МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРТСВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОСТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Е.А. Трушкова, Е.В. Стасева, Н.Ю. Волкова

Вредные факторы производственной среды

Часть 1

Утверждено редакционно-издательским советом
университета в качестве учебного пособия

Ростов-на-Дону
2014

УДК 614.8:331

Рецензент: д.т.н., профессор, заведующий кафедрой
«Производственная безопасность»
Донского государственного технического университета В.Л. Гапонов

Е.А. Трушкова, Е.В. Стасева, Н.Ю. Волкова

Вредные факторы производственной среды. Часть 1: Учебное пособие. – Ростов н/Д: Рост. гос. строит. ун-т, 2014. – 145 с.

Учебное пособие состоит из разделов, раскрывающих комплекс организационных, гигиенических и санитарно-технических мероприятий и средств, предотвращающих воздействие на работника вредных производственных факторов.

В пособии основное внимание уделено способам и средствам защиты работников от вредных и (или) опасных физических, химических факторов производственной среды и вредных и (или) опасных факторов трудового процесса. Кроме того, рассмотрены теоретические аспекты обеспечения безопасности жизнедеятельности, приведена классификация негативных факторов производственной среды и условий трудовой деятельности.

Материал сопровождается рисунками и актуализированным списком нормативно-правовых актов, регламентирующих различные аспекты охраны труда.

Учебное пособие предназначено для студентов по дисциплинам «Безопасность жизнедеятельности», «Вредные факторы производственной среды», «Аттестация рабочих мест» всех направлений подготовки и специальностей очной и заочной форм обучения.

УДК 614.8:331

© Ростовский государственный
строительный университет, 2014

© Трушкова Е.А., Стасева Е.В., Волкова Н.Ю., 2014

Оглавление

Введение…… 5

1. Теоретические основы безопасности жизнедеятельности……. 6

1.1. Определение, цели, задачи, объект и предметы изучения науки «Безопасность жизнедеятельности»……. 6

1.2. Опасности и их источники, количественная характеристика опасности, концепция приемлемого риска…… 10

1.3. Понятие безопасности. Системы безопасности…… 16

1.4. Принципы и методы обеспечения безопасности…….. 16

1.5. Характеристика человека как элемента системы «человек – среда обитания»…… 19

2. Классификация негативных факторов производственной среды и условий трудовой деятельности…….. 25

2.1. Общие положения…….. 25

2.2. Вредные и (или) опасные факторы производственной среды и трудового процесса…… 25

2.3. Классификация условий труда……... 29

3. Параметры микроклимата……... 33

3.1. Воздействие параметров микроклимата на человека..... 33

3.2. Нормирование параметров микроклимата…….…….. 35

3.3. Обеспечение нормальных параметров микроклимата и комфортного состояния работников……..…….…… 39

4. Химические факторы производственной среды…….. 40

4.1. Действие вредных веществ на организм человека……..…… 41

4.2. Классификация вредных веществ…….…… 43

4.3. Нормирование и контроль содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны……..…… 51

4.4. Мероприятия по снижению воздействия вредных веществ……... 56

4.5 Индивидуальные средства защиты органов дыхания……...….. 58

5. Производственное освещение…….. 61
5.1. Виды производственного освещения……..……. 61
5.2. Основные светотехнические понятия и характеристики……. 65
5.3. Нормирование параметров производственного освещения…..…. 68
5.4. Источники света и осветительные приборы……..…… 72
5.5. Влияние освещения на здоровье человека…… 79
6. Виброакустические факторы……... 81
6.1. Вибрация общая и локальная……. 81
6.1.1. Характеристика основных параметров вибрации……. 81
6.1.2. Классификация вибраций, воздействующих на человека…… 85
6.1.3. Воздействие вибрации на организм человека……...… 89
6.1.4. Гигиеническое нормирование вибрации…… 90
6.1.4. Мероприятия по снижению воздействия вибрации……. 93
6.2. Шум, инфразвук и ультразвук воздушный……... 97
6.2.1. Физические характеристики шума…… 98
6.2.2. Классификация шума…….. 100
6.2.3. Гигиеническая характеристика шума……..…….. 106
6.2.4. Гигиеническое нормирование шума……... 110
6.2.5. Мероприятия по защите от шума…… 113
6.2.6 Физическая и гигиеническая характеристики ультразвука и инфразвука…… 119
6.2.7. Действие ультразвука и инфразвука на организм…… 122
6.2.8. Гигиеническое нормирование ультразвука и инфразвука…….. 128
6.2.9. Меры предупреждения вредного действия ультразвука и инфразвука…… 131
Библиографический список……....…… 138
Приложение 1. Классификатор вредных и (или) опасных производственных факторов…….…..…… 141

Введение

Человек постоянно находится в мире опасностей, от которых зависят его здоровье и продолжительность жизни. Умение распознавать угрозы, оценивать степень риска и своевременно принимать защитные меры позволяет предупреждать и минимизировать неблагоприятное воздействие вредных производственных факторов.

Дисциплина «Безопасность жизнедеятельности» начала появляться в учебных планах российских вузов с 1990г. По новым ГОС и ФГОС в нашем университете для студентов всех направлений подготовки и специальностей удалось сохранить дисциплину «Безопасность жизнедеятельности».

Один из её разделов, который можно было бы назвать «Безопасность труда», рассматривает вопросы взаимодействия «человек - производственная среда».

В процессе трудовой деятельности на работников воздействуют факторы производственной среды и трудового процесса, которые могут оказать негативное влияние на здоровье. Не представляет сомнений и тот факт, что полное исключение из производственной среды неблагоприятных факторов производственной среды невозможно. Это практически не достижимо даже в тех производствах, где внедрены передовая технология производственного процесса, современное оборудование, высокая культура производства и отличное медицинское обслуживание.

В учебном пособии мы познакомимся с системой организационных, гигиенических и санитарно-технических мероприятий и средств, снижающих воздействие на работников вредных и (или) опасных факторов производственной среды и трудового процесса, с понятием приемлемого риска на промышленных объектах. Все вредные факторы мы разбили на соответствующие группы факторов, как они представлены в федеральном законе о специальной оценке условий труда.

1. Теоретические основы безопасности жизнедеятельности

1.1. Определение, цели, задачи, объект и предметы изучения науки «Безопасность жизнедеятельности»

Жизнедеятельность человека неразрывно связана с окружающей его средой обитания. В процессе жизнедеятельности человек и среда постоянно взаимодействуют друг с другом, образуя систему «человек – среда обитания».

Жизнедеятельность – это повседневная деятельность и отдых, способ существования человека.

Среда обитания – окружающая человека среда, обусловленная в данный момент совокупностью факторов (физических, химических, биологических, социальных), способных оказывать прямое или косвенное, немедленное или отдаленное воздействие на деятельность человека, его здоровье и потомство.

Основная мотивация человека в его взаимодействии со средой обитания направлена на решение, как минимум, двух основных задач:

- обеспечение своих потребностей в пище, воде и воздухе;
- создание и использование защиты от негативных воздействий среды обитания.

В системе «человек – среда обитания» происходит непрерывный обмен потоками вещества, энергии и информации, которые имеют *естественную*, *техногенную*, связанную с производством и использованием техники и технологий, и *антропогенную*, вызванную деятельностью человека, природу. Они во многом зависят от масштабов преобразующей деятельности человека и от состояния среды обитания. Потоки веществ, энергий и информации определяют характер взаимодействия человека со средой обитания, который может быть позитивным или негативным.

Человек и окружающая его среда гармонично взаимодействуют и развиваются лишь в комфортных условиях, когда потоки вещества, энергии и

информации находятся в пределах, благоприятно воспринимаемых человеком и природной средой. Любое превышение привычных уровней потоков сопровождается негативными воздействиями на человека и/или окружающую среду.

На всех этапах своего развития человек непрерывно воздействовал на среду обитания, и в результате на Земле в XX в. возникли зоны повышенного антропогенного и техногенного влияния на природную среду, что привело к частичной и к полной ее региональной деградации. Этим изменениям во многом способствовали высокие темпы роста численности населения на Земле и его урбанизация, рост потребления энергетических ресурсов, интенсивное развитие промышленного и сельскохозяйственного производства, массовое использование средств транспорта и ряд других процессов. Таким образом, в результате активной техногенной деятельности человека создан новый тип среды обитания – *техносфера*. Создавая техносферу, человек стремился к повышению комфортности среды обитания, к обеспечению защиты от естественных негативных воздействий. Однако созданная руками и разумом человека техносфера во многом не оправдала надежды людей, так как появившиеся производственная и городская среды оказались далеки по уровню безопасности от допустимых требований. Именно поэтому в последнее десятилетие стало активно развиваться учение о безопасности жизнедеятельности в техносфере, основной целью которого является защита человека в техносфере от негативных воздействий антропогенного и естественного происхождения, достижение комфортных условий жизнедеятельности.

Безопасность жизнедеятельности (БЖД) – система знаний, обеспечивающая безопасность обитания человека в производственной и непроизводственной среде, и развитие деятельности по обеспечению безопасности в перспективе с учетом антропогенного влияния на среду обитания.

Безопасность жизнедеятельности (БЖД)- это наука об оптимальном и безопасном взаимодействии человека со средой обитания (биосферой, техносферой и социальной средой), которая решает три группы задач:

1) Идентификация (распознование), выявление и классификация опасностей, установление их пространственных и временных характеристик, величины ущерба, вероятности проявления.

2) Профилактика опасностей на основе сопоставления затрат и выгод.

3) Действия в условиях чрезвычайных ситуаций(ЧС), поскольку в соответствии с концепцией остаточного риска, часть опасностей может с определенной вероятностью реализоваться в ЧС. [4].

Как всякая наука, БЖД имеет свои цель, задачи, объект и предметы изучения, средства познания и принципы, используемые для решения практических и теоретических задач.

Цель БЖД исходит из определения этой науки и представляет собой достижение безопасности в средах обитания. Безопасность человека определяется отсутствием производственных и непроизводственных аварий, стихийных и других природных бедствий, опасных факторов, вызывающих травмы или резкое ухудшение здоровья, вредных факторов, вызывающих заболевание человека и снижение его работоспособности. Исходя из этого, цель БЖД пятиединая:

- достижение безаварийной ситуации и готовности к стихийным бедствиям и другим проявлениям природной среды;
- предупреждение травматизма;
- сохранение здоровья;
- сохранение работоспособности;
- сохранение качества полезного труда.

Для достижения этой цели БЖД выдвигаются научные и практические задачи. К научным задачам относится получение новых, принципиально нестандартных знаний в виде выявленных законов либо теоретического

описания технологического процесса, математического описания явлений и т. п., помогающих решать практические задачи. К практическим задачам относится разработка конкретных практических мероприятий, обеспечивающих обитание человека без травм, аварий при сохранении его здоровья и работоспособности с высоким качеством трудовой деятельности.

Объектом изучения БЖД как науки является среда или условия обитания человека. Эту среду по генезису (происхождению) можно классифицировать на производственную и непроизводственную.

Основным элементом производственной среды является труд, который в свою очередь состоит из взаимосвязанных и взаимодействующих элементов, составляющих структуру труда: субъекты труда, «машины» – средства и предметы труда, процессов труда, состоящих из действий, как субъектов, так и машин, продуктов труда как полезных, так и побочных в виде образующихся вредных и опасных примесей в воздушной среде и т. п., производственных отношений (организационных, экономических, социально-психологических, правовых по труду, отношений, связанных с культурой труда, профессиональной культурой, эстетической и т.д.).

Природная среда в виде географо-ландшафтных, географических, климатических элементов, стихийных бедствий, в том числе пожаров от молний и др. природных источников, природных процессов в виде газовыделений из горных пород и т. п. может проявляться как в непроизводственной сфере, так и производственной, особенно в таких отраслях, как строительство, горная промышленность, геология, геодезия и др.

Все элементы, составляющие среду обитания человека, в действии становятся факторами, влияющими на БЖД. Исходя из этого, БЖД обязана рассматривать влияние этих факторов на человека, как в отдельности, так и в совокупности. Только при таком системном подходе можно в комплексе реализовать конечную цель БЖД.

К предметам изучения БЖД относятся физиологические и психологические возможности человека с точки зрения БЖД, формирование безопасных условий, их оптимизация и т.д.

Исследование предметов и объекта БЖД для реализации конечной ее цели и задач возможно с использованием не только своих знаний, но и знаний, полученных другими науками, такими как трудовое право, социология, научная организация труда, экономика, организация и планирование, техническая эстетика, эргономика, производственная санитария, гигиена труда, промышленная токсикология, физиология, противопожарная техника, механика, физика и математика.

1.2. Опасности и их источники, количественная характеристика опасности, концепция приемлемого риска

Негативные воздействия в системе «человек – среда обитания» принято называть опасностями.

Опасность – центральное понятие БЖД, под которым понимается свойство живой и неживой материи, способное причинять ущерб самой материи: людям, природной среде, материальным ценностям.

Источником опасности может быть все живое и неживое, а подвергаться опасности также может все живое и неживое. При анализе опасностей необходимо исходить из принципа «все воздействует на все». Опасности не обладают избирательным свойством и при своем возникновении негативно воздействуют на всю окружающую их материальную среду. Опасности реализуются в виде потоков энергии, вещества и информации, они существуют в пространстве и во времени.

Все опасности классифицируют по ряду признаков.

По видам источников возникновения различают опасности естественные, техногенные и антропогенные.

Естественные опасности обусловлены стихийными явлениями, климатическими условиями, рельефом местности и т. п.

Опасности, создаваемые техническими средствами, называют ***техногенными***, а ***антропогенные опасности*** возникают в результате ошибочных или несанкционированных действий человека или группы людей.

Чем выше преобразующая деятельность человека, тем выше уровень и число антропогенных и техногенных опасностей – вредных и опасных факторов, отрицательно воздействующих на человека и окружающую его среду.

Вредный производственный фактор *(ВПФ)* – фактор, воздействие которого на работника может привести к *заболеванию* (шум, вибрация, загазованность, запыленность, различные излучения и т.п.) [2].

Опасный производственный фактор *(ОПФ):*

- фактор, воздействие которого на работника может привести к *травме* (работа на высоте, движущиеся части машин и механизмов и т.п.) [2];

- фактор среды или трудового процесса, который может быть причиной острого заболевания или внезапного резкого ухудшения здоровья, смерти [3].

В настоящее время перечень реально действующих техногенных и антропогенных негативных факторов значителен и насчитывает более 100 видов. К наиболее распространенным и обладающим достаточно высокими концентрациями или значительными энергетическими уровнями относятся вредные производственные факторы: запыленность и загазованность воздуха, шум, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения и др. В быту нас также сопровождает большая гамма негативных факторов. К ним относятся загрязненный воздух, недоброкачественная пища, шум, электромагнитные поля от бытовых приборов и др.

По видам потоков в жизненном пространстве опасности делятся на энергетические, массовые и информационные

По моменту возникновения опасности делятся на прогнозируемые и спонтанные.

По виду воздействия на человека различают вредные и травмоопасные опасности.

По объектам защиты различают опасности, действующие на человека, на природную среду и на материальные ресурсы.

По видам зон воздействия опасности делятся на производственные, бытовые, городские (транспортные и др.), зоны чрезвычайных ситуаций.

Опасности по вероятности воздействия на человека и среду обитания разделяют на потенциальные, реальные и реализованные.

Потенциальная опасность представляет угрозу общего характера, не связанную с пространством и временем воздействия. Например, в выражении «шум вреден для человека» говорится только о потенциальной опасности шума для человека. Наличие потенциальных опасностей находит свое отражение в аксиоме: «Жизнедеятельность человека потенциально опасна». Аксиома предопределяет, что все действия человека и все компоненты среды обитания, прежде всего технические средства и технологии, кроме позитивных свойств и результатов, обладают способностью генерировать опасные и вредные факторы. При этом любое новое позитивное действие человека или его результат неизбежно приводят к возникновению новых негативных факторов.

Реальная опасность всегда связана с конкретной угрозой воздействия на человека, она координирована в пространстве и во времени. Например, движущаяся по шоссе автоцистерна с надписью «Огнеопасно» представляет собой реальную опасность для человека, находящегося около автодороги. Как только автоцистерна уйдет из зоны пребывания человека, она тотчас же превратится в источник потенциальной опасности по отношению к этому человеку.

Реализованная опасность – факт воздействия реальной опасности на человека и (или) среду обитания, приведший к потере здоровья или к летальному исходу человека, к материальным потерям. Если взрыв

автоцистерны привел к ее разрушению, гибели людей и возгоранию строений, то это – реализованная опасность. Реализованные опасности принято разделять на происшествия, чрезвычайные происшествия, аварии, катастрофы и стихийные бедствия.

Происшествие – событие, состоящее из негативного воздействия с причинением ущерба людским, природным или материальным ресурсам.

Чрезвычайное происшествие (ЧП) – событие, происходящее кратковременно и обладающее высоким уровнем негативного воздействия на людей, природные и материальные ресурсы. К ЧП относятся крупные аварии, катастрофы и стихийные бедствия.

Аварии – происшествие в технической системе, не сопровождающееся гибелью людей, при котором восстановление технических средств невозможно или экономически нецелесообразно.

Катастрофа – происшествие в технической системе, сопровождающееся гибелью или пропажей без вести людей.

Стихийное бедствие – происшествие, связанное со стихийными явлениями на Земле и приведшее к разрушению биосферы, техносферы, к гибели или потере здоровья людей.

Чрезвычайная ситуация (ЧС) – состояние объекта, территории или акватории, как правило, после ЧП, при котором возникает угроза жизни и здоровью для группы людей, наносится материальный ущерб населению и экономике, деградирует природная среда.

Причинами происшествий в технических системах являются отказы и инциденты, количество которых в последние годы непрерывно нарастает.

Отказ – событие, заключающееся в нарушении работоспособности технической системы.

Инцидент – отказ технической системы, вызванный неправильными действиями оператора.

Для количественной оценки опасности используется понятие «риск».

Риск – это частота реализации опасности и может быть определена по формуле

$$R = n / N, \qquad (1.1)$$

где n – число тех или иных неблагоприятных последствий; N – возможное число неблагоприятных последствий за определенный период.

Различают индивидуальный и социальный риски. ***Индивидуальный риск*** характеризует опасность определенного вида для отдельного индивидуума. ***Социальный*** (точнее групповой) – это риск для группы людей.

Следует отметить, что процедура определения риска весьма приблизительна. Можно выделить 4 методических подхода к определению риска:

1) инженерный, опирающийся на статистику, расчет частот, вероятностный анализ безопасности, построение деревьев опасности;

2) модельный, основанный на построении моделей воздействия вредных факторов на отдельного человека, социальные, профессиональные группы и т. п.;

3) экспертный, когда вероятность различных событий определяется на основе опроса опытных специалистов, т. е. экспертов;

4) социологический, основанный на опросе населения.

Традиционная техника безопасности базируется на категорическом императиве: обеспечить безопасность, не допустить никаких аварий. Как показывает практика, такая концепция неадекватна законам техносферы. Требование абсолютной безопасности, подкупающее своей гуманностью, может обернуться трагедией для людей, потому что обеспечить нулевой риск в действующих системах невозможно. Современный мир отверг концепцию абсолютной безопасности и пришел к концепции приемлемого (допустимого) риска, суть которой в стремлении к такой малой опасности, которую приемлет общество в данный период времени.

Приемлемый риск сочетает в себе технические, экономические, социальные и политические аспекты и представляет некоторый компромисс

между уровнем безопасности и возможностями ее достижения. Прежде всего нужно иметь в виду, что экономические возможности повышения безопасности технических систем не безграничны. Затрачивая чрезмерные средства на повышение безопасности, можно нанести ущерб социальной сфере, например, ухудшить медицинскую помощь.

На рис. 1.1 показан упрощенный пример определения приемлемого (допустимого) риска, из которого видно, что при увеличении затрат технический риск снижается, но растет социальный.

Суммарный риск имеет минимум при определенном соотношении между инвестициями в техническую и социальную сферы. Это обстоятельство нужно учитывать при выборе риска, с которым общество вынуждено мириться. В настоящее время сложились представления о величинах приемлемого (допустимого) и неприемлемого риска. Максимально приемлемым уровнем индивидуального риска гибели обычно считается 10^{-6} в год. Неприемлемый риск имеет вероятность реализации более 10^{-3}. При значениях риска от 10^{-3} до 10^{-6} принято различать переходную область значений риска.

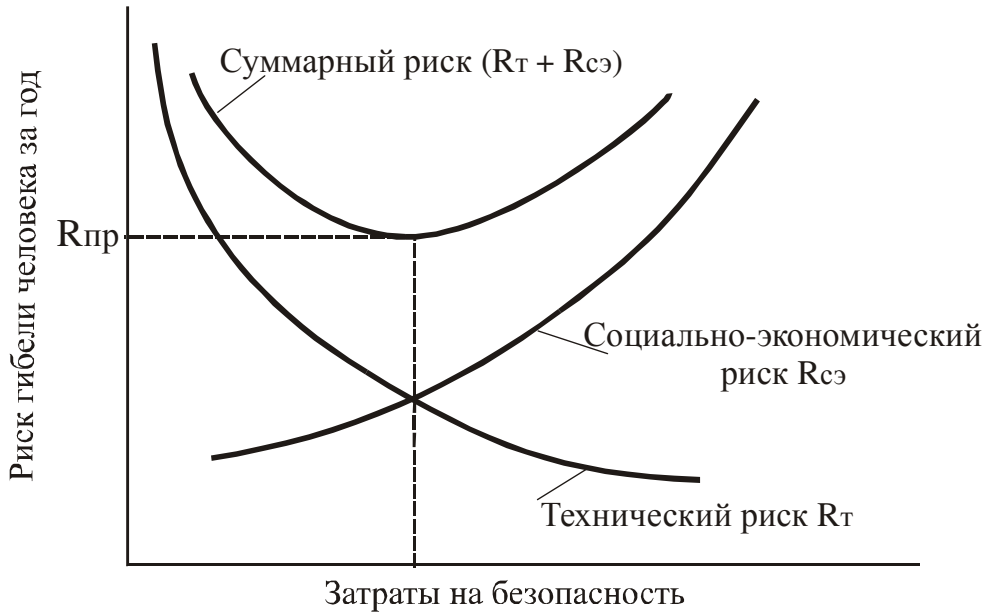

Рис. 1.1. Определение приемлемого риска

1.3. Понятие безопасности. Системы безопасности

Все опасности тогда реальны, когда они воздействуют на конкретные объекты (объекты защиты). Объекты защиты, как и источники опасностей, многообразны. Каждый компонент окружающей нас среды может быть объектом защиты от опасностей. Основное желаемое состояние объектов защиты – безопасное.

Безопасность – отсутствие недопустимого риска, связанного с возможностью нанесения ущерба [1].

Безопасность – состояние объекта защиты, при котором воздействие на него всех потоков вещества, энергии и информации не превышает максимально допустимых значений. Говоря о реализации состояния безопасности, необходимо одновременно рассматривать объект защиты и совокупность опасностей, действующих на него. Сегодня реально существуют следующие системы безопасности:

- система личной и коллективной безопасности человека в процессе его жизнедеятельности;
- система охраны природной среды (биосферы);
- система государственной безопасности;
- система глобальной безопасности.

Историческим приоритетом обладают системы обеспечения безопасности человека, который на всех этапах своего развития постоянно стремился к обеспечению комфорта, личной безопасности и сохранению своего здоровья.

1.4. Принципы и методы обеспечения безопасности

Принцип – это идея, мысль, основное положение. ***Метод*** – это путь, способ достижения цели, исходящий из знания наиболее общих закономерностей. Принципы и методы обеспечения безопасности относятся к

частным, специальным методам в отличие от общих методов, присущих диалектике и логике.

Принципы обеспечения безопасности можно подразделить на ориентирующие, технические, организационные и управленческие.

К ориентирующим относятся: принцип активности оператора, гуманизации деятельности, деструкции, замены оператора, классификации, ликвидации опасности, системности, снижения опасности.

К техническим относятся: принцип блокировки, вакуумирования, герметизации, защиты расстоянием, компрессии, прочности, слабого звена, флегматизации, экранирования.

К организационным относятся: принцип защиты временем, информации, несовместимости, нормирования, подбора кадров, последовательности, эргономичности.

К управленческим относятся: принцип адекватности контроля, обратной связи, ответственности, плановости, стимулирования, управления, эффективности.

Поясним некоторые принципы с примерами их реализации.

Принцип нормирования заключается в установлении таких параметров, соблюдение которых обеспечивает защиту человека от соответствующей опасности. Например, ПДК (предельно допустимые концентрации), ПДВ (предельно допустимые выбросы), ПДУ (предельно допустимые уровни) и др.

Принцип слабого звена состоит в том, что в рассматриваемую систему (объект) в целях обеспечения безопасности вводится элемент, который устроен так, что воспринимает или реагирует на изменение соответствующего параметра, предотвращая опасное явление. Примером реализации данного принципа являются разрывные мембраны, предохранители и другие элементы.

Принцип информации заключается в передаче и усвоении персоналом сведений, выполнение которых обеспечивает соответствующий уровень безопасности. Примеры реализации: обучение, инструктаж, предупредительные надписи и др.

Принцип классификации (категорирования) состоит в делении объектов на классы и категории по признакам, связанным с опасностями. Например: санитарно-защитные зоны, категории производств по взрывопожарной опасности и др.

Для рассмотрения методов обеспечения безопасности введем следующие определения.

Гомосфера – пространство (рабочая зона), где находится человек в процессе рассматриваемой деятельности.

Ноксосфера – пространство, в котором постоянно существуют или периодически возникают опасности.

Совмещение гомосферы и ноксосферы недопустимо с позиций безопасности.

Безопасность обеспечивается тремя основными методами: А, Б, В.

Метод А состоит в пространственном и (или) временном разделении гомосферы и ноксосферы. Это достигается средствами дистанционного управления, автоматизации, роботизации и др.

Метод Б состоит в нормализации ноксосферы путем исключения опасностей. Это – совокупность мероприятий, защищающих человека от шума, газа, пыли и др. средствами коллективной защиты.

Метод В содержит гамму приемов и средств, направленных на адаптацию человека к соответствующей среде и повышение его защищенности. Данный метод реализует возможности профотбора, обучения, психологического воздействия, средств индивидуальной защиты.

В реальных условиях, как правило, указанные методы используются совместно, в различных вариантах.

1.5. Характеристика человека как элемента системы «человек – среда обитания»

В качестве одного из предметов изучения безопасности жизнедеятельности выступают возможности человека как элемента системы «человек – среда обитания».

Человеку постоянно требуются сведения о текущем состоянии и изменениях во внешнем мире и внутренней среде организма для оценки этой информации и принятия решений по своему поведению и выработке программ дальнейшей жизнедеятельности.

Восприятие действующих на организм раздражителей, проведение и обработку возникающего при этом возбуждения, формирование ответственных приспособительных реакций осуществляет нервная система (НС) человека. Нервная система имеет сложное строение. Различают центральную (ЦНС) и периферическую (ПНС) нервные системы. ЦНС – основная часть нервной системы – представлена у позвоночных животных и человека головным и спинным мозгом. Эта система формирует и регулирует поведение и мыслительную деятельность человека. Периферическая нервная система (ПНС) – нервы, по которым распространяются нервные импульсы с периферии в нервные центры и, наоборот, от нервных центров к периферическим органам.

Нервная система функционирует благодаря трем основным элементам. Этими элементами являются рецептор, нервная клетка (нейрон) и синапс. Рецептор – это устройство, трансформирующее энергию раздражения в специфический нервный процесс – возбуждение. Нейрон – это структурная и функциональная единица нервной системы. Кора головного мозга состоит из 10…14 млрд. нейронов. Синапс представляет собой тончайшее образование, с помощью которого происходит переход возбуждения с одного нейрона на другой, с нейрона на мышцу и другие периферические исполнительные органы.

В основной своей массе мозг является совокупностью тесно связанных между собой анализаторов: зрительного, слухового, осязательного, обонятельного, вкусового, двигательного и др. Периферическая часть анализаторов – это рецепторы, вынесенные на поверхность тела для приема внешней информации либо размещенные во внутренних системах и органах для восприятия информации о их состоянии (внешние рецепторы в обычной речи называют органами чувств). Центральной частью анализаторов являются некоторые зоны в коре головного мозга: зрительная, слуховая, двигательная и др. Проводящие нервные пути соединяют рецепторы с соответствующими зонами мозга.

Рецепторы, выполняющие функции датчиков, воспринимают поступающие к ним сигналы из окружающей среды, осуществляют их частичную переработку и преобразуют в биоэлектрические сигналы, которые затем передаются в ЦНС. В процессе анализа в ЦНС вырабатываются биоэлектрические команды, передающиеся по нервным путям обратно к рецепторам и обеспечивающие их оптимальную настройку в зависимости от характеристик воспринимаемых сигналов.

Связь между интенсивностью ощущений и силой раздражения, действующего на какой-либо орган чувств, выражается законом Вебера–Фехнера. Немецкий физиолог Э. Вебер и немецкий физик Фехнер установили, что величина ощущения пропорциональна логарифму отношения величины раздражителя к абсолютному порогу ощущения:

$$S = k \lg I/I_0 , \qquad (1.2)$$

где S – величина ощущения человека; k – коэффициент пропорциональности;

I – уровень раздражителя, воздействующего на органы чувств; I_0 – пороговый ощутимый уровень раздражителя.

