

Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир  
хана

Кафедра «Эксплуатация машин  
и безопасность жизнедеятельности»

Учебное пособие по дисциплине «Производственная санитария»  
для студентов специальности 5В073100 – «Безопасность  
жизнедеятельности и защита окружающей среды»

Уральск 2015г.

Сагыналиева А.З. - ст. преподаватель  
Хайрушева Р.М. - ст. преподаватель

Рецензент: Мулдашев М.А. – доцент кафедры «МТ и ЗУ»

Учебное пособие по дисциплине «Производственная санитария»  
для студентов специальности 5В073100 – «Безопасность  
жизнедеятельности и защита окружающей среды»

Обсуждено на заседании кафедры «Эксплуатация машин  
и безопасность жизнедеятельности» 29 апреля 2015г. Протокол № 9

Рекомендовано учебно-методическим бюро политехнического факультета  
30 апреля 2015г. Протокол № 9

Одобрено УМС университета \_\_\_\_\_ 2015г. Протокол №

Учебно-методическое пособие предназначено для изучения теоретической и практической подготовки студентов по проблеме производственной санитарии, включая биологические, химические и физические факторы, являющихся воздействием на здоровье человека.

Значительное место в производственной санитарии отводится вентиляции помещений, освещенности, поддержанию нормальных бытовых условий работы.

**©РГП «Западно-Казахстанский аграрно-технический  
университет им. Жангир- хана», 2015**

## Содержание

Введение .....	4
Раздел 1: Санитарные требования проектирования промышленного предприятия.....	5
Тема 1: Введение дисциплины «Производственная санитария» .....	5
Тема 2: Классификация форм труда .....	8
Тема 3: Санитарные нормы проектирования производственных объектов.....	15
Тема 4: Санитарные требования проектирования промышленного предприятия .....	21
Раздел 2: Защита от вредных веществ в воздухе.....	33
Тема 1: Метеорологические условия производственной среды .....	33
Тема 2: Производственная пыль и ее влияние на организм человека .....	40
Тема 3: Основы производственной санитарии.....	48
Тема 4: Производственные яды.....	54
Тема 5: Производственное освещение.....	62
Тема 6: Производственный шум и вибрация .....	70
Тема 7: Вентиляция производственных помещений .....	81
Тема 8: Неионизирующие электромагнитные излучения и поля.....	95
Заключение.....	110
Список литературы:.....	111

## Введение

В процессе трудовой деятельности человек подвержен воздействию ряда неблагоприятных факторов, которые могут вызывать нежелательные изменения состояния его здоровья. Если концентрация вредностей превышает допустимые нормы, то нарушается нормальная жизнедеятельность человеческого организма: это может привести к профессиональным заболеваниям.

Поэтому научному обоснованию ПДУ и ПДК уделяется большое внимание, а для повышения их значимости в практической работе они включены в Систему стандартов безопасности труда (ССБТ) и, таким образом, имеют силу закона наряду с другими требованиями охраны труда.

Учебно-методическое пособие «Производственная санитария» направлена на изучение процессов жизнедеятельности человека, подвергающегося воздействию различных опасностей, под которыми обычно понимают явления, процессы, объекты, способные в определенных условиях наносить ущерб здоровью человека непосредственно и косвенно, то есть вызывать различные нежелательные последствия.

Условия труда на любом предприятии определяются технологией производственного процесса, а также санитарно - гигиенической обстановкой, которая создается на рабочих местах. В процессе физического труда возникает в основном мышечное напряжение органов человеческого тела, при умственном труде отмечается нервно-психическое напряжение.

Санитарно - гигиеническая обстановка в условиях производства — это все то, что окружает рабочего на предприятии, в том числе и такие факторы производственной среды, как химические вещества, пыль, шум, вибрация, электромагнитные волны, ионизирующие излучения, а также метеорологические факторы (температура, влажность, подвижность воздуха), освещение, биол. факторы (микроорганизмы) и др. Каждый из этих факторов и их комбинации при отсутствии должных мер защиты оказывают неблагоприятное воздействие на здоровье работающего. Предупреждение этого неблагоприятного воздействия и является основной задачей гигиены труда.

## **Раздел 1: Санитарные требования проектирования промышленного предприятия**

### **Тема 1: Введение дисциплины «Производственная санитария»**

1. Введение.
2. Цель и задача дисциплины «Производственная санитария».
3. Основные определения и термины.

#### 1. Введение.

Право на жизнь в экологически чистой, здоровой и безопасной среде – одно из важнейших прав человека. Во всём мире, и в первую очередь, в экономически развитых странах в последние два десятилетия обострились проблемы, связанные с состоянием окружающей среды. Они приобрели экономическое, социальное и политическое значение.

Психическое и физическое самочувствие человека, его настроение, деловая активность в решающей степени зависят от состояния его здоровья. Но, только подорвав его, человек полностью осознаёт, что именно здоровье является главным благом, определяющим возможность пользоваться всеми другими благами.

В настоящее время в окружающую среду попадает всё больше антропогенных веществ, являющихся не просто загрязняющими, но и токсичными, канцерогенными (способствующими развитию рака и других злокачественных новообразований), аллергенными (вызывающими реакцию организма в виде удушья, зуда, насморка) и мутагенными (вызывающими мутации, т.е. резкие наследственные изменения, способные привести к вырождению) для человека и других живых организмов.

Поэтому для выживания человечества, а возможно, и всей биосферы требуется срочный пересмотр приоритетов (первенствующих значений) развития.

В настоящее время и тем более в будущем не экология должна подстраиваться под нужды экономики и политики, а наоборот, т.е. необходим эксцентрический подход. Богатство любой страны должно оцениваться не количеством произведённых материальных благ, как это принято сейчас, а уровнем здоровья населения.

На состояние здоровья нации влияет много разных факторов: климатических, социально-экономических и пр., но вклад экологического фактора составляет не менее 25-30%, а по таким заболеваниям, как онкологические и аллергические – в несколько раз больше. Существуют также тяжелейшие заболевания, например болезнь «Минаманты» и др.,

обусловленные загрязнением окружающей среды ртутью, кадмием, свинцом.

Самыми важными для здоровья человека являются качество воздуха, количество и качество питьевой воды и продуктов питания, а также естественный радиационный фонд, уровни шума и электромагнитных колебаний не превышающие допустимые значения.

Чтобы содержание загрязняющих веществ в окружающей среде не вело к повышению заболеваемости, оно не должно превышать предельно допустимой концентрации – норматива, устанавливаемого в законодательном порядке санитарными правилами.

ПДК – предельно допустимая концентрация различных видов загрязнителей в воздухе, воде или почве, превышение которой оказывает вредное воздействие на человека, растения и животных.

### 1. Цель и задача дисциплины «Производственная санитария».

«Производственная санитария» - это система организационных мероприятий и технических средств, предотвращающих или уменьшающих воздействия на рабочих вредных производственных факторов.

Дисциплина «Производственная санитария» направлена на изучение процессов жизнедеятельности человека, подвергающегося воздействию различных опасностей, под которыми обычно понимают явления, процессы, объекты, способные в определенных условиях наносить ущерб здоровью человека непосредственно и косвенно, то есть вызывать различные нежелательные последствия.

Основной задачей дисциплины «Производственная санитария» является изучение воздействия трудовых процессов и окружающей производственной среды на организм работающих и разрабатывает гигиенические нормативы и мероприятия для обеспечения благоприятных условий труда и предупреждения профессиональных болезней.

Цель дисциплины: теоретическая и практическая подготовка студентов по проблеме промышленной санитарии, включая биогенные, химические и физические, психофизиологические факторы, являющихся воздействием на работающих и здоровье человека.

Задачей дисциплины - является овладение знаниями методов создания комфортных метеоусловий и параметрами микроклимата рабочих мест, их влияние на организм человека и методы создания комфортных метеоусловий.

### 3. Основные определения и термины.

Рассмотрим основные определения и понятия, используемые в курсе дисциплины «Производственная санитария».

Деятельность – это всё разнообразие целесообразных и осознанных операций, выполняемых человеком.

Жизнедеятельность – это способ существования, включающий повседневную деятельность и все виды отдыха.

Здоровье – естественное состояние организма, характеризующееся его уравниванием с окружающей средой и отсутствием каких-либо болезненных изменений (ощущений).

Примечание: в Уставе Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) записано: «здоровье – это состояние полного физического, духовного и социального благополучия, а не только отсутствие болезней и физических дефектов».

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

Понятия «среда обитания» и «окружающая среда» - синонимы.

Вредный производственный фактор – фактор, воздействие которого на человека (работника) может привести к его заболеванию. Воздействие вредного фактора на биосферу приводит к её деградации.

Опасный производственный фактор – фактор, воздействие которого на человека (работника) может привести к травме.

Производственная среда – пространство, в котором совершается трудовая деятельность человека.

Рабочее место (рабочая площадка) - место, на котором работник должен находиться или в которое ему необходимо прибыть в связи с его работой и которое прямо или косвенно находится под контролем работодателя.

Негативное воздействие - свойство элементов системы человек - среда обитания причинять ущерб людским и материальным ресурсам, а также природной среде, обусловленное энергетическим состоянием среды и действиями человека.

Безопасность - свойство элементов системы человек - техносфера сохранять условия взаимодействия с минимальной возможностью причинения ущерба людям.

Риск - вероятность реализации негативного воздействия в зоне пребывания человека.

Приемлемый (допустимый) риск – минимальный неизбежный риск, который приемлет общество в данный период времени.

Происшествие – событие, включающее негативное воздействие на людей и производственную среду.

Авария – происшествие в технической системе, не сопровождающееся гибелью людей, при которой восстановление технических средств невозможно или экономически не целесообразно.

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

Зона чрезвычайной ситуации – регион или его часть, где негативные воздействия привели к устойчивым нарушениям здоровья людей и состояния окружающей среды.

Зона бедствия – регион или его часть, где негативные техногенные воздействия привели к гибели людей и разрушению природной среды.

Комфорт – удобства, благоустроенность, уют, обеспечивающие максимальную эффективность деятельности и отдыха человека.

Интенсивное развитие хозяйственной деятельности человека (потребности – производство - потребление), деградация природных экосистем, аварии и катастрофы на промышленных и оборонных объектах оказали разрушительное воздействие на окружающую среду и привели природу к состоянию экологического кризиса, грозящего экологической катастрофой (со всеми вытекающими последствиями для здоровья населения).

Контрольные вопросы:

1. Определение производственной санитарии.
2. Основная задача дисциплины «Производственная санитария»
3. Вредный производственный фактор.
4. Опасный производственный фактор.
5. Какое место называется рабочим местом (рабочая площадка)?
6. В каком случае риск называется приемлемым (допустимый) риском?
7. Какая зона называется зоной чрезвычайной ситуации?

## **Тема 2: Классификация форм труда**

1. Формы трудовой деятельности.
2. Гигиеническая классификация труда.
3. Пути сохранения работоспособности и повышения производительности труда.

1. Формы трудовой деятельности.

Характер и организация трудовой деятельности оказывают существенное влияние на изменение функционального состояния

организма человека. Многообразные формы трудовой деятельности делятся на физический и умственный труд.

Физический труд характеризуется в первую очередь повышенной нагрузкой на опорно - двигательный аппарат и его функциональные системы (сердечнососудистую, нервно - мышечную, дыхательную и др.), обеспечивающие его деятельность. Физический труд, развивая мышечную систему и стимулируя обменные процессы, в тоже время имеет ряд отрицательных последствий. Прежде всего, это социальная неэффективность физического труда, связанная с низкой его производительностью, необходимостью высокого напряжения физических сил и потребностью в длительном – до 50 % рабочего времени – отдыхе.

Умственный труд объединяет работы, связанные с приемом и переработкой информации, требующей преимущественного напряжения сенсорного аппарата, внимания, памяти, а также активизации процессов мышления, эмоциональной сферы. Для данного вида труда характерна гипокинезия, т.е. значительное снижение двигательной активности человека, приводящее к ухудшению реактивности организма и повышению эмоционального напряжения. Гипокинезия является одним из условий формирования сердечнососудистой патологии у лиц умственного труда. Длительная умственная нагрузка оказывает угнетающее влияние на психическую деятельность: ухудшаются функции внимания (объем, концентрация, переключение), памяти (кратковременной и долговременной), восприятия (появляется большое число ошибок).

В современной трудовой деятельности чисто физический труд не играет существенной роли. В соответствии с существующей физиологической классификацией трудовой деятельности различают формы труда, требующие значительной мышечной активности, механизированные формы труда, формы труда, связанные с полуавтоматическим и автоматическим производством, групповые формы труда (конвейеры), формы труда, связанные с дистанционным управлением, и формы труда интеллектуального (умственного) труда.

Формы труда, требующие значительной мышечной активности, имеют место при отсутствии механизации. Эти работы характеризуются в первую очередь повышенными энергетическими затратами. Особенностью механизированных форм труда являются изменения характера мышечных нагрузок и усложнения программы действий. В условиях механизированного производства наблюдается уменьшение объема мышечной деятельности, в работу вовлекаются мелкие мышцы конечностей, которые должны, обеспечить большую скорость и точность движений, необходимых для управления механизмами. Однообразие простых и большей частью локальных действий, однообразие и малый объем воспринимаемой в процессе труда информации приводит к монотонности труда. При этом снижается возбудимость анализаторов,

рассеивается внимание, снижается скорость реакций и быстро наступает утомление.

При полуавтоматическом производстве человек выключается из процесса непосредственной обработки предмета труда, который целиком выполняет механизм. Задача человека ограничивается выполнением простых операций на обслуживании станка: подать материал для обработки, пустить в ход механизм, извлечь обработанную деталь. Характерные черты этого вида работ – монотонность, повышенный темп и ритм работы, утрата творческого начала.

Конвейерная форма труда определяется дроблением процесса труда на операции, заданным ритмом, строгой последовательностью выполнения операций, автоматической подачей деталей к каждому рабочему месту с помощью конвейера. При этом, чем меньше интервал времени, затрачиваемый работающими на операцию, тем монотоннее работа, тем упрощеннее ее содержание, что приводит к преждевременной усталости и быстрому нервному истощению.

При формах труда, связанных с дистанционным управлением производственными процессами и механизмами, человек включен в системы управления как необходимое оперативное звено. В случаях, когда пульты управления требуют частых активных действий человека, внимание работника получает разрядку в многочисленных движениях или речедвигательных актах. В случаях редких активных действий работник находится главным образом в состоянии готовности к действию, его реакции малочисленны.

Формы интеллектуального труда подразделяются на операторский, управленческий, творческий, труд медицинских работников, труд преподавателей, учащихся, студентов. Работа оператора отличается большой ответственностью и высоким нервно-эмоциональным напряжением. Например, труд авиадиспетчера характеризуется переработкой большого объема информации за короткое время и повышенной нервно-эмоциональной напряженностью. Труд руководителей учреждений, предприятий (управленческий труд) определяется чрезмерным объемом информации, возрастанием дефицита времени для ее переработки, повышенной личной ответственностью за принятые решения, периодическим возникновением конфликтных ситуаций.

Труд преподавателей и медицинских работников отличается постоянными контактами с людьми, повышенной ответственностью, часто дефицитом времени и информации для принятия правильного решения, что обуславливает степень нервно-эмоционального напряжения. Труд учащихся и студентов характеризуется напряжением основных психических функций, таких как память, внимание, восприятие; наличием стрессовых ситуаций (экзамены, зачеты).

Наиболее сложная форма трудовой деятельности, требующая значительного объема памяти, напряжения, внимания, – это творческий труд. Труд научных работников, конструкторов, писателей, композиторов, художников, архитекторов приводит к значительному повышению нервно-эмоционального напряжения. При таком напряжении, связанном с умственной деятельностью, можно наблюдать тахикардию, повышение кровяного давления, изменение ЭКГ, увеличение легочной вентиляции и потребления кислорода, повышение температуры тела человека и другие изменения со стороны вегетативных функций.

