носителем здорового образа жизни является конкретный человек как субъект и объект своей жизнедеятельности и социального статуса.
- В реализации здорового образа жизни человек выступает в единстве своих биологического и социального начал.
- В основе формирования здорового образа жизни лежит личностно-мотивационная установка человека на воплощение своих социальных, физических, интеллектуальных и психических возможностей и способностей.
- Здоровый образ жизни является наиболее эффективным средством и методом обеспечения здоровья, первичной профилактики болезней и удовлетворения жизненно важной потребности в здоровье.

Достаточно часто, к сожалению, рассматривается и предлагается возможность сохранения и укрепления здоровья за счет использования какого-нибудь средства, обладающего чудодейственными свойствами (двигательная активность того или иного вида, пищевые добавки, психотренинг, очистка организма и т. п.). Очевидно, что стремление к достижению здоровья за счет какого-нибудь одного средства принципиально неправильно, так как любая из предлагаемых "панацей" не в состоянии охватить все многообразие функциональных систем, формирующих организм человека, и связей самого человека с природой - всего того, что в конечном итоге определяет гармоничность его жизнедеятельности и здоровье.

Новая парадигма здоровья четко и конструктивно определена академиком Н.М. Амосовым: "Чтобы стать здоровым, нужны собственные усилия, постоянные и значительные. Заменить их ничем нельзя".

Здоровый образ жизни как система складывается из трех основных взаимосвязанных и взаимозаменяемых элементов, трех культур: культуры питания, культуры движения и культуры эмоций.

Культура питания. В здоровом образе жизни питание является определяющим, системообразующим, так как оказывает положительное влияние на двигательную активность и на эмоциональную устойчивость. При правильном питании пища наилучшим образом соответствует естественным технологиям усвоения пищевых веществ, выработавшимся в ходе эволюции.

Культура движения. Оздоровительным эффектом обладают аэробные физические упражнения (ходьба, бег трусцой, плавание, катание на лыжах, работа на садово-огородном участке и т. д.) в природных условиях. Они включают в себя солнечные и воздушные ванны, очищающие и закаливающие водные процедуры.

Культура эмоций. Отрицательные эмоции (зависть, гнев, страх и др.) обладают огромной разрушительной силой, положительные эмоции (смех, радость, чувство благодарности и т. д.) сохраняют здоровье, способствуют успеху.

Формирование здорового образа жизни представляет собой исключительно длительный процесс и может продолжаться всю жизнь. Обратная связь от наступающих в организме в результате следования здоровому образу жизни изменений срабатывает не сразу, положительный эффект перехода на рациональный образ жизни иногда отсрочен на годы. Поэтому, к сожалению, довольно часто люди лишь "пробуют" сам переход, но, не получив быстрого результата, возвращаются к прежнему образу жизни. В этом нет ничего удивительного. Так как здоровый образ жизни предполагает отказ от многих ставших привычными приятных условий жизнедеятельности (переедание, комфорт, алкоголь и др.) и, наоборот, - постоянные и регулярные тяжелые для неадаптированного к ним человека нагрузки и строгую регламентацию образа жизни. В первый период перехода к здоровому образу жизни особенно важно поддержать человека в его стремлении, обеспечить необходимыми консультациями, указывать на положительные изменения в состоянии его здоровья, в функциональных показателях и т. п.

В настоящее время наблюдается парадокс: при абсолютно положительном отношении к факторам здорового образа жизни, особенно в отношении питания и двигательного режима, в реальности их используют лишь 10%-15% опрошенных. Это происходит не из-за отсутствия валеологической грамотности, а из-за низкой активности личности, поведенческой пассивности.

Таким образом, здоровый образ жизни должен целенаправленно и постоянно формироваться в течение жизни человека, а не зависеть от обстоятельств и жизненных ситуаций.

Эффективность здорового образа жизни для данного человека можно определить по ряду биосоциальных критериев, включающих:

- оценку морфофункциональных показателей здоровья: уровень физического развития, уровень физической подготовленности, уровень адаптивных возможностей человека;
- оценку состояния иммунитета: количество простудных и инфекционных заболеваний в течение определенного периода;
- оценку адаптации к социально-экономическим условиям жизни (с учетом эффективности профессиональной деятельности, успешной деятельности и ее "физиологической стоимости" и психофизиологических особенностей); активности исполнения семейно-бытовых обязанностей; широты и проявления социальных и личностных интересов;
- оценку уровня валеологической грамотности, в том числе степень сформированности установки на здоровый образ жизни (психологический аспект); уровень валеологических знаний (педагогический аспект); уровень усвоения практических знаний и навыков, связанных с поддержанием и укреплением здоровья (медико-физиологический и психолого-педагогический аспекты);
- умение самостоятельно построить индивидуальную программу здоровья и здорового образа жизни.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Здоровье - бесценное достояние не только каждого человека, но и всего общества. При встречах, расставаниях с близкими и дорогими людьми мы желаем им доброго и крепкого здоровья так как это - основное условие и за-

лог полноценной и счастливой жизни. Здоровье помогает нам выполнять наши планы, успешно решать основные жизненные задачи, преодолевать трудности, а если придется, то и значительные перегрузки. Доброе здоровье, разумно сохраняемое и укрепляемое самим человеком, обеспечивает ему долгую и активную жизнь.