В зависимости от специфики принимаемых сигналов различают внешние и внутренние анализаторы. К внешним относятся зрительный (рецептор – глаз), слуховой (рецептор – ухо), тактильный, болевой, температурный (рецепторы кожи) анализаторы. К внутренним относятся анализатор давления кинестетический, вестибулярный и специальные анализаторы.

Анализаторы характеризуются следующими основными параметрами:

- абсолютной чувствительностью к интенсивности сигналов;
- предельно допустимой интенсивностью сигнала;
- диапазоном чувствительности к интенсивности;
- минимальной длительностью сигнала, необходимой для возникновения ощущения;
- дифференциальной (различительной) чувствительностью к изменению интенсивности сигнала и др.

Специфической особенностью рецепторов человека является большой диапазон значений интенсивности сигналов, в пределах которого возможно эффективное функционирование анализаторов, вместе с весьма высокой дифференциальной чувствительностью к интенсивности. Такое сочетание оказывается возможным благодаря системе адаптации и сенсибилизации анализаторов (повышение и понижение их чувствительности в зависимости от средней интенсивности сигналов, воздействующих в течение некоторого времени). [4].

Основной формой деятельности мозга при отражении различных воздействий на человеческий организм является рефлекс. Этим термином обозначают реакцию организма на раздражение со стороны внешней или внутренней среды, которая происходит при обязательном участии ЦНС.

Различают условные и безусловные рефлексы.

Безусловный рефлекс – это врожденная реакция, осуществляемая через посредство подкорковых и нижележащих отделов центральной нервной системы. Безусловные рефлексы подразделяются на простые и сложные. К

простым относятся зрачковый, сухожильный, чихательный и т. д., а к сложным – пищевой, оборонительный, половой, подражательный и прочие рефлексы. Сложные безусловные рефлексы составляют основной фонд жизнедеятельности организма.

Условный рефлекс – это приобретенная реакция человека, которая образуется и осуществляется благодаря деятельности коры больших полушарий мозга. Условный рефлекс имеет свойство приобретения, т. е. является индивидуальной реакцией, отражающей жизненной опыт (условия воспитания, быта, профессиональной деятельности и пр.) обладателя. Кроме этого, ему присуще свойство непостоянства. Условный рефлекс очень изменчив, он вырабатывается, сохраняется и возобновляется при наличии определенных условий (правил). Наконец, условный рефлекс обладает свойством сигнальности. В свойстве сигнальности содержится принципиально новый вид поведения: здесь деятельность человеческого организма связана с будущим – событиями, помыслами и целями будущего времени. В каждом условном рефлексе отчетливо видно: реакция возникает на раздражение настоящего времени, а направлена на цели будущего. Такие отношения между стимулом и реакцией являются сложными и специфичны для высшей нервной деятельности.

Поддержание жизни, жизнедеятельность сами по себе представляют для организма довольно тяжелую задачу. Внешняя окружающая и внутренняя среды порождают большое количество различных раздражений, действующих на организм человека. Эта информация подвергается многоступенчатой переработке на различных уровнях периферической и центральной нервной системы. Информация, поступающая в организм человека, например, во время трудовой деятельности, чрезвычайно разнообразна. Однако в самом организме на нейрофизиологическом уровне она представлена одним и тем же физиологическим процессом – возбуждением. Этот процесс имеет общее значение для всех организмов, которые обладают специфическим свойством – возбудимостью, т. е. способностью приходить в состояние возбуждения под

действием раздражителя. Когда тот или иной элемент охватывается возбуждением, он тем самым приводится в действие, т. е. выявляет свою специфическую функцию, например, мышца сокращается, железа вырабатывает секрет и т. д. Таким образом, возбуждение является движущей силой в организме человека, позволяющей ему реагировать на важные факторы, в том числе и опасные, вырабатывать и реализовывать защитную реакцию.

Защитные приспособительные реакции имеют три стадии:

- нормальная физиологическая реакция (гомеостаз);
- нормальные адаптационные изменения;
- патофизиологические адаптационные изменения (развитие заболевания).

Человек постоянно приспосабливается к изменяющимся условиям окружающей среды благодаря гомеостазу – универсальному свойству сохранять и поддерживать стабильность работы различных систем организма в ответ на воздействия, нарушающие эту стабильность**.** ***Гомеостаз*** – относительное динамическое постоянство состава и свойств внутренней среды и устойчивость основных физиологических функций организма. Любые физиологические, физические, химические или эмоциональные воздействия, будь то температура воздуха, изменение атмосферного давления или волнение, радость, печаль, могут быть поводом к выходу организма из состояния динамического равновесия. Автоматически при помощи гуморальных и нервных механизмов регуляции осуществляется саморегуляция физиологических функций, обеспечивающая поддержание жизнедеятельности организма на постоянном уровне. Гуморальная регуляция осуществляется через жидкую внутреннюю среду организма с помощью молекул химических веществ, выделяемых клетками или определенными тканями и органами (гормонов, ферментов и т. д.).

Компенсация изменений факторов среды обитания оказывается возможной благодаря активации систем, ответственных за адаптацию (приспособление). Вмешательство внешних факторов в состояние гомеостаза приводит к адаптивной перестройке организма, в результате которой одна или несколько функциональных систем компенсируют возможные нарушения и восстанавливают равновесие. В безвыходных ситуациях, когда раздражитель чрезмерно силен, эффективная адаптация не формируется и сохраняется нарушение гомеостаза. Вызываемый этими нарушениями стресс достигает чрезмерной интенсивности и длительности, в такой ситуации возможно развитие заболевания.

Контрольные вопросы к главе 1:

1. Цели, задачи, объект и предметы изучения науки «Безопасность жизнедеятельности».
2. Понятие опасности и классификация опасностей.
3. В чем заключается суть аксиомы потенциальной опасности деятельности человека?
4. Что такое риск?
5. В чем заключается концепция приемлемого риска?
6. Что представляют собой анализаторы человека?
7. Какими параметрами характеризуются анализаторы?
8. Классификация анализаторов зависимости от специфики принимаемых аналогов.
9. Сущность закона Вебера–Фехнера.
10. Что такое рефлекс?
11. Понятие об условных и безусловных рефлексах.

2. Классификация негативных факторов производственной среды и условий трудовой деятельности

2.1. Общие положения

В соответствии с Федеральными законами от 28 декабря 2013 г. N 421-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [5] и N 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда» [6], с 1 января 2014 года в Трудовой кодекс Российской Федерации [2] внесены изменения, которые упразднили процедуру аттестации рабочих мест по условиям труда и ввели процедуру специальной оценки условий труда.

В соответствии с частью 3 статьи 8 Федерального закона N 426-ФЗ, специальная оценка условий труда проводится в соответствии с методикой проведения специальной оценки условий труда, утвержденной приказом Минтруда России от 24 января 2014 г. N 33н «Об утверждении Методики проведения специальной оценки условий труда, Классификатора вредных и (или) опасных производственных факторов, формы отчета о проведении специальной оценки условий труда и инструкции по ее заполнению» [7].

При этом результаты аттестации рабочих мест по условиям труда действительны в течение пяти лет с момента ее завершения, но не более чем до 31 декабря 2018 года.

2.2. Вредные и (или) опасные факторы производственной среды и трудового процесса

В стандарте «ГОСТ 12.0.002-80 ССБТ. Термины и определения», предложены следующие определения [8]:

Опасным производственным фактором является такой фактор производственного процесса, воздействие которого на работающего приводит к травме или резкому ухудшению здоровья.

Вредные производственные факторы - это неблагоприятные факторы трудового процесса или условий окружающей среды, которые могут оказать вредное воздействие на здоровье и работоспособность человека. Длительное воздействие на человека вредного производственного фактора приводит к заболеванию.

Вредный производственный фактор может стать опасным в зависимости от уровня и продолжительности воздействия на человека.

В соответствии со стандартом «ГОСТ 12.1.0.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация», опасные и вредные производственные факторы подразделяются по природе действия на следующие группы [9]:

- физические;
- химические;
- биологические;
- психофизиологические.

Согласно ч.1 и 2 статьи 13 Федерального закона от 28 декабря 2013 г. № 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда» определены следующие вредные и (или) опасные факторы производственной среды и трудового процесса, подлежащие исследованию (испытанию) и измерению при проведении специальной оценки условий труда [6]:

1) ***физические факторы*** - аэрозоли преимущественно фиброгенного действия, шум, инфразвук, ультразвук воздушный, вибрация общая и локальная, неионизирующие излучения (электростатическое поле, постоянное магнитное поле, в том числе гипогеомагнитное, электрические и магнитные поля промышленной частоты (50 Герц), переменные электромагнитные поля, в том числе радиочастотного диапазона и оптического диапазона (лазерное и ультрафиолетовое), ионизирующие излучения, параметры микроклимата (температура воздуха, относительная влажность воздуха, скорость движения воздуха, инфракрасное излучение), параметры световой среды (освещенность рабочей поверхности при искусственном освещении);

2) ***химические факторы*** - химические вещества и смеси, измеряемые в воздухе рабочей зоны и на кожных покровах работников, в том числе некоторые вещества биологической природы (антибиотики, витамины, гормоны, ферменты, белковые препараты), которые получают химическим синтезом и (или) для контроля содержания которых используют методы химического анализа;

3) ***биологические факторы*** - микроорганизмы-продуценты, живые клетки и споры, содержащиеся в бактериальных препаратах, патогенные микроорганизмы - возбудители инфекционных заболеваний.

В целях проведения специальной оценки условий труда исследованию (испытанию) и измерению подлежат следующие вредные и (или) опасные факторы *трудового процесса*:

- ***тяжесть трудового процесса*** - показатели физической нагрузки на опорно-двигательный аппарат и на функциональные системы организма работника;

- ***напряженность трудового процесса*** - показатели сенсорной нагрузки на центральную нервную систему и органы чувств работника.

При проведении специальной оценки условий труда, испытательная лаборатория (центр) проводит исследования (испытания) и измерения следующих вредных и (или) опасных факторов производственной среды и трудового процесса [6]:

1) температура воздуха;

2) относительная влажность воздуха;

3) скорость движения воздуха;

4) интенсивность и экспозиционная доза инфракрасного излучения;

5) напряженность переменного электрического поля промышленной частоты (50 Герц);

6) напряженность переменного магнитного поля промышленной частоты (50 Герц);

7) напряженность переменного электрического поля электромагнитных излучений радиочастотного диапазона;

8) напряженность переменного магнитного поля электромагнитных излучений радиочастотного диапазона;

9) напряженность электростатического поля и постоянного магнитного поля;

10) интенсивность источников ультрафиолетового излучения в диапазоне длин волн 200-400 нанометров;

11) энергетическая освещенность в диапазонах длин волн УФ-А (= 400 - 315 нанометров), УФ-В (= 315 - 280 нанометров), УФ-С (= 280 - 200 нанометров);

12) энергетическая экспозиция лазерного излучения;

13) мощность амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения, рентгеновского и нейтронного излучений;

14) радиоактивное загрязнение производственных помещений, элементов производственного оборудования, средств индивидуальной защиты и кожных покровов работников;

15) уровень звука;

16) общий уровень звукового давления инфразвука;

17) ультразвук воздушный;

18) вибрация общая и локальная;

19) освещенность рабочей поверхности;

20) концентрация вредных химических веществ, в том числе веществ биологической природы (антибиотиков, витаминов, гормонов, ферментов, белковых препаратов), которые получают химическим синтезом и (или) для контроля содержания которых используют методы химического анализа, а также концентрация смесей таких веществ в воздухе рабочей зоны и на кожных покровах работников (в соответствии с областью аккредитации испытательной лаборатории (центра);

21) массовая концентрация аэрозолей в воздухе рабочей зоны;

22) тяжесть трудового процесса (длина пути перемещения груза, мышечное усилие, масса перемещаемых грузов, угол наклона корпуса тела работника и количество наклонов за рабочий день (смену), время удержания груза, количество стереотипных рабочих движений);

23) напряженность трудового процесса работников, трудовая функция которых:

а) заключается в диспетчеризации производственных процессов, управлении транспортными средствами (длительность сосредоточенного наблюдения, плотность сигналов (световых, звуковых) и сообщений в единицу времени, число производственных объектов одновременного наблюдения, нагрузка на слуховой анализатор, время активного наблюдения за ходом производственного процесса);

б) заключается в обслуживании производственных процессов конвейерного типа (продолжительность выполнения единичной операции, число элементов (приемов), необходимых для реализации единичной операции);

в) связана с длительной работой с оптическими приборами;

г) связана с постоянной нагрузкой на голосовой аппарат;

24) биологические факторы (в соответствии с областью аккредитации испытательной лаборатории (центра).

В соответствии с приложением №2 к Приказу Минтруда России №33н от 24 января 2014 г., утвержден «Классификатор вредных и (или) опасных производственных факторов» (см. приложение 1) [7].

2.3. Классификация условий труда

Согласно ч.1-4 статьи 14 Федерального закона от 28 декабря 2013 г. № 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда» установлена классификация условий труда. Условия труда по степени вредности и (или) опасности подразделяются на четыре класса - оптимальные, допустимые, вредные и опасные условия труда [6].

Оптимальными условиями труда (1 класс) являются условия труда, при которых воздействие на работника вредных и (или) опасных производственных факторов отсутствует или уровни воздействия которых не превышают уровни, установленные нормативами (гигиеническими нормативами) условий труда и принятые в качестве безопасных для человека, и создаются предпосылки для поддержания высокого уровня работоспособности работника.

Допустимыми условиями труда (2 класс) являются условия труда, при которых на работника воздействуют вредные и (или) опасные производственные факторы, уровни воздействия которых не превышают уровни, установленные нормативами (гигиеническими нормативами) условий труда, а измененное функциональное состояние организма работника восстанавливается во время регламентированного отдыха или к началу следующего рабочего дня (смены).

Вредными условиями труда (3 класс) являются условия труда, при которых уровни воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов превышают уровни, установленные нормативами (гигиеническими нормативами) условий труда, в том числе:

1) подкласс 3.1 (вредные условия труда 1 степени) - условия труда, при которых на работника воздействуют вредные и (или) опасные производственные факторы, после воздействия которых измененное функциональное состояние организма работника восстанавливается, как правило, при более длительном, чем до начала следующего рабочего дня (смены), прекращении воздействия данных факторов, и увеличивается риск повреждения здоровья;

2) подкласс 3.2 (вредные условия труда 2 степени) - условия труда, при которых на работника воздействуют вредные и (или) опасные производственные факторы, уровни воздействия которых способны вызвать стойкие функциональные изменения в организме работника, приводящие к появлению и развитию начальных форм профессиональных заболеваний или профессиональных заболеваний легкой степени тяжести (без потери

профессиональной трудоспособности), возникающих после продолжительной экспозиции (пятнадцать и более лет);

3) подкласс 3.3 (вредные условия труда 3 степени) - условия труда, при которых на работника воздействуют вредные и (или) опасные производственные факторы, уровни воздействия которых способны вызвать стойкие функциональные изменения в организме работника, приводящие к появлению и развитию профессиональных заболеваний легкой и средней степени тяжести (с потерей профессиональной трудоспособности) в период трудовой деятельности;

4) подкласс 3.4 (вредные условия труда 4 степени) - условия труда, при которых на работника воздействуют вредные и (или) опасные производственные факторы, уровни воздействия которых способны привести к появлению и развитию тяжелых форм профессиональных заболеваний (с потерей общей трудоспособности) в период трудовой деятельности.

Опасными условиями труда (4 класс) являются условия труда, при которых на работника воздействуют вредные и (или) опасные производственные факторы, уровни воздействия которых в течение всего рабочего дня (смены) или его части способны создать угрозу жизни работника, а последствия воздействия данных факторов обусловливают высокий риск развития острого профессионального заболевания в период трудовой деятельности.

В случае применения работниками, занятыми на рабочих местах с вредными условиями труда, эффективных средств индивидуальной защиты, прошедших обязательную сертификацию в порядке, установленном соответствующим техническим регламентом, класс (подкласс) условий труда может быть снижен комиссией на основании заключения эксперта организации, проводящей специальную оценку условий труда, на одну степень в соответствии с методикой проведения специальной оценки условий труда [6, 7].

По согласованию с территориальным органом федерального органа исполнительной власти, осуществляющего функции по организации и

осуществлению федерального государственного санитарно-эпидемиологического надзора, по месту нахождения соответствующих рабочих мест допускается снижение класса (подкласса) условий труда более чем на одну степень в соответствии с методикой проведения специальной оценки условий труда [6, 7].

В отношении рабочих мест в организациях, осуществляющих отдельные виды деятельности, снижение класса (подкласса) условий труда может осуществляться в соответствии с отраслевыми особенностями, утвержденными федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке и реализации государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере труда, по согласованию с федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по организации и осуществлению федерального государственного санитарно-эпидемиологического надзора, и с учетом мнения Российской трехсторонней комиссии по регулированию социально-трудовых отношений.

Критерии классификации условий труда на рабочем месте устанавливаются предусмотренной частью 3 статьи 8 Федерального закона №426-ФЗ методикой проведения специальной оценки условий труда [6, 7].

Контрольные вопросы к главе 2:

1. Дайте определение опасного производственного фактора?
2. Дайте определение вредного производственного фактор?
3. На какие группы подразделяются опасные и вредные производственные факторы по природе действия?
4. Перечислите физические факторы производственной среды?
5. Что относят к химическому фактору производственной среды?
6. Что такое биологический фактор производственной среды?
7. Перечислите показатели тяжести трудового процесса?
8. Назовите показатели напряженности условий труда?

9. Измерения каких вредных и (или) опасных факторов производственной среды и трудового процесса проводит испытательная лаборатория при специальной оценке условий труда?
10. Какие условия труда являются оптимальными?
11. Какие условия труда относят к допустимым?
12. Чем характеризуются вредные условия труда?
13. Какие условия труда считаются опасными?

3. Параметры микроклимата

3.1. Воздействие параметров микроклимата на человека

Параметры микроклимата или, как их еще называют, метеорологические условия в производственных помещениях и на рабочих площадках характеризуются температурой воздуха, скоростью движения воздуха, относительной влажностью и интенсивностью теплового излучения от нагретых поверхностей оборудования. Каждый в отдельности и сочетании воздействия они могут оказывать на человека неблагоприятное воздействие, приводить к заболеваниям.

Так, например, тяжелая физическая работа при высокой температуре вызывает изменения в сердечнососудистой системе (учащение пульса, понижение кровяного давления), дыхании, водно-солевом балансе при испарении выделяющегося пота. Длительная работа человека в таких условиях может вызвать тепловое и дегидратационное истощение, судороги, тепловой удар.

Дегидратационное истощение выражается в сильной усталости, удрученности, сильном пульсе, одышке, сонливости, обморочном состоянии, стремлении сесть или лечь. Тепловой удар характеризуется высокой температурой, возбуждаемостью, прострацией (угнетенным подавленным

состоянием, полным упадком сил, безразличием), бредом, уменьшением или приостановкой потоотделения.

Воздействие на человека охлаждающего микроклимата хорошо известно из бытовых условий, последствиями переохлаждения могут быть различные простудные заболевания, радикулит и т.п.

Тепловое ощущение человека зависит от интенсивности его теплообмена с окружающей средой и состояния функции терморегуляции организма, которая может нарушаться под воздействием неблагоприятных параметров микроклимата.

Терморегуляция – это совокупность физиологических и химических процессов в организме человека, направленных на поддержание постоянной температуры тела ($36{,}6^0$C ± $0{,}5^0$C), независимо от внешних условий и тяжести выполняемой работы. Терморегуляция, как и все остальные функции организма человека, находится под контролем центральной нервной системы. Напряжение функции терморегуляции, в свою очередь, «напрягает» и центральную нервную систему. Поэтому не приходится удивляться отмеченными учеными корреляциями между параметрами микроклимата и производительностью труда, а также их влиянием на уровень производственного травматизма.

Различают химическую и физическую терморегуляцию. Химическая терморегуляция достигается ослаблением обмена веществ при угрозе перегревания организма или усилением обмена при угрозе охлаждения (роль ее невелика). Физическая терморегуляция регулирует отдачу тепла в окружающую среду в виде:

- инфракрасных лучей, излучаемых поверхностью тела человека в направлении предметов с более низкой температурой (радиация) ≈ 45%;

- нагрева воздуха, омывающего поверхность тела (конвекция) ≈ 30%;

- испарения влаги (пота) с поверхности тела, легких и слизистых оболочек верхних дыхательных путей ≈ 25%.

При этом свыше 80% тепла отдается через кожный покров, примерно 15% через органы дыхания, около 5% тепла расходуется на согревание принимаемой пищи, воды и вдыхаемого воздуха.

Соотношение долей различных видов теплообмена может сильно изменяться в зависимости от метеорологических условий, а также тяжести и напряженности выполняемой человеком работы (влияет на количество выделяемого человеком тепла). Так, например, при увеличении температуры доля тепла, отдаваемая за счет радиации и конвекции, уменьшается, и при температуре 30^0С практически равна нулю. В этих условиях главным источником теплопотерь человека является потоотделение. Чем выше относительная влажность воздуха, тем больше затрудняется испарение с поверхности кожного покрова и т.п.

3.2. Нормирование параметров микроклимата

Нормирование параметров микроклимата регламентировано СанПиН 2.2.4.548-96 [10], которые устанавливают *оптимальные, допустимые, вредные и опасные условия работ.*

Оптимальные микроклиматические условия характеризуются таким сочетанием показателей микроклимата, которые при их сочетанном воздействии на человека в течение рабочей смены обеспечивают сохранение теплового состояния организма при минимальном напряжения функции терморегуляции (общие и/или локальные дискомфортные теплоощущения отсутствуют). Это обеспечивает оптимальное тепловое состояние организма человека (ощущение теплового комфорта), что, естественно создает предпосылки сохранения высокого уровня работоспособности.

Допустимые микроклиматические условия характеризуются таким сочетанием показателей микроклимата, которые при их сочетанном воздействии на человека в течение рабочей смены могут вызвать изменение теплового состояния организма. Это приводит к умеренному напряжению

механизмов терморегуляции, незначительным дискомфортным общим и/или локальным теплоощущениям. При этом сохраняется относительная термостабильность, может иметь место временное (в течение рабочей смены) снижение работоспособности, но не нарушается здоровье (в течение всего периода трудовой деятельности). Допустимы такие параметры микроклимата, которые при совместном действии на человека обеспечивают допустимое тепловое состояние организма.

Допустимые условия устанавливаются в тех случаях, когда по технологическим требованиям, техническим и экономическим причинам не обеспечиваются оптимальные нормы.

Вредные микроклиматические условия – параметры микроклимата, которые при их сочетанном воздействии на человека в течение рабочей смены вызывают изменение теплового состояния организма; выраженные общие и/или локальные дискомфортные теплоощущения, значительное напряжение механизмов терморегуляции, снижение работоспособности. При этом не гарантируется термостабильность организма человека и сохранение его здоровья в период трудовой деятельности и после ее окончания.

Экстремальные (опасные) микроклиматические условия – параметры микроклимата, которые при их сочетанном воздействии на человека даже в течение непродолжительного времени (менее 1 ч) вызывают изменение теплового состояния организма; характеризующееся чрезмерным напряжением механизмов терморегуляции, что может привести к нарушению состояния здоровья и возникновению риска смерти.

Категории работ разделяются на основе интенсивности энергозатрат организма (тяжести выполняемой работы) [10]:

- категория Iа – работы, выполняемые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением;

- категория Iб – работы, выполняемые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением;

- категория IIа – работы, связанные с постоянной ходьбой, перемещением мелких (до 1 кг) изделий или предметов в положении стоя или сидя и требующие определенного физического усилия;

- категория IIб – работы, связанные с ходьбой, перемещением и переноской тяжестей до 10 кг и сопровождающиеся умеренным физическим усилием;

- категория III – работы, связанные с постоянным передвижением, перемещением и переноской значительных (свыше 10 кг) тяжестей и больших физических усилий.

Для гигиенической оценки параметров нагревающего микроклимата, не соответствующего нормативным требованиям, когда действие каждого из параметров может компенсировать (усиливать) воздействие другого при наличии теплового облучения используется интегральный эмпирический показатель – ТНС-индекс (индекс тепловой нагрузки среды), определяемый по формуле:

$$ТНС = 0,7 \cdot t_{вл} + 0,3 \cdot t_{ш}, \qquad (3.1)$$

где $t_{вл}$ - температура смоченного термометра аспирационного психрометра;

$t_{ш}$ - температура внутри специального зачерненного полого шара.

Значения ТНС-индекса для профилактики перегревания организма не должны выходить за пределы величин, приведенных в табл.3.1 [10].

Таблица 3.1

Рекомендуемые значения ТНС-индекса для профилактики перегревания организма

Категория работ по уровню энергозатрат	Величина ТНС-индекса
Iа	22,2 – 26,4
Iб	21,5 – 25,8
IIа	20,5 – 25,1
IIб	19,5 – 23,9
III	18,0 – 21,8

Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений приведены в таблице 3.2 [10].

Таблица 3.2

Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С		Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
		Диапазон ниже оптимальных величин	Диапазон выше оптимальных величин			Для диапазона температур воздуха ниже оптимальных величин, не более	Для диапазона температур воздуха выше оптимальных величин, не более
Холодный	Ia (до 139)	20,0 – 21,9	24,1 – 25,0	19,0 – 26,0	15 – 75*	0,1	0,1
	Iб (140-174)	19,0 – 20,9	23,1 – 24,0	18,0 – 25,0	15 - 75	0,1	0,2
	IIa (175-232)	17,0 – 18,9	21,1 – 23,0	16,0 – 24,0	15 - 75	0,1	0,3
	IIб (223-290)	15,0 – 16,9	19,1 – 22,0	14,0 – 23,0	15 - 75	0,2	0,4
	III (более 290)	13,0 – 15,9	18,1 – 21,0	12,0 – 22,0	15 - 75	0,2	0,4
Теплый	Ia (до 139)	21,0 - 22,9	25,1 – 28,0	20,0 – 29,0	15 – 75*	0,1	0,2
	Iб (140-174)	20,0 – 21,9	24,1 – 28,0	19,0 – 29,0	15 – 75*	0,1	0,3
	IIa (175-232)	18,0 – 19,9	22,1 – 27,0	17,0 – 28,0	15 – 75*	0,1	0,4
	IIб (223-290)	16,0 – 18,9	21,1 – 27,0	15,0 – 28,0	15 – 75*	0,2	0,5
	III (более 290)	15,0 – 17,9	20,1 – 26,0	14,0 – 27,0	15 – 75*	0,2	0,5

3.3. Обеспечение нормальных параметров микроклимата и комфортного состояния работников

Для обеспечения нормальных параметров микроклимата и поддержания теплового равновесия человека и окружающей его среды при проектировании промышленных предприятий предусматривают комплекс технологических, санитарно-технических, организационных и медико-профилактических мероприятий, которые могут одновременно защищать всех работающих в помещении, часть из них или же конкретных работников. Часто невозможно провести четкое разграничение «сферы влияния» какого-либо мероприятия. Методологически их удобно разделять на две группы – ***общие*** – влияющие на всех (нескольких) работников и ***индивидуальные***.

К группе общих мероприятий можно отнести:

1. Внедрение современных технологических процессов и оборудования, автоматизации и механизации тяжелых и трудоемких работ, дистанционное управление теплоизлучающими процессами и аппаратами.

2. Рациональное размещение (локализация) и теплоизоляция оборудования, аппаратов и коммуникаций, являющихся источниками излучения (температура поверхности должна быть не более 45^0С).

3. Герметизация источников интенсивного тепло- и влаговыделения (плотно подогнанные дверцы, заслонки, блокировка закрытия технологических отверстий).

4. Экранирование источников тепловыделений или рабочих мест (устройство защитных экранов, водяных и воздушных завес).

5. Устройство в помещениях систем местной (воздушное душирование, аспирация) и общеобменной вентиляции или кондиционирования воздуха.

6. Устройство специальных тамбуров у входов, создание воздушно-тепловых завес для защиты отапливаемых помещений от попадания холодного воздуха в зимнее время.

К группе индивидуальных мероприятий можно отнести:

1. Обеспечение работающих рациональной спецодеждой для условий нагревающего и охлаждающего микроклимата.

2. Устройство в горячих цехах специально оборудованных комнат, кабин или мест для кратковременного отдыха с подачей в них очищенного и умеренно охлажденного воздуха, а также специально оборудованных комнат для обогрева (для работающих длительное время на холоде).

3. Организация рационального водо-солевого режима с целью профилактики перегревов (0,2-0,5% поваренной соли к воде и насыщение углекислым газом для улучшения ее вкуса и секреции желудочного сока).

4. Регламентация режима труда (защита временем).

Контрольные вопросы к главе 3:

1. Как воздействуют параметры микроклимата на организм человека?
2. Перечислите виды терморегуляции?
3. Перечислите категории работ на основе интенсивности энергозатрат организма?
4. Что такое оптимальные микроклиматические условия?
5. Что такое индекс тепловой нагрузки среды?
6. Назовите рекомендуемые значения ТНС-индекса для профилактики перегревания организма?
7. Назовите мероприятия по обеспечению нормальных параметров микроклимата и комфортного состояния работников?

4. Химические факторы производственной среды

Химические опасные и вредные производственные факторы включают в себя химические вещества и смеси, измеряемые в воздухе рабочей зоны и на кожных покровах работников, в том числе некоторые вещества биологической

природы (антибиотики, витамины, гормоны, ферменты, белковые препараты), которые получают химическим синтезом и (или) для контроля содержания которых используют методы химического анализа.