Энергетические затраты человека зависят от интенсивности мышечной работы, информационной насыщенности труда, степени эмоционального напряжения и других условий (температуры, влажности, скорости движения воздуха и др.). Суточные затраты энергии для лиц умственного труда (инженеров, врачей, педагогов и др.) составляют 10,5 - 11,7 МДж; для работников механизированного труда и сферы обслуживания (медсестер, продавщиц, рабочих, обслуживающих автоматы) – 11,3 - 12,5 МДж; для работников, выполняющих работу средней тяжести (станочников, шахтеров, хирургов, литейщиков, сельскохозяйственных рабочих и др.), – 12,5 - 15,5 МДж; для работников, выполняющих тяжелую физическую работу (горнорабочих, металлургов, лесорубов, грузчиков), – 16,3 - 18 МДж.

Затраты энергии меняются в зависимости от рабочей позы. При рабочей позе сидя затраты энергии превышают на 5–10 % уровень основного обмена; при рабочей позе стоя на 10 - 25 %, при вынужденной неудобной позе на 40 - 50 %. При интенсивной интеллектуальной работе потребность мозга в энергии составляет 15 - 20 % общего обмена в организме (масса мозга составляет 2 % массы тела). Повышение суммарных энергетических затрат при умственной работе определяется степенью нервно-эмоциональной напряженности. Так, при чтении вслух сидя расход энергии повышается на 48 %, при выступлении с публичной лекцией на 94 %, у операторов вычислительных машин на 60 - 100 %.

Уровень энергозатрат может служить критерием тяжести и напряженности выполняемой работы, имеющим важное значение для оптимизации условий труда и его рациональной организации. Уровень энергозатрат определяют методом полного газового анализа (учитывается объем потребления кислорода и выделенного углекислого газа). С увеличением тяжести труда значительно возрастает потребление кислорода и количество расходуемой энергии.

Тяжесть и напряженность труда характеризуются степенью функционального напряжения организма. Оно может быть энергетическим, зависящим от мощности работы, при физическом труде, и эмоциональным при умственном труде, когда имеет место информационная перегрузка.

Физическая тяжесть труда – это нагрузка на организм при труде, требующая преимущественно мышечных усилий и соответствующего энергетического обеспечения. Классификация труда по тяжести производится по уровню энергозатрат с учетом вида нагрузки (статическая или динамическая) и нагружаемых мышц.

Статическая работа связана с фиксацией орудий и предметов труда в неподвижном состоянии, а также с приданием человеку рабочей позы. Так, работа, требующая нахождения работающего в статической позе 10 - 25 % рабочего времени, характеризуется как работа средней тяжести (энергозатраты 172 - 293 Дж/с); 50 % и более тяжелая работа (энергозатраты свыше 293 Дж/с).

Динамическая работа – процесс сокращения мышц, приводящий к перемещению груза, а также самого тела человека или его частей в пространстве. При этом энергия расходуется как на поддержание определенного напряжения в мышцах, так и на механический эффект. Если максимальная масса поднимаемых вручную грузов не превышает 5 кг для женщин и 15 кг для мужчин, работа характеризуется как легкая (энергозатраты до 172 Дж/с); 5 - 10 кг для женщин и 15 - 30 кг для мужчин – средней тяжести; свыше 10 кг для женщин или 30 кг для мужчин – тяжелая.

Напряженность труда характеризуется эмоциональной нагрузкой на организм при труде, требующем преимущественно интенсивной работы мозга по получению и переработке информации. Кроме того, при оценке степени напряженности учитывают эргономические показатели: сменность труда, позу, число движений и т.п. Так, если плотность воспринимаемых сигналов не превышает 75 в час, то работа характеризуется как легкая; 75 - 175 – средней тяжести; свыше 176 – тяжелая работа.

## 2. Гигиеническая классификация труда

В соответствии с гигиенической классификацией труда (Р.2.2.013– 94) условия труда подразделяются на четыре класса: 1–оптимальные; 2–допустимые; 3–вредные; 4–опасные (экстремальные).

Оптимальные условия труда обеспечивают максимальную производительность труда и минимальную напряженность организма человека. Оптимальные нормативы установлены для параметров микроклимата и факторов трудового процесса. Для других факторов условно применяют такие условия труда, при которых уровни неблагоприятных факторов не превышают принятых в качестве безопасных для населения (в пределах фона).

Допустимые условия труда характеризуются такими уровнями факторов среды и трудового процесса, которые не превышают установленных гигиеническими нормативами для рабочих мест. Изменения функционального состояния организма восстанавливаются во

время регламентированного отдыха или к началу следующей смены, они не должны оказывать неблагоприятное воздействие в ближайшем и отдаленном периоде на здоровье работающего и его потомства. Оптимальный и допустимый классы соответствуют безопасным условиям труда.

Вредные условия труда характеризуются уровнями вредных производственных факторов, превышающими гигиенические нормативы и оказывающими неблагоприятное воздействие на организм работающего и (или) его потомство.

Экстремальные условия труда характеризуются такими уровнями производственных факторов, воздействие которых в течение рабочей смены (или ее части) создает угрозу для жизни, высокий риск возникновения тяжелых форм острых профессиональных поражений.

Вредные условия труда (3-й класс) подразделяют на четыре степени вредности. Первая степень (3.1) характеризуется такими отклонениями от гигиенических нормативов, которые, как правило, вызывают обратимые функциональные изменения и обуславливают риск развития заболевания. Вторая степень (3.2) определяется такими уровнями производственных факторов, которые могут вызывать стойкие функциональные нарушения, приводящие в большинстве случаев к росту заболеваемости, временной утрате трудоспособности, повышению частоты общей заболеваемости, появлению начальных признаков профессиональной патологии.

При третьей степени (3.3) воздействие уровней вредных факторов приводит, как правило, к развитию профессиональной патологии в легких формах, росту хронической общесоматической патологии, в том числе к повышению уровня заболеваемости с временной утратой трудоспособности. В условиях труда четвертой степени (3.4) могут возникнуть выраженные формы профессиональных заболеваний; отмечается значительный рост хронической патологии и высокие уровни заболеваемости с временной утратой трудоспособности.

### 3. Пути сохранения работоспособности и повышения производительности труда

Важнейшим средством профилактики утомления является сокращение продолжительности рабочего дня и недели. В Республике Казахстан установлен 8-часовой рабочий день, а для ряда профессий, труд которых остается все еще тяжелым или может протекать в неблагоприятных условиях, рабочий день сокращен до 6 ч. С 1967 г. введена 5-дневная рабочая неделя при двух выходных днях и 8-часовой продолжительности смены.

Механизация трудоёмких работ, переход к полуавтоматизированным и автоматизированным технологическим процессам, облегчая труд и

создавая более благоприятные условия производственной среды, играют большую роль в предупреждении развития утомления.

К мерам повышения работоспособности относится использование упражнения и тренировки в процессе производственного обучения.

Основным средством повышения производительности труда является научная его организация.

К основным физиологическим требованиям относятся ритм труда, организация рационального режима труда и отдыха. Важнейшим условием поддержания высокой работоспособности является установление рационального режима труда и отдыха. Под режимом труда понимают чередование периодов работы и отдыха. Введение в определенные периоды смены физиологически обоснованных регламентированных перерывов (кроме обеденного) и рациональное их использование играют важную роль в профилактике утомления.

При конструировании машин должны быть предусмотрены меры по устранению лишних движений работающего, ликвидации наклонов туловища и переходов.

Важно также соблюдать принцип экономии усилий. Работу с максимальным усилием человек способен выполнять очень недолго; в то же время установлено, что если мышечное усилие не превышает 15% от максимально возможного, оно может удерживаться очень долго.

В профилактике утомления большую роль играют рациональная рабочая поза и правильно устроенное рабочее место.

Рациональной называют позу свободную, ненапряженную, которая поддерживается за счет минимума активного напряжения мышц. Это имеет место при вертикальном или слегка наклоненном (не более 10-15°) положении корпуса.

Для снижения статических усилий в позе сидя используют физиологически обоснованные конструкции рабочей мебели: стола, стула, подставки для ног.

Психофизиологическим направлением профилактики утомления является внедрение производственной эстетики; рациональной окраски и освещения помещений, музыки, оформления интерьера. Важным психофизиологическим средством повышения производительности труда является создание благоприятных отношений в коллективе, в чем велика роль руководителя. Устранение отрицательных эмоций предупреждает не только развитие утомления, но и появление нервных и сердечнососудистых заболеваний.

Одним из путей роста производительности труда является улучшение санитарных условий труда, соответствие производственной среды гигиеническим требованиям.

Контрольные вопросы:

1. Трудовая деятельность, на какие формы подразделяется?
2. В чем заключается принцип конвейерного формы труда?
3. Как подразделяются формы интеллектуального труда?
4. От чего зависят энергетические затраты человека?
5. Перечислите, на какие классы подразделяются условия труда.
6. На какие степени вредности подразделяют вредные условия труда.
7. Какие меры применяются для сохранения работоспособности и повышения производительности труда.

### **Тема 3: Санитарные нормы проектирования производственных объектов**

1. Общие положения.
2. Размещение производственных объектов.
3. Производственные здания, помещения и сооружения.

1. Общие положения.

1.1. Санитарные нормы проектирования производственных объектов (СНП) направлены на практическую реализацию законов Республики Казахстан об охране здоровья народов Республики Казахстан, охране труда, о санитарно - эпидемиологическом благополучии населения и охране окружающей среды и являются конкретизацией правопорядка в части предупредительного санитарного надзора.

1.2. Санитарные нормы определяют общеобязательные требования к проектированию, строительству и реконструкции промышленных предприятий и объектов независимо от форм собственности.

1.3. Соответствие настоящим нормам является общеобязательным для всех видов промышленных производств, производственных процессов предприятий связи, транспорта, сельского и др. отраслей хозяйства независимо от форм собственности. Согласование проектных материалов и функционирование действующих производств, не соответствующих требованиям СНП, не допускается и преследуется в порядке, установленном законом.

1.4. Действующие отраслевые законодательные документы в части регламентирования санитарных требований к промышленным предприятиям и объектам, сельскохозяйственным производствам, мерим охраны окружающей среды, и здоровье работающих должны

быть приведены в соответствие с положениями настоящих санитарных норм.

1.5. Ввод в эксплуатацию новых и реконструируемых предприятий (пусковых объектов), не обеспеченных комплексом санитарно - бытового, лечебно - профилактического обслуживания работающих, мероприятиями по эффективной охране окружающей среды и средствами контроля, а также без необходимых защитных зон, запрещается.

1.6. Проекты строительства и реконструкции промышленных предприятий должны предусматривать:

- а) применение в производстве безвредных или менее вредных веществ с целью предотвращения загрязнения воздуха рабочей зоны, атмосферы воды и почвы;
- б) использование технологий, при которых максимально сокращаются или устраняются вредные производственные факторы; образование загрязненных промышленных сточных вод, отходов и т.п.;
- в) комплекс защитных мероприятий, обеспечивающих достижение гигиенических нормативных уровней физических, химических и др. вредных фактурой на рабочих местах и в объектах окружающей среды;
- с) комплексную механизацию и автоматизацию производственных процессов, исключающих монотонность труда, физические и психические перегрузки, оптимальные режимы труда;
- д) расчеты предельно допустимых выбросов (сбросов) технологических отходов, возможного загрязнения вредными веществами атмосферы, условий сброса сточных вод в водные объекты, защитных территории, зон санитарной охраны источников хозяйственно-питьевого водоснабжения и водопроводов.

## 2. Размещение производственных объектов

2.1. Производственные объекты могут проектироваться только после согласования с Министерством экологии и биоресурсов, органами архитектурного и санитнадзора на площадях, предусмотренных территориальной комплексной схемой охраны природы, схемой или проектом районной планировки, генеральным планом города, утвержденным в соответствии с действующим законодательством.

2.2. Площадки производственных надлежит размещать с ветренной стороны относительно селитебной территории и зоны отдыха населения

2.3. Размещение предприятий, сооружений и других объектов должно обеспечивать соблюдение нормативов, вредных воздействий на атмосферный воздух и приземном слое селитебных территорий при совершенствовании существующих и внедрении новых технологических процессов и оборудования.

2.4. Все производственные объекты должны иметь санитарно-защитную зону, размер которой принимается на основании расчетов по методикам Госкомприроды и в соответствии с классификацией производственных объектов и сооружений.

При этом радиус минимальной защитной зоны должен быть определен от источников вредного выброса всего предприятия и с учетом возможного суммарного действия всех выбросов.

2.5. Размеры защитной зоны для предприятий, зданий и сооружений, в которых проектируются работы с применением физических факторов: радиоактивных веществ, электромагнитных волн, источников шума, вибрации и т.д., устанавливаются индивидуально в соответствии с санитарными правилами работы с указанными факторами.

2.6. Размер защитной зоны на действующих предприятиях может быть снижен по согласованию с органами санитарно - эпидемиологической службы Минздрава Республики Казахстан в случаях, когда внедрение на предприятиях прогрессивных технологических процессов, эффективных мер по пылегазоулавливанию и т. п. или перепрофилирование привели к существенному снижению загрязнения атмосферного воздуха, подтвержденному расчетом и длительными натурными наблюдениями (не менее одного года).

Показатели временно согласованных выбросов (ВСВ) в окружающую среду при эксплуатации существующих объектов надлежит пересматривать каждый 5 лет, вплоть до полной нормализации, а в случае невозможности последние объекты подлежат перепрофилированию или выводу из селитебной зоны города. 16

2.7. Территория защитной зоны должна быть благоустроена и озеленена по проекту благоустройства, разрабатываемому одновременно с проектом строительства или реконструкции предприятия. Проект благоустройства и выбор городских зеленых насаждений следует составлять в соответствии с требованиями к проектированию генеральных планов промышленных предприятий.

При проектировании благоустройства зеленой зоны следует предусматривать сохранение существующих зеленых насаждений. Со стороны селитебной территории надлежит предусматривать полосу древесно - кустарниковых насаждений шириной не менее 50 м, а при ширине зоны до 100 м — не менее 20 м.

2.8. В защитной зоне допускается размещать:

а) Предприятия, их отдельные здания и сооружения производственными выбросами меньшего класса вредности чем производство, для которого установлена защитная зона, при условии аналогичного характера вредности и обоснования решения соответствующими расчетами;

б) Пожарное депо, бани, прачечные, гаражи, склады (кроме общественных и специализированных продовольственных), здания управлений, конструкторских бюро, учебных занятий, магазины предприятия общественного питания, поликлиники, научно-исследовательские лаборатории, связанные с обслуживанием данного и прилегающих предприятий;

в) Помещения для дежурного аварийного персонала и охраны предприятия по установленному списочному составу, стоянки для общественного и индивидуального транспорта, местные и транзитные коммуникации, ЛЭП, электростанции нефтегазопроводы, артезианские скважины для технического водоснабжения, водоохлаждающие сооружения, сооружения для подготовки технической воды, водопроводные и канализационные насосные станции, сооружения оборотного водоснабжения, подземные резервуары, питомники растений для озеленения предприятия и санитарно защитной зоны.

Примечания: 1. Размещение объектов, указанных в п. 2.10. следует предусматривать с соблюдением требований, которые установлены для этих объектов в нормативных документах.

2. На территории защитной зоны не допускается размещать предприятия, производственные здания и сооружения в тех случаях, когда производственные вредности, выделяемые одним из предприятий, могут оказывать вредное воздействие на здоровье трудящихся или принести к порче, материалов, оборудования и готовой продукции другого предприятия, а также когда это приводит к увеличению концентрации вредности в зоне жилой застройки выше допустимой, установленной в настоящих нормах.

3. Размещение спортивных сооружений, парков, детских учреждений, учебных заведений, лечебно-профилактических оздоровительных учреждений общего пользования на территории защитной зоны не допускается.

2.10. Размещение на открытых площадках технологических установок, устройств, агрегатов и оборудования, выделяющие производственные вредности, следует предусматривать в соответствии с требованиями норм технологического проектирования, согласованных в установленном порядке.

2.11. Отдельные здания и сооружения следует размещать на площадке предприятия так чтобы в местах организованного и неорганизованного воздухозабора системами вентиляции и кондиционирования воздуха содержания вредных веществ в наружном воздухе не превышало 30% предельно допустимых концентраций для всей зоны производственных помещений.