Научные данные свидетельствуют о том, что у большинства людей при соблюдении ими гигиенических правил есть возможность жить до 100 лет и более.

К сожалению, многие люди не соблюдают самых простейших, обоснованных наукой норм здорового образа жизни. Одни становятся жертвами малоподвижности (гиподинамии), вызывающей преждевременное старение, другие излишествуют в еде с почти неизбежным в этих случаях развитием ожирения, склероза сосудов, а у некоторых - сахарного диабета, третьи не умеют отдыхать, отвлекаться от производственных и бытовых забот, вечно беспокойны, нервны, страдают бессонницей что в конечном итоге приводит к многочисленным заболеваниям внутренних органов. Некоторые люди, поддаваясь пагубной привычке к курению и алкоголю, активно укорачивают свою жизнь.

Так вот, давайте еще раз продумаем свои жизненные задачи и цели, выделив тем самым время для укрепления своего здоровья.

## **ЛИТЕРАТУРА**

11. Лазаренков, А. М. Охрана труда: учебник / А. М. Лазаренков. — Минск: БНТУ, 2004. — 497 с.



12. Лазаренков, А. М. Охрана труда в энергетической отрасли: учебник / А. М. Лазаренков, Л. П. Филянович, В.П. Бубнов — Минск: ИВЦ Минфина, 2010. — 655 с.
13. Алексеев, С. В. Гигиена труда / С. В. Алексеев, В. Р. Усенко. — М.: Медицина, 1988. — 576 с.
14. Вредные вещества в промышленности: справочник: В 3 ч. / под ред. Н. В. Лазарева. — М.: Химия, 1971.
15. Романов, С. Н. Биологическое действие вибрации и звука / С. Н. Романов. — М.: 1991. — 160 с.
16. Безопасность производственных процессов: справочник / под ред. С. В. Белова. — М.: Машиностроение, 1985. — 448 с.
17. Борьба с шумом на производстве: справочник / под общ. ред. Е. Я. Юдина. — М.: Машиностроение, 1985. — 400 с.
18. Айзмана, Р. И. Основы безопасности жизнедеятельности и первой медицинской помощи.: Р. И Айзмана; Учеб. пособие / Под общ. ред., С. Г. Кривошекова, И. В. Омельченко. — 2-е изд., испр. и доп. — Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2004. — 396 с:ил. 96, табл. 19 Артюнина, Г. П. Основы медицинских знаний и здорового образа жизни: учеб. пособие для студентов пед. вузов / Г. П. Артюнина ; Псков. гос. пед. ун-т им. С.М. Кирова. - М. : Фонд «Мир» : Академический Проект, 2009. - 766 с.
19. Артюнина, Г. П. Основы медицинских знаний. Здоровье, болезнь и образ жизни: учеб. пособие для студентов пед. вузов / Г.П. Артюнина [и др.]. — М. : Акад. проект, 2004. - 560 с.
20. Барчук, Н. И. Медицина экстремальных ситуаций: учеб. пособ. / Н.И. Барчук. — Минск : Выш. шк., 1998.- 240 с.
21. Волокитина, Т. В. Основы медицинских знаний: учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений, обучающихся по направлению «Естественно-науч. образование» / Т. В. Волокитина [и др.]. — М. : Академия, 2008. — 224 с.
22. Дядя, Г. И. Основы медицинских знаний: учеб. пособие / Г. И. Дядя [и др.]. — М. : РИОР, 2004. — 96 с.
23. Камбалов, М. Н. Медицина экстремальных ситуаций. Основы организации медицинской помощи и защиты населения при чрезвычайных ситуациях: учеб.-метод. пособие / М. Н. Камбалов. — Гомель : Гомельский государственный медицинский университет, 2008. — 2

**Лепшая** Наталья Агафоновна  
**Лепший** Александр Парфенович  
**Торба** Татьяна Федоровна

**ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ САНИТАРИЯ  
И ГИГИЕНА ТРУДА,  
МЕДИКО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКОЕ  
ОБЕСПЕЧЕНИЕ В ОРГАНИЗАЦИЯХ  
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА**

**Пособие**

**для слушателей специальности 1-59 01 01 «Охрана труда  
в машиностроении и приборостроении»  
заочной формы обучения**

Подписано к размещению в электронную библиотеку  
ГГТУ им. П. О. Сухого в качестве электронного  
учебно-методического документа 01.04.16.

Рег. № 60Е.  
<http://www.gstu.by>