Химические вещества в производственных условиях встречаются в виде многочисленных паров, газов, пыли, аэрозолей и т.д.

По характеру действия на организм человека химические вещества и смеси подразделяются на: токсичные; раздражающие; сенсибилизирующие, т.е вызывающие аллергические заболевания; канцерогенные, т.е. вызывающие развитие злокачественных опухолей; мутагенные, т.е. вызывающие мутации, а также влияющие на репродуктивную функцию, т.е. действующие на половые клетки организма.

4.1. Действие вредных веществ на организм человека

Атмосферный воздух, попадая в производственные помещения, может изменять свой состав, загрязняясь примесями вредных веществ: газов, паров, пыли, образующихся в процессе производства. Попадая в организм человека при дыхании, а также через кожу или пищевод, такие вещества могут оказать вредное воздействие. Ухудшение здоровья человека, причиной которого является низкое качество воздуха помещений, может проявиться появлением большого набора острых и хронических симптомов и в форме множества специфических заболеваний (рис. 4.1).

Понятие «вредное вещество» является одним из важнейших понятий в охране труда. ***Вредным*** называется вещество, которое при контакте с организмом человека в случае нарушения требований безопасности может вызвать производственные травмы, профессиональные заболевания или другие отклонения в состоянии здоровья, обнаруживаемые современными методами как в процессе контакта с ним, так и в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений [11].

Глаза
Сухость, зуд/жжение, слезоточивость, покраснение
Верхние дыхательные пути (нос и горло)
Сухость, зуд/жжение, заложенный нос, выделения из носа, носовые кровотечения, боль в горле
Легкие
Стеснение в груди, нехватка воздуха, хрипы, бронхит
Кожа
Покраснение, сухость, общий и местный зуд
Общие
Головная боль, слабость, сонливость, трудность концентрации внимания, раздражительность, беспокойство, тошнота, головокружение
Наиболее распространенные заболевания, связные с повышенной чувствительностью организма:
Гиперсенсибилитивная пневмония, влажная лихорадка, астма, риниты, дерматиты
Инфекции
Болезнь легионеров обычная простуда, болезни неизвестного химического или физического происхождения, включая рак

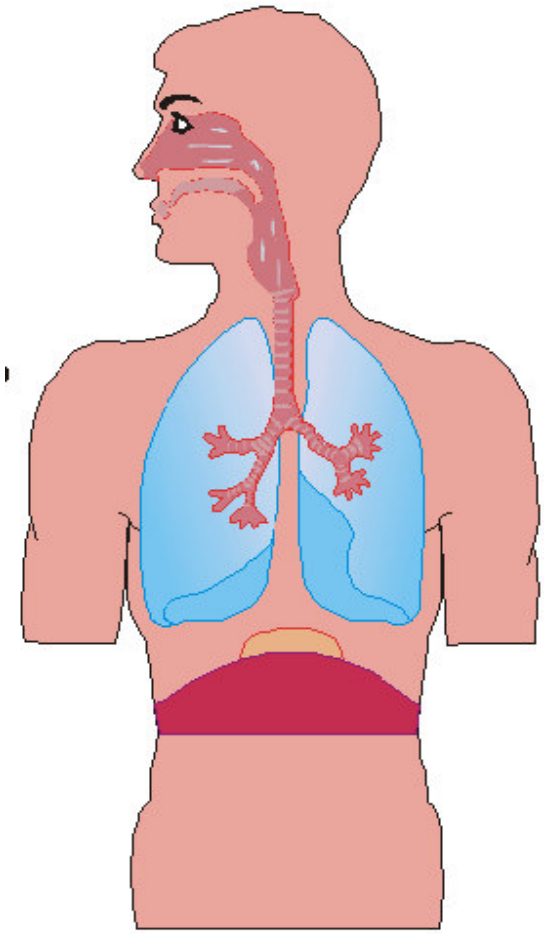

Рис. 4.1. Симптомы и заболевания, связанные с качеством воздуха помещений

В настоящее время известно около 7 млн. химических веществ и соединений. На международном рынке ежегодно появляется 500…1000 новых химических соединений и смесей. Около 60 тыс. веществ находят применение в деятельности человека.

Поступление в воздух производственных помещений того или иного вредного вещества зависит от технологического процесса, используемого сырья, а также от промежуточных и конечных продуктов (табл. 4.1).

Таблица 4.1

Наименование вещества (пары, газы)	ПДК (ГОСТ12.1.005-88*), мг/м^3	Примеры участков, где возможно наличие вредных веществ
Ацетилен (по фосфористому водороду) Дибутилэфир Хлор Толуол Ксилол Ацетон	0,1 0,5 1 50 50 200	На участках выполнения антикоррозионных, малярных, шпаклевочных работ, а также сварки металлических, полимерных материалов и конструкций
Сероводород Аммиак Метан (при пересчете на углерод)	10 20 300	На участках выполнения земляных работ, в канализационных колодцах, на участках выполнения работ с применением фенольных или резольных смол
Окислы азота (в пересчете на NO_2) Сернистый ангидрид Окись углерода Углеводороды нефти: керосин, уайт-спирит, бензин, топливо ТС-1, ТС-2 (при пересчете на углерод)	5 10 20 300	На участках выполнения антикоррозионных, изоляционных, сварочных работ, в местах неполного сгорания топлива

На аккумуляторных зарядных станциях, в цехах гальванопокрытий выделяются пары различных кислот, при проведении лакокрасочных и пропиточных работ – пары металлов.

4.2. Классификация вредных веществ

Химические вещества в зависимости от их практического использования классифицируются:

- промышленные яды, используемые в производстве: органические растворители (дихлорэтан), топливо (пропан, бутан), красители (анилин) и др.;

- ядохимикаты, используемые в сельском хозяйстве: пестициды (гексахлоран), инсектициды (карбофос) и др.;

- лекарственные средства;

- бытовые химикаты, используемые в пищевых добавках: уксусная кислота, средства санитарии, личной гигиены, косметика и др.;

- биологические растительные и животные яды, которые содержатся в растениях и грибах (аконит, цикута и др.), у животных и насекомых (змей, пчел, скорпионов и др.);

- отравляющие вещества: зарин, иприт, фосген и др.

Согласно [3, 4, 12] основными характеристиками вредных веществ являются:

- величина предельно допустимой концентрации вещества в воздухе рабочей зоны;

- преимущественное агрегатное состояние вещества: пары и (или) газы, аэрозоли (пыли);

- класс опасности вещества;

- особенности действия на организм человека.

Основываясь на прогрессивных современных научных принципах, учитывая физиологические и биохимические показатели состояния организма, установлены предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны – концентрации, которые при ежедневной (кроме 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 [13].

При обосновании ПДК вредных веществ учитываются физико-химические свойства веществ, результаты экспериментальных исследований,

данные гигиенических наблюдений на производстве, материалы о состоянии здоровья и заболеваемости рабочих.

Нормами установлены ПДК для более 1500 наименований вредных веществ. Для вновь вводимых в производство соединений рекомендуемая ПДК является временной, она затем уточняется на основании данных гигиенических наблюдений, а также сведений о состоянии здоровья и заболеваемости рабочих, используемых для уточнения предложений ПДК.

В зависимости от агрегатного состояния вредные вещества относятся к различным группам опасных и вредных производственных факторов. Например, аэрозоли (пыли) преимущественно фиброгенного действия относятся к физическому опасному и вредному производственному факторам; пары и (или) газы относятся к химическому опасному и вредному производственному факторам.

Класс опасности вредного вещества устанавливается по семи показателям (табл. 4.2). Различают четыре класса опасности веществ [11]:

- вещества 1-го класса – чрезвычайно опасные вредные вещества;
- вещества 2-го класса – высоко опасные вещества;
- вещества 3-го класса – умеренно опасные вещества;
- вещества 4-го класса – слабо опасные вещества.

По особенности действия на организм человека химически опасные и вредные производственные факторы подразделяются:

- по характеру воздействия на организм человека – на токсические, раздражающие, сенсибилизирующие, канцерогенные, мутагенные и влияющие на репродуктивную функцию;
- по пути проникновения в организм человека – через органы дыхания, желудочно-кишечный тракт, кожные покровы и слизистые оболочки.

Таблица 4.2

Классификация производственных вредных веществ по степени опасности

Показатель	Класс опасности			
	1	2	3	4
ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны, мг/м^3	Менее 0,1	0,1 – 1,0	1,1 – 10,0	Более 10
Средняя смертельная доза при введении в желудок $DL^{ж}_{50}$, мг/кг	Менее 15	15 – 150	151 – 5000	Более 5000
Средняя смертельная доза при нанесении на кожу $DL^{к}_{50}$, мг/кг	Менее 100	100 – 500	501 – 2500	Более 2500
Средняя смертельная концентрация CL_{50} в воздухе, мг/м^3	Менее 500	500 – 5000	5001 – 50000	Более 50000
Зона острого действия Z_{ac}	Менее 6	6 – 18	18,1 – 54	Более 54
Зона хронического действия Z_{ch}	Более 10	10 – 5	4,9 – 2,5	Менее 2,5
Коэффициент возможности ингаляционного отравления (КВИО)	Более 300	300 – 30	29 – 3	Менее 3,0

Примечания:

$DL^{ж}_{50}$ – средняя смертельная доза при введении в желудок, вызывающая гибель 50% подопытных животных;

$DL^{к}_{50}$ – доза вещества, вызывающая гибель 50% подопытных животных при однократном нанесении на кожу;

CL_{50} – концентрация вещества, вызывающая гибель 50% подопытных животных при 2–4-часовом ингаляционном воздействии;

Z_{ac} – отношение средней смертельной концентрации вредного вещества к минимальной (пороговой) концентрации, вызывающей изменение биологических показателей на уровне целостного организма, выходящих за пределы приспособительных физиологических реакций;

Z_{ch} – отношение минимальной (пороговой) концентрации, вызывающей изменение биологических показателей на уровне целостного организма, выходящих за пределы приспособительных физиологических реакций, к минимальной (пороговой) концентрации, вызывающей вредное действие в хроническом эксперименте по 4 часа пять раз в неделю на протяжении не менее четырех месяцев;

КВИО – отношение максимально достижимой концентрации вредного вещества в воздухе при 20°С к средней смертельной концентрации вещества для мышей.

Токсические вещества – это вещества, яды, которые, попадая в организм в небольших количествах, вступают затем в химическое или физико-химическое взаимодействие с тканями и при определенных условиях вызывают

нарушение здоровья. Хотя ядовитыми (токсичными) свойствами может обладать практически любое вещество, к ядам принято относить лишь те, которые проявляют свое вредное действие в обычных условиях и в относительно небольших количествах. Промышленные яды относятся к категории вредных веществ и являются предметом изучения токсикологии. Действие ядовитых веществ может проявляться в острых и хронических отравлениях.

Острым отравлением называется заболевание, наступающее сразу же после воздействия яда. Острые отравления чаще всего бывают групповыми и возникают при авариях. Эти отравления характеризуются кратковременностью действия ядов (не более чем в течение одной смены) и поступлением в организм вредного вещества в относительно больших количествах.

Острые отравления вызывают некоторые промышленные яды: синильная кислота, сероуглерод и др. Острые отравления расследуются и учитываются как несчастные случаи.

Для производственных условий в случае несоблюдения правил безопасности более характерными являются хронические отравления в результате длительного систематического проникновения в организм яда в малых количествах. При этом отравление происходит либо в результате постепенного накапливания (материальная кумуляция) яда в организме, либо вследствие постепенного накапливания изменений, вызванных попаданием яда (функциональная кумуляция). Действие одного и того же яда различно при хроническом и остром отравлениях. Например, при остром отравлении бензолом в основном страдает нервная система, при хроническом – система кроветворения.

Токсическое действие вредных веществ характеризуется показателями токсикометрии, в соответствии с которыми вещества классифицируют на яды с общим токсическим воздействием и яды избирательной токсичности (табл. 4.3). Показатели токсикометрии и критерии токсичности вредных веществ – это количественные показатели токсичности и опасности вредных веществ.

Степень отравляющего действия яда зависит от его структуры, физического состояния в момент воздействия, продолжительности действия, концентрации попавшего в организм яда, от путей попадания в организм, реакции организма. Имеют значение пол и возраст работающих на предприятии, а также их индивидуальная чувствительность.

Таблица 4.3

Токсикологическая классификация вредных веществ

Токсическое воздействие	Токсические вещества
Общее	
Нервнопаралитическое действие (бронхоспазм, удушье, судороги и параличи)	Фосфорорганические инсектициды (хлорофос, карбофос, никотин, ОВ и др.)
Кожно-резорбтивное действие (местные воспалительные и некротические изменения в сочетании с общетоксическими резорбтивными явлениями)	Дихлорэтан, гексахлоран, уксусная эссенция, мышьяк и его соединения, ртуть (сулема)
Общетоксическое действие (гипоксические судороги, кома, отек мозга, параличи)	Синильная кислота и ее производные, угарный газ, алкоголь и его суррогаты, ОВ
Удушающее действие (токсический отек легких)	Оксиды азота, ОВ
Слезоточивое и раздражающее действие (раздражение наружных слизистых оболочек)	Пары крепких кислот и щелочей, хлорпикрин, ОВ
Психотропное действие (нарушение психической активности, сознания)	Наркотики, атропин
Избирательное	
Сердечные с преимущественным кардиотическим действием	Растительные яды, соли металлов: бария, калия, кобальта, кадмия и др.
Нервные, вызывающие нарушение преимущественно психической активности	Угарный газ, фосфорорганические соединения и др.
Кровяные	Анилин и его производные, нитриты, мышьяковистый водород и др.
Печеночные	Хлорированные углеводороды, фенолы, альдегиды и др.
Почечные	Соединения тяжелых металлов и др.
Легочные	Оксиды азота, озон, фосген и др.

Промышленные яды могут вызвать не только специфические отравления, но и способствовать возникновению таких заболеваний, как катар верхних дыхательных путей, туберкулез, заболевание почек, сердечнососудистой системы и др.

Раздражающие вредные вещества – это вещества, вызывающие раздражение слизистых оболочек дыхательных путей, глаз, легких, кожных покровов, например, бром, хлор, фтор, аммиак, кислоты, щелочи и др.

Сенсибилизирующие вещества – это различные вредные вещества, вызывающие аллергические заболевания, например, формальдегид, растворители и лаки на основе нитро- и нитросоединений и др.

Три последних вида воздействия вредных веществ – ***канцерогенное, мутагенное действие*** и ***влияющее на репродуктивную функцию*** относятся к отдаленным последствиям влияния химических соединений на организм человека. Это – специфическое действие, которое проявляется спустя годы и даже десятилетия.

Так, канцерогенное действие вызывает, как правило, злокачественные новообразования. Это – ароматические углеводороды, асбест, хром, никель и др. Мутагенное действие приводит к нарушению генетического кода, изменению наследственной информации. Это – свинец, марганец, радиоактивные изотопы и др. Вещества, влияющее на репродуктивную функцию (на детородную функцию), – это стирол, ртуть, свинец, радиоактивные изотопы и др. Кроме того, отмечается появление различных эффектов и в последующих поколениях.

Многие производственные процессы сопровождаются пылевым фактором. Во вдыхаемом человеком воздухе могут содержаться частицы пыли размером до 20 мкм. В верхних отделах дыхательных путей задерживаются частицы размером 10…20 мкм. В альвеолах легких в основном задерживаются частицы размером до 5 мкм.

Причины выделения пыли могут быть самыми разнообразными. Так, пыль образуется при механической обработке хрупких металлов, шлифовке,

полировке, упаковке и расфасовке. Эти виды пылеобразования являются первичными. В условиях производства может возникнуть и вторичное пылеобразование, например, при проветривании, уборке помещений, движении людей.

Пыль – это дисперсная фаза твердых веществ, образующаяся при их дроблении, измельчении, а также при конденсации в воздухе паров металлов и неметаллов. Пыли, взвешенные в воздухе, образуют аэрозоли, скопление осевшей пыли – аэрогели.

Вредное воздействие пыли на организм человека зависит от количества вдыхаемой пыли, степени ее дисперсности, от формы частиц пыли, от ее химического состава и растворимости.

По характеру воздействия на организм производственные пыли подразделяются на общетоксические и раздражающие. Общетоксические пыли (свинца, мышьяка, бериллия, триоксида хрома и др.), растворяясь в биологических жидких средах организма, действуют как введенный в организм яд и вызывают острое либо хроническое отравление. Раздражающие пыли не обладают способностью хорошо растворяться в жидких средах организма, но могут воздействовать на организм, раздражая кожу, глаза, уши, десны, вызывая аллергические реакции.

Большая группа аэрозолей, не обладающих выраженной токсичностью, отличается от других вредных веществ фиброгенным действием на организм человека. Попадая в органы дыхания, вещества этой группы вызывают атрофию или гипертрофию слизистой верхних дыхательных путей, а задерживаясь в легких, приводят к развитию соединительной ткани в воздухообменной зоне и рубцеванию (фиброзу) легких. Профессиональные заболевания, связанные с воздействием аэрозолей, пневмокониозы и пневмосклерозы, хронический пылевой бронхит занимают второе место по частоте среди профессиональных заболеваний в России. Пневмокониозы – общее название целого ряда заболеваний легких, которые в зависимости от

вида вдыхаемой пыли подразделяются на силикозы (кремниевая пыль), силикатозы (соли кремниевой кислоты), антракозы (угольная пыль) и т.д. При пневмокониозах наблюдается анатомическое перерождение соединительной ткани легких (фиброз), приводящее к ограничению их дыхательной поверхности и изменениям во всем организме.

4.3. Нормирование и контроль содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны

Обеспечить полное отсутствие вредных веществ в воздухе рабочей зоны на современных промышленных предприятиях представляется нереальной задачей. Достижение подобного результата потребовало бы больших материальных затрат, вызванных трудностями технической реализации этого требования. В связи с этим большое значение приобретает необходимость обоснования безвредных для человеческого организма концентраций вредных веществ и разработки методов и средств контроля их содержания в воздухе рабочей зоны [3, 12, 14].

Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны не должно превышать предельно допустимых концентраций (ПДК) при проектировании производственных зданий, технологических процессов, оборудования, вентиляции для контроля за качеством производственной среды и профилактики неблагоприятного воздействия на здоровье работающих.

Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны подлежит систематическому контролю для предупреждения возможности превышения предельно допустимых концентраций: максимально разовых рабочей зоны ($ПДК_{мр.рз}$) и среднесменных рабочей зоны ($ПДК_{сс.рз}$). Величины $ПДК_{мр.рз}$ и $ПДК_{сс.рз}$ приведены в Руководстве Р2.2.2006-05 [3].

Контроль содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны является обязательным гигиеническим условием обеспечения безвредности труда.

Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны по существующим нормативным документам систематически проверяется санитарными органами.

Общие требования, предъявляемые к контролю за содержанием вредных веществ.

1. Для каждого производственного участка должны быть определены вещества, которые могут выделяться в воздух рабочей зоны. При наличии в воздухе нескольких вредных веществ контроль воздушной среды допускается проводить по наиболее опасным и характерным веществам, устанавливаемым органами государственного санитарного надзора.

2. Контроль содержания вредных веществ в воздухе проводится на наиболее характерных рабочих местах. При наличии идентичного оборудования или выполнения одинаковых операций контроль проводится выборочно на отдельных рабочих местах, расположенных в центре и по периферии помещения.

3. Отбор проб должен проводиться в зоне дыхания при характерных производственных условиях. Зона дыхания – пространство в радиусе до 50 см от лица работающего. Отбор проб воздуха на содержание в нем вредных газовых или пылевых примесей производится несколькими способами: аспирационным, весовым, фильтровальным, способом поглощения. Методы анализа воздуха на содержание в нем примесей: весовой, объемный, электрохимический и др.

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

5. Периодичность контроля устанавливается в зависимости от класса опасности вредного вещества: для I класса – не реже 1 раза в 10 дней, II класса – не реже 1 раза в месяц, III и IV классов – не реже 1 раза в квартал.

6. В зависимости от конкретных условий производства периодичность контроля может быть изменена по согласованию с органами Государственного санитарного надзора. При установленном соответствии содержания вредных

веществ III, IV классов опасности уровню ПДК допускается проводить контроль не реже 1 раза в год.

На производстве работающий обычно подвергается комбинированному влиянию нескольких вредных веществ. ***Комбинированное действие*** – это одновременное или последовательное действие на организм человека нескольких вредных веществ при одном и том же пути поступления. Различают в зависимости от эффектов токсичности несколько типов комбинированного действия токсических веществ. Это – аддитивное, потенцированное, антагонистическое и независимое действия.

Аддитивное действие нескольких вредных веществ – это суммарный эффект смеси, равный сумме эффектов действующих компонентов. Аддитивность характерна для веществ однонаправленного действия, когда компоненты смеси оказывают влияние на одни и те же системы организма.

При одновременном содержании в воздухе рабочей зоны нескольких вредных веществ однонаправленного действия (по заключению органов Государственного санитарного надзора) сумма отношений фактических концентраций каждого из них ($К_1$, $К_2$, …, $К_n$) в воздухе к их $ПДК_1$, $ПДК_2$, …, $ПДК_n$ не должна превышать единицы:

$$\frac{К_1}{ПДК_1} + \frac{К_2}{ПДК_2} + ... + \frac{К_n}{ПДК_n} \leq 1. \qquad (4.1)$$

Примером аддитивности является наркотическое действие смеси углеводородов (бензола и изопропилбензола).

При ***потенцированном действии (синергизме)*** компоненты смеси действуют так, что одно вещество усиливает действие другого. Эффект комбинированного действия при синергизме больше аддитивного, и это учитывается при анализе гигиенической ситуации в конкретных производственных условиях. Однако количественной оценки это явление не получило. Потенцирование отмечается при совместном действии диоксида

серы и хлора, алкоголь повышает опасность отравления ртутью, анилином. Явление потенцирования возможно только в случае острого отравления.

Антагонистическое действие – эффект комбинированного действия менее ожидаемого. Компоненты смеси действуют так, что одно вещество ослабляет действие другого. В этом случае эффект меньше аддитивного. Примером антагонистического действия является взаимодействие между эзерином и атропином.

При ***независимом действии*** комбинированный эффект не отличается от изолированного действия каждого токсического вещества в отдельности.

Общие методические подходы к осуществлению контроля содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны по максимальным и среднесменным концентрациям изложены в Руководстве Р 2.2.2006-05 [3].

Отнесение условий труда к тому или иному классу вредности и опасности по уровню химического фактора проводится по табл. 4.4.

Степень вредности условий труда с веществами, имеющими одну нормативную величину, устанавливают при сравнении фактических концентраций с соответствующей ПДК – максимальной (ПДКмакс) или среднесменной (ПДКсс). Наличие двух величин ПДК требует оценки условий труда, как по максимальным, так и по среднесменным концентрациям, при этом в итоге класс условий труда устанавливают по более высокой степени вредности.

Для веществ, опасных для развития острого отравления и аллергенов, определяющим является сравнение фактических концентраций с ПДКмакс, а канцерогенов - с ПДКсс. В тех случаях, когда указанные вещества имеют два норматива, воздух рабочей зоны оценивают как по среднесменным, так и по максимальным концентрациям. Дополнением для сравнения полученных результатов служат значения строки «Вредные вещества 1 - 4 классов опасности» табл. 4.4.

Таблица 4.4

Класс условий труда в зависимости от содержания в воздухе рабочей зоны вредных веществ (превышение ПДК, раз)

Вредные вещества			Класс условий труда					
			допустимый	вредный				Опасный
			2	3.1	3.2	3.3	3.4	4
1			2	3	4	5	6	7
Вредные вещества 1-4 классов опасности, за исключением перечисленных ниже			≤ПДК$_{макс}$	1.1-3.0	3.1-10.0	10.1-15.0	15.1-20.0	›20.0
			≤ПДК$_{с.с.}$	1.1-3.0	3.1-10.0	10.1-15.0	›15.0	-
особенности действия на организм	вещества опасные для развития острого отравления	с остронаправленным механизмом действия, хлор, аммиак	≤ПДК$_{макс}$	1.1-2.0	2.1-4.0	4.1-6.0	6.1-10.0	›10.0
		раздражающего действия	≤ПДК$_{макс}$	1.1-2.0	2.1-5.0	5.1-10.0	10.1-50.0	›50.0
Канцерогены, опасные для репродуктивного здоровья человека			≤ПДК$_{с.с.}$	1.1-2.0	2.1-4.0	4.1-10.0	›10.0	-
Аллергены								
Высоко опасные			≤ПДК$_{макс}$	-	1.1-3.0	3.1-15.0	15.1-20.0	›20.0
Умеренно опасные			≤ПДК$_{макс}$	1.1-2.0	2.1-5.0	5.1-15.0	15.1-20.0	›20.0

В целях ограничения негативного влияния вредных веществ используют гигиеническое нормирование их содержания в различных средах.

Гигиеническое нормирование проводится в три этапа:

1) обоснование ориентировочного безопасного уровня (ОБУВ);

2) обоснование ПДК;

3) корректирование ПДК с учетом условий труда работающих и состояния их здоровья.

ОБУВ устанавливают временно, на период, предшествующий проектированию производств, путем расчета по физико-химическим свойствам или путем интерполяций и экстраполяции в рядах близких по строению соединений ил по показателям острой опасности. ОБУВ должны пересматриваться через два года после их утверждения или заменяться ПДК с учетом накопленных данных о соотношении здоровья работающих с вредными условиями труда [3, 15].

Для предупреждения отравления людей газами, предотвращения аварий, производственного травматизма каждый должен хорошо знать свойства основных составляющих атмосферного воздуха, ядовитых и взрывчатых газов и паров, места их возможного скопления и способы обнаружения.

4.4. Мероприятия по снижению воздействия вредных веществ

Инженерно-технические мероприятия, направленные на замену старых и внедрение новых технологических процессов и оборудования, способствующих оздоровлению неблагоприятных условий труда. Перспективными направлениями здесь являются: автоматизация, механизация и дистанционное управление производственных процессов, протекающих в неблагоприятных для организма человека параметрах микроклимата, сопровождающихся выделением вредных веществ. Например, применение штамповки вместо поковочных работ; замена кольцевых печей для сушки форм и стержней в литейном производстве туннельными. Так, сварка в вакууме предупреждает поступление в воздух токсических газов и аэрозолей. Окраска в электростатическом поле значительно сокращает выделение паров растворителей и красочной аэрозоли в рабочую зону. Применение в технологических процессах пневмотранспорта в погрузочно-разгрузочных операциях, механизации при очистке деталей, заготовок позволяет сокращать время контакта работающих в неблагоприятных условиях труда. Герметичность оборудования, а именно плотно подогнанные дверцы, заслонки, блокировка

закрытия технологических отверстий с работой оборудования – все это значительно снижает выделение теплоты и вредных веществ от открытых источников.

Санитарно-гигиенические мероприятия направлены на создание безвредных условий труда в действующем производстве. К ним относятся: гигиеническая стандартизация, контроль за состоянием воздушной среды, соблюдение гигиенических требований в условиях повышенной опасности действия ядов (аварийные ситуации, ремонтные работы), применение средств защиты, вентиляция, профилактика отравлений с помощью соответствующих планировки и отделки зданий, санитарный инструктаж рабочих.

Гигиеническая стандартизация означает исключение и ограничение содержания вредных веществ в исходном сырье и в конечных продуктах производства (свинца в типографских красках, мышьяка в составе кислот и металлов и т.п.).

В зависимости от особенностей технологии, оборудования, степени токсичности перерабатываемых продуктов используются и соответствующие виды планировки, отделки помещений и расположения оборудования. Например, оборудование, являющееся источником выделения опасных ядовитых веществ, изолируют от работающих, а управление им ведется дистанционно. Во избежание сорбции токсичных веществ стенами, деревянными ограждениями окон, полами используют материалы, не поглощающие токсические вещества (керамическая плитка, пластмасса и т.п.). Вопросы планировки тесно связаны с устройством общеобменной вентиляции, позволяющей создавать избыточное давление в помещениях с целью предотвращения проникновения в них веществ из соседних помещений, а также обеспечивать разбавление вредных выделений до безопасных концентраций. В ряде случаев эффективной мерой является местная вытяжная вентиляция, улавливающая вредные вещества у мест их выделения.

Лечебно-профилактические мероприятия направлены на предупреждение возникновения производственных отравлений и заболеваний.

К ним относятся: обязательный предварительный при поступлении на работу и последующие периодические медицинские осмотры, организация дополнительного и специального питания; витаминизация; ультрафиолетовое облучение работающих; щелочные ингаляции, дыхательная гимнастика. Работающие с токсичными веществами проходят специальный санитарный инструктаж.

Организационные мероприятия. В соответствии с российским трудовым законодательством в отношении лиц, работающих с вредными веществами, предусмотрены ограничение продолжительности рабочего дня, предоставление дополнительного отпуска, более ранние сроки выхода на пенсию, увеличение тарифных ставок должностных окладов. На ряде производств законом не допускается использование труда женщин и подростков. Обязательными являются учет и регистрация профессиональных отравлений. Принятые нормы на ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны являются обязательными для администрации предприятий, учреждений, организаций.

4.5 Индивидуальные средства защиты органов дыхания

Если применение инженерно-технических мероприятий не приводит к снижению вредных веществ, а также в случае временного пребывания работника в опасной зоне ядовитых испарений, газов, используются индивидуальные средства защиты.