2.12. Площадка производственного объекта должна быть достаточной для размещения основных и вспомогательных сооружений, включая пыле-газо

очистные и локальные канализационные установки, устройства по обезвреживанию и утилизации отходов, а также иметь резерв территории для расширения производства и оборудования простейших физкультурных сооружений.

2.13. На случаи аварии на территории объектов должно предусматриваться размещения средств пожаротушения и соответствующих профилю производства обеззараживающих средств обработки пострадавших и территории самого пораженного объекта.

2.14. На территории промышленного объекта должны выделяться функциональные зоны: производственная, административно - хозяйственная, транспортно - складская и вспомогательные объекты. На объектах, использующих вредные вещества, следует отделять административно - хозяйственную вспомогательную зоны от производственной и транспортно-складскими разрывами, размеры которых должны быть не менее ширины циркуляционных зон, возникающих от сопредельных производственных зданий.

2.15. Длинные оси зданий и открытых площадок технологического оборудования, использующих вредные вещества, должны быть параллельными преобладающему направлению ветра.

2.16. Свободные от застройки и дорог территории производственных объектов следует благоустраивать и озеленять.

### 3. Производственные здания, помещения и сооружения

3.1. В проектах производственных зданий и сооружений удельная площадь, приходящаяся на 1 работающего, должна составлять не менее 4,5 м<sup>2</sup>.

3.2. Площадь каждого постоянного и непостоянного рабочего места должна составлять не менее 2,2 м<sup>2</sup> (1400×1600 мм). В норматив не входят площади занимаемые оборудованием, зонами обслуживания, проходами, проездами, местами промежуточного складирования к резервными площадями для последующего расширения производств.

3.3. Объем помещения определяется путем расчета, исходя из необходимости обеспечения требований нормативов по микроклимату — п.11.б, но не менее 15 м<sup>3</sup>.

3.4. Пристройки к наружным стенам производственных зданий допускаются только при условии, что это не нарушает естественный воздухообмен и освещение.

3.5. Для размещения производств, характеризующихся наличием горячих технологических процессов без выделения вредных веществ в виде паров, газов и пыли, следует предусматривать одноэтажные здания или верхние этажи многоэтажных зданий с конструктивными элементами стен и кровли обеспечивающими естественный обмен воздухообмен. При наличии

выделения вредных веществ проектирование естественного воздухообмена не допускается.

3.6. Строительство безоконных и без фонарных зданий, а также размещение производственных помещений с постоянными рабочими местами подвальных и цокольных этажах с недостаточным естественным освещением допускается только по технологическим требованиям при наличии специального обоснования и полезной площади не менее 200 м<sup>2</sup>.

В указанных случаях следует предусматривать:

а) Создание искусственного освещения имитирующего естественное с повышением уровня освещенности по сравнению с требованием соответствия главы СНИП.

б) Устройство эритемного устройства облучения в соответствии с разделом 8 настоящих правил.

в) Устройства комнат кратковременного отдыха для работающих на расстоянии не более 100 м от рабочих мест с естественным освещением в соответствии с требованием в п 9.1 настоящих правил.

г). Обеспечение постоянно действующей принудительной вентиляции в соответствии с п 6.2 настоящих правил.

3.7. В помещениях, где возможно выделение пыли следует использовать конструктивные элементы способствующие накоплению пыли затрудняющие ее уборку.

3.8. Для отделки стен, потолков и других поверхностей в т.ч. внутренних строительных конструкций в помещениях, где размещены участки с применением вредных и агрессивных веществ, следует предусматривать материалы, предотвращающие сорбцию и допускающие систематическую очистку, влажную и вакуумную сборку, а при необходимости дезинфекцию.

3.9. В зданиях и сооружениях, оборудованных с открывающимися и световыми фонарями должны быть предусмотрены легкоуправляемые с пола или рабочих площадок механизмы для регуляции величины открытых проемов, а также специальные площадки для очистки окон, фонарей освещающих арматуры, обеспечивающее удобное и безопасное выполнение подобных работ.

3.10. Цветовое оформление помещений и оборудования следует выполнять с учетом наименьшего коэффициента отражения, ориентируясь на указания по проектированию световой отделки интерьеров производственных зданий и промышленных предприятий.

3.11. При проектировании и реконструкции производственных помещений, где располагаются источники шума необходимо предусматривать архитектурно - строительные мероприятия, направленные на снижение шума внутри помещения, на рабочих местах, а также на территории окружающие жилые постройки.

3.12. Вблизи от рабочих мест, связанных с воздействием на работающих шума, вибрации, ультра и инфразвука необходимо предусматривать помещения для периодического отдыха и проведение профилактических процедур, в соответствии с нормами настоящих правил.

Контрольные вопросы:

1. Назовите санитарные нормы проектирования производственных объектов.
2. Назовите комплекс защитных мероприятий, обеспечивающих достижение гигиенических нормативных уровней.
3. Какие используются технологии, при которых максимально сокращаются или устраняются вредные производственные факторы?
4. Перечислите функциональные зоны на территории промышленного объекта.

#### **Тема 4: Санитарные требования проектирования промышленного предприятия**

1. Требования к отоплению, вентиляции и кондиционированию воздуха
2. Требования к водоснабжению и канализации.

1. Требования к отоплению, вентиляции и кондиционированию воздуха

1.1. Проектирование отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха производственных зданий и сооружений и предприятий, а также выбросов вентиляционного воздуха в атмосферу и очистки его перед выбросом следует производить в соответствии с требованиями настоящих норм и главы СНиП по проектированию отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха.

1.2. Вентиляцию, отопление и кондиционирование воздуха производственных зданий и сооружений (включая кабины крановщиков, помещения пультов управления и т.п. изолированные помещения) следует проектировать с обеспечением на постоянных рабочих местах и в рабочей зоне во время проведения основных и ремонтно - вспомогательных работ метеорологических условий (температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха), а также содержания вредных веществ в воздухе в соответствии с требованиями разделов 10 и 11 настоящих норм.

1.3. В помещениях с тепловыделениями допускается предусматривать использование избытков тепла для отопления и вентиляции с учетом требований пп. 5.14-5.17 настоящих норм.

1.4. Количество воздуха, необходимого для обеспечения требуемых параметров воздушной среды в рабочей зоне, следует определять расчетом, учитывая неравномерность распределения вредных веществ, тепла и влаги по высоте помещения и в рабочей зоне:

а) для помещений с тепловыделениями - по избыткам явного тепла;

б) для помещений с тепло- и влаго - выделениями по избыткам явного тепла, влаги и скрытого тепла, с проверкой на предупреждение конденсации влаги на поверхностях строительных конструкций и оборудования с учетом требований п. 3.13 настоящих норм

в) для помещений с газовыделениями - по количеству выделяющихся вредностей, из условия обеспечения предельно допустимых концентраций.

Примечания: 1. Количество выделяющихся в помещениях производственных вредных веществ, тепла и влаги следует принимать по данным технологической части проекта или норм технологического проектирования.

2. При отсутствии в технологической части проекта или нормах технологического проектирования, данных о количестве производственных вредностей, выделяющихся в помещения, их допускается определять по данным натурных обследований аналогичных предприятий или санитарно-гигиенических характеристик, указанных в паспортах принятого в проекте предприятия технологического оборудования, а также путем расчетов.

3. При одновременном выделении в помещения вредных веществ, тепла и влаги количество приточного воздуха при проектировании вентиляции следует принимать большее, полученное из расчетов для каждого вида производственных выделений.

1.5. Определять количество воздуха для вентиляции по кратности воздухообмена не допускается, за исключением случаев, оговоренных в нормативных документах, согласованных и утвержденных в установленном порядке.

1.6. Выбросы в атмосферу воздуха, удаляемого общеобменной вентиляцией, содержащего вредные и неприятно пахнущие вещества через сосредоточенные устройства (трубы, шахты, дефлекторы) или через рассредоточенные устройства (открывающиеся проемы фонарей, фрамуги окон и другие проемы) и расчет рассеивания этих веществ, должны предусматриваться так, чтобы концентрации их не превышали:

а) в атмосферном воздухе населенных пунктов - максимальных разовых, указанных в разделе 9 настоящих норм.

Примечание. При отсутствии в табл. 3 значений максимальных разовых концентраций вредных веществ следует принимать при расчете

рассеивания средние суточные значения концентраций, указанные в этой таблице, за максимальные разовые.

б) в воздухе, поступающем внутрь зданий и сооружений через приемные отверстия систем вентиляции и кондиционирования воздуха и через проемы для естественной приточной вентиляции,- 30 % предельно допустимых концентраций вредных веществ в рабочей зоне производственных помещений, указанных в разделе 10 настоящих норм.

1.7. Воздух, удаляемый местными отсосами и содержащий пыль или вредные и неприятно пахнущие вещества, перед выбросом в атмосферу подлежит очистке, обеспечивающей требования п. 2.15,с учетом требований пп. 5.6 и 5.8 настоящих норм, главы СНиП по проектированию отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, а также отраслевых нормативных документов, утвержденных в установленном порядке.

Для остаточного содержания вредных веществ в вентиляционных выбросах при неполной очистке, равно как и при отсутствии технических средств очистки, следует предусматривать рассеивание вредностей в атмосферном воздухе с соблюдением тех же требований.

При незначительном валовом количестве вентиляционных выбросов с содержанием вредных веществ или малой концентрацией их в выбрасываемом воздухе допускается не предусматривать его очистку, если путем рассеивания вредных веществ в атмосферном воздухе при наиболее неблагоприятных условиях для данной местности (направлении и силе ветров, атмосферных осадках, давлении и т.п.) будут обеспечены указанные выше требования.

При отсутствии технических средств очистки выбрасываемого воздуха рекомендуется предусматривать возможность сооружения очистных устройств на предприятии в будущем.

1.8. В расчетах загрязнения атмосферного воздуха, создаваемого вентиляционными выбросами в населенных пунктах и на территории предприятий, надлежит учитывать максимальные суммарные выбросы вредных веществ в вентиляционном воздухе, концентрации этих веществ в атмосферном воздухе от технологических выбросов по данным технологической части проектов и фоновые(существующие) концентрации вредностей в районе строительства, сведения о которых следует получать от органов санитарно-эпидемиологической службы Минздрава СССР и Главгидрометслужбы.

Примечание. Расчет рассеивания в атмосфере вредных веществ, содержащихся в вентиляционных выбросах, производится в составе проекта вентиляции предприятия.

1.9. В производственных помещениях с объемом на одного работающего менее 20м<sup>3</sup> следует проектировать подачу наружного воздуха в количестве не менее 30 м<sup>3</sup>/ч на каждого работающего, а в помещениях с объемом

накаждого работающего более 20 м<sup>3</sup> - не менее 20 м<sup>3</sup>/ч на каждого работающего.

В помещениях с объемом на каждого работающего более 40 м<sup>3</sup> при наличии окон или окон и фонарей и при отсутствии выделения вредных и неприятно пахнущих веществ допускается предусматривать периодически действующую естественную вентиляцию (открывание створов переплетов окон и фонарей).

При проектировании зданий, производственных помещений и их отдельных зон (участков) без естественной вентиляции (проветривания) с подачей в них средствами механической вентиляции только наружного воздуха, объем наружного воздуха должен составлять не менее 60 м<sup>3</sup>/ч на одного работающего, но не менее однократного воздухообмена (по всему объему помещения) в 1 ч.

При применении для этих зданий, производственных помещений и их отдельных зон систем механической вентиляции и кондиционирования воздуха с рециркуляцией, объем подачи наружного воздуха должен быть не менее 60 м<sup>3</sup>/ч на одного работающего, но не менее однократного воздухообмена в час при расчетной кратности воздухообмена 10 и более.

При меньшей расчетной кратности воздухообмена (и применении рециркуляции) объем подачи наружного воздуха должен быть не менее 60 м<sup>3</sup>/ч на одного работающего, но не менее 20 % общего воздухообмена.

Примечания: 1. При кратности расчетного воздухообмена менее 10 и применении рециркуляции допускается уменьшать объем подачи наружного воздуха до 10 %, если на одного работающего предусматривается подавать более 120 м<sup>3</sup>/ч наружного воздуха.

2. К зданиям и помещениям без естественной вентиляции следует относить здания и помещения, в которых проектируется подача приточного воздуха только средствами механической вентиляции, без устройства специальных проемов для аэрации. К зонам (участкам) помещений без естественной вентиляции следует также относить зоны (участки) аэрируемых помещений, находящиеся на расстоянии более 30 м от наружных стен с аэрационными проемами.

3. Под «отсутствием выделения вредных веществ» следует понимать такое их количество в технологическом оборудовании, при одновременном выделении которых в воздух помещения концентрации в нем вредных веществ не превысят предельно допустимых, установленных для рабочей зоны.

1.10. Обще обменную приточно-вытяжную вентиляцию помещений без естественного проветривания следует проектировать, предусматривая не менее двух приточных и двух вытяжных вентиляционных установок производительностью каждой не менее 50 % требуемого воздухообмена. Допускается проектировать по одной приточной и одной вытяжной установке, снабженных резервным вентилятором, включаемым

автоматически приостановке работающего. Допускается также блокирование вентиляционных систем данного помещения с системами, обслуживающими соседние помещения для обеспечения не менее 50 % требуемого воздухообмена при остановке вентилятора основной системы.

1.11. Если по условиям технологии изолированные помещения без естественного проветривания на период остановки приточной или вытяжной обще обменной вентиляции могут быть соединены со смежными помещениями открывающимися проемами, обеспечивающими достаточный подсос или вытеснение воздуха, то для таких помещений допускается не предусматривать указанные в п.5.10 настоящих норм резервные вентиляторы, а иметь их необходимый запас для замены вышедших из строя вентиляторов в течение суток.

1.12. Неорганизованный приток наружного воздуха для возмещения вытяжки в холодный период года при проектировании вентиляции допускается принимать в объеме не более однократного воздухообмена в 1 ч. При этом должны быть предотвращены снижение температуры воздуха в помещениях ниже допускаемой температуры, туманообразование в помещениях и конденсация водяных паров на внутренних поверхностях наружных стен, покрытий и остекления проемов, угол наклона которых к горизонту менее  $55^\circ$ .

1.13. Допускается предусматривать поступление воздуха из смежных помещений, если в них не выделяются вредные и неприятно пахнущие вещества или если вредные вещества относятся к 4 классу опасности и содержание их в поступающем воздухе не превышает 30 % предельно допустимых концентраций в воздухе рабочей зоны.

При этом следует предусматривать баланс воздуха по организованному притоку и вытяжке во взаимосвязанных вентиляцией смежных помещениях и соблюдение требований настоящих норм по чистоте воздуха.

Примечание. Устройство вытяжной вентиляции с механическим побуждением, не компенсируемой организованным притоком воздуха, в зданиях и сооружениях с печным отоплением не допускается.

1.14. При проектировании вентиляции и воздушного отопления допускается предусматривать рециркуляцию воздуха в холодный и переходный периоды года.

Для систем кондиционирования воздуха допускается предусматривать рециркуляцию воздуха во все времена года.

При применении рециркуляции воздуха количество наружного воздуха, подаваемого на каждого работающего, должно соответствовать требованиям п. 5.9 настоящих норм.

1.15. Применение рециркуляции при воздушном отоплении, не совмещенном с вентиляцией, допускается предусматривать в пределах одного помещения, если в нем отсутствуют выделения вредных веществ,

возгоняющихся при соприкосновении с нагретыми поверхностями технологического оборудования и калориферов системы воздушного отопления.

1.16. Для рециркуляции допускается использовать воздух помещений, в которых отсутствуют выделения вредных веществ или если выделяющиеся вещества относятся к 4 классу опасности и концентрация этих веществ в подаваемом и помещении воздухе не превышает 30 % предельно допустимых концентраций. При этом должны учитываться требования п. 1.17 настоящих норм.

Допускается предусматривать работу приточных систем на рециркуляцию в нерабочее время, если в помещениях исключена возможность остаточных выделений вредных веществ 1 и 2 классов опасности.