Средства защиты органов дыхания предназначены для защиты работающих от вредных для здоровья веществ (аэрозолей, газов, паров, пыли), присутствующих в окружающем воздухе при проведении различных технологических процессов.

При подборе средств индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД) необходимо знать следующее:

- с какими веществами приходится работать;

- какова концентрация загрязняющих веществ;

- в каком состоянии они находятся (в виде газов, пыли, аэрозолей);

- существует ли опасность кислородного голодания;

- сколько времени приходится работать в опасных условиях;

- каковы физические нагрузки в процессе работы.

Существует два типа средств защиты органов дыхания: фильтрующие и изолирующие.

Фильтрующие СИЗОД подают в зону дыхания очищенный от примесей воздух (ГОСТ 12.4.011-2001). По конструкции фильтрующие СИЗОД подразделяют на следующие [16]:

- с фильтрующей лицевой частью без клапанов с фильтрующей лицевой частью с клапанами;

- с лицевой частью из изолирующих материалов с фильтрующими системами, с клапанами и без них.

Преимущества фильтрующих средств заключаются в их легкости, удобстве, простоте в обращении; надежно фиксируются в рабочем положении, не препятствуют свободе движения работника.

Недостатками этих средств являются:

- затрудненность дыхания из-за сопротивления фильтра;

- ограниченность работы с применением фильтра по времени (если нет фильтрующей маски, которая снабжена поддувом);

- фильтры обладают ограниченным сроком годности.

Изолирующие СИЗОД подают в зону дыхания воздух из специальных емкостей или из чистого пространства, расположенного вне рабочей зоны. Изолирующие средства защиты применяются: в условиях возникновения недостатка кислорода во вдыхаемом воздухе; в условиях загрязнения воздуха в больших концентрациях или когда концентрация загрязнения неизвестна (например, чрезвычайные ситуации – аварийный выброс химических или радиоактивных веществ, при пожаре и т. п.); если выполняется тяжелая работа, когда дыхание через фильтрующие СИЗОД затруднено из-за сопротивления

фильтра; для работы в особо опасных условиях (в изолированных объемах, при ремонте нагревательных печей, газовых сетей и т. п.).

Номенклатура изолирующих СИЗОД обширна и постоянно расширяется. В настоящее время существуют средства, обеспечивающие комплексную защиту человека от опасных и вредных факторов, создавая одновременно защиту органов зрения, слуха, дыхания, а также защиту отдельных частей тела человека. Для защиты органов дыхания от токсических паров и газов применяют фильтрующие противогазы и респираторы. Защита от определенной группы токсических веществ обеспечивается применением соответствующих поглотителей-патронов (табл. 4.5).

Таблица 4.5

Область применения поглотителей-патронов противогазов и респираторов

Индекс патрона	От каких вредных веществ защищает
А	Паров бензина, керосина, ацетона, бензола, толуола, ксилола, бутилацетата, хлорэтана и др.
В	Сернистых газов, хлора, сероводорода, синильной кислоты, окислов азота, хлористого водорода, фосгена и др.
Г	Паров ртути
КД	Аммиака, сероводорода (раздельно и в смесях)
СО	Окиси углерода

Перечисленные фильтрующие противогазы и респираторы могут использоваться только при достаточном содержании кислорода в окружающем воздухе (не менее 18% по объему) и при ограниченном известном содержании вредных веществ. Их нельзя использовать при работах в труднодоступных помещениях малого объема, в замкнутых и полузамкнутых пространствах (цистерны, колодцы, трубопроводы и т.п.), а также в различных аварийных ситуациях, когда количество вредных веществ в окружающем воздухе неизвестно. В таких случаях используются изолирующие дыхательные аппараты.

Контрольные вопросы к главе 4:

1. Назовите основные характеристики вредных веществ?
2. Перечислите классы опасности вредных веществ?
3. Что такое предельно-допустимая концентрация вредных веществ в воздухе рабочей зоны?
4. Перечислите сенсибилизирующие вещества?
5. Какова периодичность контроля концентрации вредного вещества в зависимости от класса его опасности?
6. Назовите общие требования, предъявляемые к контролю за содержанием вредных веществ в воздухе рабочей зоны?
7. Перечислите инженерно-технические мероприятия по снижению воздействия вредных веществ на организм человека?
8. Какие критерии необходимо учитывать при подборе средств индивидуальной защиты органов дыхания?

5. Производственное освещение

5.1. Виды производственного освещения

Производственное освещение - это такая система естественного и искусственного освещения, которая позволяет работающим нормально осуществлять определенный технологический процесс.

В производственных условиях используется *три вида освещения*: *естественное* (источником света является солнце), *искусственное* (за счет искусственных источников света) и *совмещенное* (одновременное сочетание естественного и искусственного освещения) [17].

Естественное освещение создается природными источниками света – прямыми солнечными лучами и диффузным светом небосвода (от солнечных лучей рассеянных атмосферой), проникающим через световые проемы в

наружных ограждающих конструкциях. Освещенность, создаваемая естественным дневным светом, изменяется в чрезвычайно широких пределах, что обусловлено временем дня, сезоном года, наличием облачности или осадков, а также географическим расположением местности.

Поэтому естественное освещение нельзя характеризовать абсолютной величиной освещенности. Основным показателем освещенности является коэффициент естественной освещенности.

Коэффициент естественной освещенности (КЕО) – это отношение естественной освещенности, создаваемой в некоторой точке внутри помещения естественным светом небосвода, к одновременно измеренному значению наружной горизонтальной освещенности, создаваемой светом полностью открытого небосвода и выражается в процентах:

$$КЕО = (E_{ВН} / E_{НАР})100\% . \quad (5.1)$$

где $E_{ВН}$ и $E_{НАР}$ - соответственно естественная освещенность внутри помещения и снаружи здания.

Для создания естественной освещенности в зданиях служат окна, а также световые проемы и фонари на крыше.

Естественное освещение подразделяется на:

- *боковое* – естественное освещение помещения через световые проемы в наружных стенах (одно- и двухстороннее);

- *верхнее* – естественное освещение помещения через фонари, световые проемы в стенах в местах перепада высот здания;

- *комбинированное* – сочетание верхнего и бокового естественного освещения.

Искусственное освещение – освещение помещения только источниками искусственного света.

Искусственное освещение может быть двух систем:

– *общее освещение,* при котором светильники размещают в верхней зоне помещения равномерно *(общее равномерное освещение)* или применительно к расположению оборудования *(общее локализованное освещение);*

– *комбинированное освещение*, когда к общему добавляется *местное освещение,* создаваемое светильниками, концентрирующими световой поток непосредственно на рабочих местах;

Совмещенное освещение применяется в том случае, когда только естественное освещение не может обеспечить необходимые условия для выполнения производственных операций и дополняется искусственным освещением.

По функциональному назначению искусственное освещение подразделяется на рабочее, аварийное, охранное и дежурное. При необходимости часть светильников рабочего или аварийного освещения может использоваться для дежурного освещения [17].

Рабочее освещение предназначено для обеспечения нормальной работы в производственных помещениях, в местах производства работ, на территории предприятий и обеспечивающее нормируемые осветительные условия (освещенность, качество освещения).

Аварийное освещение предусматривается на случай нарушения питания основного (рабочего) освещения и подключается к источнику питания, не зависимому от источника питания рабочего освещения. Аварийное освещение разделяется на эвакуационное и резервное.

Эвакуационное освещение предназначено для эвакуации людей из производственных помещений при авариях и отключении рабочего освещения.

Эвакуационное освещение подразделяется на: освещение путей эвакуации, эвакуационное освещение зон повышенной опасности и эвакуационное освещение больших площадей (антипаническое освещение).

Освещение путей эвакуации должно обеспечивать 50% нормируемой освещенности через 5 с после нарушения питания рабочего освещения, а 100% нормируемой освещенности - через 10 с. Эвакуационное освещение зон повышенной опасности следует предусматривать для безопасного завершения потенциально опасного процесса или ситуации.

Минимальная освещенность эвакуационного освещения зон повышенной опасности должна составлять 10% нормируемой освещенности для общего рабочего освещения, но не менее 15 лк. Эвакуационное освещение зон повышенной опасности должно обеспечивать 100%-ную нормируемую освещенность через 0,5 с после нарушения питания рабочего освещения.

Эвакуационное освещение больших площадей (антипаническое освещение) предусматривается в больших помещениях площадью более 60 м и направлено на предотвращение паники и обеспечение условий для безопасного подхода к путям эвакуации.

Минимальная продолжительность работы эвакуационного освещения больших площадей должна быть не менее 1ч. Освещение должно обеспечивать 50% нормируемой освещенности через 5с после нарушения питания рабочего освещения, а 100% нормируемой освещенности - через 10с.

Минимальная освещенность эвакуационного освещения больших площадей должна быть не менее 0,5 лк на всей свободной площади пола, за исключением полосы 0,5 м по периметру помещения.

Резервное освещение - это вид аварийного освещения для продолжения работы в случае отключения рабочего освещения. Резервное освещение следует предусматривать, если по условиям технологического процесса или ситуации требуется нормальное продолжение работы при нарушении питания рабочего освещения, а также, если связанное с этим нарушение обслуживания оборудования и механизмов может вызвать: гибель, травмирование или отравление людей; взрыв, пожар, длительное нарушение технологического процесса; утечку токсических и радиоактивных веществ в окружающую среду. Освещенность от резервного освещения должна составлять не менее 30% нормируемой освещенности для общего рабочего освещения.

Охранное освещение устраивают вдоль границ территорий, охраняемых в ночное время. Наименьшая освещенность 0,5 лк.

Дежурное освещение - освещение в нерабочее время.

Сигнальное освещение применяется для фиксации границ опасных зон; оно указывает на наличие опасности либо на безопасный путь эвакуации.

Бактерицидное облучение (освещение) создается для обеззараживания воздуха, питьевой воды, продуктов питания. Наибольшей бактерицидной способностью обладают ультрафиолетовые лучи длиной волны 254 – 257 нм.

Эритемное облучение создается в помещениях, где недостаточно солнечного света (северные районы, подземные сооружения). Максимальное эритемное воздействие оказывают электромагнитные лучи с длиной волны 297 нм. Они стимулируют обмен веществ, кровообращение, дыхание и другие функции организма.

5.2. Основные светотехнические понятия и характеристики

Световое излучение это электромагнитные колебания, спектр которых определяется длиной волны λ от нескольких мкм (инфракрасные лучи) до сотых долей мкм (ультрафиолетовые лучи). Видимая часть спектра лежит в пределах λ от 380 до 780 нм. Видимый цвет и чувствительность глаза к излучению зависят от длины волны.

Производственное освещение характеризуется количественными и качественными показателями. К *количественным* показателям относятся [17]:

Лучистый поток (Ф) – это мощность лучистой энергии электромагнитного поля в оптическом диапазоне волн, Вт.

Световой поток (F) – это лучистая энергия, вызывающая световое ощущение. Единица измерения светового потока – люмен (лм). Люмен представляет собой световой поток от эталонного точечного источника в 1 международную свечу, помещенного в вершине телесного угла в 1 стерадиан (ср). Световой поток принято оценивать в пространстве и на поверхности. В первом случае характеристикой служит *сила света*, во втором **–** *освещенность.*

Сила света (I) – это пространственная плотность светового потока, определяется как отношение светового потока к величине телесного угла:

$$I = dF / d\Omega , \qquad (5.2)$$

где $d\Omega$ – телесный угол, в пределах которого распространяется световой поток, единицей измерения телесного угла является стерадиан (ср). Единица измерения силы света **–** кандела (кд): 1кд = 1 лм/ср.

Освещенность (E) – поверхностная плотность светового потока, определяется как отношение светового потока падающего на элемент поверхности dF к площади освещаемой поверхности dS ($м^2$):

$$E = dF / dS , \qquad (5.3)$$

Единица измерения освещенности **–** люкс (лк): 1 лк = 1 лм/ $м^2$.

Яркость (L) – это часть пространственной плотности светового потока, исходящая от светящейся или освещаемой поверхности в сторону глаза. Она зависит от силы света, угла падения светового потока на плоскость, цвета предмета и др. Определяется как отношение силы света dI_α, излучаемой поверхностью под углом α в направлении, к проекции светящейся поверхности на плоскость, перпендикулярную данному направлению:

$$L_\alpha = dI_\alpha / dS \cos\alpha , \qquad (5.4)$$

Единица измерения яркости – 1 кд/$м^2$.

Для *качественной* оценки условий зрительной работы используют следующий ряд показателей [17].

Объект различения – это рассматриваемый предмет, отдельная его часть или дефект, которые требуется различать в процессе работы.

Фон – это поверхность, прилегающая непосредственно к объекту различения, на которой он рассматривается. Фон характеризуется коэффициентом отражения поверхности.

Коэффициент отражения поверхности (ρ) – это способность поверхности отражать падающий на нее световой поток, определяется как отношение отраженного светового потока $F_{отр}$ к падающему $F_{пад}$:

$$\rho = F_{отр} / F_{пад} , \qquad (5.5)$$

Коэффициент отражения меняется в пределах от 0,02 до 0,95. При значении коэффициента отражения поверхности более 0,4 - фон считается светлым; от 0,2 до 0,4 - средним; менее 0,2 – темным [17].

Контраст объекта различения с фоном (К) – характеризует степень различения объекта и фона и определяется отношением абсолютной величины разности между яркостью рассматриваемого объекта и фона к яркости фона:

$$К = (L_ф – L_о)/ L_Ф \qquad (5.6)$$

где $L_ф$ и $L_о$ – соответственно яркость фона и объекта.

Контраст объекта различения с фоном считается *большим* - при К более 0,5 (объект и фон резко отличаются по яркости); *средним* при К от 0,2 до 0,5 (объект и фон заметно отличаются по яркости); *малым* при К менее 0,2 (объект и фон мало отличаются по яркости) [17].

Коэффициент пульсации освещенности ($k_П$), % - критерий оценки относительной глубины колебаний освещенности в осветительной установке в результате изменения во времени светового потока источников света при их питании переменным током, выражающийся формулой:

$$k_П = [(E_{MAX} – E_{MIN}) / 2E_{CP}] \, 100\% \, , \qquad (5.7)$$

где E_{max}, E_{min} и $E_{ср}$ – соответственно максимальное, минимальное и среднее значение освещенности за период колебаний, лк; для газоразрядных ламп $k_П$ = (25–65) %, для ламп накаливания $k_П$ = 7 %, для галогенных ламп $k_П$ = 1 %.

Показатель ослепленности (P_o) - критерий оценки слепящего действия, осветительной установки, определяемый выражением:

$$P_o = 1000 \, (k_0 – 1) \, , \qquad (5.8)$$

где k_0 **–** коэффициент ослепленности, равный отношению пороговых разностей яркости при наличии и отсутствии слепящих источников в поле зрения.

Видимость (V) – это способность глаза воспринимать объект в зависимости от его освещенности, размера, яркости, контраста объекта с фоном и длительности экспозиции. Видимость оценивается числом пороговых контрастов (**$К_{пор}$**), содержащихся в действительном контрасте (**$К_д$**)**:**

$$V = К_Д / К_{пор}, \quad (5.9)$$

Пороговый контраст ($К_{пор}$) – наименьший различимый глазом контраст, при небольшом уменьшении которого объект становится неразличимым на этом фоне.

Показатель дискомфорта – характеристика качества освещения, которая определяется степенью дополнительной напряженности зрительной работы, вызываемая резким различием яркостей одновременно видимых поверхностей в освещенном помещении. Чувствительность глаза неодинакова к различным цветам. Наибольшая восприимчивость наблюдается по отношению к желтому и желто-зеленому цветам, наименьшая – к красному и фиолетовому.

5.3. Нормирование параметров производственного освещения

При *нормировании освещенности производственных помещений* регламентируется ее допустимые значения в зависимости от вида освещения и характера зрительной работы. Выбор значений нормируемых параметров осуществляется в соответствии с положениями СНиП 23–05–95 [17] и СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [18].

Все зрительные работы, характеризуются:

- *разрядом зрительной работы*, который определяется в зависимости от размера объекта различения, то есть в зависимости от точности выполняемой зрительной работы;

- *подразрядом зрительной работы,* который определяется сочетанием контраста объекта различения с фоном и светлоты фона; для большинства разрядов зрительной работы существуют по четыре подразряда: а, б, в, г; например, подразряд «а» означает, что контраст объекта различения с фоном – малый, а характеристика фона – темный.

Наименьшие размеры объекта различения и соответствующие им разряды зрительной работы установлены при расположении объектов различения на

расстоянии не более 0,5 м от глаз работающего. В соответствии с классификацией, все работы делятся на VIII разрядов.

Для различных видов освещения нормируемые показатели различны.

При *искусственном освещении* для каждого разряда и подразряда зрительной работы нормируются:

- освещенность в лк;
- показатель ослепленности P_o;
- коэффициент пульсации освещенности $k_П$, %.

Нормированные значения освещенности в люксах, отличающиеся на одну ступень, следует принимать в соответствии со СНиП [20] по шкале: 0,2; 0,3; 0,5; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 10; 15; 20; 30; 50; 75; 100; 150; 200; 300; 400; 500; 600; 750; 1000; 1250; 1500; 2000; 2500; 3000; 3500; 4000; 4500; 5000.

Нормы освещенности по СНиП [17] следует повышать на одну ступень шкалы освещенности в следующих случаях:

- при работах I – IV разрядов, если зрительная работа выполняется более половины рабочего дня;
- при повышенной опасности травматизма, если освещенность от системы общего освещения составляет 200 лк и менее;
- при специальных повышенных санитарных требованиях (на предприятиях пищевой и химико-фармацевтической промышленности), если освещенность от системы общего освещения – 500 лк и менее;
- при отсутствии в помещении естественного света и постоянном пребывании работающих, если освещенность от системы общего освещения 750 лк и менее;
- при наблюдении деталей, вращающихся со скоростью, равной или более 500 об/мин, или объектов, движущихся со скоростью, равной или более 1,5 м/мин;
- при постоянном поиске объектов различения на поверхности размером 0,1 $м^2$ и более;
- в помещениях, где более половины работающих старше 40 лет.

При наличии одновременно нескольких признаков нормы освещенности следует повышать не более чем на одну ступень.

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 100 лк.

Для местного освещения рабочих мест следует использовать светильники с непросвечивающими отражателями. Светильники должны располагаться таким образом, чтобы их светящие элементы не попадали в поле зрения работающих на освещаемом рабочем месте и на других рабочих местах.

При естественном и совмещенном освещении в соответствии со СНиП [17] для каждого разряда зрительной работы в зависимости от характеристики освещения (верхнее, боковое или комбинированное) нормируется коэффициент естественной освещенности $КЕО_N (e_N)$.

Россия делится на 5 групп административных районов по ресурсам светового климата [17]. Нормируемые значения $КЕО_N$ (e_N) для зданий, располагаемых в различных районах определяются по формуле:

$$КЕО_N (e_N) = e_H . m_N, \qquad (5.10)$$

где e_H - значение КЕО по таблицам 1 и 2 СНиП [20], m - коэффициент светового климата, определяемый в зависимости от группы административного района (N) и ориентации световых проемов по сторонам горизонта по табл. 4, группы административных районов России по ресурсам светового климата приведены в прил. Е [17].

При двустороннем естественном боковом освещении помещений любого назначения нормируемое значение КЕО должно быть обеспечено в расчетной точке в центре помещения на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза и рабочей поверхности.

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 максимального 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:

- на 1,5 высоты от пола до верха световых проемов для зрительных работ I-IV разрядов;

- на 2,0 высоты от пола до верха световых проемов для зрительных работ V-VII разрядов;

- 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 пола). Первая и последняя точки принимаются на расстоянии 1 м от поверхности стен (перегородок) или осей колонн.

В небольших помещениях при одностороннем боковом естественном освещении нормируется минимальное значение КЕО в точке, расположенной на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и условной рабочей поверхности на расстоянии 1 м от стены, наиболее удаленной от световых проемов, а при двустороннем боковом освещении – в точке посередине помещения.

Допускается деление помещений на зоны с боковым освещением (зоны, примыкающие к наружным стенам с окнами) и зоны с верхним освещением. В производственных помещениях со зрительными работами I-III разрядов следует применять совмещенное освещение. Допускается применение верхнего естественного освещения в крупнопролетных сборочных цехах, в которых работы выполняются в значительной части объема помещения на разных

уровнях пола и на различно ориентированных в пространстве рабочих поверхностях. При этом нормированные значения КЕО применяются для разрядов I-III соответственно 10; 7; 5%.

Уровень естественной освещенности в производственных помещениях с течением времени снижается вследствие загрязнения остекленных поверхностей, стен и потолков. Поэтому следует регулярно чистить стекла, красить или белить стены и потолки. Слепящее действие прямых солнечных лучей на работающих и возникающую при этом блесткость предметов устраняют с помощью солнцезащитных козырьков, штор, жалюзи и экранов.

Требования к освещению помещений промышленных предприятий (КЕО, нормируемая освещенность, допустимые сочетания показателей ослепленности и коэффициента пульсации освещенности) следует принимать по табл. 1 и с учетом требований п.7.5 и п.7.6 СНиП [17].

Требования к освещению помещений жилых, общественных и административно-бытовых зданий (КЕО, нормируемая освещенность, цилиндрическая освещенность, объединенный показатель дискомфорта и коэффициент пульсации освещенности) следует принимать по табл. 2 и прил. К СНиП [17].

5.4 Источники света и осветительные приборы

Источники света, применяемые для искусственного освещения, делят на две группы - *газоразрядные лампы* и *лампы накаливания*.

Лампы накаливания относятся к источникам света теплового излучения. Видимое излучение в них получается в результате нагрева электрическим током вольфрамовой нити. В газоразрядных лампах излучение оптического диапазона спектра возникает в результате электрического разряда в атмосфере инертных газов и паров металлов, а также за счет явлений люминесценции, которое невидимое ультрафиолетовое излучение преобразует в видимый свет.

Конструктивно лампы накаливания состоят из колбы шароконусной или грибовидной формы, в которую заварена гребешковая ножка со смонтированным на ней вольфрамовым телом накала (рис. 5.1).

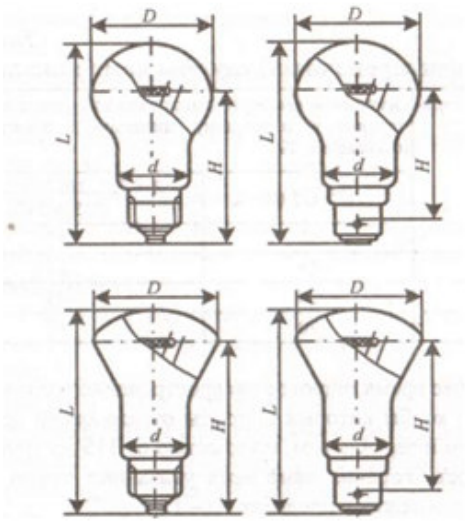

Рис. 5.1. Конструкция ламп накаливания с цоколями различного типа: с ***L -*** полная длина лампы; ***H-*** высота светового центра; ***D -*** диаметр лампы; ***d*** - диаметр с цоколями

Некоторые общие их отличительные особенности: это относительно невысокая световая отдача (показатель экономичности энергопотребления от 7 до 22 лм/Вт); небольшая продолжительность горения (1-2 тыс. час); сильное влияние напряжения на срок службы (на каждые 5% изменения напряжения продолжительность горения ламп изменяется на ±50%); заметное влияние напряжения на световой поток (изменение напряжения на 5% соответствует изменению светового потока на ±1,5%); повышение потребляемой мощности на 8% приводит к росту силы тока на 3%.

По назначению лампы накаливания классифицируют на *лампы общего назначения* и *лампы специального назначения* (для сигнализации, транспортные, метеорологические и др.)

Наибольшее распространение имеют лампы накаливания общего назначения, изготовляемые на напряжения 127 и 220 в, мощность от 15 до 1500

Вт. Световая отдача их лежит в пределах от 7 (15 Вт) до 19,7 лм/Вт (1500 Вт), продолжительность горения 1 тыс. ч.

Выпускаются также лампы общего назначения, рассчитанные на напряжения 127 - 135 и 220 - 235 В. Продолжительность горения ламп при низших значениях напряжения на пределе составляет 2,5 тыс. ч, при высшем - 1 тыс. час. В сетях малого напряжения (36 и 12 В) используются лампы мощностью от 15 до 100 Вт.

Благодаря удобству в эксплуатации, простоте в изготовлении, низкой инерционности при включении, отсутствии дополнительных пусковых устройств, надежности работы при колебаниях напряжения и при различных метеорологических условиях окружающей среды, лампы накаливания находят широкое применение в промышленности.

Наряду с отмеченными преимуществами лампы накаливания имеют и существенные недостатки: низкая световая отдача (для ламп общего назначения от 7 до 20 лм/Вт), сравнительно малый срок службы (до 2,5 тыс. ч), в спектре преобладают желтые и красные лучи, что сильно отличает их спектральный состав от солнечного света.

В последние годы все большее распространение получают галогеновые лампы - лампы накаливания с иодным циклом. Наличие в колбе паров иода позволяет повысить температуру накала нити, т.е. световую отдачу лампы (до 40 лм/Вт). Пары вольфрама, испаряющиеся с нити накаливания, соединяются с иодом и вновь оседают на вольфрамовую спираль, препятствуя распылению вольфрамовой нити и увеличивая срок службы лампы до 3 тыс. ч. Спектр излучения галогеновой лампы более близок к естественному.

Для освещения производственных и общественных помещений, как правило, предусматриваются *газоразрядные лампы*.

Различают *газоразрядные лампы* низкого давления – люминисцентные и ртутно-кварцевые лампы высокого давления, типа ДРЛ (дуговая ртутная люминисцентная).

Основным преимуществом газоразрядных ламп перед лампами накаливания является большая световая отдача от 40 до 110 лм/Вт, что в 4-5 раз больше, чем у ламп накаливания. Они имеют значительно большой срок службы, который у некоторых типов ламп достигает от 8 до 15 тыс.ч. От газоразрядных ламп можно получить световой поток любого желаемого спектра, подбирая соответствующим образом инертные газы, пары металлов, люминоформ. По спектральному составу видимого света различают лампы дневного света (ЛД), дневного света с улучшенной цветопередачей (ЛЛД), холодного белого (ЛХБ), теплого белого (ЛТБ) и белого цвета (ЛБ).

Основным недостатком газоразрядных ламп является пульсация светового потока, что может привести к появлению стробоскопического эффекта, заключающегося в искажении зрительного восприятия. При кратности или совпадении частоты пульсации источника света и обрабатываемых изделий вместо одного предмета видны изображения нескольких, искажается направление и скорость движения, что делает невозможным выполнение производственных операций и ведет к увеличению опасности травматизма.

К недостаткам газоразрядных ламп следует отнести также длительный период разгорания, необходимость применения специальных пусковых приспособлений, облегчающих зажигание ламп; зависимость работоспособности от температуры окружающей среды.

Газоразрядные лампы могут создавать радиопомехи, исключение которых требует специальных устройств.

При выборе источников света для производственных помещений необходимо руководствоваться общими рекомендациями: отдавать предпочтение газоразрядным лампам как энергетически более экономичным и обладающим большим сроком службы; для уменьшения первоначальных затрат на осветительные установки и расходов на их эксплуатацию необходимо по возможности использовать лампы наименьшей мощности, но без ухудшения при этом качества освещения.

Создание в производственных помещениях качественного и эффективного освещения невозможно без рациональных светильников.

Электрический светильник - это совокупность источника света и осветительной арматуры, предназначенной для перераспределения излучаемого источником светового потока в требуемом направлении, предохранения глаз рабочего от слепящего действия ярких элементов источника света, защиты источника от механических повреждений, воздействия окружающей среды и эстетического оформления помещения.

Для характеристики светильника с точки зрения распределения световой энергии в пространстве составляют кривую светораспределения - характеристику силы света в полярной системе координат (рис. 5.2).

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 определяется защитным углом светильника. Защитный угол - это угол между горизонталью и линией, соединяющей нить накала (поверхность лампы) с противоположным краем отражателя (рис. 5.3).

Осветительная арматура служит для предохранения источника * йота от загрязнения и механического повреждения. Она необходимо также для подводки электрического питания и крепления ними, Выбор тех или других светильников по светораспределению зависит от характера выполняемых в помещении работ, возможности запыления воздушной среды, коэффициентов отражении окружающих поверхностей и др.

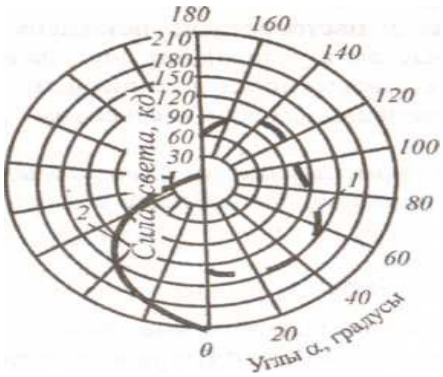

Рис 5.2. График распределения силы света в пространстве:
1 - лампа накаливания; 2 - та же лампа, установленная в светильнике типа «Астра-23»

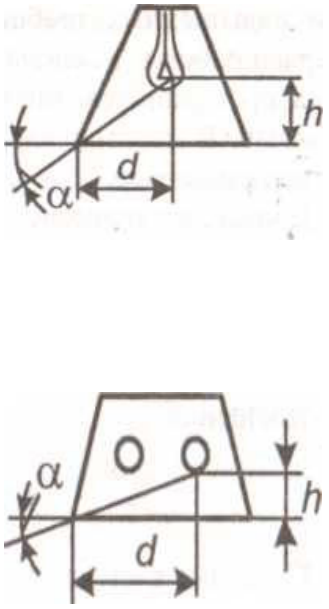

Рис. 5.3. Защитный угол светильника: а - светильник с лампой накаливания; б - светильник с люминесцентными лампами

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, преимущественно прямого, рассеянного, отраженного и преимущественно отраженного света.

По степени защиты от пыли, воды и взрывов в соответствии с правилами устройств электроустановок (ПУЭ) различают следующие светильники:

- светильники открытые - лампа не отделена от внешней среды;

- защищенные - лампа отделена от внешней среды оболочкой, допускающей свободный проход воздуха;

- закрытые - оболочка защищает от проникновения крупной пыли;

- пылезащищенные - оболочка не допускает проникновения внутрь светильника тонкой пыли;

- влагозащищенные - корпус и патрон противостоят воздействию влаги и обеспечивают сохранность изоляции вводных проводов;

- взрывозащищенные, которые делятся на взрывонепроницаемые (В) - оболочка светильника выдерживает полное давление взрыва, продукты взрыва должны выходить из светильника через щели охлажденными; повышенной надежности против взрыва (Н) - исключается возникновение искры, электрической дуги или опасных температур на поверхности светильника.

Кроме того, необходимо учитывать целесообразное для рассматриваемого случая светораспределение.

Основные образцы светильников с лампами накаливания и основные типы светильников внутреннего освещения представлены на рис. 5.4 и 5.5.

Главное требование к светильникам любого назначения и исполнения - светильники должны быть рассчитаны так, чтобы при нормальной эксплуатации они не представляли угрозы имуществу, здоровью и жизни людей.

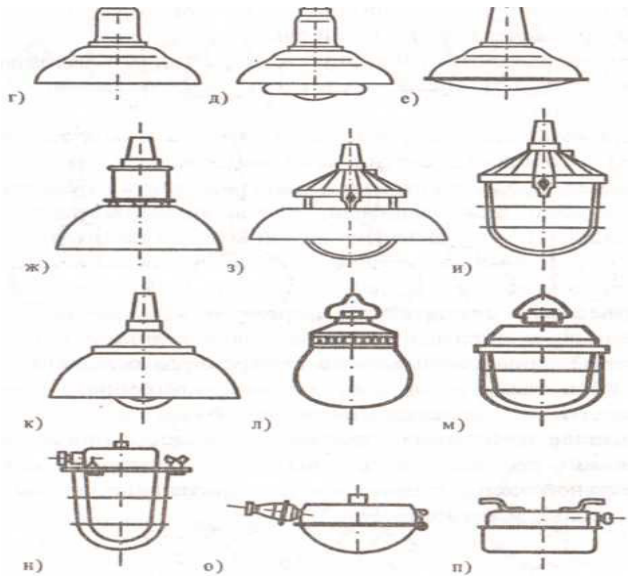

Рис. 5.4. Светильники с лампами накаливания для производственных зданий:
а - ЛПД2, «Астра-32»; *б* - УПД, Гс-М, ГсУ-М, СУ-М, «Астра- 1», «Астра-2», «Астра-12»; *в*-УПС, «Астра-2», «Астра-22», «Астра-23»; *г*-УПМ-15; *д*-у-15; *е*-УП-24; *ж*-НСП07; *з*-ППД-500; *и*-ППР-500; *к*-ППД- 100, ППД-200; *л*-НСП03; *м*-НСП02, ППР-100, ППР-200; *н*-НСР01, НСП09; *о*-НПП 01; *п*-артикул 135(ПСХ).

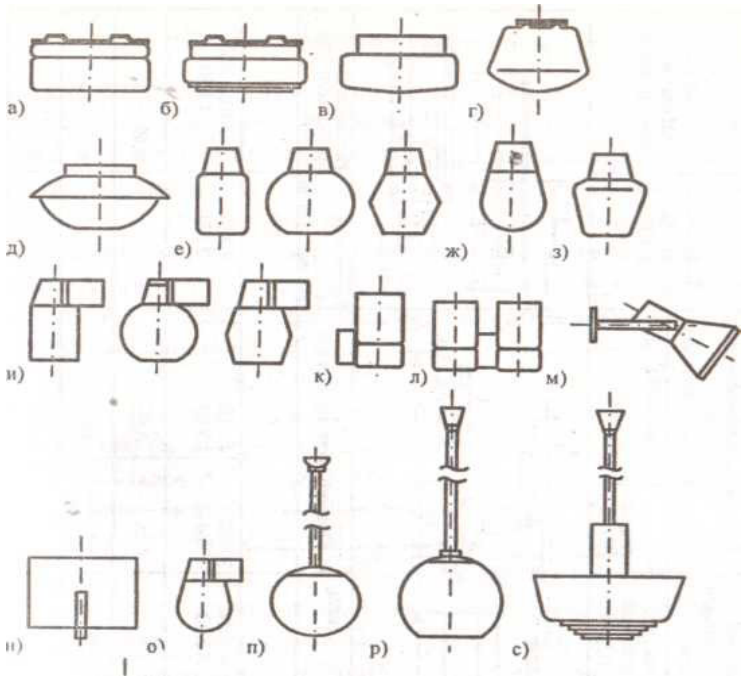

РИС. 5.5. Светильники с лампами накаливания для общественных зданий, получивших наибольшее распространение:
а - НПБОО, ПЛ-11, арт. 38; *б* - арт. 198, ПЛ-11А; *в*-НП091; *г*-ПП-07; *д*-НПП07; *е*-НП019 и НП020; *ж* - 11У11-60М; *з*-ПУН-100М; *и* -НБО05; *к*- НС-2; *л*-НСП-14; *м*-арт.341; *н*- арт. 254; *о* - БУН-60М; *п* - ПО-02; *р* - ПО-21; *с* - ПКР-2 (арт. 119)

5.5. Влияние освещения на здоровье человека

Посредством зрения люди воспринимают до 90% необходимой информации. Свет необходим для нормальной жизнедеятельности человека, сохранения его здоровья и поддержания высокой работоспособности. Он влияет на тонус, на обмен веществ, на иммунные и аллергические реакции и самочувствие человека.

Освещение – это использование световой энергии солнца и искусственных источников света для обеспечения зрительного восприятия окружающего мира. Естественное освещение наиболее благоприятно как для органов зрения, так и для организма человека в целом.

Недостаточное освещение затрудняет зрительную работу, вызывает повышенное утомление, увеличивает опасность травм и способствует развитию близорукости. При освещении рабочего места, не соответствующего санитарно-гигиеническим нормам, вероятность ошибочных действий может возрастать в

3 раза. Излишне яркий свет слепит, приводит к перевозбуждению нервной системы, уменьшает работоспособность. Чрезмерная яркость может вызвать фотоожоги глаз и кожи, катаракты и другие нарушения.

При планировании естественного, искусственного и комбинированного освещения в производственных помещениях учитывается влияние освещенности на работоспособность человека.

Рациональное освещение - один из показателей высокого уровня культуры труда, неотъемлемая часть эргономики и производственной эстетики. Положительное влияние правильно решенной системы освещения на производительность труда и его качество в настоящее время не вызывает сомнения. Оптимально подобранный способ освещения рабочего места способствует повышению производительности труда на 15-20 %, обеспечивает психологический комфорт, способствует уменьшению зрительного и общего утомления, снижает опасность производственного травматизма.

Контрольные вопросы к главе 5:

1. Перечислите основные виды производственного освещения.
2. Назовите виды естественного освещения.
3. Какие системы искусственного освещения применяются в производственных помещениях?
4. Что характеризует показатель ослепленности?
5. Критерием чего является коэффициент пульсации $K_{п}$?
6. К какому диапазону длин волн относится видимое излучение?
7. Какой параметр нормируется при использовании естественного освещения?
8. Какие параметры нормируются при использовании искусственного освещения?
9. В зависимости от каких параметров определяется нормируемое значение освещенности на рабочем месте при использовании искусственного освещения?

10. Какую наименьшую освещенность на полу основных проходов и на ступенях лестниц в помещениях должно обеспечивать эвакуационное освещение?
11. В зависимости от каких параметров определяется нормируемое значение КЕО при использовании естественного освещения?
12. Какие существуют источники света и осветительные приборы?
13. Какие типы ламп используются для искусственного освещения?
14. В чем состоит основное назначение осветительной арматуры?
15. Какой нормативный документ нормирует освещенность?

6. Виброакустические факторы

6.1. Вибрация общая и локальная

Вибрация как фактор производственной среды встречается в металлообрабатывающей, горнодобывающей, металлургической, машиностроительной, строительной, авиа- и судостроительной промышленности, в сельском хозяйстве, на транспорте и во многих других отраслях народного хозяйства. Она используется в ряде технологических процессов: при виброуплотнении, формовании, прессовании, вибрационной интенсификации механической обработки материалов, вибрационном бурении, рыхлении, резании горных пород и грунтов, вибротранспортировке и т.п. Вибрацией сопровождается работа передвижных и стационарных механизмов и агрегатов, в основу действия которых положено вращательное или возвратно-поступательное движение.

6.1.1. Характеристика основных параметров вибрации

Вибрация представляет собой механическое колебательное движение, простейшим видом которого является гармоническое (синусоидальное) колебание.

Также вибрация – это движение точки или механической системы, при котором происходит поочередное возрастание и убывание во времени значений скалярных величин

Основные параметры синусоидального колебания: частота в герцах (1 кол./с): амплитуда вибросмещения A (м); виброскорость V (м/с); виброускорение a (м/с^2) или в долях ускорения силы тяжести g = 9,81 (м/с^2). Время, в течение которого колеблющееся тело совершает одно полное колебание, называется периодом колебания T (с). Для синусоидальных колебаний скорость V и ускорение a определяются по формулам:

$$V = 2\pi fA;\ a = (2\pi f)^2 A, \qquad (6.1.)$$

где π – 3,14; f – частота, Гц;

A – амплитуда колебаний, м.

Относительные уровни виброскорости L_v и виброускорения L_a выражаются в децибелах и определяются по формулам:

$$Lv = 20lg\frac{v}{5\cdot 10^{-8}}\ \text{дБ}, \quad L_a = 20\cdot lg\frac{a}{1\cdot 10^{-6}}\ \text{дБ}, \qquad (6.2)$$

где $5\cdot10^{-8}$ (м/с) – это нулевой уровень колебательной скорости V_0, соответствующий среднеквадратичной колебательной скорости при стандартном пороге звукового давления, равном $2\cdot10^{-5}$ Н/м^2; $1\cdot10^{-6}$ (м/с^2) – нулевой уровень колебательного ускорения a_0.

Величина колебательной энергии, поглощенной телом человека Q, прямо пропорциональна площади контакта, времени воздействия и интенсивности раздражителя:

$$Q = I\cdot S\cdot T, \qquad (6.3)$$

где I – интенсивность вибрации, кгм/м^2·с; S – площадь контакта, м^2; T – длительность воздействия, с.

Интенсивность вибрации, а следовательно, колебательная энергия прямо пропорциональны квадрату колебательной скорости:

$$I = V^2\,(Z/S), \qquad (6.4)$$

где V – среднеквадратичное значение колебательной скорости, м/с; Z/S – модуль входного удельного механического импеданса (сопротивления) в зоне контакта, кг/с·м^3.

Механический импеданс определяется как отношение амплитуды колебательной силы к амплитуде результирующей колебательной скорости в точке приложения этой силы.

В общем случае любая физическая величина, характеризующая вибрацию (например, виброскорость), является некоторой функцией времени: $V = V(t)$. Математическая теория показывает, что такой процесс можно представить в виде суммы бесконечно длящихся синусоидальных колебаний с различными периодами и амплитудами. В случае периодического процесса частоты этих составляющих кратны основной частоте процесса: $f_n = nf_1$ (n = 1, 2, 3, ... ; f_1 – основная частота процесса).

Амплитуды гармоник определяют по известным формулам разложения в ряд Фурье. Если же процесс не имеет определенного периода (случайные или кратковременные одиночные процессы), то число таких синусоидальных составляющих становится бесконечно большим, а их частоты распределяются непрерывным образом, при этом амплитуды определяют разложением по формуле интеграла Фурье.

Таким образом, спектр периодического или квазипериодического колебательного процесса является дискретным (рис. 6.1, а, б), а случайного или кратковременного одиночного процесса – непрерывным (рис. 6.1, в).

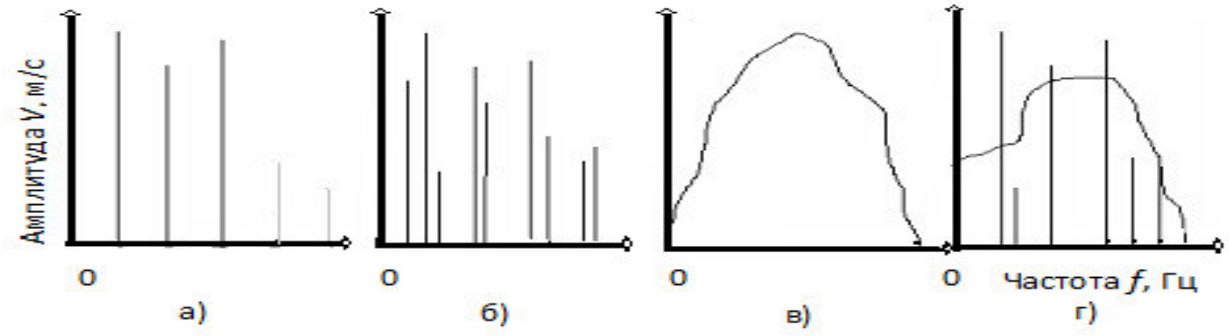

Рис. 6.1. Спектры виброакустических параметров

Чаще всего в дискретном спектре наиболее ярко выражена основная частота колебаний. Если процесс представляет собой сложение нескольких периодических процессов, частоты отдельных составляющих в его спектре могут быть не кратными друг другу, т.е. имеет место квазипериодический процесс (см. рис.6.1, б). Если процесс есть результат суммирования нескольких периодических и случайных процессов, спектр его является смешанным, т. е. изображается в виде непрерывного и дискретного спектров, наложенных друг на друга (рис. 6.1, г).

В силу специфических свойств органов чувств определяющими являются действующие значения параметров, характеризующих вибрацию. Так, действующее значение виброскорости есть среднеквадратичное мгновенных значений скорости $V(t)$ за время усреднения T_y, которое выбирают с учетом характера изменения виброскорости во времени:

$$V_д = \sqrt{\frac{1}{T_y} \int_t^{t+T_y} V^2(t)dt}\,, \tag{6.5}$$

Таким образом, для характеристики вибрации используют спектры действующих значений параметров или средних квадратов последних $V^2 = u^2_д$. При оценке суммарного воздействия колебаний различных частот или отдельных источников следует иметь в виду, что при сложении некогерентных колебаний результирующую виброскорость (ускорение/смещение) находят соответствующим суммированием мощностей отдельных составляющих спектра (или отдельных источников) или, что одно и то же, суммированием средних квадратов виброскорости:

$$V^2_{сум} = V^2_1 + V^2_2 + ... + V^2_n, \tag{6.6}$$

где n – число составляющих в спектре.

В соответствии с этим результирующее действующее значение указанного параметра определяется выражением:

$$V_{сум} = U_д = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} V_i^2}\,, \tag{6.7}$$

Изображение непрерывного спектра требует обязательной оговорки о ширине Δf элементарных частотных полос, к которым относится изображение. Если f_1 – нижняя граничная частота данной полосы частот, f_2 – верхняя граничная частота, то в качестве частоты, характеризующей полосу в целом, берется среднегеометрическая частота:

$$f_{сг} = \sqrt{f_1 f_2}\,, \tag{6.8}$$

В практике виброакустических исследований весь диапазон частот вибраций разбивают на октавные диапазоны. В октавном диапазоне верхняя граничная частота вдвое больше нижней ($f_2/f_1 = 2$). Анализ и построение спектров параметров вибрации могут производиться также в третьоктавных ($f_2/f_1 = \sqrt[3]{2}$) полосах частот [19, 20].

Среднегеометрические частоты октавных (третьоктавных) полос частот в виброакустике стандартизованы и составляют: 1; 2; 4; 16; 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000; 16000 (0,8; 1,0; 1,2 и т.д.) Гц.

6.1.2. Классификация вибраций, воздействующих на человека

В зависимости от характера контакта тела человека с источником производственной вибрации (по способу передачи) условно различают локальную (местную) и общую вибрацию (вибрация рабочих мест).

Вибрация, передаваемая преимущественно через руки работающего, определяется как локальная. Вибрация рабочего места (скамьи, пола, обрабатываемого изделия, на котором находится человек) определяется как общая (рис. 6.2, а). В производственных условиях часто имеет место сочетание локальной и общей вибраций.

Смешанное воздействие с преобладанием местной вибрации возникает при работе ряда ручных машин, когда передача колебаний по телу осуществляется не только через верхние, но и через нижние конечности, грудь,

спину и другие части тела в зависимости от рабочей позы и конструкции инструмента.

В других случаях преобладает общая вибрация, например, при формовке железобетонных изделий на виброплатформах с одновременным ручным разравниванием бетонной массы.

Локальную вибрацию подразделяют на действующую вдоль осей ортогональной системы координат $X_л$, $Y_л$, $Z_л$, (рис.6.2, б), где ось $X_л$ параллельна оси места охвата источника вибрации (рукоятки, ложемента, рулевого колеса, рычага управления, удерживаемого в руках обрабатываемого изделия и т.п.), ось $Y_л$ перпендикулярна ладони, а ось $Z_л$ лежит в плоскости, образованной осью $X_л$ и направлением подачи или приложения силы (или осью предплечья, когда сила не прикладывается).

По источнику возникновения общую вибрацию различают:

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 (в том числе при их строительстве). К источникам транспортной вибрации относят: тракторы сельскохозяйственные и промышленные, самоходные сельскохозяйственные машины (в том числе комбайны); автомобили грузовые (в том числе тягачи, скреперы, грейдеры, катки и т.д.); снегоочистители; самоходный горно-шахтный рельсовый транспорт;

общую вибрацию 2 категории – транспортно-технологическую вибрацию, воздействующую на человека на рабочих местах машин, перемещающихся по специально подготовленным поверхностям производственных помещений, промышленных площадок, горных выработок. К источникам транспортно-технологической вибрации относят: экскаваторы (в том числе роторные); краны промышленные и строительные; машины для загрузки (завалочные) мартеновских печей в металлургическом производстве; горные комбайны, шахтные погрузочные машины, самоходные бурильные каретки; путевые машины, напольный производственный транспорт;

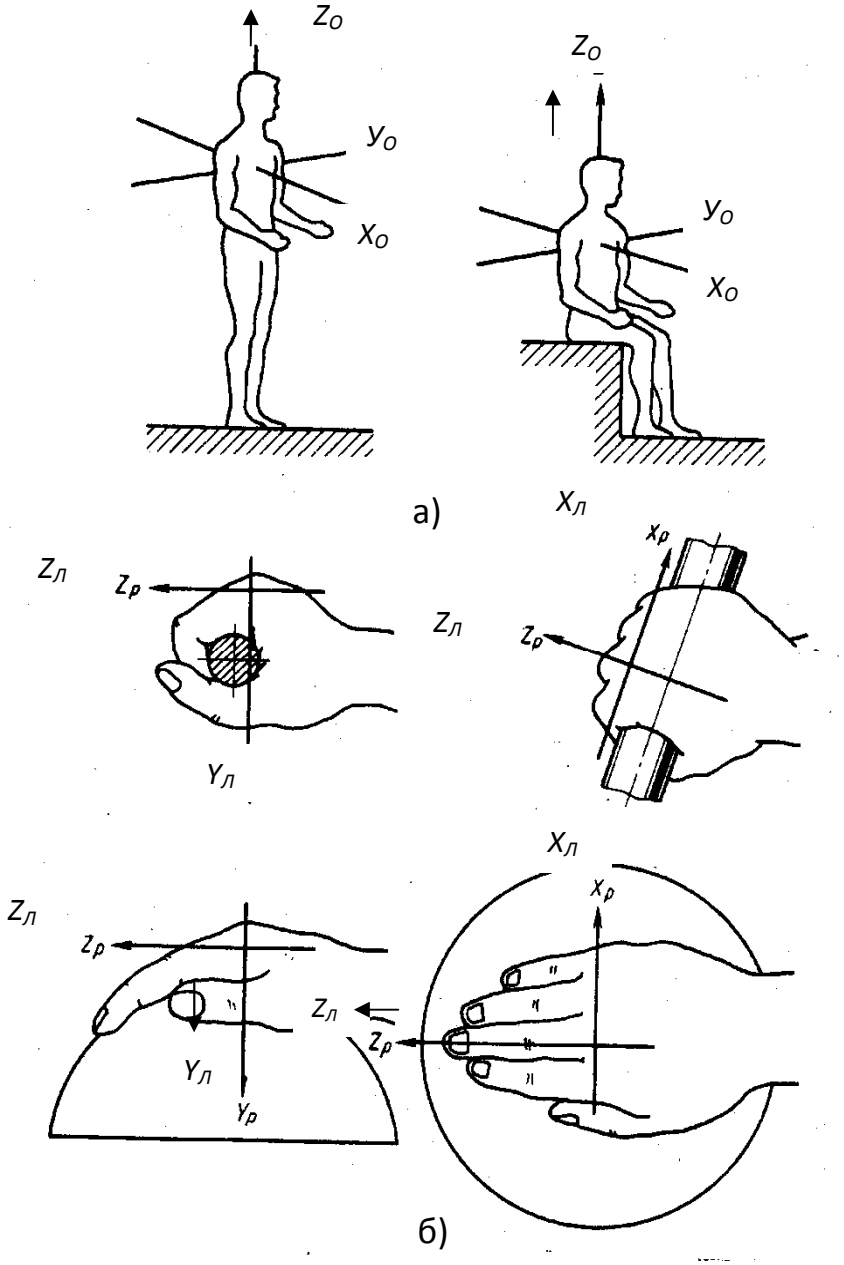

Рис. 6.2. Направление координатных осей при действии вибрации:
а – общей (положение стоя и сидя); б–локальной (охват цилиндрических и сферических поверхностей)

общую вибрацию 3 категории – технологическую вибрацию, воздействующую на человека на рабочих местах стационарных машин или передающуюся на рабочие места, не имеющие источников вибрации. К источникам технологической вибрации относят: станки металло- и деревообрабатывающие; кузнечнопрессовое оборудование; литейные машины;

электрические машины, стационарные электрические установки; насосные агрегаты и вентиляторы; оборудование для бурения скважин, буровые станки; машины для животноводства, очистки и сортировки зерна (в том числе сушилки); оборудование промышленности стройматериалов (кроме бетоноукладчиков); установки химической и нефтехимической промышленности и др.

Общую вибрацию категории 3 по месту действия для условий производства 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 помещениях заводоуправления, конструкторских бюро, лабораторий, учебных пунктов, вычислительных центров, здравпунктов, конторских помещениях, рабочих комнатах и других помещениях для работников умственного труда.

При нормировании общую вибрацию определяют по направлению вдоль осей ортогональной системы координат X_O, Y_O, Z_O (рис. 6.2, а), где X_O (от спины к груди) и Y_O (от правого плеча к левому) – горизонтальные оси, направленные параллельно опорным поверхностям; Z_O – вертикальная ось, перпендикулярная опорным поверхностям тела в местах его контакта с сиденьем, полом и т.п.

Вибрация также подразделяется по характеру спектра– узкополосные вибрации (контролируемые параметры в одной 1/3 октавной полосе частот более чем на 15 дБ превышают значения в соседних 1/3 октавных полосах) и широкополосные вибрации (с непрерывным спектром шириной более одной октавы) [19].

Вибрации по частотному составу разделяют низкочастотные вибрации; среднечастотные вибрации; высокочастотные вибрации.

По временным характеристикам вибрации выделяют постоянные вибрации (величина нормируемых параметров изменяется не более чем в 2 раза (на 6 дБ) за время наблюдения); непостоянные вибрации (величина нормируемых параметров изменяется не менее чем в 2 раза (на 6 дБ) за время наблюдения не менее 10 мин при измерении с постоянной времени 1 с).

6.1.3. Воздействие вибрации на организм человека

Особенности воздействия производственной вибрации определяются частотным спектром и расположением в его пределах составляющих с максимальным уровнем энергии колебания. Местная вибрация малой интенсивности может оказывать благоприятное воздействие на организм человека, восстанавливая трофические изменения, улучшая функциональное состояние центральной нервной системы, ускоряя заживление ран и т. п. При увеличении интенсивности колебаний и длительности их воздействия возникают изменения, приводящие в ряде случаев к развитию профессиональной патологии – вибрационной болезни. Наибольший удельный вес (распространение) имеет патология, в этиопатогенезе которой существенную роль играет местная (локальная) вибрация.

В производственных условиях ручные машины, вибрация которых имеет максимальные уровни энергии (максимальный уровень виброскорости) в полосах низких частот (до 35 Гц), вызывают вибрационную патологию с преимущественным поражением нервно-мышечного, опорно-двигательного аппаратов. При работе с ручными машинами, вибрация которых имеет максимальный уровень энергии в высокочастотной области спектра (выше 125 Гц), возникают главным образом сосудистые расстройства с наклонностью к спазму периферических сосудов. При воздействии вибрации низкой частоты заболевание возникает через 8–10 лет (формовщики, бурильщики с электросверлами), при воздействии высокочастотной вибрации – через 5 и менее лет (шлифовщики, рихтовщики).

Локальная вибрация широкого спектра преимущественно средне-высокочастотная (35...125 Гц и более) чаще с неравномерным распределением максимальных уровней по ширине спектра энергии и наличием импульсного удара (клепка, обрубка, бурение) вызывает различную степень сосудистых, нервно-мышечных, костно-суставных и других нарушений. Сроки развития патологии при воздействии подобной вибрации – от 3 до 8 лет.

Воздействие общей вибрации разных параметров вызывает различную степень выраженности изменений в центральной и вегетативных нервных системах, сердечнососудистой системе, обменных процессах, вестибулярном аппарате.

Возникновение и развитие вибрационной болезни обусловлены сложным взаимодействием рефлекторно развивающихся изменений в деятельности различных отделов нервной системы. Большую роль в характере реакций организма играют сопутствующие факторы: микротравматизация, охлаждение, статическое мышечное усилие, пониженное атмосферное давление, производственный шум.

6.1.4. Гигиеническое нормирование вибрации

Гигиеническая оценка постоянной и непостоянной вибрации, воздействующей на человека, производится следующими методами [19, 20]:

- 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.

Нормируемые параметры указываются для определенного диапазона частот:

- для локальной вибрации в виде октавных полос со среднегеометрическими частотами: 8; 16; 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000 Гц;

- для общей вибрации в виде октавных или 1/3 октавных полос со среднегеометрическими частотами: 0,8; 1; 1,25; 1,6; 2,0; 2,5; 3,15; 4,0; 5,0; 6,3; 8,0; 10,0; 12,5; 16,0; 20,0; 25,0; 31,5; 40,0; 50,0; 63,0; 80,0 Гц.

При частотном (спектральном) анализе нормируемыми параметрами являются среднеквадратические значения виброскорости v и виброускорения a или их логарифмические уровни L_v, L_a, измеряемые в 1/1 и 1/3 октавных полосах частот.

При интегральной оценке по частоте нормируемым параметром является корректированное значение виброскорости и виброускорения U или их логарифмические уровни L_U, измеряемые с помощью корректирующих фильтров или вычисляемые по формулам:

$$U = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} (U_i \cdot K_{U\,i})^2} \tag{6.9}$$

или

$$L_U = 10 \lg \sum_{i=1}^{n} 10^{0{,}1(L_{Ui} + L_{ki})}, \tag{6.10}$$

где U_i, L_{Ui} – средние квадратические значения виброскорости или виброускорения (или их логарифмические уровни) в i-й частотной полосе; n – число частотных полос (1/3 или 1/1 октав) в нормируемом частотном диапазоне; K_{Ui}, L_{ki} – весовые коэффициенты для i-й частотной полосы соответственно для абсолютных значений или их логарифмических уровней, определяемые для локальных и для общих вибраций по таблицам, т.е. корректированный уровень вибрации – одночисловая характеристика вибрации, определяемая как результат энергетического суммирования уровней вибрации в октавных полосах частот с учетом октавных поправок.

При интегральной оценке вибрации с учетом времени ее воздействия по эквивалентному (по энергии) уровню нормируемым параметром является эквивалентное корректированное значение виброскорости или виброускорения

$U_{экв}$ или их логарифмический уровень $L_{Uэкв}$, измеренные или вычисленные по формулам:

$$U_{Экв} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} U_i^2 \cdot t_i}{T}}, \qquad (6.11)$$

или

$$L_{Uэкв} = 10\lg\left(\frac{1}{T}\sum_{i=1}^{n} 10^{0,1L_i \cdot t_i}\right), \qquad (6.12)$$

где U_i – корректированное по частоте значение контролируемого параметра виброскорости (v, L_v), м/с, или виброускорения (a, L_a), м/с^2; t_i – время действия вибрации, ч;

$$T = \sum_{i=1}^{n} t_i;, \qquad (6.20)$$

где n – общее число интервалов действия вибрации.