1.17. Применение рециркуляции воздуха для вентиляции, воздушного отопления и кондиционирования воздуха не допускается предусматривать в помещениях:

- а) в воздухе которых содержатся болезнетворные бактерии, вирусы грибки;
- б) в которых имеются резко выраженные неприятные запахи;
- в) в воздух которых выделяются вредные вещества 1, 2 и 3 классов опасности.

Примечание. Рециркуляцию воздуха допускается предусматривать в тех случаях, когда количество вредных веществ, находящихся в технологическом оборудовании, таково, что при одновременном выделении их в воздух помещения концентрации в нем не превысят предельно допустимых, установленных для рабочей зоны.

1.18. Для помещений, в которых местное повышение температуры и скорости движения приточного воздуха может привести к увеличению концентраций вредных веществ в воздухе рабочей зоны выше предусмотренных нормами, в устройствах систем приточной вентиляции, воздушного отопления и кондиционирования воздуха надлежит предусматривать мероприятия, исключающие возможность повышения концентрации вредных веществ в воздухе помещений.

1.19. Подачу приточного воздуха в вентилируемые помещения при естественной вентиляции следует, как правило, предусматривать в теплый период года на уровне не более 1,8 м и в холодный период года - не ниже 4 м от пола до низа вентиляционных проемов.

Подача не подогретого воздуха в холодный период года на более низких отметках допускается при условии осуществления мероприятий, предотвращающих непосредственное воздействие холодного воздуха на работающих.

1.20. Температуру и скорость выпуска воздуха из воздухораспределителей систем вентиляции, кондиционирования воздуха и воздушного отопления

следует определять расчетом с тем, чтобы в рабочей зоне были обеспечены метеорологические условия в соответствии с разделом 1 настоящих норм.

1.21. Воздушные или воздушно - тепловые завесы (воздушные завесы с подогревом воздуха) надлежит предусматривать у ворот, открывающихся чаще пяти раз или не менее чем на 40 мин. в смену, а также у технологических проемов отапливаемых зданий и сооружений, строящихся в районах с расчетной температурой наружного воздуха для проектирования отопления - 15 °С и ниже, при отсутствии тамбуров - шлюзов, а также при соответствии обоснованию и при более высоких расчетных температурах наружного воздуха и при любой продолжительности открывания ворот и других проемов.

1.22. Воздушные и воздушно - тепловые завесы следует рассчитывать так, чтобы на время открывания ворот, дверей и технологических проемов температура воздуха в помещениях на постоянных рабочих местах была не ниже:

- а) 14 °С при легкой физической работе;
- б) 12 °С при работе средней тяжести;
- в) 8 °С при тяжелой работе.

При отсутствии постоянных рабочих мест вблизи ворот, дверей и технологических проемов допускается понижение температуры воздуха в этой зоне при их открывании до 5 °С.

Температуру смеси воздуха, проходящего через ворота, технологические проемы и двери, следует предусматривать не ниже температур воздуха, указанных в настоящем пункте.

1.23. Объединение в общую вытяжную установку отсосов пыли и легкоконденсирующихся паров, а также веществ, могущих при смешении создать вредные смеси или химические соединения, предусматривать не допускается.

1.24. Местные отсосы, удаляющие вредные вещества 1 и 2 классов опасности от технологического оборудования, следует блокировать с этим оборудованием таким образом, чтобы оно не могло работать при бездействии местной вытяжной вентиляции.

Если остановка производственного процесса при выключении местной вытяжной вентиляции невозможна или при остановке оборудования (процесса) продолжается выделение вредных веществ в воздух помещений, в количествах, превышающих указанные в примечании 3 к п.1.9 настоящих норм, то следует предусматривать установку резервных вентиляторов для местных отсосов с автоматическим переключением их.

1.25. Аварийную вентиляцию следует предусматривать в соответствии с нормами технологического проектирования и требованиями ведомственных нормативных документов, утвержденных в установленном порядке и производственных помещениях, в которых возможно внезапное поступление в воздух рабочей зоны больших количеств вредных веществ

(кроме пыли). Проектировать аварийную вентиляцию следует, руководствуясь требованиями главы СНиП по проектированию отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха, а также другими нормативными документами, утвержденными в установленном порядке.

Если в ведомственных нормативных документах отсутствуют указания о воздухообмене аварийной вентиляции, то следует предусматривать, чтобы она совместно с постоянно действующей вентиляцией обеспечивала воздухообмен в помещении при необходимости не менее 8 обменов в 1 ч по внутреннему объему помещения.

1.26. Аварийная вентиляция должна, как правило, предусматриваться вытяжной.

1. Удаление воздуха аварийной вентиляцией (вытяжной и приточной) должно предусматриваться наружу.

2. Возмещение воздуха, удаляемого вытяжной аварийной вентиляцией, должно предусматриваться преимущественно за счет поступления воздуха снаружи.

1.27. Выбросные проемы аварийной вентиляции не следует располагать в местах постоянного пребывания людей и размещения воздухозаборных устройств систем вентиляции и кондиционирования воздуха.

1.28. В проектах должно быть, как правило, предусмотрено блокирование аварийной вентиляции с газоанализаторами, настроенными на допустимые концентрации вредных веществ

Кроме того, запуск вентиляторов и открывание проемов для удаления воздуха аварийной вентиляцией следует, как правило, проектировать дистанционным из доступных мест как изнутри, так и снаружи помещений.

1.29. Установки отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха не должны создавать на постоянных рабочих местах в производственных зданиях и в обслуживаемой зоне вспомогательных зданий шума, превышающего допустимые уровни звукового давления, и вибрацию, превышающую установленную настоящими нормами.

1.30. В тоннелях, предназначенных для периодической работы или передвижения людей, а также в помещениях технических этажей следует предусматривать естественную или искусственную вентиляцию с расчетным воздухообменом.

1.31. Для отопления зданий и сооружений предприятий должны предусматриваться системы, приборы и теплоносители, не создающие дополнительных производственных вредностей.

1.32. Применение лучистого отопления с инфракрасными газовыми излучателями допускается предусматривать с полным удалением продуктов горения в атмосферу (наружу).

1.33. Системы отопления должны предусматриваться с регулирующими устройствами для помещений, в которых необходимо изменение теплоотдачи.

1.34. При расположении постоянных рабочих мест около окон следует предусматривать защиту работающих от ниспадающих холодных потоков воздуха.

1.35. В системах панельного отопления средняя температура обогреваемой поверхности должна предусматриваться не выше:

а) на обогреваемой поверхности пола  $26\text{ }^{\circ}\text{C}$ , за исключением полов в вестибюлях и других помещениях с временным пребыванием людей, где температуру на обогреваемой поверхности пола допускается предусматривать до  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;

б) на обогреваемой поверхности потолка при высоте помещения:

2,5-2,8 м -  $28\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;

2,9-3,0 м -  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;

3,1-3,4 м -  $33\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;

в) на обогреваемой поверхности перегородок и стен на высоте до 1 м от уровня пола  $95\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а выше 1 до 3,5 м -  $45\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

1.36. Нагревательные приборы в производственных помещениях со значительными выделениями пыли надлежит предусматривать с гладкими поверхностями, допускающими легкую очистку.

1.37. Размещение приточного отопительно - вентиляционного оборудования, кондиционеров, обслуживающие помещения, в которых не допускается рециркуляция воздуха, следует предусматривать в изолированных помещениях.

При проектировании вытяжных вентиляционных установок следует предусматривать меры, предупреждающие проникновение отсасываемого воздуха в приточные вентиляционные установки, кондиционеры, в помещения, предназначенные для вент оборудования, и в производственные помещения.

## 2. Требования к водоснабжению и канализации.

2.1. Проектирование водоснабжения и канализации зданий и сооружений предприятий следует осуществлять в соответствии с требованиями глав СНиП по проектированию водоснабжения и канализации и требованиями настоящих норм.

2.2. Устройство внутреннего водопровода и канализации, а также систем наружного водоснабжения и канализации следует предусматривать в производственных и вспомогательных зданиях и на промышленных площадках для подачи воды на производственные и хозяйственно-питьевые нужды и для отвода сточных вод.

Примечание. Устройство хозяйственно - питьевого водопровода и канализации в производственных и вспомогательных зданиях не

обязательно в том случае, если на предприятии отсутствуют централизованные водопровод и канализация и число работающих составляет не более 25 человек в смену.

2.3. Правила выбора источника водоснабжения и нормы качества воды для хозяйственно-питьевых нужд и душевых устройств регламентируются соответствующими ГОСТами.

2.4. Выбор источника хозяйственно-питьевого водоснабжения следует согласовывать с местными Советами депутатов трудящихся и местными органами санитарно - эпидемиологической службы при выборе площадки под строительство.

Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воде водоемов санитарно - бытового водопользования не должны превышать величин, приведенных в разделе 12 настоящих норм.

2.5. Соединение сетей хозяйственно - питьевого водоснабжения с сетями водопроводов, подающих воду не питьевого качества, не допускается.

Примечание. В отдельных исключительных случаях по согласованию в установленном порядке допускается предусматривать использование хозяйственно - питьевого водоснабжения в качестве резерва для водопровода, подающего воду не питьевого качества. Устройство перемычки в этих случаях должно обеспечивать воздушный разрыв между сетями.

2.6. Хозяйственно - питьевые водопроводы, питаемые от городского водопровода, не должны иметь непосредственного соединения с другими хозяйственно-питьевыми водопроводами, питаемыми от местных источников водоснабжения.

2.7. Подземные и под русловые воды, удовлетворяющие санитарно-гигиеническим требованиям к хозяйственно-питьевой воде, следует предусматривать к использованию преимущественно для хозяйственно-питьевого водоснабжения.

2.8. Проект хозяйственно - питьевого водоснабжения должен предусматривать организацию зон санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводных сооружений в соответствии с действующими положениями и требованиями главы СНиП по проектированию водоснабжения.

2.9. Нормы расхода воды на хозяйственно - питьевые нужды в производственных и вспомогательных зданиях предприятий и коэффициенты неравномерности водопотребления надлежит предусматривать в соответствии с главой СНиП по проектированию внутреннего водопровода зданий.

Примечания: 1. Нормы расхода воды следует принимать пониженными до 15 л на одного работающего в смену на предприятиях, где отсутствует хозяйственно-фекальная канализация.

2. Качество воды для всех видов душей, ручных и ножных ванн, умывальников, а также для приточных систем вентиляции, охлаждения воздуха помещений путем распыления воды и пылеподавления должно отвечать требованиям ГОСТа на питьевую воду.

3. При недостатке воды питьевого качества допускается: подводка воды к смывным бачкам унитазов и к писсуарам из производственных водопроводов; использовать геотермальные воды (при их наличии) на цели горячего водоснабжения душей и умывальников. Оценка пригодности воды должна производиться органами санитарно - эпидемиологической службы.

2.10. Отвод сточных вод и их очистку следует предусматривать в соответствии с действующими нормативными документами, определяющими условия спуска и степень чистоты сточных вод.

2.11. Запрещается предусматривать спуск хозяйственно - фекальных и производственных сточных вод в поглощающие колодцы.

Спуск сбросных вод из оборотных систем водоснабжения допускается только в производственную канализацию промышленного предприятия.

Спуск незагрязненных производственных сточных вод допускается предусматривать в ливневую канализацию.

Отвод сточных вод от душей и умывальников следует предусматривать в сеть хозяйственно-фекальной или производственной канализации предприятия.

2.12. В случае отвода и спуска производственных стоков, выделяющих газы, следует предусматривать меры против проникания газов в помещения.

2.13. Объединение стоков, при котором получаются химические реакции с выделением вредных газов (например, сероводорода, цианистого водорода, мышьяковистого водорода), не допускается.

2.14. Спуск в городскую канализационную сеть сточных вод, содержащих вредные вещества, разрешается предусматривать при условии, если после смещения с основной массой сточных вод концентрации в них вредных веществ не превышают установленных нормами и не влияют на ход биологической очистки стоков.

2.15. Размещение установок по очистке сточных вод в производственных зданиях допускается предусматривать при условии, что из состава сточных вод, а также при их смешении и очистке не образуются и не выделяются вредные или дурно пахнущие пары и газы (например, меркаптаны, сероводород, цианистый водород, мышьяковистый водород) или при условии герметизации всех процессов очистки сточных вод.

2.16. Размещение наружных сетей и сооружений водоснабжения и канализации следует предусматривать в соответствии с указаниями соответствующих глав СНиП.

Величины санитарно - защитных зон для сооружений канализации следует принимать в соответствии с разделом 8 настоящих норм.

2.17. Устройства для снабжения работающих питьевой водой следует проектировать с учетом требований главы СНиП по проектированию вспомогательных зданий и помещений промышленных предприятий.

Контрольные вопросы:

1. Технологические процессы, оборудование, материалы, характеризующиеся выделением пыли.
2. Технологические процессы и оборудование, характеризующиеся применением и выделением вредных веществ (газов, паров, жидкостей)
3. Технологические процессы и оборудование, обуславливающие неблагоприятные микроклиматические параметры на рабочих местах.
4. Технологические процессы и оборудование, генерирующие вибрацию, шум, ультразвук, инфразвук.
5. Технологические процессы и оборудование, характеризующиеся возникновением неионизирующего излучения.
6. Гигиенические требования к отдельным технологическим процессам и оборудованию.
7. Оптимальные и допустимые величины показателей тяжести и напряженности факторов трудового процесса.

## Раздел 2: Защита от вредных веществ в воздухе

### Тема 1: Метеорологические условия производственной среды

1. Влияние метеорологических условий на организм человека.
2. Мероприятия, обеспечивающие нормальные метеоусловия в рабочей зоне и в помещениях.

#### 1. Влияние метеорологических условий на организм человека.

Метеорологические условия производственных помещений (микроклимат) оказывают большое влияние на самочувствие человека и на производительность его труда. Микроклимат определяется температурой, относительной влажностью и скоростью движения воздуха, а также его барометрическим давлением. Существенное влияние может оказывать интенсивность излучения нагретых поверхностей, находящихся в помещении.

Непрерывно протекающие в организме человека окислительные процессы сопровождаются выделением теплоты ( $Q$ ). При этом благодаря механизму терморегуляции температура тела поддерживается на уровне  $36,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Терморегуляция осуществляется тремя способами: 1) изменением скорости окислительных реакций; 2) изменением интенсивности кровообращения; 3) изменением интенсивности потовыделения. Первым способом регулируется выделение теплоты, вторым и третьим способами — теплоотвод. Допускаемые отклонения температуры человеческого тела от нормальной весьма незначительны. Максимальная температура внутренних органов, которую выдерживает человек, составляет  $43\text{ }^{\circ}\text{C}$ , минимальная температура — плюс  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Для обеспечения нормального функционирования организма необходимо, чтобы вся выделяемая теплота отводилась в окружающую среду, а изменения параметров микроклимата находились в пределах зоны комфортных условий труда. При нарушении комфортных условий труда наблюдается повышенная утомляемость, снижается производительность труда, возможны перегрев или переохлаждение организма, а в особо тяжелых случаях наступает потеря сознания и даже смерть.

Отвод теплоты от тела человека в окружающую среду осуществляется конвекцией в результате нагрева воздуха, омывающего тело человека ( $Q_k$ ), инфракрасным излучением на окружающие поверхности с более низкой температурой ( $Q_i$ ), испарением влаги с поверхности кожи (пот) и верхних дыхательных путей ( $Q_{исп}$ ). Комфортные условия обеспечиваются при соблюдении теплового баланса:

$$Q = Q_k + Q_i + Q_{исп}. \quad (1.1)$$

При нормальной температуре и небольшой скорости воздуха в помещении человек, находящийся в состоянии покоя, теряет теплоту: в результате конвекции — около 30 %, излучением — 45 %, испарением — 25 %. Это соотношение может изменяться, так как процесс отдачи теплоты зависит от многих факторов. Интенсивность конвективного теплообмена определяется температурой окружающей среды, подвижностью и влагосодержанием воздуха. Излучение теплоты от тела человека на окружающие поверхности может происходить только в том случае, если температура этих поверхностей ниже температуры поверхности одежды и открытых частей тела. При высоких температурах окружающих поверхностей процесс теплоотдачи излучением идет в обратном направлении — от нагретых поверхностей к человеку. Количество теплоты, отводимого при испарении пота, зависит от температуры, влажности и скорости движения воздуха, а также от интенсивности физической нагрузки.

Человек обладает наибольшей работоспособностью, если температура воздуха находится в пределах 16—25 °С. На изменение температуры окружающего воздуха человеческий организм благодаря механизму терморегуляции отвечает сужением или расширением кровеносных сосудов, расположенных у поверхности тела. При снижении температуры кровеносные сосуды сужаются, приток крови к поверхности уменьшается и соответственно уменьшается отвод теплоты конвекцией и излучением. Противоположная картина наблюдается при повышении температуры окружающего воздуха: кровеносные сосуды расширяются, приток крови увеличивается и соответственно увеличивается теплоотдача в окружающую среду. Однако при температуре порядка 30—33 °С, близкой к температуре тела человека, отвод теплоты конвекцией и излучением практически прекращается, и большая часть теплоты отводится путем испарения пота с поверхности кожи. В этих условиях организм теряет много влаги, а с ней и соли (до 30—40 г в сутки). Потенциально это очень опасно, и поэтому должны приниматься меры для компенсации этих потерь.

Например, в горячих цехах рабочие получают подсоленную (до 0,5 %) газированную воду.

Большое влияние на самочувствие человека и связанные с ним процессы терморегуляции оказывают влажность и скорость воздуха.

Относительная влажность воздуха ( $\varphi$ ) выражается в процентах и представляет собой отношение фактического содержания ( $\text{г/м}^3$ ) паров воды в воздухе ( $D$ ) к максимально возможному влагосодержанию при данной температуре ( $D$ ):

$$\varphi = D/D * 100(\%) \quad (1.2)$$

От влажности воздуха напрямую зависит отвод тепла при потовыделении, так как тепло отводится только в том случае, если выделяющийся пот испаряется с поверхности тела. При повышенной влажности ( $\varphi > 85 \%$ ) испарение пота снижается вплоть до полного его прекращения при  $\varphi = 100 \%$ , когда пот каплями стекает с поверхности тела. Такое нарушение теплоотвода может привести к перегреву организма.

Пониженная влажность воздуха ( $\varphi < 20 \%$ ), наоборот, сопровождается не только быстрым испарением пота, но и усиленным испарением влаги со слизистых оболочек дыхательных путей. При этом наблюдается их пересыхание, растрескивание и даже загрязнение болезнетворными микроорганизмами. Сам же процесс дыхания может сопровождаться болевыми ощущениями. Нормальная величина относительной влажности 30—60 %.

Скорость движения воздуха в помещении заметно влияет на самочувствие человека. В теплых помещениях при малых скоростях движения воздуха отвод тепла конвекцией (в результате смывания тепла потоком воздуха) очень затруднен и может наблюдаться перегрев организма человека. Увеличение скорости воздуха способствует увеличению отдачи теплоты, и это благотворно сказывается на состоянии организма. Однако при больших скоростях движения воздуха создаются сквозняки, которые ведут к простудным заболеваниям, как при высоких, так и при низких температурах в помещении.

Скорость воздуха в помещении устанавливается в зависимости от времени года и некоторых других факторов. Так, например, для помещений без значительных выделений теплоты скорость воздуха в зимнее время устанавливается в пределах 0,3—0,5 м/с, а в летнее время — 0,5—1 м/с.

В горячих цехах (помещениях с температурой воздуха более 30 °С) для защиты человека от воздействия теплового излучения применяется так называемый, воздушный душ. В этом случае на работающего направляется струя увлажненного воздуха, скорость которой может достигать до 3,5 м/с.

Значительное влияние на жизнедеятельность человека оказывает атмосферное давление. В естественных условиях у поверхности Земли атмосферное давление может колебаться в пределах 680—810 мм рт. ст., но практически жизнедеятельность абсолютного большинства населения протекает в более узком интервале давлений: от 720 до 770 мм рт. ст.; Атмосферное, давление быстро уменьшается с ростом высоты: на высоте 5 км оно составляет 405, а на высоте 10 км — 168 мм рт. ст. Для человека снижение давления потенциально опасно, причем опасность представляет как само уменьшение давления, так и скорость его изменения

При снижении давления ухудшается поступление кислорода в организм человека в процессе дыхания, но до высоты 4 км человек за счет

увеличения нагрузки на легкие и сердечно - сосудистую систему сохраняет удовлетворительное самочувствие и работоспособность. Начиная с высоты, 4 км поступление кислорода снижается, настолько, что может наступить кислородное голодание — гипоксия. Поэтому при нахождении на больших высотах используются кислородные приборы, а в авиации и космонавтике — скафандры. Кроме того, в летательных аппаратах прибегают к герметизации кабин. В некоторых случаях, например при выполнении водолазных работ или проходке туннелей в водонасыщенных грунтах, работающие находятся в условиях, повышенного давления. Поскольку растворимость газов в жидкостях с повышением давления растет, кровь и лимфа работающих насыщаются азотом. Это создает потенциальную опасность так называемой «кессонной болезни», которая развивается тогда, когда происходит быстрое снижение давления. В этом случае азот выделяется с большой скоростью и кровь как бы «вскипает». Образующиеся пузырьки азота закупоривают мелкие и средние кровеносные сосуды, причем этот процесс сопровождается резкими болевыми ощущениями («газовая эмболия»). Нарушения в жизнедеятельности организма могут быть столь серьезными, что иногда приводят к смертельному исходу. Чтобы избежать опасных последствий, снижение давления проводят медленно, в течение многих суток, с тем, чтобы избыточный азот удалялся естественным путем при дыхании через легкие.

## 2. Мероприятия, обеспечивающие нормальные метеоусловия в рабочей зоне и в помещениях.

Для создания нормальных метеоусловий в производственных помещениях осуществляются следующие мероприятия:

1. Механизация и автоматизация тяжелых и трудоемких работ, что позволяет освободить рабочих от выполнения, тяжелой физической нагрузки, сопровождающейся значительным выделением теплоты в организме человека;

2. Дистанционное управление теплоизлучающими процессами и аппаратами, что дает возможность исключить пребывание работающих в зоне интенсивного теплового излучения;

3. Вынос оборудования со значительным выделением тепла на открытые площадки; при установке такого оборудования в закрытых помещениях необходимо по возможности исключить направление лучистой энергии на рабочие места;

4. Теплоизоляция горячих поверхностей; теплоизоляцию рассчитывают таким образом, чтобы температура внешней поверхности теплоизлучающего оборудования не превышала 45 °С;

5. Установка теплозащитных экранов (теплоотражающих, теплопоглощающих и теплоотводящих);

6. Устройство воздушных завес или воздушного душирования;

устройство различных систем вентиляции и кондиционирования;

7. Устройство в помещениях с неблагоприятным температурным режимом специальных мест для кратковременного отдыха; в холодных цехах это обогреваемые помещения, в горячих — помещения которым подается охлажденный воздух.

Нормирование показателей микроклимата производственных помещений.

Для обеспечения здоровых условий труда установлены нормативные показатели микроклимата производственных помещений (ГОСТ 12.1.005-88, СанПиН 2.2.4-584-96).

В соответствии с этими документами нормируются температура, относительная влажность, скорость движения воздуха и другие показатели. Введено понятие периода года, в соответствии с которым различают теплый и холодный периоды. Теплый период — со среднесуточной температурой наружного воздуха  $+10^{\circ}\text{C}$  и выше, холодный — со среднесуточной температурой ниже  $+10^{\circ}\text{C}$ .

Исходя, из энергозатрат организма все виды работ разделены на три категории: легкие (энергозатраты до 172Вт), средней тяжести (энергозатраты от 172 до 293Вт) и тяжелые (энергозатраты свыше 29 Вт).

В зависимости от интенсивности тепловыделений производственные помещения поделены на группы: помещения с незначительной избыточной теплотой, не превышающей 23 Вт на 1м<sup>3</sup> объема помещения, и помещения со значительной избыточной теплотой, превышающей 23Вт на 1м<sup>3</sup> помещения.

Для производственных помещений введены понятия оптимальных и допустимых условий микроклимата на холодный и теплый периоды года.

Оптимальные микроклиматические условия — это такое сочетание параметров микроклимата, которое при длительном и систематическом воздействии на человека обеспечивает сохранение нормального функционального и теплового состояния организма и создает предпосылки для высокой работоспособности.

Допустимые микроклиматические условия — это такие сочетания параметров микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека могут вызвать преходящие и быстро нормализующиеся изменения функционального и теплового состояния организма, сопровождающиеся напряжением механизмов терморегуляции, не выходящим за пределы физиологических приспособительных возможностей. При этом не возникает повреждений или нарушений состояния здоровья, но могут наблюдаться ухудшение самочувствия и снижение работоспособности.

Например, для холодного периода года при выполнении тяжелых работ оптимальная температура воздуха 16—18,<sup>o</sup>C, а допустимая 13—19 <sup>o</sup>C, оптимальная относительная влажность 40—60%, а допустимая до 75 % и,

наконец, оптимальная скорость воздуха не более 0,3 м/с, а допустимая не более 0,5 м/с.

#### Контроль параметров микроклимата.

Для измерения температуры воздуха применяют термометры, ртутные (при температуре выше 0 °С) и спиртовые (при температуре ниже 0 °С). Если необходима постоянная регистрация температуры, то применяются самопишущие приборы — термографы.

При наличии в помещении источников теплового излучения обычные термометры не показывают истинную температуру воздуха (данные всегда завышены). В таких случаях применяется парный термометр, в котором один резервуар с ртутью зачернен, а другой посеребрен. Зачерненный резервуар поглощает тепловое излучение, а посеребренный отражает. Учитывая показания обоих термометров, по специальным таблицам определяют истинную температуру воздуха.

Интенсивность теплового излучения измеряют актинометрами. Их основой является электрический контур, состоящий из двух разных проводников, сваренных или спаянных друг с другом. Если на один из двух спаев действует тепловое излучение, возникает термическая электродвижущая сила (ТЭДС). При последовательном соединении нескольких контуров получают термоэлектрическую батарею, повышающую чувствительность устройства. Возникающая ТЭДС измеряется прибором, отградуированным в единицах тепловой радиации ( $\text{Вт/м}^2$ ).

Для определения скорости воздуха используются крыльчатые и чашечные анемометры (рис. 3.1). Крыльчатый анемометр состоит из металлического колеса с металлическими пластинами — «крыльями», которое вращается под воздействием потока воздуха; колесо соединено со счетчиком оборотов. В чашечном анемометре на колесе вместо крыльев установлены чашечки. Крыльчатый анемометр применяется для скоростей от 0,4 до 10 м/с, чашечный — от 1 до 3,5 м/с.

Для измерения малых (до 0,5 м/с) скоростей воздуха используются термоанемометры. Их действие основано на изменении электрического сопротивления чувствительного элемента прибора при изменении скорости обтекающего его воздушного потока при изменении скорости обтекающего его воздушного потока.

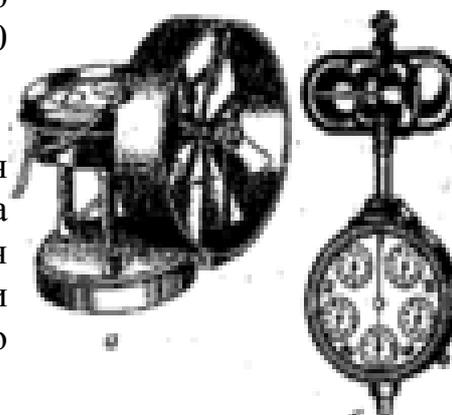


Рис. 3.1. Анемометры:  
а) крыльчатый; б) чашечный

Для измерения относительной влажности воздуха используются психрометры. В психрометре имеются два термометра—сухой и влажный.

Сухой показывает температуру воздуха в помещении. Ртутный резервуар влажного термометра обернут увлажненной тканью и поэтому его показания всегда ниже, так как на испарение влаги расходуется тепло. Чем ниже относительная влажность воздуха, тем больше скорость испарения влаги и тем меньше показания влажного термометра. По разности показаний сухого и влажного термометров с помощью специальных таблиц определяют относительную влажность воздуха.

В последние годы промышленность освоила выпуск новых стационарных и переносных приборов контроля параметров микроклимата. Это автоматические, цифровые одно- и многоканальные приборы, которые определяют как один, так и несколько параметров одновременно в широком диапазоне измерений. В этих приборах используются высокочувствительные датчики, имеется цифровая индикация результатов, и зачастую отсутствуют подвижные части.

Анемометр АПА-1 предназначен для измерения скорости воздуха в диапазоне 0,1—20 м/с и не имеет подвижных частей. Анемометр АПР - 2, предназначенный для измерения средней скорости воздуха в диапазоне 0,2—20 м/с, оборудован съемной головкой с крыльчаткой и выдвигаемой из корпуса телескопической штангой, позволяющей проводить замеры в труднодоступных местах. Переносной прибор ТКА-ТВ предназначен для одновременного измерения температуры (0—50 °С) и относительной влажности воздуха (10—98%) в помещениях.

Универсальный метеометр - МЭС-2 служит для измерения атмосферного давления (90—110 кПа), температуры (—10 - +50 °С), относительной влажности (2—98 %) и скорости воздуха (0,1—20м/с).

Контрольные вопросы:

1. Какими параметрами характеризуется микроклимат производственных помещений?
2. Каким образом осуществляется терморегуляция организма человека?
3. Каким образом параметры микроклимата влияют на процессы терморегуляция организма человека?
4. Каковы принципиальные отличия оптимальных и допустимых параметров микроклимата?
5. Какие приборы используются в санитарно – гигиенической практике для измерения текущих и экстремальных величин температуры воздуха в помещениях?
6. Какой принцип действия крыльчатого и чашечного анемометра?
7. Каков порядок измерения относительной влажности воздуха аспирационным психрометром Ассмана?

8. Почему для измерения подвижности воздуха можно использовать только термоанемометры?
9. Как определяется интенсивность конвективного теплообмена?
10. В каком случае развивается «кессонная болезнь»?
11. Перечислите мероприятия, обеспечивающие нормальные метеоусловия в рабочей зоне и в помещениях.
12. Относительно какого документа нормируются температура, относительная влажность, скорость движения воздуха и другие показатели?
13. Что такое оптимальные микроклиматические условия?
14. Что такое допустимые микроклиматические условия?
15. Как работает спиртовой термометр?
16. В каком случае применяются самопишущие приборы — термографы?

## **Тема 2: Производственная пыль и ее влияние на организм человека**

1. Производственная пыль.
2. Классификация пыли
3. Гигиеническое нормирование.
4. Влияние пыли на организм человека.

### 1. Производственная пыль.

Производственная пыль является одним из широко распространенных неблагоприятных факторов, оказывающих негативное влияние на здоровье работающих. Целый ряд технологических процессов сопровождается образованием мелкораздробленных частиц твердого вещества (пыль), которые попадают в воздух производственных помещений и более или менее длительное время находятся в нем во взвешенном состоянии.

Пыль — понятие, характеризующее физическое состояние вещества, а именно раздробленность его на мельчайшие частицы. Взвешенные в воздухе твердые частицы представляют собой дисперсную систему, в которой дисперсной фазой являются твердые частицы, а дисперсионной средой — воздух. Дисперсную систему взвешенных твердых частиц в воздухе, т. е. пыль, называют аэрозолем. Если в воздухе взвешены однородные по своим физико-химическим свойствам частицы, систему называют моногенной, или однофазной; если пылевые частицы, взвешенные в воздухе, по своим физико-химическим свойствам различны, система носит название гетерогенной, или многофазной.

С гигиенической точки зрения аэрозоли, для которых характерно токсическое действие вследствие их химических свойств (например, аэрозоли свинца, окиси цинка, мышьяка и многие другие), относят к промышленным ядам.

За последние годы появились крупные учреждения массового обслуживания населения (супер- и гипермаркеты, комбинаты сервисного обслуживания, косметические салоны, выставочные комплексы, залы для обслуживания клиентов финансовых предприятий), в которых движение больших людских и товарных потоков создает повышенное содержание пыли в помещениях.