Следовательно, эквивалентный (по энергии) корректированный уровень изменяющейся во времени вибрации – это корректированный уровень постоянной во времени вибрации, которая имеет такое же среднеквадратичное корректированное значение виброускорения и/или виброскорости, что и данная непостоянная вибрация в течение определенного интервала времени.

Доза вибрации D определяется по формуле:

$$D = \int_0^T \tilde{U}^m(t)dt, \qquad (6.21)$$

где $\tilde{U}$ – корректированное по частоте значение контролируемого параметра в момент времени t, м/с$^{-2}$ или м/с$^{-1}$; m – показатель эквивалентности физиологического воздействия вибрации, устанавливаемый санитарными нормами.

Предельно допустимые величины нормируемых параметров производственной локальной вибрации при длительности вибрационного воздействия 480 мин (8 ч) приведены в табл. 6.1.

Работа в условиях воздействия вибрации с уровнями, превышающими санитарные нормы более чем на 12 дБ (в 4 раза) по интегральной оценке или в какой-либо октавной полосе, не допускается.

Таблица 6.1

Предельно допустимые значения производственной локальной вибрации

Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц	Предельно допустимые значения по осям $X_л$, $Y_л$, $Z_л$			
	виброускорения		виброскорости	
	м/с^2	дБ	м/с·10^{-2}	дБ
8	1,4	123	2,8	115
16	1,4	123	1,4	109
31,5	2,8	129	1,4	109
63	5,6	135	1,4	109
125	11,0	141	1,4	109
250	22,0	147	1,4	109
500	45,0	153	1,4	109
1000	89,0	159	1,4	109
Корректированные и эквивалентные корректированные значения и их уровни	2,0	126	2,0	112

6.1.4. Мероприятия по снижению воздействия вибрации

Наиболее эффективными являются средствами коллективной защиты.

Виброзащита осуществляется следующими основными методами [21]:

- снижением виброактивности источника вибрации;

- применением вибродемпфирующих (вибропоглощающих) покрытий, приводящих к снижению интенсивности пространственной вибрации конструкции за счет рассеяния энергии механических колебаний;

- виброизоляцией, когда между источником и защищаемым объектом

размещается дополнительное устройство, так называемый виброизолятор.

Различают вибрацию при силовом и кинематическом возбуждении;

- динамическим гашением вибрации, при котором к защищаемому объекту присоединяется дополнительная механическая система, изменяющая характер его колебаний. Средства реализации этого метода: динамические виброгасители и фундаменты (основания);

- активным гашением вибрации, когда для виброзащиты используется дополнительный источник, который в сравнении с основным источником генерирует колебания той же амплитуды, но противоположной фазы.

К организационно-техническим мероприятиям по профилактике вибропоражений относятся: замена операций, требующих применения ручных машин, автоматизацией процессов и их дистанционным управлением; максимальное применение прессовой и односторонней клепки взамен ударной; уменьшение удельного веса обрубных работ за счет внедрения точного литья, дробеструйной чистки литья, газопламенной резки и электроискровой и электрохимической обработки; применение самоходного оборудования с автоматическим управлением взамен ручного бурения; механизация процессов ручной формовки; дистанционное управление бетоноукладчиков и пр., а также планово-предупредительный ремонт и контроль за вибрационными параметрами.

Планово-предупредительный ремонт и контроль за вибрационными параметрами заключается в том, что ручные машины, находящиеся в эксплуатации, не реже чем 1 раз в 6 мес. должны проверяться на соответствие их вибрационных параметров паспортным данным. Все результаты контрольных измерений вибрации машины, отметки о ремонте и профилактике вносятся в специальный журнал и индивидуальный паспорт машины. Ручные машины должны быть индивидуально закреплены за работающими, храниться в специально отведенных местах, регулярно смазываться.

К техническим мероприятиям относится создание новых конструкций инструментов и машин, вибрация которых не должна выходить за пределы

безопасной для человека, а усилие, прикладываемое руками работающего к ручной машине, должно быть в пределах 15...20 кг, создание клепальных, рубильных, отбойных, бурильных и других конструкций, в которых используются различные принципы виброзащиты: изменение внутреннего цикла работы молотков, выбор рациональных параметров ударного узла, применение различных демпфирующих приспособлений [19, 20, 21].

Для защиты левой руки от вибрации вставного инструмента применяются виброгасящие насадки из губчатой резины, пластмассы в комбинации с пружинными амортизаторами, подобные насадки используются и для защиты от вибрации рукояток шлифовальных машин. Уменьшения вибрации шлифовальных и других инструментов вращательного действия можно добиться тщательной регулярной балансировкой абразивных кругов и насадок, регулярной заменой кругов с нарушенными поверхностями, создающими дисбаланс.

Для уменьшения вибрации, передаваемой на рабочие места, применяются специальные амортизирующие сиденья, площадки с пассивной пружинной изоляцией, резиновые, поролоновые и другие виброгасящие настилы.

Расчет фундаментов и виброизоляционных средств на стадии проектирования является кардинальным средством снижения общей вибрации при установке мощных машин и агрегатов.

Гигиенические, лечебно-профилактические и правовые мероприятия. В соответствии с рекомендациями к разработке положения о режиме труда работников виброопасных профессий общее время контакта с вибрирующими машинами, вибрация которых соответствует санитарной норме, на протяжении смены не должно превышать 2/3 длительности рабочего дня. Операции должны распределяться между работниками так, чтобы продолжительность непрерывного воздействия вибрации, включая микропаузы, не превышала 15–20 мин. Рекомендуются при этом два регламентированных перерыва (для активного отдыха, проведения производственной гимнастики по

специальному комплексу, гидропроцедур): 20 мин (через 1–2 ч от начала смены) и 30 мин (через 2 ч после обеденного перерыва).

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.

К работе с вибрирующими машинами и оборудованием допускаются лица не моложе 18 лет, получившие соответствующую квалификацию и сдавшие технический минимум по правилам безопасности выполнения работ. При приеме на работу они должны проходить предварительный медицинский осмотр, а в процессе работы – периодические осмотры не реже 1 раза в год в соответствии с приказом министра здравоохранения.

Работа с вибрирующим оборудованием, как правило, должна проводиться в отапливаемых помещениях с температурой воздуха не менее 16°С при влажности 40...60% и скорости его движения не более 0,3 м/с. При невозможности создания подобных условий (работа на открытом воздухе, подземные работы и т. п.) для периодического обогрева должны быть предусмотрены специальные отапливаемые помещения с температурой воздуха не менее 22°С, относительной влажностью 40...60% и скоростью движения воздуха 0,3 м/с.

Для повышения защитных свойств организма, работоспособности и трудовой активности следует использовать специальные комплексы производственной гимнастики, витаминопрофилактику (два раза в год комплекс витаминов С, В; никотиновая кислота), спецпитание. Целесообразно проведение в середине или в конце рабочего дня 5–10-минутных гидропроцедур, сочетающих ванночки при температуре воды 38°С и самомассаж для верхних конечностей.

Средства индивидуальной защиты. В качестве индивидуальных средств защиты от вибрации применяются гасящие вибрацию рукавицы,

виброзащитная обувь, виброзащитные платформы, сиденья и рукоятки. В настоящее время требования к защитным рукавицам и обуви с применением упругодемпфирующих материалов впервые регламентируются специальными ГОСТами. Стандартизируются эффективность гашения вибрации, толщина упругодемпфирующего материала, преимущественная область применения и другие требования к защитным изделиям этого типа. Виброзащитная обувь изготавливается в виде сапог, полусапог и полуботинок с упругодемпфирующим низом обуви и применяется в условиях общей вибрации.

6.2. Шум, инфразвук и ультразвук воздушный

Под ***шумом*** как гигиеническим фактором принято подразумевать совокупность слышимых звуков, неблагоприятно воздействующих на организм человека, мешающих его работе и отдыху. Ультразвук и инфразвук – это также совокупность звуков, но не слышимых человеком, однако оказывающих неблагоприятное энергетическое воздействие на человека.

Шум возникает при механических колебаниях в твердых (механического происхождения), жидких (гидродинамического происхождения) и газообразных (аэродинамического происхождения) средах, а также вследствие колебаний элементов электромеханических устройств под влиянием переменных магнитных сил (электромагнитного происхождения). Механические колебания воздуха в диапазоне частот 20 – 20 000 Гц воспринимаются слуховым органом человека в виде звука. Инфразвук – это колебания с частой ниже 20 Гц, ультразвук – колебания с частотой выше 20 000 Гц, которые не вызывают слуховых ощущений, но оказывают биологическое воздействие на организм человека.

По физической сущности звуки представляют собой волнообразно распространяющиеся механические колебательные движения частиц упругой среды (газовой, жидкой или твердой), имеющие, как правило, беспорядочный,

случайный характер. Источником звука может быть любое колеблющееся материальное тело, выведенное из устойчивого состояния покоя внешней силой.

Как и для всякого волнообразного колебательного движения, основными параметрами, характеризующими звук, являются амплитуда колебания (перемещения, давления, скорости и других переменных параметров), скорость распространения и длина волны [22, 23].

6.2.1. Физические характеристики шума

Звук как физическое явление представляет собой колебательное движение упругой среды. Звук характеризуется:

- частотой колебаний звуковой волны (f), измеряемой в герцах (Гц);

- звуковым давлением (P), характеризующим разницу между давлением в области повышенного давления и области разряжения во время распространения звуковых колебаний при прохождении звуковой волны, измеряемым в Паскалях (Па). Часть пространства, в котором распространяются звуковые волны, называется звуковым полем. В звуковом поле любая точка характеризуется определенным давлением и мгновенной скоростью колебаний элементарных частиц (v) относительно своего начального положения. Скорость этих колебаний намного меньше скорости распространения звука (c).

- интенсивностью звука (J), которая определяется средним количеством звуковой энергии (кинетической), проходящей в единицу времени через единицу поверхности, перпендикулярной к направлению распространения. Интенсивность звука измеряется в ваттах на м^2 (Вт/м^2).

Поскольку $J = v$ P, а v = P/ ($\rho \cdot c$), то зависимость интенсивности звука от звукового давления определяется по формуле:

$$J = P^2/ (\rho \cdot c), \qquad (6.26)$$

где ρ – плотность среды, кг/м^3; ρ·c – акустическое (волновое) сопротивление среды.

Звуковая волна характеризуется периодом колебания *T*, измеряемым в секундах. Период колебания связан обратным отношением с частотой *f*, т.е. *T*= 1/*f*.

Частота колебания f – число полных колебаний, совершенных в течение одной секунды. Единица измерения частоты – герц (Гц) равна 1 колебанию в секунду [22].

Для характеристики звука существенное значение имеет колебательная скорость частиц, т. е. определение мгновенного значения скорости колебательного движения среды при распространении в ней звуковой волны (единица измерения – м/с). Расстояние, на которое в течение одной секунды может распространяться волновой процесс, называется ***скоростью звука*** **(с).** В воздухе при температуре 20°С и нормальном атмосферном давлении она равна 334 м/с, при повышении температуры – увеличивается примерно на 0,71 м/с на каждый градус.

Расстояние между двумя соседними сгущениями или разрежениями в звуковом поле характеризует длину волны λ, которая измеряется в метрах. Длина волны связана с частотой *f* и скоростью *c* звука соотношением

$$\lambda = c/f. \qquad (6.27)$$

Распространение звуковых волн сопровождается переносом колебательной энергии в пространстве. Ее количество, проходящее через площадь 1 м^2, расположенную перпендикулярно направлению распространения звуковой волны, обусловливает интенсивность или силу звука *I*. Единица измерения – ватт на квадратный метр (Вт/м^2).

Частотный состав шума характеризует его спектр, т. е. совокупность входящих в него частот. По спектру устанавливается степень распределения звуковой энергии данного шума. Если в составе шума преобладают звуки с частотой колебания до 400 Гц, то шум относят к низкочастотному, при

преобладании звуков с частотой в диапазоне 400…1000 Гц – к среднечастотному, свыше 1000 Гц – к высокочастотному.

По величине интервалов между составляющими звуками шума различают дискретный (линейчатый) и сплошной шумы. В первом случае отдельные составляющие звуки, входящие в спектр шума, разделены значительными интервалами, во втором – следуют друг за другом непрерывно с бесконечно малыми интервалами. Смешанный шум характеризуется отдельными пиковыми дискретными составляющими на фоне сплошного спектра.

6.2.2. Классификация шума

По официальной классификации шумов, принятой в РФ (ГОСТ 12.1.003-99. Шум. Общие требования безопасности), шумы следует подразделять по характеру спектра на **широкополосные,** с непрерывным спектром шириной более одной октавы, и **тональные,** в спектре которых имеются слышимые дискретные тона [22, 25].

По временным характеристикам шумы следует подразделять на **постоянные**, уровень звука которых за 8-часовой рабочий день изменяется во времени незначительно, и **непостоянные.** Последние, в свою очередь, следует подразделять на *колеблющиеся* во времени, уровень звука которых непрерывно изменяется во времени; *прерывистые,* уровень звука которых резко падает до уровня фонового шума, причем длительность интервалов, в течение которых уровень остается постоянным и превышающим уровень фонового шума, составляет 1 с и более; *импульсные,* состоящие из одного или нескольких звуковых сигналов, каждый из них длительностью менее 1 с.

По происхождению шумы подразделяются на такие виды как [4]:

- воздушный – шум, распространяющийся в воздушной среде от источника возникновения до места наблюдения;

-структурный – шум, излучаемый поверхностями колеблющихся конструкций стен, перекрытий, перегородок зданий в звуковом диапазоне частот;

- механический, который обусловлен колебанием деталей и их взаимным перемещением. Он может возникнуть в зубчатых и цепных передачах, подшипниках, редукторах и т.д. Возбуждение механического шума носит ударный характер, при этом в излучающих системах возникает весь спектр их собственных частот;

- аэродинамический, который, в свою очередь, подразделяется на следующие виды: а) сиренный (объемный) шум, так как типичным его примером является звук серены(периодический выпуск газа в атмосферу), б) вихревой, т.е. возникновение вихрей и неоднородностей потока у его твердых границ, он характерен для вентиляторов, воздуховодов, турбокомпрессоров, в) силовой шум-это возникновение отрывных течений, которые приводят к пульсации давления, это происходит в деталях воздуховодов, г) шум свободной струи (перемешивание потоков, движущихся с разными скоростями вдали от твердых границ);

-гидродинамический обусловлен такими явлениями как: образованием вихрей или неоднородностей потока жидкости вблизи твердых границ, образованием пульсаций давления при изменении сечения потока движущейся жидкости, автоколебаниями упругих конструкций в жидкостях, кавитацией в жидкости из-за потери ею прочности при уменьшении давления;

- электромагнитный (это электромагнитные вибрации, которые вызываются вращающимися магнитными силами и моментами, действующими в зазоре электрической машины).

Распространение звуковых волн сопровождается появлением ряда акустических феноменов, имеющих важное значение для характеристики шумового фактора, его гигиенической оценки и выбора мер защиты.

При одновременном распространении в воздушной среде нескольких звуковых волн одинаковой частоты они могут приходить в точку пространства одновременно в одной фазе, повышая результирующую амплитуду колебаний, т. е. громкость звука. При совпадении противоположных фаз громкость звука снижается. Явление наложения волн называется интерференцией.

Звуковая волна, отраженная от препятствия на пути ее распространения, в случае, когда размеры препятствия меньше длины волны, огибает его, а при наличии щелей в преграде проникает через них. Процесс огибания звуковой волной препятствий конечных размеров называется дифракцией. Объяснить дифракцию можно на основе принципа Гюйгенса. Согласно этому принципу каждую точку среды, в которую проникла звуковая волна, считают источником вторичных волн. Поэтому на краю огибаемого звуком тела образуется вторичный источник, от которого распространяется звуковая волна, проникая в область акустической тени. Процесс постепенного затухания звука (спада уровней звукового давления) в закрытых помещениях после прекращения работы источников звука, т.е. создаются условия для появления гулкости помещения – называется реверберацией [22].

Если внешняя сила, вызвав колебания системы, прекращает на нее действовать, эта система начинает колебаться со строго определенной собственной частотой колебания, зависящей от упругих и инерционных сил. В том случае, когда частота колебаний внешней среды совпадает с собственными колебаниями системы, амплитуда резко возрастает. Это явление называется резонансом.

Звукопроводящая механическая система рецепторного отдела слухового анализатора способна реагировать и передавать звуковоспринимающей частью рецептора механические колебания среды, которые совершаются с частотой от 20 до 20 000 колебаний в секунду (рис. 6.3) с величиной звуковой энергии от 10^{-12} до 10^{2} Вт/м^2 или от $2\cdot10^{-5}$ до $2\cdot10^{2}$ Н/м^2 (паскалей).

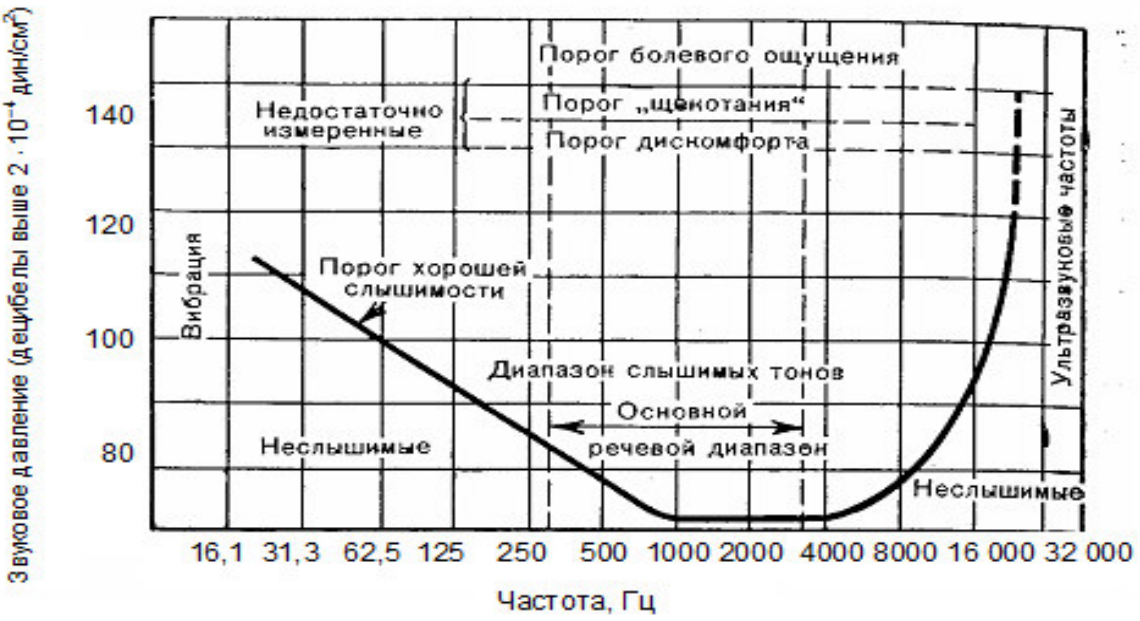

Рис. 6.3. Пороги слышимости звуков различной частоты и интенсивности

Минимальная величина звуковой энергии, способная трансформироваться в нервный процесс, т. е. воспринимаемая ухом человека как звук, называется слуховым порогом (порогом слышимости) и составляет 10^{-12} Вт/м^2. Звуковое давление, соответствующее этой величине, равно $2 \cdot 10^{-5}$ Н/м^2 (Па). Высший предел, при котором воспринимаемый звук вызывает уже болевое ощущение, соответствует силе звука 10^2 Вт/м^2 (звуковое давление 20 Н/м^2).

Способность слухового анализатора регистрировать огромный диапазон величин звуковых давлений объясняется тем, что различается не разность, а кратность изменения абсолютных величин (ступенчатость восприятия). Установлено, что каждая последующая ступень восприятия отличается от предыдущей на 12,4%. Поэтому для характеристики акустического феномена принята специальная измерительная система интенсивности и энергии шума, учитывающая приближенную логарифмическую зависимость между раздражением и слуховым восприятием, а именно шкала логарифмических единиц как наиболее объективная и соответствующая физиологической сущности восприятия. По этой шкале каждая последующая ступень звуковой

энергии больше предыдущей в 10 раз. Например, если интенсивность звука больше другого в 10, 100, 1000 раз, то по логарифмической шкале она соответствует увеличению на 1, 2, 3 единицы (lg10 = 1, lg100 = 2 и т. д.). Логарифмическая единица, отражающая десятикратную степень увеличения интенсивности звука над уровнем другого, называется в акустике белом (Б). Преимуществом логарифмической шкалы измерений является также и удобство пользования ею, так как использование в практике измерения шума огромного диапазона звуковой энергии в абсолютных величинах громоздко и неудобно. Логарифмические единицы позволяют оценить интенсивность звука не абсолютной величиной звукового давления, а ее уровнем, т. е. отношением фактически создаваемого давления к давлению, принятому за единицу сравнения.

Такой единицей принято считать минимальное давление, которое человек воспринимает как звук на частоте 1000 Гц, а именно $2 \cdot 10^{-5}$ Н/м^2. Весь диапазон энергии, воспринимаемой слухом как звук, укладывается при этих условиях в 13…14 Б. Для удобства пользуются не белом, а единицей, в 10 раз меньшей, – децибелом (дБ), которая соответствует примерно минимальному приросту силы звука, различаемого ухом. Таким образом, бел и децибел – это условные единицы, которые показывают, насколько данный звук I в логарифмическом масштабе больше условного порога слышимости I_0. Измеряемые таким образом величины называются уровнями L интенсивности шума или уровнями звукового давления.

Десятичный логарифм отношения двух интенсивностей звука I и I_0 называется уровнем интенсивности:

$$L_I = \lg I/I_0, \text{Б} \quad \text{или} \quad L_I = 10 \cdot \lg I/I_0, \text{дБ}. \tag{6.28}$$

В настоящее время общепринято характеризовать интенсивность звука (шума) в уровнях звукового давления, определяемых по формуле:

$$L = 20 \cdot \lg P/P_0, \tag{6.29}$$

где P – определяемая величина звукового давления, Па; P_0 – пороговая величина звукового давления ($2 \cdot 10^{-5}$, Па).

Между уровнем интенсивности шума L_I и уровнем звукового давления L существует соотношение:

$$L_I = L + 10 \cdot \lg(\rho_0 c_0 / \rho c), \qquad (6.30)$$

где ρ_0, c_0 – плотность среды и скорость звука при нормальных атмосферных условиях; ρ, c – измеренные плотность среды и скорость звука.

При нормальных атмосферных условиях $L_I = L$.

Оценка шума по уровню его звукового давления в дБ над пороговым уровнем справедлива лишь для принятого стандартного тона с частотой 1000 Гц. Для тонов других частот ощущение степени громкости шума и порог слышимости не совпадают при одинаковом приросте звуковой энергии со стандартным тоном, смещаясь либо в сторону повышения (пороги низких частот), либо некоторого снижения (пороги высоких частот). Это зависит от различной чувствительности слухового аппарата к различным акустическим частотам.

Ощущение громкости не совпадает также с раздражающим действием шума. На высоких частотах ощущение неприятности звука на 20…30 ед. превышает ощущение громкости.

При проведении измерений и расчетов в децибелах необходимо учитывать, что децибел – логарифмическая единица, и поэтому, например, два источника. Каждый из которых имеет уровень звука 93 дБА, в сумме дают не 186 , а 96 дБА. Умение оперировать децибелами показывает как рационально подобрать системы шумозащиты и понять акустические процессы [22, 25, 26].

Расчет совместного действия (сложения) источников с одинаковыми уровнями звука (УЗ) по шкале децибел выполняется согласно формуле:

$$L_{\sum} = L_1 + 10 \lg n, \qquad (6.31)$$

$L_1 = L_2 = \ldots = L_n$ –уровень звука одного из источников; n – число источников.

Из формулы 6.31 видно, что если энергетически складываются два источника с одинаковыми уровнями звукового давления, то суммарный шум, выше каждого из них на 3 дБ, если 10 источников – на 10 дБ, если 100 – на 20 дБ, и т.д.

6.2.3. Гигиеническая характеристика шума

В настоящее время шум становится одним из наиболее распространенных социально-гигиенических факторов внешней, в первую очередь, производственной среды в связи с интенсификацией и механизацией технологических процессов, развитием дизелестроения, реактивной авиации, транспорта. Введение новых высокопроизводительных видов оборудования с постоянным увеличением скоростей движения машин и механизмов, широкое применение пневматического инструмента различного назначения, расширение станочного парка создают предпосылки для возникновения новых источников интенсивного шума и усиления интенсивности его при интенсификации существующих ранее технологических процессов [25].

Воздействие шума на организм может проявляться как в виде специфического поражения органа слуха, так и нарушений со стороны многих органов и систем.

К настоящему времени накоплены достаточно убедительные данные, позволяющие судить о характере и особенностях влияния шумового фактора на слуховую функцию. Течение функциональных изменений может иметь различные стадии. Кратковременное понижение остроты слуха под воздействием шума с быстрым восстановлением функции после прекращения действия фактора рассматривается как проявление адаптационной защитно-приспособительной реакции слухового органа. Адаптацией к шуму принято считать случаи временного понижения слуха не более чем на 10…15 дБ с восстановлением его в течение 3 мин после прекращения действия шума. Длительное воздействие интенсивного шума может приводить к

перераздражению клеток звукового анализатора и его утомлению, а затем и к стойкому снижению остроты слуха.

Степень профессиональной тугоухости зависит от производственного стажа работы в условиях шума, характера шума, длительности воздействия его в течение рабочего дня, от интенсивности и спектра. Установлено, что утомляющее и повреждающее действие шума пропорционально его высоте (частоте). Наиболее выраженные и ранние изменения наблюдаются на частоте 4000 Гц и близкой к ней области, впоследствии повышение порогов слышимости распространяется и на более широкий спектр.

Показано, что импульсный шум (при эквивалентной мощности) действует более неблагоприятно, чем непрерывный. Особенности его воздействия существенно зависят от превышения уровня импульса над среднеквадратичным уровнем, определяющим шумовой фон на рабочем месте.

В развитии профессиональной тугоухости имеют значение суммарное время воздействия шума в течение рабочего дня и наличие пауз, а также общий стаж работы. Начальные стадии профессионального поражения слуха наблюдаются у рабочих со стажем 5 лет, выраженные (поражение слуха на все частоты, нарушение восприятия шепотной и разговорной речи) – свыше 10 лет.

Неспецифическое действие шума проявляется во влиянии, в первую очередь, на центральную нервную систему, функциональные изменения в которой происходят раньше, чем диагностируется нарушение слуховой чувствительности. При умственной деятельности на фоне шума происходит снижение темпа работы, ее качества и производительности.

У лиц, подвергающихся действию шума, отмечаются изменения секреторной и моторной функций желудочно-кишечного тракта, сдвиги в обменных процессах (нарушения основного, витаминного, углеводного, белкового, жирового, солевого обменов).

Для рабочих шумовых профессий характерно нарушение функционального состояния сердечно-сосудистой системы (гипертензивное,

реже гипотоническое состояние, повышение тонуса периферических сосудов, изменения на ЭКГ и пр.).

Наличие симптомокомплекса, который заключается в сочетании профессиональной тугоухости (неврит слухового нерва) с функциональными расстройствами центральной нервной, вегетативной, сердечно-сосудистой и других систем у лиц, работающих в условиях шума, дает веские основания рассматривать эти нарушения в состоянии здоровья как профессиональное заболевание организма в целом и включить в список профессиональных заболеваний эту нозологическую форму – шумовую болезнь.

Профессиональный неврит слухового нерва (шумовая болезнь) может встречаться чаще у рабочих различных отраслей машиностроения (в том числе судо- и самолетостроения), текстильной промышленности, горной, металлургических отраслей промышленности и др. Случаи заболевания встречаются у лиц, работающих на ткацких станках (ткачихи), с рубильными, клепальными молотками (обрубщики, клепальщики), обслуживающих прессо-штамповочное оборудование (кузнецы), у испытателей-мотористов и других профессиональных групп, длительно подвергающихся интенсивному шуму. Вероятность повреждения слуха в зависимости от стажа работы и превышения нормативного значения для постоянных рабочих мест приведена на графике (рис. 6.4). По данным Госкомсанэпиднадзора России, в структуре профзаболеваний кохлеарные невриты составляли: в 1994 и 1995 гг. – по 13,9%; в 1996 г. – 14,8%, в 1997 г. – 16,4% и в 1998 г.– 15,9%.

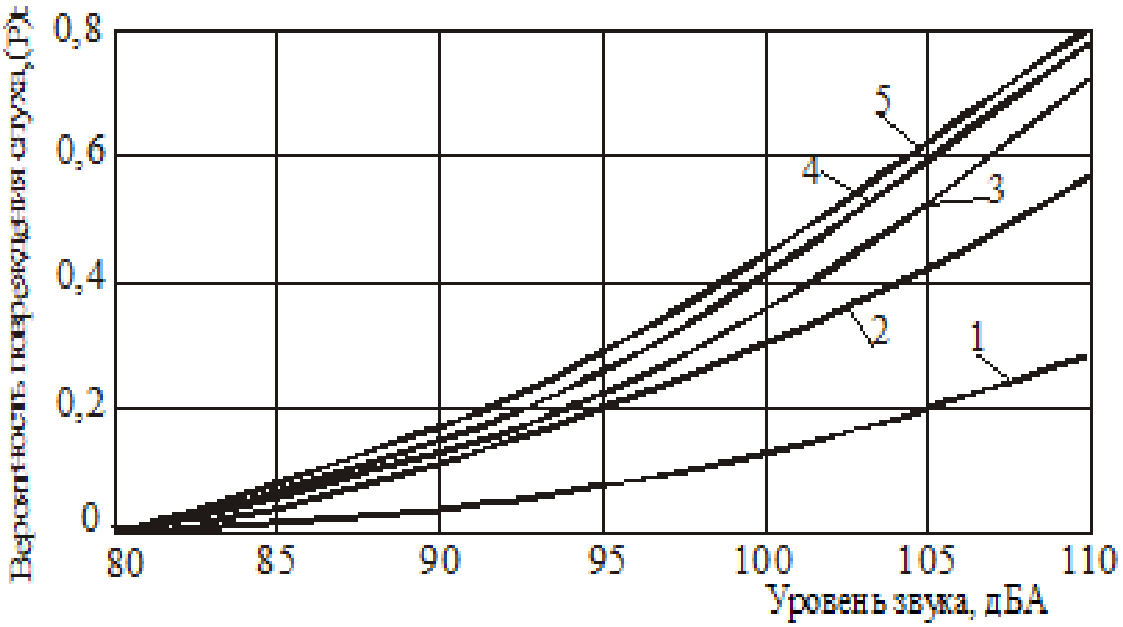

Рис. 6.4. Вероятность повреждения слуха: 1 – стаж работы 1 год; 2 – стаж работы 5 лет; 3 – стаж работы 10 лет; 4 – стаж работы 15 лет; 5 – стаж работы 25 лет

Длительное воздействие шума влияет не только на здоровье, но и на работоспособность человека: замедляется скорость психических реакций, снижается темп работы, ухудшается качество переработки информации. Если шум выше нормы, то каждые следующие 1-2 дБА снижают производительность труда приблизительно на 1%; нередко из-за высокого шума производительность труда снижалась на 10-20%.

Шум может заглушать предупреждающие сигналы или маскировать их, что становится непосредственной причиной травматизма. Травматизм возможен также по причине утомления, ослабления внимания, вызванных воздействием шума.

Чрезвычайно высокий шум может привести к механическим повреждениям; например, при уровне свыше 140 дБ возможен разрыв барабанной перепонки.

Отметим, что реакция на шум в немалой степени зависит то индивидуальных качеств человека, характера беспокоящего шума тембр, акустический фон) и даже от общественного мнения.

6.2.4. Гигиеническое нормирование шума

Нормы по шуму вводятся для ограничения его вредного влияния на человека. В настоящее время разработано и действует множество таких норм: ограничение шума на рабочих местах для различных условий трудовой деятельности, для территории жилой застройки, для отдельных видов транспорта и типов машин.

Нормирование параметров шума регламентировано СН 2.2.4/2.1.8.562-96* [27]. Основой для нормирования служат объективные физиологические реакции человека на воздействие шума. При нормировании исходят из того, что работа возможна не в наилучших условиях, а в приемлемых условиях, т.е. когда вредное воздействие шума не проявляется или проявляется незначительно. Необходимо отметить, что целью нормирования шумовых характеристик рабочих мест является установление таких предельно допустимых уровней шума, которые при систематическом и длительном воздействии не вызывают существенных заболеваний работающих.

Нормы предусматривают дифференцированный подход в соответствии с характером производственной деятельности в условиях шума, т. е. нормируемые уровни звукового давления имеют различные предельные спектры для разных профессиональных групп и помещений, где осуществляется различная по характеру работа (умственный труд, нервно-эмоциональное напряжение, преимущественно физический труд и т. д.).

Нормируемыми параметрами постоянного шума в расчетных точках являются уровни звукового давления *Lp*, дБ, в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами 31,5, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 и 8000 Гц. Для ориентировочных расчетов допускается использование уровней звука *L*А, дБА. Предельно допустимые уровни звукового давления установлены в зависимости от вида трудовой деятельности и рабочего места Нормирование

шума напрямую связано с его видом. Как говорилось выше, шумы подразделяются *по характеру спектра и по временным характеристикам*.

Нормируемыми параметрами непостоянного (прерывистого, колеблющегося во времени) шума являются эквивалентные уровни звукового давления *Lp*экв, дБ, в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами 31,5, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 и 8000 Гц и максимальные уровни звука *L*Амакс, дБ и эквивалентные *L*Аэкв, дБА. Допускается использовать эквивалентные уровни звука *L*Аэкв, дБА, и максимальные уровни звука *L*Амакс, дБА. Шум считают в пределах нормы, когда он как по эквивалентному, так и по максимальному уровню не превышает установленные нормативные значения [27].

Нормируемыми параметрами постоянного шума на рабочих местах являются уровни звукового давления в октавных полосах частот со среднегеометрическими значениями 31,5; 63, 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000 и 8000 Гц. Предельно допустимые уровни звукового давления установлены в зависимости от вида трудовой деятельности и рабочего места, определяемыми по формуле 6.33.

Для ориентировочной оценки (например, при проверке органами надзора, выявлении необходимости применения мер по шумоглушению и др.) допускается за характеристику постоянного широкополосного шума на рабочем месте принимать уровень звука в дБА, измеренный на временной характеристике «медленно» шумомера, определяемый по формуле:

$$L_A = 20 \cdot \lg P_A / P_0, \qquad (6.33)$$

где P_A – среднеквадратичная величина звукового давления с учетом коррекции по кривой чувствительности «А» шумомера, Па.

Характеристикой непостоянного шума на рабочих местах являются эквивалентный (по энергии) уровень звука в дБА и по СН 2.2.4/2.1.8-562-96* максимальные уровни звука $L_{A\text{макс}}$, дБА

Оценка непостоянного шума на соответствие допустимым уровням должна проводиться одновременно по эквивалентному и максимальному уровням звука. Превышение одного из показателей должно рассматриваться как несоответствие санитарным нормам.

В санитарных нормах предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах приведены с учетом напряженности и тяжести трудовой деятельности и представлены в табл. 6.4.

Количественную оценку тяжести и напряженности трудового процесса рекомендуется проводить в соответствии с руководством Р 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. критерии и классификация условий труда» [3].

Таблица 6.4

Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряженности в дБА

Категория напряженности трудового процесса	Категория тяжести трудового процесса				
	легкая физическая нагрузка	средняя физическая нагрузка	тяжелый труд 1 степени	тяжелый труд 2 степени	тяжелый труд 3 степени
Напряженность легкой степени	80	80	75	75	75
Напряженность средней степени	70	70	65	65	65
Напряженный труд 1 степени	60	60	—	—	—
Напряженный труд 2 степени	50	50	—	—	—

Допустимые уровни звукового давления в октавных полосах частот, уровни звука и эквивалентные уровни звука в дБА на рабочих местах для **тонального** и **импульсного** шума, измеренного шумомером на характеристике «медленно», следует принимать на 5 дБ меньше указанных в табл. 6.4 значений.

Для шума, создаваемого в помещениях установками кондиционирования воздуха, вентиляции и воздушного отопления**,** допустимые уровни звукового давления в октавных полосах частот, уровни звука и эквивалентные уровни звука в дБА на рабочих местах следует принимать на 5 дБ меньше значений, указанных в таблице, или фактических уровней шума в этих помещениях, если последние не превышают значений, приведенных в табл. 6.4 (поправку для тонального и импульсного шумов в этом случае принимать не следует).

Гигиенические нормы шума СН 2.2.4/2.1.8-562-96* оценивают производственные и коммунальные шумы раздельно, не учитывая суммарной их нагрузки, что побуждает к созданию системы оценки и управления риском при действии шума с учетом видов жизнедеятельности.

В настоящее время возникает необходимость разработки методов и критериев оценки акустического загрязнения для социально-гигиенического мониторинга (СГМ) условий труда и состояния здоровья работающих.

Целесообразно оценивать шумовое загрязнение для основных видов жизнедеятельности человека (работа, отдых и сон), что возможно на основе концепции суточной дозы [25].

6.2.5. Мероприятия по защите от шума

Согласно СП 51.13330.2011 «Свод правил. Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003» мероприятия по защите от шума должны предусматривать [22]:

а) на рабочих местах промышленных предприятий: рациональное с акустической точки зрения решение генерального плана промышленного объекта и рациональное объемно-планировочное решение производственных зданий; применение при строительстве и реконструкции производственных зданий: ограждающих конструкций зданий с требуемой звукоизоляцией; звукопоглощающих конструкций (звукопоглощающих облицовок, кулис, штучных поглотителей); звукоизолирующих кабин наблюдения и

дистанционного управления; звукоизолирующих кожухов на шумных агрегатах; акустических экранов (выгородок); глушителей шума в системах вентиляции, кондиционирования воздуха и в аэрогазодинамических установках; виброизоляции технологического оборудования;

б) в помещениях жилых и общественных зданий: рациональное объемно-планировочное решение жилого или общественного здания; применение при строительстве и реконструкции зданий: ограждающих конструкций, обеспечивающих нормативную звукоизоляцию; звукопоглощающих облицовок (в помещениях общественных зданий); глушителей шума в системах принудительной вентиляции и кондиционирования воздуха; виброизоляции инженерного и санитарно-технического оборудования зданий;

в) на территории жилой застройки: применение рациональных приемов планировки и застройки городских и сельских поселений, городских округов, жилых районов, микрорайонов и кварталов; соблюдение санитарно-защитных зон (по фактору шума) промышленных и энергетических предприятий, автомобильных и железных дорог, аэропортов, предприятий транспорта (железнодорожных сортировочных станций, депо, автобусных и троллейбусных парков и т.п.); строительство шумозащитных зданий; сооружение придорожных шумозащитных экранов и устройство шумозащитных полос зеленых насаждений;

г) в помещениях, требующих специального акустического благоустройства и создания оптимальных условий для восприятия аудиоинформации; рациональное объемно-планировочное решение зала (аудитории); применение: ограждающих конструкций, обеспечивающих требуемую звукоизоляцию от внутренних и внешних источников шума; звукопоглощающих материалов и конструкций; звукоотражающих и звукорассеивающих конструкций; глушителей шума в системах принудительной вентиляции и кондиционирования воздуха.

Генерация шума в производственных условиях сопутствует вибрации и, как правило, обусловлена многообразными причинами. Это создает трудности

в борьбе с этим фактором и обычно требует применения комплекса мероприятий.

Проводятся мероприятия как технического [4], так и медицинского характера [22, 25]. Основными из них являются:

1) устранение причины шума или существенное его ослабление в самом источнике образования в процессе проектирования технологических процессов и конструирования оборудования;

2) изоляция источника шума (вибрации) от окружающей среды средствами звуко- и виброзащиты, звуко- и вибропоглощения;

3) уменьшение плотности звуковой энергии помещений, отраженной от стен и перекрытий;

4) рациональная планировка помещений и цехов;

5) применение средств индивидуальной защиты от шума;

6) рационализация режима труда в условиях шума;

7) профилактические мероприятия медицинского характера.

Наиболее рациональный путь борьбы с шумом, причиной которого является вибрация, возникающая от ударов, сил трения, механических усилий и т.п., – улучшение конструкций оборудования. Наиболее эффективная мера – изменение технологии с целью устранения удара. Рекомендуется заменять клепку пневмоинструментами на гидравлические или сварные процессы; штамповку – на прессование, ручную правку металла – на вальцовку и др.

Снижение шума и вибрации достигается заменой возвратно-поступательных движений в узлах работающих механизмов равномерно вращательными.

Эффективна (особенно для высоких тонов) роль демпфирования, при котором вибрирующая поверхность покрывается материалом с большим внутренним трением (резина, пробка, битум, войлок и др.). Основными требованиями, предъявляемыми к демпфирующим материалам, должны быть высокая эффективность, малая масса, способность прочно удерживаться на металле и предохранять его от коррозии.

Большую роль играют улучшение текущего технического состояния и содержания оборудования, генерирующего шум, а также принятие мер по ограничению параметров его шумовых характеристик в процессе создания новых образцов ГОСТ 12.2.030-2000 «Машины ручные. Шумовые характеристики. Нормы. Методы испытаний» предусматривает в этих целях определение шумовых характеристик оборудования при проведении типовых испытаний с внесением их в техническую документацию – паспорт машины [26, 28].

При нереальности достаточно эффективного снижения шума техническими и технологическими средствами следует осуществлять локализацию его у места возникновения путем применения звукопоглощающих и звукоизолирующих конструкций и материалов. Воздушные шумы ослабляются устройством на машинах специальных кожухов или размещением шумящего оборудования в помещениях с массивными стенами без щелей и отверстий. Для исключения резонансных явлений следует кожухи облицовывать материалами с большим внутренним трением.

Для локализации структурных шумов, распространяемых в твердых средах, применяются средства звуко- и виброизоляции перекрытий. Ослабление шума достигается применением под полом упругих прокладок без жесткой их связи с несущими конструкциями зданий, установкой вибрирующего оборудования на амортизаторы или специальные изолированные фундаменты. Вибрации, распространяющиеся по коммуникациям (трубопроводам, каналам), ослабляются стыковкой последних через звукопоглощающие материалы (прокладки из резины и др.). Распространение получили специальные противошумные мастики (№ 579, 580) на битумной основе, наносимые на поверхность металла.

Наряду со звукоизоляцией в производственных условиях широко применяются средства звукопоглощения. Для помещений малого объема (400…500 м^3) рекомендуется общая облицовка стен и перекрытий, снижающая уровень шума на 7…8 дБ. Звукопоглощающими материалами покрываются

изолирующие конструкции. Способность звукопоглощения характеризуется коэффициентом звукопоглощения (отношение звуковой энергии, поглощенной материалом, к энергии, падающей на него). Наиболее высокими коэффициентами в широком спектре частот обладают штукатурки и плиты, минеральная вата, древесно-волокнистые плиты, камышитовые маты, войлок и др. Эффект звукопоглощения увеличивается при многослойном размещении материалов с воздушными зазорами между слоями, а также перфорацией покрытий. В помещениях большого объема эффективны звукопоглощающие барьеры и объемные поглотители, подвешиваемые над шумными агрегатами. В последнем случае звукопоглощение примерно в 2 раза лучше, чем при покрытии звукопоглощающими материалами потолков и стен.

Одним из способов поглощения аэродинамических шумов (выхлоп и всасывание воздуха пневматических инструментов, компрессоров, вентиляторов и др.) является применение активных и реактивных глушителей. Выбор типа глушителя определяется уровнем и спектральным составом шума. Для глушения высокочастотных шумов наиболее целесообразны активные глушители, основанные на принципе поглощения звуковой энергии, для низкочастотных – реактивные, основанные на принципе акустического фильтра.

Ослаблению производственного шума способствуют планировочные мероприятия по взаиморасположению помещений и объектов с учетом их шумности. Шумные цехи предприятий должны быть сконцентрированы в глубине заводской территории, удалены от тихих помещений, ограждены зоной зеленых насаждений, частично поглощающих шум.

Агрегаты с наиболее интенсивными шумами (более 130 дБ) следует располагать вне территории предприятий и жилой зоны с подветренной стороны и отделять от границ населенных пунктов шумозащитной зоной. Агрегаты, создающие шум более 90 дБ, должны размещаться в изолированных помещениях, с меньшим уровнем – концентрируются в одном участке цеха.

Звукоизолирующие, звукопоглощающие, планировочные мероприятия по защите от шума обосновываются специальными расчетами.

Если шумные агрегаты не могут быть звукоизолированы, для защиты персонала от прямого шумоизлучения должны применяться акустические экраны, облицованные звукопоглощающими материалами, а также звукоизолированные кабины наблюдения и дистанционного управления.

Помимо мер технологического и технического характера, широко применяются средства индивидуальной защиты – антифоны, выполненные в виде наушников или вкладышей. В РФ действует система стандартов безопасности труда, в которой существует группа стандартов (шифр 4) по средствам индивидуальной защиты, в том числе от шума, определяющих условия стандартизации, испытания и применения средств индивидуальной защиты органа слуха.

В настоящее время в стране применяются десятки вариантов заглушек-вкладышей, наушников и шлемов, рассчитанных на изоляцию наружного слухового прохода от шумов различного спектрального состава. Наиболее приемлемыми, с точки зрения эксплуатации, и достаточно эффективными по защите органа слуха считаются вкладыши из смеси волокон органической бактерицидной ваты и ультратонких полимерных волокон из материала ФП («Беруши»), позволяющие снизить ощущение громкости шума на различных частотах от 15 до 31 дБА, а также антифоны (снижение до 35 дБА).

Отрицательное действие шумов может быть уменьшено путем сокращения времени контакта с ними, построения рационального режима труда и отдыха, предусматривающего кратковременные перерывы в течение рабочего дня для восстановления функции слуха в тихих помещениях, совмещение профессий (в условиях шума и вне его действия) и др.

Для профилактики профессиональных заболеваний работающие в условиях интенсивного производственного шума в соответствии с приказом Министерства здравоохранения РФ подвергаются обязательным

предварительным при поступлении на работу и периодическим медицинским осмотрам.

6.2.6 Физическая и гигиеническая характеристики ультразвука и инфразвука

Ультразвук представляет собой механические колебания упругой среды, распространяющиеся в ней в виде переменных сжатий и разрежений; сжатие и разрежение вещества составляют цикл колебания. Количество циклов в секунду характеризует частоту колебаний, которая измеряется в герцах. К ультразвуку относят колебания с частотой выше 16 000...20 000 колебаний в секунду (16...20 кГц), которые не воспринимаются человеческим ухом. Инфразвук представляет собой механические колебания, распространяющиеся в упругой среде с частотами менее 20 Гц. Инфразвуковые колебания подчиняются в основном тем же закономерностям, что и звуковые, но низкая частота колебаний придает им некоторые особенности. Инфразвук отличается от слышимых звуков значительно большей длиной волны. Распространение инфразвука в воздушной среде происходит в отличие от шума на большие расстояния от источника вследствие малого поглощения его энергии [24].

Физические параметры ультразвука и инфразвука такие же, как и у звуковых волн, шума.

С увеличением частоты ультразвуковых колебаний увеличивается их поглощение средой и уменьшается глубина проникновения в ткани человека. Поглощение ультразвука сопровождается нагреванием среды.

Прохождение ультразвука в жидкости сопровождается эффектом кавитации.

Ультразвук широко применяется в различных областях техники и промышленности, в особенности для анализа и контроля: дефектоскопия, структурный анализ вещества, определение физико-химических свойств материалов и др. Ультразвук нашел широкое применение в медицине для

лечения заболеваний позвоночника, суставов, периферической нервной системы, а также для выполнения хирургических операций и диагностики заболеваний.

Вследствие малой длины волны высокочастотные ультразвуки не распространяются в воздухе, и воздействие их на работающих возможно только путем контактирования источника ультразвука (датчика) с поверхностью тела человека. Этим определяется локальное воздействие, возможное только при неисправности ультразвуковой аппаратуры.

Другой наиболее широкой областью использования ультразвука являются технологические процессы в промышленности: очистка и обезжиривание деталей, механическая обработка твердых и хрупких материалов, сварка, пайка, лужение, электролитические процессы, ускорение химических реакций и др. Для технологических нужд используются ультразвуковые колебания низкой частоты (от 18 до 30 кГц) и высокой мощности (до 6…7 Вт/см^2).

Наиболее распространенными источниками ультразвука являются пьезоэлектрические и магнитострикционные преобразователи. Основными элементами ультразвукового оборудования являются генератор и акустический преобразователь. Ультразвук распространяется от открытой поверхности преобразователя. Кроме того, в производственных условиях низкочастотный ультразвук нередко образуется при аэродинамических процессах и является спутником шума (слышимых звуков): работа реактивных двигателей, газовых турбин, мощных пневмодвигателей и др.

Низкочастотное ультразвуковое оборудование (сварочные машины, станки для сверления, ванны для очистки деталей и др.) в большинстве случаев генерирует акустический комплекс, состоящий из слышимого шума и низкочастотного ультразвука. Низкочастотный ультразвук вместе с высокочастотным шумом хорошо распространяется через воздух, но отличается от шума заметным затуханием по мере удаления от источника колебаний и неравномерной интенсивностью его в воздушном пространстве.

Акустическое давление на рабочих местах имеет очень широкий спектр и в зависимости от вида ультразвуковых установок колеблется в пределах от 80 до 120 дБ с максимумом энергии на рабочей частоте установок (например, 20, 22, 24 кГц). В слышимой области наиболее высокие уровни шума наблюдаются на частотах, близких к резонансной (рабочей частоте), и на частотах 10…11 кГц. Характер спектра и закономерности распространения ультразвука по воздуху от установок разной мощности одинаковы.

В современном производстве инфразвуковые колебания в настоящее время имеют широкое распространение. Они образуются при работе компрессоров, турбин, дизельных двигателей, электровозов, промышленных вентиляторов и других крупногабаритных машин и механизмов.

Промышленными источниками интенсивных инфразвуковых волн являются механизмы и агрегаты, имеющие поверхности больших размеров, совершающие вращательное или возвратно-поступательное движение с повторением циклов менее чем 20 раз в секунду (инфразвуки механического происхождения), и турбулентные процессы при движении больших потоков газов или жидкости (инфразвуки аэродинамического происхождения).

Многие производственные процессы сопровождаются излучением в окружающую среду интенсивных звуковых волн очень низких частот. Причиной их возникновения являются первоначальные возмущающие силы машин и механизмов. Спектры шума этих объектов имеют широкополосный характер с наибольшей звуковой энергией в области низких частот.

Мощным источником инфразвуковых волн в процессе работы компрессорных машин является воздухозаборная система. Спектры шума всасывания имеют четко выраженный гармонический характер на низких частотах и широкополосный – на высоких.

Уровень звуковой мощности шума воздухозаборной системы прямо пропорционален мощности компрессора. Увеличение мощности компрессора вдвое повышает уровень звуковой мощности на 3 дБ. При работе компрессоров типа ВП 20/8 на рабочем месте дежурного мастера суммарный уровень

звукового давления составляет 113 дБ. Уровень максимальной интенсивности находится в низкочастотном диапазоне и составляет 111 дБ, на частотах выше 50 Гц – 8, 12,5 и 20 Гц.

Во многих случаях инфразвуковые колебания являются доминирующей частью спектров шума. В турбинах интенсивность шума на инфразвуковых частотах наиболее велика.

У виброплощадок основным излучателем звуковой мощности на низких частотах являются колебания подвижной рамы и формы с бетоном. Звуковая мощность на низких частотах и частоте вибрирования пропорциональна площади излучающей поверхности, перпендикулярной направлению распространения колебаний, в значительной мере она зависит от конструкции площадки. Наименьшие уровни инфразвука и низкочастотного шума соответствуют виброплощадкам, конструкции которых близки к излучателю типа поршневой диафрагмы при отсутствии экрана.

Инфразвуковые колебания имеют место в авиационной и космической технике. Источниками инфразвука в авиации являются турбина и компрессор реактивного двигателя. Реактивные двигатели и ракеты генерируют высокие уровни инфразвукового давления с максимальной энергией в низкочастотной области спектра (в диапазоне от 1 до 100 Гц).

6.2.7. Действие ультразвука и инфразвука на организм

Кроме общего воздействия на организм работающих через воздух, низкочастотный ультразвук оказывает локальное действие при соприкосновении с обрабатываемыми деталями и средами, в которых возбуждены колебания (ультразвуковые вибрации). В зоне наибольшего воздействия ультразвука в зависимости от вида оборудования находятся кисти рук. Оно может быть постоянным (удержание инструмента на обрабатываемой детали при лужении, пайке) или временным (погрузка деталей в ванны, сварка и т. п.) [23, 24].

Воздействие от мощных установок (6…7 Вт/см^2) представляет собой существенную опасность, так как может приводить к поражению периферического нервного и сосудистого аппаратов в местах контакта (вегетативные полиневриты, парезы пальцев, кистей и предплечья). Контактное воздействие ультразвука чаще всего имеет место в момент загрузки и выгрузки деталей из ультразвуковых ванн.

Трехминутное погружение пальцев в воду ванны с мощностью преобразователя 1,5 кВт вызывает ощущение покалывания, иногда зуда, а спустя 5 мин после прекращения действия ультразвука отмечается ощущение холода, иногда чувство онемения пальцев, вибрационная чувствительность резко снижается, болевая чувствительность у разных лиц при этом может быть либо повышенной, либо пониженной. Кратковременный систематический контакт с озвученной средой длительностью 20...30 с и более на подобных установках уже может приводить к развитию явлений вегетативного полиневрита.

У работающих на низкочастотных ультразвуковых установках, если интенсивность шума выше установленных норм, а интенсивность ультразвука более 100...110 дБ, при систематическом воздействии ультразвука могут наблюдаться функциональные изменения со стороны центральной и периферической нервной системы, сердечно-сосудистой системы, слухового и вестибулярного анализаторов, эндокринные и гуморальные отклонения от нормы. Эти изменения имеют много общего с проявлениями воздействия высокочастотного шума, имеющего место в других производствах, однако имеется и ряд особенностей, обусловленных ультразвуком.

Прежде всего работающие жалуются на головные боли с преимущественной локализацией в височной области, чрезмерно повышенную утомляемость.

Боли появляются вскоре после начала работы и усиливаются к концу рабочего дня. Кроме того, отмечаются чувство давления в ушах, неуверенность походки, головокружение. Отдых после работы устраняет эти нарушения.

Характерным синдромом является нарушение сна (сонливость днем). У части работающих наблюдаются раздражительность, гиперакузия, гиперосмия, боязнь яркого света, повышение порогов возбудимости болевого, слухового, вестибулярного и других анализаторов, реже пороги возбудимости анализаторов понижены.

У работающих в условиях воздействия интенсивного ультразвука, сопровождаемого шумом, можно отметить недостаточность сосудистого тонуса (понижение артериального давления, гипотония), растормаживание кожно-сосудистых рефлексов в сочетании с яркой вазомоторной реакцией. Общецеребральные нарушения почти всегда сочетаются с явлениями умеренного вегетативного полиневрита рук (реже и ног) разной степени (пастозность, акроцианоз пальцев, термоасимметрия, расстройство чувствительности по типу перчаток или носков). При систематическом воздействии ультразвука иногда отмечаются вестибулярные нарушения, повышение температуры тела и кожи, снижение уровня сахара в крови, эозинофилия. Если наряду с интенсивным ультразвуком имеется сильный шум, то наблюдается выраженное понижение слуха.

Ультразвуковые колебания воздушной среды оказывают воздействие на центральную нервную систему и функцию других систем и органов не только через слуховой аппарат, но и помимо него, что доказывается наличием нарушений указанных функций у глухонемых при воздействии ультразвуковых колебаний.

При комбинированном воздействии ультразвука и шума, часто наблюдаемом в производстве, не происходит усиления реакции центральной нервной, сердечно-сосудистой систем и слухового анализатора. Однако усиление действия шума и ультразвука сказывается на реакции вестибулярного анализатора, и нарушения вестибулярной функции являются более выраженными, чем при раздельном действии названных факторов.

При клиническом обследовании работающих в условиях контакта с ультразвуком было показано, что степень выраженности патологии связана с

уровнем ультразвукового давления. Процент лиц с выраженной стадией ультразвуковой патологии значительно выше среди подвергающихся наиболее интенсивному воздействию низкочастотного ультразвука, достигающего 120...130 дБ; он значительно меньше при интенсивности воздействия ультразвука до 110 дБ и совсем не наблюдается у обследованных, подвергающихся воздействию ультразвука с интенсивностью 90...105 дБ. У работающих, которые, кроме воздействия ультразвука через воздух, подвергаются и выраженному контактному воздействию, симптоматика нарушений здоровья выражена больше, особенно за счет явлений вегетативного полиневрита. Степень выраженности патологических изменений зависит от интенсивности и длительности действия ультразвука; контакт с озвучиваемой средой и наличие шума в спектре также ухудшают состояние здоровья.

По сравнению с высокочастотным шумом ультразвук заметно слабее влияет на слуховую функцию, но вызывает более выраженные отклонения от нормы со стороны вестибулярной функции, болевой чувствительности и терморегуляции.

Интенсивный высокочастотный ультразвук при контакте с поверхностью тела вызывает в основном те же нарушения, что и низкочастотный.

Инфразвук влияет на весь организм человека, отражается на его здоровье и работоспособности. Данные многих исследователей свидетельствуют о высокой чувствительности организма человека к уровням колебаний с максимумом энергии в области инфразвуковых частот.

В результате длительного воздействия низкочастотных колебаний у человека развивается значительная астения, появляются слабость, утомляемость, снижается работоспособность, появляется раздражительность, нарушается сон. У некоторых лиц отмечаются нервно-вегетативные нарушения и даже появляются психические нарушения. Известно, например, что рабочие компрессорных станций предъявляют жалобы на усталость, головную боль, общее недомогание, плохой сон.

У лиц, находящихся на расстоянии 200…300 м от реактивных самолетов, появляется чувство беспричинного страха, повышается артериальное давление, наблюдаются случаи обморочного состояния. При работе реактивных двигателей возникает сотрясение грудной клетки и брюшной полости, появляется состояние, напоминающее морскую болезнь, возникают головокружение, тошнота.

Особенностью действия инфразвука является высокая специфическая чувствительность органа слуха к низкочастотным колебаниям. Описаны случаи неблагоприятного действия инфразвука (патология среднего уха) на рабочих, обслуживающих дизельные двигатели. Четко выявляется снижение слуховой чувствительности (на 10…15 дБ) на всех частотах, причем наибольшее – преимущественно на низких и средних.