Производственной пылью называют взвешенные в воздухе, медленно оседающие твердые частицы размерами от нескольких десятков до долей микрона. Многие виды производственной пыли представляют собой аэрозоль.

По размеру частиц (дисперсности) различают видимую пыль размером более 10 мкм, микроскопическую — от 0,25 до 10 мкм, ультрамикроскопическую — менее 0,25 мкм.

Все виды производственной пыли подразделяются на органические, неорганические и смешанные. Первые, делятся на пыль естественную (древесная, хлопковая, льняная, шерстяная и др.) и искусственную (пыль пластмасс, резины, смол и др.) происхождения, а вторые — на металлическую (железная, цинковая, алюминиевая и др.) и минеральную (кварцевая, цементная, асбестовая и др.) пыль. К смешанным видам пыли относят каменноугольную пыль, содержащую частицы угля, кварца и силикатов, а также пыли, образующиеся в химических и других производствах.

Специфика качественного состава пыли предопределяет возможность и характер ее действия на организм человека. Определенное значение имеют форма и консистенция пылевых частиц, которые в значительной мере зависят от природы исходного материала.

Так, длинные и мягкие пылевые частицы легко осаждаются на слизистой оболочке верхних дыхательных путей и могут стать причиной хронических трахеитов и бронхитов. Степень вредного действия пыли зависит также от ее растворимости в тканевых жидкостях организма. Большая растворимость токсической пыли усиливает и ускоряет ее вредное влияние.

## 2. Классификация пыли

По характеру веществ, из которых пыль образовалась, известна следующая ее классификация:

I. Органическая пыль:

- а) растительная пыль (древесная, хлопковая и др.);
- б) животная (шерстяная, костяная и др.);

в) искусственная органическая пыль (пластмассовая и др.).

II. Неорганическая пыль:

а) минеральная (кварцевая, силикатная и др.);

б) металлическая (железная, алюминиевая и др.).

III. Смешанная пыль (пыль при шлифовке металла, при зачистке литья и др.).

Однако такая классификация пыли недостаточна для ее гигиенической оценки. Для этой цели пользуются классификацией пыли по ее дисперсности и способу образования и соответственно различают аэрозоли дезинтеграции и аэрозоли конденсации.

Аэрозоли дезинтеграции образуются при добавлении какого-либо твердого вещества, например в дезинтеграторах, дробилках, мельницах, при бурении и других процессах. При этом чем тверже тело, тем меньше размеры образующихся частиц. Аэрозоли дезинтеграции в значительной мере состоят из пылинок больших размеров, хотя в их состав входят также ультрамикроскопические частицы.

Аэрозоли конденсации образуются из паров металлов, металлоидов и их соединений, которые при охлаждении превращаются в твердые частицы. Например, в воздухе конденсируются пары цинка и алюминия при их плавлении, пары металлов при электросварке. При этом размеры пылевых частиц значительно меньше, чем при образовании аэрозолей дезинтеграции.

Частицы аэрозолей дезинтеграции и конденсации различаются также тем, что первые имеют всегда неправильную форму, представляются в виде обломков, а вторые — вид рыхлых агрегатов, состоящих из отдельных частиц правильной кристаллической или шарообразной формы. Советский исследователь Н. А. Фукс выделяет две группы аэрозолей по их дисперсности:

а) пыль — к ней относятся все твердые частицы, образующиеся при дезинтеграции, независимо от их размеров и включающие пылинки субмикроскопического размера;

б) дымы — к ним относятся конденсационные аэрозоли с твердой дисперсной фазой. К дымам можно отнести также аэрозоли, образующиеся при неполном сгорании топлива, дым хлористого аммония и др.

### 3. Гигиеническое нормирование.

Основой проведения мероприятий по борьбе с производственной пылью является гигиеническое нормирование. Соблюдение установленных ГОСТом предельно допустимых концентраций (ПДК) — основное требование при проведении предупредительного и текущего санитарного надзора.

Систематический контроль за состоянием уровня запыленности осуществляют лаборатории центров санэпиднадзора, заводские санитарно-

химические лаборатории. На администрацию предприятий возложена ответственность за поддержание условий, препятствующих превышению ПДК пыли в воздушной среде.

При разработке оздоровительных мероприятий основные гигиенические требования должны предъявляться к технологическим процессам и оборудованию, вентиляции, строительно-планировочным решениям, рациональному медицинскому обслуживанию работающих, использованию средств индивидуальной защиты.

Методы и средства защиты от пыли:

- внедрение непрерывных технологий с закрытым циклом (использование закрытых конвейеров, трубопроводов, кожухов);
- автоматизация и дистанционное управление технологическими процессами (особенно при погрузо-разгрузочных и фасовочных операциях);
- замена порошкообразных продуктов брикетами, пастами, суспензиями, растворами;
- смачивание порошкообразных продуктов при транспортировке (душевание);
- переход с твердого топлива на газообразное или электроподогрев;
- применение общей и местной вытяжной вентиляции помещений и рабочих мест;
- применение индивидуальных средств защиты (очков, противогазов, респираторов, спецодежды, обуви, мазей).

Лечебно-профилактические мероприятия. В системе оздоровительных мероприятий важен медицинский контроль за состоянием здоровья работающих. В соответствии с действующими правилами обязательным является проведение предварительных (при поступлении на работу) и периодических медицинских осмотров.

Основная задача периодических осмотров — своевременное выявление ранних стадий заболевания и предупреждение развития пневмокониоза, определение профпригодности и проведение эффективных лечебно-профилактических мероприятий.

Среди профилактических мероприятий, направленных на повышение реактивности организма и сопротивляемости, пылевым поражениям легких, наибольшую эффективность обеспечивают УФ-облучение, тормозящее склеротические процессы; щелочные ингаляции, способствующие санации верхних дыхательных путей; дыхательная гимнастика, улучшающая функцию внешнего дыхания; диета с добавлением метионина и витаминов.

#### 4. Влияние пыли на организм человека.

Влияние пыли на организм. Неблагоприятное воздействие пыли на организм может быть причиной возникновения заболеваний. Обычно

различают специфические (пневмокониозы, аллергические болезни) и неспецифические (хронические заболевания органов дыхания, заболевания глаз и кожи) пылевые поражения.

Среди специфических профессиональных пылевых заболеваний большое место занимают пневмокониозы — болезни легких, в основе которых лежит развитие склеротических и связанных с ними других изменений, обусловленных отложением различного рода пыли и последующим ее взаимодействием с легочной тканью.

Среди различных пневмокониозов наибольшую опасность представляет силикоз, связанный с длительным вдыханием пыли, содержащей свободную двуокись кремния ( $\text{SiO}_2$ ). Силикоз — это медленно протекающий хронический процесс, который, как правило, развивается только у лиц, проработавших несколько лет в условиях значительного загрязнения воздуха кремниевой пылью. Однако в отдельных случаях возможно более быстрое возникновение и течение этого заболевания, когда за сравнительно короткий срок (2 - 4 года) процесс достигает конечной, терминальной, стадии.

Производственная пыль может оказывать вредное влияние и на верхние дыхательные пути. Установлено, что в результате многолетней работы в условиях значительного запыления воздуха происходит постепенное истончение слизистой оболочки носа и задней стенки глотки. При очень высоких концентрациях пыли отмечается выраженная атрофия носовых раковин, особенно нижних, а также сухость и атрофия слизистой оболочки верхних дыхательных путей.

Развитию этих явлений способствуют, гигроскопичность пыли и высокая температура воздуха в помещениях. Атрофия слизистой оболочки значительно нарушает защитные (барьерные) функции верхних дыхательных путей, что, в свою очередь, способствует глубокому проникновению пыли, т. е. поражению бронхов и легких.

Производственная пыль может проникать в кожу и в отверстия сальных и потовых желез. В некоторых случаях может развиваться воспалительный процесс. Не исключена возможность возникновения язвенных дерматитов и экзем при воздействии на кожу пыли хромоселочных солей, мышьяка, меди, извести, соды и других химических веществ.

Действие пыли на глаза вызывает возникновение конъюнктивитов. Отмечается анестезирующее действие металлической и табачной пыли на роговую оболочку глаза. Установлено, что профессиональная анестезия у токарей возрастает со стажем.

Понижение чувствительности роговицы обуславливает позднюю обращаемость рабочих по поводу попадания в глаз мелких осколков металла и других инородных тел. У токарей с большим стажем иногда

обнаруживают множественные мелкие помутнения роговицы из-за травматизма пылевыми частицами.

С точки зрения гигиены наиболее неблагоприятны частицы размером менее 10 мкм, так как они либо медленно оседают, либо совсем не оседают и длительно находятся во взвешенном состоянии в воздухе. От величины частиц зависит глубина их проникновения в дыхательные пути. Крупные частицы задерживаются в верхних дыхательных путях, а мелкие проникают непосредственно в альвеолы.

К числу важных элементов гигиенической характеристики производственной пыли относятся химический состав и количество пыли в данных конкретных условиях. В пыли могут содержаться ядовитые примеси (мышьяк, свинец, хром и др.), примеси, обладающие раздражающими и аллергенными свойствами. Особенно важное значение имеет содержание в пыли свободной двуокиси кремния, так как именно ей принадлежит специфическая роль в патогенезе профессионального заболевания — пневмокониоза. Имеет значение также растворимость и консистенция пыли.

Содержание пыли в воздухе различных производств колеблется в широких пределах. Концентрация пыли в воздухе определяется весовым методом в миллиграммах на кубический метр. Количество нетоксической пыли в производственных помещениях должно быть не более 10 мг/м<sup>3</sup>. Исключение составляет пыль, содержащая более 10% кварца, и асбестовая пыль, для которых установлена предельно допустимая концентрация 2 мг/м<sup>3</sup>. Для пыли, содержащей более 70% свободной двуокиси кремния, установлена предельно допустимая концентрация 1 мг/м<sup>3</sup>. Производственная пыль может действовать на организм в целом и на отдельные его ткани. Носоглотка — естественный фильтр, где задерживается до 50% пылевых частиц размером от 1 до 5 мкм. Защищая более глубокие части дыхательного тракта, верхние дыхательные пути сами подвергаются воздействию пыли. При систематическом воздействии пыли вначале развиваются гипертрофические катары верхних дыхательных путей, затем они переходят в атрофические.

Основной проблемой в пылевой патологии является поражение легочной ткани и общее действие пыли на организм. При длительном вдыхании возникает профессиональное заболевание пневмокониоз, характеризующееся разрастанием соединительной ткани в легких и уменьшением дыхательной поверхности их. В настоящее время экспериментально и клинически доказано, что пневмокониоз, т. е. фиброз легких, может возникнуть при вдыхании различных видов пыли. Наиболее опасной формой пневмокониоза, прогрессирующей и после устранения контакта с пылью, является силикоз. Он чаще всего наблюдается у рабочих горнорудной, каменноугольной,

машиностроительной, стекольной, фарфора - фаянсовой промышленности и др.

Этиология силикоза обусловлена наличием в пыли свободной двуокиси кремния (SiO<sub>2</sub>). Развитию силикоза способствует заболевание верхних дыхательных путей. Имеет значение также индивидуальная чувствительность организма, стаж работы.

Основным мероприятием по борьбе с пылью является коренное изменение технологического процесса, механизация, автоматизация и герметизация его. Герметизация позволяет закрыть пылящие источники, локализовать пыль. Чтобы пыль не просачивалась в помещение, одновременно с герметизацией применяют аспирацию пыли из укрытий. Важную роль в борьбе с пылью играет рациональная вентиляция. По типу вентиляция должна быть местной вытяжкой.

Основным источником пылеобразования в рудниках является бурение. Поэтому изменение метода бурения также служит мерой борьбы с пылеобразованием. Сухое бурение заменяется влажным, т. е. бурение производят при смачивании струей воды (применяется на 94—99% наших рудников). Влажное бурение наряду с преимуществами имеет и некоторые отрицательные стороны: вода увлажняет одежду, обувь, воздух. Мокрое бурение снижает запыленность в 30—50 раз, но не уничтожает ее полностью, так как мельчайшие частицы плохо смачиваются водой. Для увеличения смачиваемой пыли к воде добавляют мылонафт, сульфонат и др. Для предупреждения распространения пыли при взрывных работах применяются водяные завесы.

Опасность силикоза велика при пескоструйной очистке литья. Частицы песка при ударах о деталь измельчаются и создают большую запыленность. Одной из мер борьбы с запыленностью при таких работах является замена пескоструйную очистку на гидр струйную очистку или дробеструйную очистку.

Мерами по борьбе с пылью, общими для всех предприятий, являются: 1) укрытие источников пылеобразования с удалением пыли от места ее образования; 2) лечебно-профилактические мероприятия — периодические медицинские осмотры рабочих с переводом при необходимости на другую работу; предварительные медицинские осмотры с тем, чтобы лиц с заболеваниями верхних дыхательных путей и легких не допускать на работу в пыльные цехи; 3) индивидуальные защитные приспособления (если другие мероприятия не дают достаточного эффекта, рис. 32); 4) систематический контроль за содержанием пыли в воздухе

Меры профилактики пылевых заболеваний. Эффективная профилактика профессиональных пылевых болезней предполагает гигиеническое нормирование, технологические мероприятия, санитарно-гигиенические мероприятия, индивидуальные средства защиты и лечебно-профилактические мероприятия.

Борьба с производственной пылью представляет одну из важнейших задач гигиены труда, так как воздействию пыли может подвергаться большое число работающих. Пыль является основной производственной вредностью в горнодобывающей промышленности (добыча угля, металлических руд и др.), в производстве строительных материалов (огнеупорные изделия, кирпич, цемент), фарфора-фаянсовый, мукомольной промышленности, чугуно-медносталелитейных и других цехах металлургической и машиностроительной промышленности, в подготовительных и прядильных цехах текстильной промышленности, сельском хозяйстве и многих других отраслях народного хозяйства.

Вдыхание пыли может привести к специфическим заболеваниям (пневмокониозу), способствовать возникновению и распространению таких заболеваний, как ларингит, трахеит, бронхит, пневмония, туберкулез легких, заболевания кожи.

Борьба с производственной пылью является не только гигиенической, но и экономической задачей. Некоторые виды пыли (цементная, сахарная, мучная, содовая и др.) представляют ценность как продукт производства, и потеря его наносит экономический ущерб. Пыль способствует быстрому износу производственного оборудования, может служить причиной брака (точное приборостроение, переработка фторопластов). При определенных условиях возможны взрывы пыли.

Контрольные вопросы:

1. Какие свойства пыли определяют ее токсичность?
2. По какому параметру осуществляется гигиеническое нормирование производственной пыли?
3. Что такое предельно допустимая концентрация пыли (ПДК) и каковы ее единицы измерения?
4. Назовите гигиенические нормативы, в соответствии с которыми устанавливают ПДК пыли?
5. Назовите современные приборы для определения запыленности воздуха?
6. Какие заболевания возможны от воздействия производственной пыли?
7. Какие методы оценки запыленности воздушной среды вам известны?
8. В чем заключается суть прямого массового (весового) метода измерения концентрации пыли?
9. Как осуществляется подготовка фильтров для определения запыленности воздуха?
10. Какие приборы используются для регистрации количества воздуха при отборе проб?
11. Как рассчитывается запыленность воздуха?

12. Какие устройства применяются для очистки аспирационного воздуха?
13. Назовите особенности применения циклонов рукавных и электрофильтров для очистки запыленного воздуха.
14. Как оценивается степень очистки воздуха или КПД пылеулавливающего устройства?
15. Какие приборы используют для замеров скорости движения воздуха в трубопроводах?

### **Тема 3: Основы производственной санитарии**

1. Микроклимат.
2. Вредные вещества.

Вступительная часть

Производственная санитария – система организационных, гигиенических, санитарно-технических мероприятий и средств, предотвращающих воздействие на работающих вредных производственных факторов.

Вредный производственный фактор – это фактор, воздействие которого на работающего приводит к заболеванию или снижению работоспособности.

Вредное вещество – вещество, при контакте с организмом человека, в случае нарушений безопасности, может вызвать производственные травмы, профессиональное заболевание или отклонение в состоянии здоровья, обнаруживаемые современными методами, как в процессе работы, так и в отдельные сроки жизни настоящего и последующего поколения.

Предельно – допустимая концентрация (ПДК) вредного вещества в воздухе рабочей зоны – концентрации, которые при ежедневной (кроме выходных дней) работе в течение 8 ч. или другой продолжительности, но не более 40 ч. в неделю, в течение всего рабочего стажа не может вызвать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья.

#### 1. Микроклимат

Микроклимат производственных помещений – метеорологические условия внутренней среды этих помещений, которые определяются действующими на организм человека сочетаниями скорости движения воздуха и теплового излучения.

Температура – величина, характеризующая среднюю энергию молекулярного движения частиц веществ за единицу измерения температуры по термодинамической шкале принята Кельвин (К) 0° по шкале Цельсия соответствует – 273,15 К.

Влажность воздуха – в воздухе рабочей зоны имеются водяные пары, количество которых зависит от температуры и подвижности воздуха. С повышением температуры количество водяных паров увеличился, вследствие чего возрастает их упругость, достигая некоторого предельного значения, при котором эти пары насыщают воздух. Превышение предела насыщения вызывает выделение влаги в виде капелек росы. Каждой температуре соответствует определенная влажность воздуха.

Влажность воздуха характеризуется следующими гигрометрическими (влажностями) величинами: абсолютная влажность, максимальная влажность, относительная влажность, физический дефицит насыщения, точка росы.

Абсолютная влажность – количество водяных паров, выраженное в граммах в 1 м<sup>3</sup> воздуха в данный момент и при данной температуре. Абсолютная влажность не показывает степень насыщения воздуха водяными парами.

Максимальная влажность – предельное насыщение воздуха водяными парами, выраженное в граммах, в 1 м<sup>3</sup> воздуха в данный момент и при данной температуре.

Относительная влажность – отношение абсолютной влажности к максимальной влажности, выраженное в процентах в данный момент и при данной температуре.

Физический дефицит насыщения – разность между максимальной и абсолютной влажностью, выраженная в граммах в 1 м<sup>3</sup> воздуха в данный момент.

Точка росы – температура, при которой водяные пары, находящиеся в воздухе, полностью насыщают пространство и переходят в жидкое состояние, оседая на холодных поверхностях оборудования, помещения.

Абсолютную влажность воздуха можно определить по формуле Шпрунга:

$$A = E - (0,5*(t_c - t_b) B/1013) , \quad (1.1)$$

где А - абсолютная влажность;

Е – максимальная влажность водяных паров при температуре «влажного» термометра г/м<sup>3</sup>;

t<sub>c</sub> – температура «сухого» термометра;

t<sub>b</sub> – температура «влажного» термометра;

В – абсолютное давление в момент наблюдения, гПа;

1013 – нормальное атмосферное давление, гПа.

Зная абсолютную влажность воздуха, можно вычислить относительную влажность, формулой:

$$R = 100 A/E, \quad (1.2)$$

где R – искомая относительная влажность;

A – вычисленная абсолютная влажность воздуха, г/м<sup>3</sup>;

E – максимальная упругость воздушных паров в воздухе при температуре «сухого» термометра, г/м<sup>3</sup>.

За единицу атмосферного давления принят один паскаль, а в 100 раз увеличения единица – гектопаскаль (гПа). Давление принято считать нормальным, равным 101325 Па или 1013 гПа.

Повышение или понижение температуры воздуха по сравнению с комфортной (18...22<sup>0</sup> С) сопровождается ухудшением самочувствия, снижением работоспособности и нарушением биологических процессов, протекающих в организме, приводит к возникновению различных болезненных состояний, угрожающих здоровью и жизни человека.

Температура тела здорового человека при физической нагрузке может достигнуть 37...38<sup>0</sup> С и более в зависимости от трудового процесса. Умеренный подъем температуры тела во время работы предупреждает накопление молочной кислоты, увеличивает коэффициенты полезного действия мышц и уменьшают их утомления.

## 2. Вредные вещества.

Пыль – является основной опасностью при уборке и переработке зерна. Она оказывает неблагоприятное воздействие на работающих в кормопроизводстве, в промышленном животноводстве и других отраслях. Проникая в дыхательные пути человека, пыль может вызвать развитие специфических процессов, заканчивающихся хроническими заболеваниями органов дыхания, таких как бронхит, пневмокониозы.

Пыль – это один из видов аэрозолей, где пыль является его твердой фазой. Пыль попадает в воздух в процессе измельчения, трения транспортирования и взвешивания твердых частиц.

По составу пыли делят на минеральные, металлические, органические и смешанные. Особо выделяют пыль растительного происхождения.

Известно, что тяжесть и характер заболевания легких у различных рабочих зависят от содержания в составе пыли общей и свободной двуокиси кремния.

Пыль, встречающаяся при многих с/х работах, в частности зерновая пыль, содержит соединения кремния, поэтому заболевания дыхательных путей у этой категории рабочих носят доброкачественный характер.

Органическая часть с/х пыли – хорошая питательная среда для грибковой и бактериальной микрофлоры. При соответствующей температуре и влажности окружающей среды микрофлора прорастает и размножается.

Концентрация пыли в зоне дыхания может достигать до 600 мг/м<sup>3</sup> ПДК – 2мг/м<sup>3</sup>.

Пылевой фактор может быть оценен весовым методом – метод осаждения пыли на фильтре с последующим ее взвешиванием.

#### Пестициды

Особенности пестицидов по сравнению с химическими веществами другого назначения.

1. Первая особенность – непредотвратимость циркуляции в биосфере.
2. Пестициды химические вещества, предназначенные для уничтожения живого. Обладая биологической активностью, они потенциально опасны для живой природы и здоровья людей.
3. При обработке растений создаются концентрации, способные уничтожить вредителей, но они могут быть опасными и для работающих, однако уменьшить их нельзя, т.к. не будут уничтожены вредители. Нормированием установлены допустимые величины остатков пестицидов в пищевых продуктах.
4. Контакты больших масс населения с пестицидными препаратами в связи с циркуляцией их во внешней среде и наличием остатков в пищевых продуктах.

#### Меры личной и общественной безопасности при работе с ядохимикатами.

Лица, работающие с ядами, снабжаются противогазами, защитной одеждой и обувью, предохранительными очками и респираторами. Каждому выдается 0,5л молока в день и мыло 400г. на месяц.

К выполнению работ с ядохимикатами допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие медосмотр и получившие медицинское разрешение. При опылировании фильтры респираторов меняют на новые ежедневно, при опрыскивании 2-3 раза в день.

#### Перевозка и хранение ядохимикатов

Автотранспорт обязательно сопровождает специалист. На бортах машины делают надпись «ядохимикаты» и прикрепляют с каждой стороны красные флажки. Используется плотно упакованная тара.

Для хранения ядохимикатов используются специальные склады, которые должны быть удалены от жилых помещений, скотных дворов и прочих построек не менее как на 500м.

Выдача пестицидов со склада проводится в соответствии с требованием бригадира по письменному распоряжению руководителя предприятия.

## Классификация средств защиты

Средства защиты делят на две категории: коллективной и индивидуальной защиты работающих.

Средства коллективной защиты в зависимости от назначения подразделяют на следующие виды:

1. Средства нормализации воздушной среды производственных помещений и рабочих мест включает в себя устройства для поддержания нормируемых температур и барометрического давления, отопления, вентиляции, очистки, кондиционирования и дезодорации воздуха, локализации вредных факторов.
2. К средствам нормализации освещения относят источники света, осветительные приборы, световые проемы, светозащитные устройства.
3. К средствам защиты от инфракрасных, электромагнитных и ультрафиолетовых излучений относят устройства оградительные, герметизирующие, теплоизолирующие, вентиляции, автоматического контроля и сигнализации, дистанционного управления, знаки безопасности.
4. В средства защиты от ионизирующих излучений входят устройства: оградительные, герметизирующие, вентиляции и очистки воздуха, транспортирования и хранения изотопов, защиты покрытия, автоматического контроля и сигнализации, дистанционного управления, емкости для радиоактивных отходов, знаки безопасности.
5. Средства защиты от магнитных и электрических полей включают в себя оградительные устройства, защитные заземления, изолирующие устройства и покрытия, знаки безопасности.
6. К средствам защиты от излучения лазеров относят оградительные устройства и знаки безопасности.
7. Средства защиты от шумов, вибраций и ультразвука объединяют устройства: оградительные, звукоизолирующие, звукопоглощающие, виброизолирующие виброгасящие, автоматического контроля и сигнализации, дистанционного управления и глушители шума.
8. Средства защиты от поражения электрическим током включает в себя устройства ограждительно-защитного заземления и зануления, автоматического отключения, выравнивания, дистанционного управления, предохранительные, изолирующие устройства и покрытия, молниеотводы и разрядники, знаки безопасности.
9. К средствам защиты от высоких и низких температур окружающей среды относят устройства оградительные, автоматического контроля и сигнализации, термоизолирующие, дистанционного управления, для радиационного обогрева и охлаждения.
10. Средства защиты от воздействия механических и химических факторов представляют собой устройства оградительные, автоматического контроля и сигнализации, дистанционного управления, предохранительные,

тормозные, герметизирующие, для вентиляции и очистки воздуха, для удаления токсичных веществ, знаки безопасности.

11. К средствам защиты от воздействия биологических факторов относят оборудование и препараты для дезинфекции, стерилизации, устройства ограждающие, герметизирующие, для вентиляции и очистки воздуха, знаки безопасности.

Средства индивидуальной защиты в зависимости от назначения делятся на следующие виды:

1. Изолирующие костюмы - пневмокостюмы, гидроизолирующие костюмы, скафандры.
2. Средства защиты органов дыхания – противогазы, респираторы, пневмомаски.
3. Специальная одежда – комбинезоны, полукомбинезоны, куртки, брюки, халаты.
4. Специальная обувь – сапоги, ботфорты, галоши.
5. Средства защиты рук – рукавицы, перчатки.
6. Средства защиты головы – каски, шлемы.
7. Средства защиты лица – защитные маски, защитные щитки.
8. Средства защиты глаз – защитные очки.
9. Предохранительные приспособления – предохранительные пояса, диэлектрические коврики, ручные захваты, манипуляторы.
10. Защитные дерматологические средства – моющие средства, пасты, крема, мази.

Контрольные вопросы:

1. Что такое микроклимат производственных помещений?
2. Что такое влажность воздуха?
3. Перечислите гигрометрические (влажности) величины влажности воздуха?
4. Что такое абсолютная влажность?
5. Что такое максимальная влажность?
6. Что такое Относительная влажность?
7. В чем разница между абсолютной влажностью и относительной влажностью?
8. Что такое физический дефицит насыщения?
9. Что такое точка росы?
10. Дайте определение пыли.
11. Как делится пыль по составу?
12. Средства защиты от пыли.

## Тема 4: Производственные яды

1. Понятие о производственном (промышленном) яде и отравлении.
2. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны.
3. Классификация производственных ядов.
4. Общие меры борьбы с профессиональными отравлениями.

1. Понятие о производственном (промышленном) яде и отравлении.

Развитие промышленности требует все большего применения в технологических процессах различных химических продуктов. Эта вызывает необходимость их производства и транспортирования в огромных количествах.

В мирное время возможны аварии, в ходе боевых действий преднамеренные разрушения противником промышленных объектов и транспортных средств с выбросом (утечкой) химических продуктов. Многие из них являются токсичными и представляют серьезную опасность для людей. Однако привести к массовым потерям в результате выбросов (утечки) при разрушении (авариях) потенциально опасных объектов могут не все химические вещества. Лишь часть химических соединений при сочетании определенных свойств, таким как высокая токсичность, при действии через органы дыхания и кожные покровы, крупнотонажность производства, потребления, хранения и перевозок, а также способность легко переходить при выбросах (утечке) в основное поражающее состояние (пар или тонкодисперсная аэрозоль), может стать причиной массовых поражений людей.

Из нескольких десятков тысяч химических веществ, известных в настоящее время, только немногим более ста можно отнести к чрезвычайно опасным, способным при их выбросах (утечке) и окружающую среду вызвать массовые поражения людей.

Увеличение потенциальной опасности возникновения химически опасных аварий в мирное время и разрушений в ходе боевых действий, возможные тяжелые их последствия обуславливают повышение значимости оценки их опасности для населения. Только на основании своевременной и достоверной оценки последствий разрушения (аварий) химически опасных объектов могут быть своевременно приняты необходимые меры защиты людей и обоснованное решение на их действия в зоне заражения СДЯВ, а при необходимости и на проведение ликвидации последствий их выбросов (утечки).

Перечень СДЯВ, по которым приводится необходимая для прогнозирования последствий информация, содержит несколько наименований. Это акрилонитрил, амил, аммиак, азотная кислота, гептил, гидразин, диоксин, дихлорэтан, окись углерода, окись этилена, сернистый

ангидрид, сероуглерод, тетраэтилсвинец, фосген, фтористый водород, хлор, хлорпикрин и цианистый водород.

#### Сильнодействующие ядовитые вещества

СДЯВ — это обращающиеся в больших количествах в промышленности, на транспорте токсические химические соединения, способные в случае разрушений (аварий) на объектах легко переходить в атмосферу и вызывать массовые поражения обслуживающего персонала и прилегающего населения.

Воздействие СДЯВ на людей возможно в случае аварийных ситуаций, возникающих в процессе промышленного производства, хранения и транспортировки, а также при преднамеренном разрушении противником в военное время объектов химической (нефтехимической), нефтеперерабатывающей, текстильной, целлюлозно - бумажной и др. отраслей промышленности, складов, мощных холодильников и водоочистных сооружений, а также транспортных средств, обслуживающих эти отрасли и объекты.

По своим свойствам эти вещества весьма неоднородны. Все СДЯВ можно разделить на группы:

- а) вещества с преимущественно удушающим действием;
- б) вещества преимущественно общеядовитого действия;
- в) вещества, обладающие удушающим и общеядовитым действием;
- г) вещества, действующие на генерацию, проведение и передачу нервного импульса (нейротропные яды);
- д) вещества, обладающие удушающим и нейротропным действием;
- е) метаболические яды;
- ж) вещества, извращающие обмен веществ.

К веществам с преимущественно удушающим действием относятся токсические соединения (хлор, фосген, хлорпикрин и др.), для которых главным объектом воздействия в организме являются дыхательные пути. Весь процесс поражения условно подразделяют на четыре периода: период контакта с веществом, скрытый период, период токсического отека легких и период осложнений. Длительность каждого периода определяется токсическими свойствами СДЯВ и величиной экспозиционной дозы. При действии паров ряда веществ в высоких концентрациях возможен быстрый летальный исход от шокового состояния, вызванного химическим ожогом открытых участков кожи, слизистых верхних дыхательных путей и легких.

К веществам преимущественно общеядовитого действия, относятся соединения (окись углерода, цианистый водород и др.), способные вызвать острое нарушение энергетического обмена, которое является в тяжелых случаях причиной гибели пораженного.

К веществам, обладающим удушающим и общеядовитым действием относится значительное количество СДЯВ (амил,

акрилонитрил, азотная кислота и окислы азота, сернистый ангидрид, фтористый водород и др.), способных при ингаляционном воздействии вызывать токсический отек легких, а при резорбции нарушать энергетический обмен. Многие соединения этой группы обладают сильнейшим прижигающим действием, что значительно затрудняет оказание помощи пораженным.

К нейротропным ядам относятся вещества (сероуглерод, тетраэтилсвинец, фосфорорганические соединения и др.), нарушающие механизмы периферической нервной регуляции, а также моделирующие состояние самой нервной системы. В основе подобного действия лежит их способность вмешиваться в процессы синтеза, хранения, выброса, инактивации в синаптической щели нейромедиаторов, взаимодействовать с рецепторами нейромедиаторов, изменять проницаемость ионных каналов возбудимых мембран.

К веществам, обладающим удушающим и нейротропным действием, относятся соединения (аммиак, гептил, гидразин и др.), вызывающие при ингаляционном поражении токсический отек легких, на фоне которого формируется тяжелое поражение нервной системы.