Низкочастотные колебания воспринимаются, как физическая нагрузка, у человека увеличивается общий расход энергии, возникают утомление, головная боль, головокружение, вестибулярное нарушение, снижается острота зрения и слуха, изменяются ритм дыхания и сердечных сокращений, кровяное давление; могут быть нарушения периферического кровообращения, центральной нервной системы, пищеварения. Характер и выраженность изменений в организме зависят от диапазона частот, уровня звукового давления и длительности.

В производственных условиях развивающиеся изменения в организме нередко не могут быть отнесены полностью только за счет инфразвука, так как на работающего воздействуют звуковые колебания широкого спектра. Однако в экспериментальных условиях доказано, что инфразвуковые колебания вызывают выраженные изменения в организме. После воздействия инфразвука появляются головная боль, давление на барабанные перепонки, ощущение колебания внутренних органов, брюшной стенки, отдельных групп мышц (икроножных, спинных и др.), жалобы на сухость во рту, затрудненное глотание, влажность рук и резко выраженное чувство усталости. Установлены снижение слуховой чувствительности, преимущественно на низких и средних

частотах, изменения в периферическом кровообращении. Обнаруженные сдвиги не были стойкими, через 25–30 мин они возвращались к исходным цифрам, однако чувство усталости сохранялось длительное время.

Инфразвуковые колебания с уровнем звукового давления до 150 дБ находятся в пределах выносливости человека при кратковременном воздействии, низкочастотные колебания с уровнем свыше 150 дБ испытуемые совершенно не переносят. Вначале появляются жалобы на головную боль, головокружение, изменение ритма сердечной деятельности, учащение дыхания, звон в ушах, снижение остроты зрения, колебания в области грудной клетки, кашель. Затем возникают чувство страха, тошнота, общая слабость, утомление.

Частоты колебаний 2...15 Гц являются особенно нежелательными из-за резонансных явлений в организме. Инфразвук с частотой 7 Гц наиболее опасен для человека, так как возможно его совпадение с альфа-ритмом биотоков мозга. При частотах от 1 до 3 Гц возможны кислородная недостаточность, нарушение ритма дыхания. При частотах от 5…9 Гц появляются болезненные ощущения в грудной клетке и в нижней части живота. В диапазоне частот от 8 до 12 Гц появляются боли в пояснице, а при более высоких частотах отмечаются болезненные симптомы в полости рта, гортани, мочевом пузыре, прямой кишке, а также в некоторых мышцах.

Таким образом, инфразвук как профессиональный фактор может воздействовать на весь организм человека и оказывает специфическое действие на орган слуха. Причиной биологического действия инфразвука служат, по-видимому, колебания, воспринимаемые как органом слуха, так и поверхностью тела.

С позиций методологии риска в медицине труда разработана классификация зон риска для здоровья человека от смертельных до очень слабых, неясных), обусловленных действием инфразвука разных параметров.

6.2.8. Гигиеническое нормирование ультразвука и инфразвука

Допустимые уровни звукового давления ультразвуковых установок следует принимать согласно ГОСТ 12.1.001-89 «Ультразвук. Общие требования безопасности», который устанавливает: допустимые уровни звуковых и ультразвуковых колебаний, создаваемых на рабочих местах в диапазоне частот 11,2…100 кГц, условия измерения звукового и ультразвукового давления и требования к измерительной аппаратуре, требования по ограничению действия на организм работающих ультразвуковых и звуковых колебаний при технологическом применении низкочастотного ультразвука.

Нормирование параметров ультразвука регламентировано СН 2.2.4/2.1.8.582-96 «Гигиенические требования при работах с источниками воздушного и контактного ультразвука промышленного, медицинского и бытового назначения [24]. Нормируемыми параметрами *воздушного ультразвука* на рабочих местах являются уровни звукового давления в третьоктавных полосах со среднегеометрической частотой 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100 кГц.

Допустимый уровень ультразвука в жилых и общественных зданиях - это уровень фактора, который не вызывает у человека значительного беспокойства и существенных изменений показателей функционального состояния систем и анализаторов, чувствительных к ультразвуковому воздействию.

Нормирование параметров инфразвука регламентировано СН 2.2.4/2.1.8.583-96 [23]. Нормируемыми параметрами постоянного инфразвука на рабочих местах являются уровни звукового давления в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 2, 4, 8 и 16 Гц. Нормируемыми параметрами непостоянного инфразвука являются (как и для шума) эквивалентные по энергии уровни звукового давления в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 2, 4, 8 и 16 Гц и эквивалентный общий уровень звукового давления.

Допустимые уровни ультразвукового давления на рабочих местах не должны превышать значений, приведенных в табл. 6.5.

Характеристикой 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; 16 000; 31 500 кГц, определяемые по формуле:

$$L_V = 20 \cdot \lg \frac{v}{v_0}, \qquad (6.34)$$

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

Таблица 6.5

Допустимые уровни ультразвукового давления на рабочих местах

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

Примечание. Допускается по согласованию с заказчиком устанавливать значение показателя, указанное в скобках.

Допустимые уровни виброскорости и ее пиковые значения на рабочих местах не должны превышать значений, приведенных в табл. 6.6.

Таблица 6.6

Допустимые уровни виброскорости и ее пиковые значения

Среднегеометирческие 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

Допустимые уровни контактного ультразвука следует принимать на 5 дБ ниже значений, указанных в табл. 6.6, в тех случаях, когда работающие

подвергаются совместному воздействию воздушного и контактного ультразвуков.

Документом, устанавливающим нормативные параметры инфразвука, являются санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.583-96 «Инфразвук на рабочих местах, в жилых и общественных помещениях и на территории жилой застройки».

Нормируемыми характеристиками постоянного инфразвука являются уровни звукового давления L_p, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 2, 4, 8 и 16 Гц [23].

Нормируемыми характеристиками непостоянного инфразвука являются эквивалентные по энергии уровни звукового давления $L_{экв}$, дБ, в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами 2, 4, 8 и 16 Гц и эквивалентный общий уровень звукового давления, измеренные по шкале шумомера «Лин», определяемые по формуле:

$$L_{экв} = \frac{1}{T}\left(\sum_{i=1}^{n} t_i L_i \right), \qquad (6.7)$$

где T – период наблюдения, ч; t_i – продолжительность действия шума с уровнем L_i, ч; n – общее число временных промежутков действия инфразвука; L_i – логарифмический уровень звукового давления инфразвука в i-й промежуток времени, дБ.

Эквивалентный уровень звукового давления может быть установлен при непосредственном инструментальном измерении или путем расчета по измеренному уровню и продолжительности воздействия.

В качестве дополнительной характеристики для оценки инфразвука (например, в случае тонального инфразвука) могут быть использованы уровни звукового давления в 1/3 октавных полосах со среднегеометрическими частотами 1,6; 2; 2,5; 3,15; 4; 5; 6,3; 8; 10; 12,5; 16 и 20 Гц.

Предельно допустимые уровни инфразвука на рабочих местах, дифференцированные для различных видов работ, приведены в табл. 6.7.

Для колеблющегося во времени и прерывистого инфразвука уровни звукового давления, измеренные по шкале шумомера «Лин», не должны превышать 120 дБ.

Для шумов, спектр которых охватывает инфразвуковой и слышимый диапазоны, измерение и оценка корректированного уровня звукового давления инфразвука являются дополнительными к измерению и оценке шума в соответствии с нормативными документами [23, 24] .

Таблица 6.7

Предельно допустимые уровни инфразвука на рабочих местах

(извлечение из СН 2.2.4/2.1.8.562-96)

Назначение помещений	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц				Общий уровень звукового давления, дБ
	2	4	8	16	
Работы 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 эмоционально-интеллектуальной напряженности	95	90	85	80	95

6.2.9. Меры предупреждения вредного действия ультразвука и инфразвука

В основе предупреждения вредного действия ультразвука, а также шума ультразвукового технологического оборудования лежат в первую очередь меры технологического характера: создание автоматического ультразвукового оборудования (для мойки тары, очистки деталей), а также установок с дистанционным управлением. Это позволяет почти полностью устранять контактное воздействие колебаний на работающих до безопасного минимума, сократить время пребывания работающих в условиях воздействия ультразвука и шума. Большую роль играет переход на использование маломощного

оборудования. В этом случае интенсивность ультразвука и шума уменьшается на 20…40 дБ (например, при ультразвуковой очистке деталей, пайке, сверлении и др.). Переход на маломощное оборудование во многих случаях не противоречит технологическим требованиям.

Учитывая, что пороговые интенсивности шума по ряду показателей заметно ниже пороговых интенсивностей ультразвука, при проектировании ультразвуковых установок целесообразно выбирать рабочие частоты, по возможности больше удаленные от слышимого диапазона частот (не ниже 22 кГц), чтобы избежать действия выраженного высокочастотного шума.

Все ультразвуковые установки, при работе которых уровни шума и ультразвука превышают допустимые, должны быть оборудованы звукоизолирующими устройствами (кожухи, экраны) из листовой стали или дюраля, покрытого звукопоглощающими материалами. В качестве звукопоглощающих материалов рекомендуются: рубероид, техническая резина, пластмассы типа «Агат», анти-вибрит, гетинакс, покрытие противошумной мастикой ВМ. Звукоизолирующие укрытия ультразвуковых установок не должны иметь щелей и отверстий и должны быть изолированы от пола резиновыми прокладками.

Электрические провода, соединяющие генератор с ультразвуковым образо-вателем, нужно экранировать для защиты от электромагнитных волн.

В тех случаях, когда шум и ультразвук не могут быть снижены до допустимых величин с помощью экранов и кожухов, установки, генерирующие колебания с общим уровнем 135 дБ, нужно размещать в кабинах со звукоизоляцией.

Чтобы исключить воздействие ультразвука при контакте с жидкими и твердыми средами, необходимо выключать ультразвуковые преобразователи при операциях, во время которых возможен контакт; необходимо применять специальный рабочий инструмент с виброизолирующей рукояткой и защиту рук резиновыми перчатками с хлопчатобумажной подкладкой. Уровни виброскорости в диапазоне частот от 8 до 2000 Гц на поверхностях

ультразвуковых инструментов (паяльники, сварочные пистолеты и др.) и приспособлений для фиксации деталей не должны превышать величин, предусмотренных санитарными нормами при работе с инструментами, механизмами и оборудованием, создающими вибрации, передаваемые на руки работающих. При превышении этих уровней необходимо прибегать к демпфирующим покрытиям, снижающим вибрацию до норм.

Ультразвуковые установки, генерирующие шум и ультразвук не выше допустимых уровней, могут устанавливаться в общих помещениях без ограждений. Если шум и ультразвук от установок выше допустимых величин, то установки размещаются в изолированных помещениях. Однако если по условиям технологии ультразвуковые установки требуется размещать в общих помещениях (в поточных линиях и др.), то они должны быть отделены перегородками на всю высоту помещения.

При большой высоте помещения установки ограждают в виде кабин, боксов, выгородок с целью снижения шума и ультразвука на рабочих местах до допустимых величин.

Существенно снижает уровни шума и ультразвука размещение ультразвукового оборудования в звукоизолированных помещениях или кабинах с дистанционным управлением.

При необходимости кратковременного обслуживания действующего оборудования, генерирующего повышенные уровни шума и ультразвука, нужно использовать средства индивидуальной защиты – антифоны в соответствии с ГОСТом.

При работах на ультразвуковых установках с применением химических веществ принимаются меры по профилактике их вредного действия: не допускается при очистке и обезжиривании деталей применение в качестве растворителей ароматических углеводов бензольного ряда (бензол, толуол, ксилол), а при применении хлорированных углеводородов (дихлорэтан, трихлорэтилен и др.) руководствуются действующими санитарными правилами.

При применении высокочастотного ультразвука мероприятия должны быть направлены на защиту рук работающих. При работе в жидкой среде в условиях лаборатории или при проведении подводного массажа в физиотерапевтических кабинетах контакт с жидкостью должен быть полностью исключен. При дефектоскопии работающие должны избегать прикосновения рук с пьезоэлементом дефектоскопического оборудования.

При испытании преобразователей дефектоскопов, при наладочных работах с высокочастотным оборудованием руки должны быть защищены резиновыми перчатками.

Требования к ультразвуковой характеристике оборудования определяются ГОСТ 12.1.001-89*. Предприятие-изготовитель должно указывать в эксплуатационной документации производственного оборудования ультразвуковую характеристику – уровни звукового давления в третьоктавных полосах принятого диапазона частот, измеряемые в контрольных точках вокруг оборудования. В этой же документации должен быть указан режим работы, при котором должно проводиться определение характеристик ультразвука.

При определении ультразвуковой характеристики оборудования измерения необходимо проводить в контрольных точках на высоте 1,5 м от пола, на расстоянии 0,5 м от контура оборудования и не менее 2 м от отражающих поверхностей. При этом измерения следует производить не менее чем в четырех контрольных точках по контуру оборудования; при этом расстояние между точками измерения не должно превышать 1 м. В паспорт оборудования вносится максимальная из измеренных величин.

Если в процессе создания оборудования применены все возможные средства снижения уровней звукового давления, но ультразвуковые характеристики превышают нормативы, разработчики оборудования должны создать документацию на средства локализации и планировочные мероприятия, которые позволяют снизить уровни ультразвукового давления на рабочих местах до нормативных величин.

Работающие с ультразвуковым оборудованием проходят инструктаж о характере действия ультразвука и мерах защиты и безопасного обслуживания ультразвуковых установок.

Противопоказаниями к приему на работу являются:

1) хронические заболевания центральной и периферической нервных систем, невриты, полиневриты;

2) неврозы общие и сосудистые;

3) перенесенные травмы черепа (сотрясение мозга);

4) обменные и эндокринные нарушения;

5) лабиринтопатия и хронические заболевания органа слуха;

6) стойкое снижение слуха любой этиологии;

7) гипотоническая и гипертоническая болезни.

Периодические медосмотры следует проводить 1 раз в год с участием невропатолога, терапевта, оториноларинголога; заключение о состоянии слуха при этом должно основываться на данных аудиометрии и исследовании шепотной речи; важно исследование вестибулярного аппарата. Лица с понижением слуха между двумя периодическими медосмотрами на 20 дБ и более или с нарушением вестибулярного аппарата переводятся на работу вне действия ультразвука и шума.

Появление характерных жалоб на расстройство здоровья, астенического состояния или симптомов периферической сосудистой дистонии служит показанием к временному переводу на работы, не связанные с воздействием ультразвука с последующим наблюдением и общеукрепляющим лечением. По исчезновении симптомов заболевания работающие возвращаются на прежнюю работу при условии осуществления мер, направленных на снижение уровней ультразвука на рабочих местах.

Снижение интенсивности инфразвука на производстве – одна из первоочередных задач гигиены труда.

Борьба с неблагоприятным воздействием производственного инфразвука предусматривает целый комплекс мероприятий, относящихся к технической и медицинской компетенции, и должна проводиться в следующих направлениях:

1) ослабление инфразвука в его источнике, устранение причин возникновения;

2) изоляция инфразвука;

3) поглощение инфразвука, установка глушителей;

4) индивидуальные средства защиты;

5) медицинская профилактика.

Уменьшение интенсивности инфразвука, генерируемого агрегатами или механизмами, представляет собой сложную техническую задачу, поэтому вопросы уменьшения интенсивности низкочастотных колебаний рационально решать на стадии проектирования. Борьба с инфразвуком должна начинаться с разработки проектного задания на строительство предприятия.

Важное место в борьбе с инфразвуком принадлежит методам и средствам строительной акустики. Большое значение имеют рациональная планировка помещений и размещение инфразвукового оборудования. Необходимо агрегаты изолировать в отдельное помещение.

Предупредительный и текущий санитарный надзор является частью большой работы по предупреждению инфразвуковой патологии. Ослабление инфразвука в самом источнике образования является наиболее радикальным средством борьбы с низкочастотными колебаниями машин и механизмов.

Для уменьшения амплитуды инфразвуковых колебаний могут быть использованы следующие способы: интерференционный, отражение звуковых волн к источнику их генерирования, поглощение звуковой энергии и некоторые другие.

Интенсивность инфразвуковых составляющих в шуме всасывания компрессоров может быть уменьшена при помощи глушителей динамического и кольцевого типов. Наибольшую эффективность в широком диапазоне частот обеспечивает динамический глушитель.

Инфразвук оказывает влияние на органы слуха и равновесия и на всю поверхность человеческого тела, поэтому необходима надежная защита как органа слуха применением противошумов, так и поверхности тела от воздействия инфразвука.

Одной из важнейших мер медицинской профилактики вредного влияния инфразвука является проведение предварительных и периодических медицинских осмотров. Особое внимание надо уделять профессиональному отбору лиц, поступающих на постоянную работу с оборудованием, генерирующим инфразвук.

Лица, подвергающиеся воздействию инфразвука, проходят предварительные и периодические медицинские осмотры

Контрольные вопросы к главе 6:

1. В каких отраслях промышленности и при каких технологических операциях встречаются вибрация, шум, ультразвук и инфразвук как факторы производственной среды?
2. Какое оборудование является источником вибрации, шума, ультразвука и инфразвука и каковы виброакустические характеристики этого оборудования?
3. Дайте характеристику основных параметров вибрации, шума, ультразвука и инфразвука.
4. От чего зависит величина колебательной энергии, поглощенной телом человека?
5. Как связаны интенсивность вибрации, а следовательно, колебательная энергия с колебательной скоростью?
6. Что характеризует механический импеданс?
7. Что означают порог восприятия и порог болевого ощущения?
8. Что называется спектром виброакустического параметра или его уровня?
9. Что понимается под стандартной среднегеометрической частотой в виброакустике?

10. Как подразделяют вибрацию в зависимости от характера контакта тела рабочего с источником вибрации?

11. В направлении, каких координатных осей указывают значения нормируемых параметров для общей и локальной вибраций?

12. Что относят к факторам, усугубляющим воздействие вибрации ручных машин на организм человека?

13. Как подразделяют общую вибрацию по источнику возникновения вибрации?

14. К чему приводит воздействие вибрации, шума, ультразвука и инфразвука на организм человека?

15. Какие параметры являются нормируемыми для вибрации, шума, ультразвука и инфразвука?

16. Какие методы гигиенического нормирования вибрации, шума, ультразвука и инфразвука Вы знаете?

17. Какие мероприятия применяются для профилактики неблагоприятного действия вибрации, шума, ультразвука и инфразвука на организм человека?

18. Как влияет частотный состав вибрации, шума, ультразвука и инфразвука на эффективность инженерно-технических мероприятий по снижению их уровня?

19. Какая единица измерения используется для оценки уровня громкости шума, в чем ее отличие децибела?

20. Какие применяются средства индивидуальной защиты от вибрации, шума, ультразвука и инфразвука и насколько они эффективны?

21. Как можно оценить границы совершенствования средств виброакустической защиты?

Библиографический список

1. ГОСТ Р 1.2-92 Государственная система стандартизации Российской Федерации. Порядок разработки государственных стандартов;
2. Федеральный закон РФ от 30.12.2001 №197-ФЗ «Трудовой Кодекс Российской Федерации» (с измен.);

3. Р 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии классификации условий труда»;
4. Фролов А.В., Лепихова В.А., Ляшенко Н.В., Пушенко С.Л., Чибинев Н.Н., Шевченко А.С. Безопасность жизнедеятельности и охрана труда в строительстве. – Ростов н/Д.: Феникс, 2010. – 704 с.;
5. Федеральный закон РФ от 28 декабря 2013 г. N421-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»;
6. Федеральный закон РФ от 28 декабря 2013г. N426-ФЗ «О специальной оценке условий труда»;
7. Приказ Минтруда России от 24 января 2014г. N33н «Об утверждении Методики проведения специальной оценки условий труда, Классификатора вредных и (или) опасных производственных факторов, формы отчета о проведении специальной оценки условий труда и инструкции по ее заполнению»;
8. ГОСТ 12.0.002-80 ССБТ. Термины и определения;
9. ГОСТ 12.1.0.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация;
10. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений (утв. постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 1 октября 1996 г. N 21);
11. ГОСТ 12.1.007-76* (1999) ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности;
12. ГН 2.2.5.1313–03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Гигиенические нормативы;
13. ГОСТ 12.1.005-88* (2001) ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны;
14. ГН 2.2.5.1314-03. Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) вредных веществ в воздухе рабочей зоны;
15. Методические рекомендации №11-8/240-02.Гигиеническая оценка

вредных производственных факторов и производственных процессов, опасных для репродуктивного здоровья человека;

16. ГОСТ 12.4.011-89*(2001) ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация;
17. СНиП 23-05-95*. Естественное и искусственное освещение;
18. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий;
19. СН 2.2.4/2.1.8.566-96*. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. – М.: Минздрав России, 1997;
20. ГОСТ 12.1.012-2004. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования;
21. Вибрация в технике: Справочник. – Т. 4. Вибрационные процессы и машины/ Под ред. Р. Левендела. – М.: Машиностроение, 1981. – 509 с.;
22. СП 51.13330.2011 Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003;
23. СН 2.2.4/2.1.8.583-96 . Инфразвук на рабочих местах, в жилых и общественных помещениях и на территории жилой застройки;
24. СН 2.2.4/2.1.8.582-96. Гигиенические требования при работе с источниками воздушного и контактного ультразвука промышленного, медицинского и бытового назначения;
25. ГОСТ 12.1.003-99. Шум. Общие требования безопасности;
26. ГОСТ 12.2.030-2000. Машины ручные. Шумовые характеристики. Нормы. Методы испытаний;
27. СН 2.2.4/2.1.8.562-96*. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки;
28. ГОСТ 12.1.050-86 (2003). ССБТ. Методы измерения шума на рабочих местах.

Приложение 1

КЛАССИФИКАТОР

вредных и (или) опасных производственных факторов [6]

№ п/п	Наименование вредного и (или) опасного фактора производственной среды и трудового процесса
1	Физические факторы
1.1	Микроклимат[1]
1.1.1	Температура воздуха
1.1.2	Относительная влажность воздуха
1.1.3	Скорость движения воздуха
1.1.4	Тепловое излучение
1.2	Аэрозоли преимущественно фиброгенного действия (АПФД)[2]
1.3	Виброакустические факторы[3]
1.3.1	Шум
1.3.2	Инфразвук
1.3.3	Ультразвук воздушный
1.3.4	Общая и локальная вибрация
1.4	Световая среда
1.4.1	Освещенность рабочей поверхности при искусственном освещении
1.4.2	Прямая блесткость[4]

[1] Идентифицируется как вредный и (или) опасный фактор на рабочих местах, расположенных в закрытых производственных помещениях, на которых имеется технологическое оборудование, являющееся искусственным источником тепла и (или) холода (за исключением климатического оборудования, не используемого в технологическом процессе и предназначенного для создания комфортных условий труда).

[2] Идентифицируются как вредные и (или) опасные факторы только на рабочих местах, на которых осуществляется добыча, обогащение, производство и использование в технологическом процессе пылящих веществ, относящихся к АПФД, а также эксплуатируется оборудование, работа на котором сопровождается выделением АПФД (пыли, содержащие природные и искусственные минеральные волокна, угольная пыль).

[3] Идентифицируются как вредные и (или) опасные факторы только на рабочих местах, на которых имеется технологическое оборудование, являющееся источником указанных виброакустических факторов.

[4] Идентифицируются как вредные и (или) опасные факторы только при выполнении прецизионных работ с величиной объектов различения менее 0,5 мм, при наличии слепящих источников света, при проведении работ с объектами различения и рабочими поверхностями, обладающими направленно-рассеянным и смешанным отражением.

№ п/п	Наименование вредного и (или) опасного фактора производственной среды и трудового процесса
1.4.3	Отраженная блесткость[4]
1.5	Неионизирующие излучения[5]
1.5.1	Переменное электромагнитное поле (промышленная частота 50 Гц)
1.5.2	Переменное электромагнитное поле радиочастотного диапазона
1.5.3	Электростатическое поле
1.5.4	Постоянное магнитное поле
1.5.5	Ультрафиолетовое излучение
1.5.6	Лазерное излучение
1.6	Ионизирующие излучения[6]
1.6.1	Рентгеновское, гамма- и нейтронное излучение
1.6.2	Радиоактивное загрязнение производственных помещений, элементов производственного оборудования, средств индивидуальной защиты и кожных покровов работника
2	Химический фактор[7]
2.1	Химические вещества и смеси, измеряемые в воздухе рабочей зоны и на кожных покровах работников, в том числе некоторые вещества биологической природы (антибиотики, витамины, гормоны, ферменты, белковые препараты), которые получают химическим синтезом и (или) для контроля содержания которых используют методы химического анализа

[5] За исключением рабочих мест, на которых работники исключительно заняты на персональных электронно-вычислительных машинах (персональных компьютерах) и (или) эксплуатируют аппараты копировально-множительной техники настольного типа, единичные стационарные копировально-множительные аппараты, используемые периодически для нужд самой организации, иную офисную организационную технику, а также бытовую технику, не используемую в технологическом процессе производства.

[6] Идентифицируются как вредные и (или) опасные факторы только на рабочих местах, на которых осуществляется добыча, обогащение, производство и использование в технологическом процессе радиоактивных веществ и изотопов, а также при эксплуатации оборудования, создающего ионизирующее излучение.

[7] Идентифицируются как вредные и (или) опасные факторы только на рабочих местах при добыче, обогащении, химическом синтезе, использовании в технологическом процессе и/или химическом анализе химических веществ и смесей, выделении химических веществ в ходе технологического процесса, а также при производстве веществ биологической природы.

№ п/п	Наименование вредного и (или) опасного фактора производственной среды и трудового процесса
3	Биологический фактор[8]
3.1.	Микроорганизмы-продуценты, живые клетки и споры, содержащиеся в бактериальных препаратах
3.2.	Патогенные микроорганизмы – возбудители особо опасных инфекционных заболеваний
3.3.	Патогенные микроорганизмы – возбудители иных инфекционных заболеваний
4.	Тяжесть трудового процесса[9]
4.1	Физическая динамическая нагрузка
4.2	Масса поднимаемого и перемещаемого груза вручную
4.3	Стереотипные рабочие движения
4.4	Статическая нагрузка
4.5	Рабочая поза
4.6	Наклоны корпуса тела работника
4.7	Перемещение в пространстве
5.	Напряженность трудового процесса
5.1	Длительность сосредоточенного наблюдения[10]

[8] Идентифицируются как вредные и (или) опасные факторы только на рабочих местах, на которых осуществляется деятельность в соответствии с санитарно-эпидемиологическими правилами СН 1.3.1285-03 «Безопасность работы с микроорганизмами I и II групп патогенности (опасности)», введенными в действие постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 15 апреля 2003 г. № 42 (зарегистрировано Минюстом России 15 мая 2003 г. № 4545), с изменениями, внесенными постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 12 мая 2010 г. № 55 «Об утверждении СП 1.3.2628-10» (зарегистрировано Минюстом России 6 июля 2010 г. № 17704) и СП 1.3.2322-08 «Безопасность работы с микроорганизмами III - IV групп патогенности (опасности) и возбудителями паразитарных болезней», утвержденные постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28 января 2008 г. № 4 (зарегистрированы Минюстом России 21 февраля 2008 г. № 11197), с изменениями, внесенными постановлениями Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 2 июня 2009 г. № 42 «Об утверждении санитарно-эпидемиологических правил СП 1.3.2518-09» (зарегистрировано Минюстом России 8 июля 2009 г. № 14280) и от 29 июня 2011 г. № 86 «Об утверждении санитарно-эпидемиологических правил СП 1.3.2885-11 «Дополнения и изменения № 2 к СП 1.3.2322-08 «Безопасность работы с микроорганизмами III - IV групп патогенности (опасности) и возбудителями паразитарных болезней» (зарегистрировано Минюстом России 12 июля 2011 г. № 21317).

[9] Идентифицируются как вредные и (или) опасные факторы только на рабочих местах, на которых работниками осуществляется выполнение обусловленных технологическим процессом (трудовой функцией) работ по поднятию и переноске грузов вручную, работ в вынужденном положении или положении «стоя», при перемещении в пространстве.

№ п/п	Наименование вредного и (или) опасного фактора производственной среды и трудового процесса
5.2	Плотность сигналов (световых, звуковых) и сообщений в единицу времени[10]
5.3	Число производственных объектов одновременного наблюдения[10]
5.4	Нагрузка на слуховой анализатор[10]
5.5	Активное наблюдение за ходом производственного процесса[10]
5.6	Работа с оптическими приборами
5.7	Нагрузка на голосовой аппарат

[10] Идентифицируются как вредные и (или) опасные факторы при выполнении работ по диспетчеризации производственных процессов, в том числе конвейерного типа, на рабочих местах операторов технологического (производственного) оборудования, при управлении транспортными средствами.

Учебное издание

Кандидат технических наук

Екатерина Алексеевна ТРУШКОВА

Елена Владимировна СТАСЕВА

Наталья Юрьевна ВОЛКОВА

Вредные факторы производственной среды

Часть 1

Учебное пособие

Редактор М.А. Матекина
Компьютерная верстка и макет С.Ф. Солдатовой
Темплан 2014 г., поз. 00

Подписано в печать 00.00.14. Формат 60х84/16.
Бумага писчая. Ризограф. Уч.-изд. л.10. Тираж 100 экз. Заказ 319/13

Редакционно-издательский центр
Ростовского государственного строительного университета
344022, Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, 162