К метаболическим ядам относятся токсические соединения (окись этилена, дихлорэтан и др.), вмешивающиеся в тонкие процессы метаболизма веществ в организме. Отравление ими характеризуется отсутствием бурной реакции на яд. Поражение организма развивается, как правило, постепенно и в тяжелых случаях заканчивается смертельным исходом в течение нескольких суток.

В патологический процесс поражения этими веществами вовлекаются многие органы и системы организма, в первую очередь, центральная нервная система, паренхиматозные органы и, иногда, системы крови.

К веществам, извращающим обмен веществ, относятся токсические соединения (диоксид, полихлорированные бензофураны и др.), принадлежащие к группе галогенированных ароматических углеводов. Данные вещества способны, действуя через легкие, пищеварительный тракт и кожные покровы, вызывать заболевания с чрезвычайно вялым течением. При этом в процесс вовлекаются практически все органы и системы организма. Характерной особенностью действия этих веществ является нарушение обмена веществ, что, в конечном счете, может привести даже к смертельному исходу.

Отравляющие вещества (ОВ) составляют основу химического оружия. Территория, в пределах которой в результате воздействия химического оружия произошли массовые поражения людей или сельскохозяйственных животных, называется очагом химического поражения.

Поражающее действие ОВ имеет определенные особенности. Они могут в короткие сроки вызвать массовые поражения людей и животных типа острых отравлений. ОВ заражают не только территорию, но и приземный слой воздуха. В парообразном (газообразном) состоянии, в виде тумана и дыма ОВ проникают в здания, негерметизированные защитные сооружения и вызывают поражение людей. На зараженной территории и объектах внешней среды ОВ сохраняют поражающее действие в течение нескольких часов, суток, недель.

ОВ могут вызвать поражение людей при попадании в организм через органы дыхания, проникновении через кожные покровы и слизистые оболочки, а также через желудочно-кишечный тракт с зараженной ОВ пищей и водой.

Современные ОВ способны вызвать поражение при проникновении в организм не только через неповрежденные участки кожи, но и через одежду. Эффективность поражающего действия, быстрота и тяжесть развития отравления зависят от токсических свойств и количества ОВ, попавшего в организм, путей поступления ОВ, способов и средств его применения, метеорологических условий, а также от состояния самого организма.

При стихийных бедствиях, производственных авариях, применении современных средств поражения могут возникнуть очаги химического поражения в результате разрушения емкостей с сильнодействующими ядовитыми веществами (СДЯВ).

#### Классификация отравляющих веществ

По характеру токсического действия на организм все ОВ делят на следующие группы:

- ОВ нервно-паралитического действия — группа фосфорорганических веществ (ФОВ) - зарин, зоман, V-газы;
- ОВ общедовитого действия — синильная кислота, хлорциан;
- ОВ кожно-нарывного действия — иприт, люизит;
- ОВ удушающего действия — фосген, дифосген;
- ОВ слезоточивого и раздражающего действия - хлорпикрин, хлорацетофенон, адамсит, вещества CS (си-эс);
- ОВ психохимического действия — диэтиламид лизергиновой кислоты ДЛК и ВZ (би-зет).

В зависимости от времени выявления токсического действия различают ОВ быстродействующие (зарин, заман, V-газы, синильная кислота) и замедленного действия (иприт, фосген).

По токсической классификации ОВ разделяют:

- смертельно действующие — зарин, зоман, V-газы, иприт, люизит, синильная кислота, фосген;
- временно выводящие из строя — ДЛК, ВZ;
- вызывающие раздражение — хлорацетофенон, адамсит, CS.

По стойкости ОВ делят на стойкие и нестойкие. К стойким ОВ относятся V-газы, иприт, зоман, которые поражают местность от нескольких часов до нескольких суток и даже месяцев. К нестойким ОВ относятся вещества, поражающее действие которых на местности сохраняется от нескольких минут до 1 часа (синильная кислота, фосген).

#### Поражение организма сильнодействующими ядовитыми веществами (СДЯВ)

СДЯВ проникают в организм человека через дыхательные пути, незащищенную кожу, слизистые глаз, а также через рот с зараженной водой или пищей.

СДЯВ классифицируются по величине опасности — токсичности для животных. По этой классификации все яды подразделяются на 4 класса:

- чрезвычайно опасные;
- высоко опасные;
- умеренно опасные;
- малоопасные.

К основным мероприятиям по организации медицинской помощи пораженным СДЯВ относятся:

- проведение в очаге поражения мероприятий противохимической защиты;
- оказание в максимально короткие сроки первой медицинской помощи пораженным;
- организация эвакуации пораженных из зараженной зоны.

#### Характеристика химических очагов поражения СДЯВ

Очаг поражения аммиаком нестойкий, быстродействующий. Агрегатное состояние аммиака в очаге — газ, аэрозоль. Поражающая токсическая доза — 15 мг/мин/л, смертельная - 100 мг/мин/л.

Аммиак — бесцветный газ, при взаимодействии с влагой воздуха образует нашатырный спирт, в смеси с кислородом взрывается.

Для защиты органов дыхания используют промышленные противогазы, при отсутствии противогаза может быть использована ватно-марлевая повязка, смоченная 5%-ным раствором лимонной кислоты.

Первая медицинская помощь — в очаге поражения осуществляется в порядке само- и взаимопомощи:

- обильно промыть глаза водой, 0,5%-ным раствором алюминиево-калиевых квасцов или 2%-ным раствором борной кислоты;
- противогаз или ватно-марлевую повязку, смоченную 5%-ным раствором лимонной кислоты;
- при попадании капель на кожу обильно смыть их водой, выйти из очага поражения по указанию органов ГО и ЧС в направлении, перпендикулярном движению ветра;

- пораженному парами аммиака обеспечить покой, независимо от состояния эвакуировать в положении лежа.

Очаг поражения азотной кислотой и окислами азота – полустойкий, замедленного действия. Агрегатное состояние — капельножидкое, аэрозольное, парообразное. Поражающая токсическая доза 1,5 мг/мин л, смертельная 7,8 мг/мин/л.

Азотная кислота и окислы азота бесцветная дымящая на воздухе жидкость.

Для защиты органов дыхания используют фильтрующие промышленные противогазы, при отсутствии противогазов ватно-марлевые повязки, полотенца, увлажненные 2%-ным раствором питьевой соды.

Первая медицинская помощь:

- обильно промыть глаза и лицо водой;
- надеть противогаз или ватно-марлевую повязку, смоченную 2%-ным раствором питьевой соды;
- смыть с открытых участков кожи капли азотной кислоты обильным количеством воды в течение 10-15 минут;
- обеспечить покой, независимо от состояния эвакуировать в положении лежа.

Очаг поражения бензином — нестойкий, быстросействующий. Поражающая токсическая доза — 198 мг/мин/л.

Бензин-это смесь различных углеводородов жирного (90-95%) и ароматического (5-10%) ряда, летучая, легко воспламеняющаяся жидкость.

Для защиты органов дыхания используются промышленные противогазы, при отсутствии — ватно-марлевая повязка, смоченная 2% раствором питьевой соды.

Первая медицинская помощь:

- вынести (вывести) на чистый воздух, расстегнуть ворот, ремень;
- надеть противогаз или ватно-марлевую повязку, смоченную водой или 2%-ным раствором питьевой соды;
- при наличии капель яда на коже — удалить их мыльным раствором;
- при обморочном состоянии дать понюхать нашатырный спирт, при остановке дыхания произвести искусственное дыхание;
- эвакуация пораженных за пределы зараженного района.

Очаг поражения хлором — нестойкий, быстросействующий. Агрегатное состояние в очаге — газообразное. Поражение в основном происходит через дыхательные пути. Поражающая токсическая доза — 0.6 мг/мин/л, смертельная — 6,0 мг/мин/л.

Хлор — газ с резким запахом, в 2,5 раза тяжелее воздуха.

Для защиты органов дыхания используют фильтрующие и промышленные противогазы, при отсутствии — ватно-марлевые повязки, полотенца, смоченные 2%-ным раствором питьевой соды.

#### Первая медицинская помощь:

- промыть глаза водой;
- надеть противогаз или ватно-марлевую повязку, смоченную 2%-ным раствором пищевой соды;
- обработать пораженные участки кожи мыльным раствором;
- пораженного парами хлора эвакуируют на носилках.

Очаг поражения окисью углерода – нестойкий, быстродействующий. Агрегатное состояние - газ. Поражающая токсическая доза – 33 мг/ мин/л, смертельная – 136,5 мг/мин/л.

Поражение происходит только ингаляционным путем, особенно опасно заражение при скоплении газа в замкнутых, плохо вентилируемых местах. Клиника интоксикации: головная боль, шум в ушах, тошнота, рвота, мышечная слабость, потеря сознания, судороги, непроизвольное мочеиспускание и коллапс, смерть от паралича дыхательного центра. Окись углерода относится к ядам, вызывающим гипоксию, парализует тканевое дыхание. Контингент поражения в очаге – тяжелая и средняя степень.

Для защиты органов дыхания используются противогазы с гопкалитовым патроном, промышленный противогаз - фильтрующий или изолирующий.

#### Первая медицинская помощь:

- надеть противогаз;
- при резком ослаблении дыхания — ингаляции кислорода;
- немедленная эвакуация пораженных людей из зараженной зоны.

#### 4. Общие меры борьбы с профессиональными отравлениями.

В настоящее время достигнуты большие успехи в борьбе с профессиональными отравлениями: систематически уменьшается общее число отравлений, в последние десятилетия значительно реже регистрируются острые отравления. Улучшение условий труда привело к снижению концентраций вредных веществ в воздухе многих цехов, большой редкостью стали тяжелые формы интоксикаций, чаще диагностируются легкие и стертые формы профессиональных отравлений. Борьба с профессиональными отравлениями проводится по ряду направлений.

Современные технологические процессы в химической и других отраслях промышленности, как правило, автоматизированы, что уменьшает число лиц, подвергающихся воздействию токсических веществ. При этом управление процессом осуществляется дистанционно, с пультов, которые расположены на большом расстоянии от источников выделения ядов.

Механизация производственных процессов, устраняя ручные операции, облегчает труд, нередко улучшает состояние воздушной среды, ограничивает контакт рабочих с ядовитыми веществами. Примерами

являются механизация процессов загрузки, фильтрации и сушки на химических заводах, загрузки доменных печей в металлургии, гальванических процессов нанесения антикоррозийных покрытий на машиностроительных заводах и т. п.

Частыми источниками выделения ядов являются неплотности в оборудовании и коммуникациях (газопроводы, трубопроводы, транспортеры), поэтому в оздоровлении воздушной среды в цехах большую роль играют замена старых аппаратов новыми, более герметичными, контроль за их состоянием с целью своевременного устранения щелей, неплотностей, возникающих в результате механического износа и коррозии.

Современные технические достижения позволяют во многих случаях заменить ручной отбор проб для контроля за ходом технологического процесса, что нередко является одной из причин выделения токсических веществ в воздух, наблюдением за показаниями приборов.

ГОСТ 12.1.007-76 требует включения в стандарты и технические условия на сырье, продукты и материалы токсикологических характеристик вредных веществ; последние должны быть и в технологических регламентах. Гигиеническая стандартизация сырья и готовых материалов — исключение или ограничение допустимых количеств вредных для здоровья компонентов сырья или примесей, которые могут быть причиной выделения ядов и действия их на работающих. Примерами являются: ограничение допустимых количеств бензола в составе смеси растворителей или полное его исключение в рецептуре многих клеев и других составов, свинца — в типографских сплавах, мышьяка — в составе «ислот и металла (при их взаимодействии образуется очень токсичный газ — мышьяковистый водород) и т. п.

Одним из путей профилактики отравлений на производстве является контроль за состоянием воздушной среды в рабочей зоне. По стандарту для веществ 1-го класса опасности он должен быть непрерывным с применением самопишущих автоматических приборов, не только регистрирующих концентрации токсических веществ, но и в случае превышения ПДК, включающих звуковые и световые сигнализаторы для принятия необходимых мер.

Периодический контроль веществ 2—4-го классов опасности осуществляется в плановом порядке (гигиеническая оценка условий труда, выявление и устранение причин выделения токсических веществ) и в некоторых экстренных ситуациях—| при расследовании причин профессиональных отравлений и др. Его осуществляют врачи по гигиене труда, их помощники и санитарные химики. По ГОСТ чувствительность методов и приборов контроля должна быть не ниже 0,5 уровня ПДК, а погрешность не превышать  $\pm 25\%$  от определяемой величины.

Опасность отравлений, как правило, возрастает при проведении плановых ремонтных работ и в аварийных ситуациях. В этих случаях необходимо, чтобы рабочее пространство было освобождено от ядовитых веществ путем продувки воздухом, промывания, дегазации. Важным является также ограничение времени пребывания рабочего в опасной зоне, внутри оборудования и емкостей, использование спецодежды, противогазов и других средств индивидуальной защиты, правильная организация работ, оказание экстренной медицинской помощи и т. п.

Спецодежда рабочих химических производств применяется преимущественно для защиты от едких жидкостей — кислот и щелочей, а для защиты кожи рук и лица употребляются защитные пасты и мази.

Контрольные вопросы:

1. Дайте определение сильнодействующих ядовитых веществ.
2. В каком случае возможно воздействие сильнодействующих ядовитых веществ на людей?
3. На какие группы разделяются все сильнодействующие ядовитые вещества?
4. Классификация отравляющих веществ.
5. На какие группы делятся отравляющие вещества по характеру токсического действия на организм?
6. Способы поражения организма сильнодействующими ядовитыми веществами.
7. Как классифицируются яды по величине опасности?
8. Что относится к основным мероприятиям по организации медицинской помощи пораженным СДЯВ?
9. Характеристика химических очагов поражения СДЯВ.
10. Первая медицинская помощь при отравлении СДЯВ.
11. Меры борьбы с профессиональными отравлениями.

## **Тема 5: Производственное освещение**

1. Общие сведения
2. Виды производственного освещения и его нормирование.
3. Источники и методы расчета искусственного освещения.
4. Профилактика заболеваний.

1. Общие сведения

Основные светотехнические характеристики - световой поток, сила света, освещенность и яркость.

Световым потоком – называют поток лучистой энергии, оцениваемый глазом по световому ощущению. За единицу светового потока принят люмен (лм) – световой поток, излучаемый точечным источником света силой в одну канделу, помещенным в вершину телесного угла в один стерадиан.

Силой света - называют пространственную плотность светового потока. За ее единицу принята кандела (кд) – сила света точечного источника, испускающего световой поток в 1 мм, равномерно распределенный внутри телесного угла в один стерадиан.

Кандела – основная светотехническая единица, устанавливаемая по специальному эталону.

Освещенность (Е) характеризует поверхностную плотность светового потока и определяется отношением светового потока  $\Phi$ , падающего на поверхность, к ее площади S, т.е.:

$$E = \Phi / S \quad (1.1)$$

Освещенность не зависит от свойств освещаемой поверхности (цвета, формы и т.д.).

Одинаковый световой поток создает равную освещенность на темных и светлых поверхностях (при равности площадей).

За единицу освещенности принят люкс (лк), равный освещенности поверхности  $1\text{м}^2$ , по которой равномерно распределен световой поток, равный 1лм. Освещенность в 1лк не позволяет выполнять большинство работ (для сравнения – освещенность поверхности земли в лунную ночь около 0,2лк, а в солнечный день доходит до 100000лк).

Основное значение для зрения имеет не освещенность поверхности, а световой поток, отраженный от этой поверхности и падающий на зрачок, т.к. уровень ощущения света глазом зависит от плотности светового потока на сетчатке глаза. Поэтому введено понятие яркости.

Яркостью (Я) - называют отношение силы света I, излучаемого элементом поверхности в данном направлении, к площади S проекции этой поверхности на плоскость, перпендикулярную к тому же направлению, т.е.:

$$Я = I / S \times \cos\alpha \quad (1.2)$$

где  $\alpha$  – угол к нормали светящейся поверхности.

Световой поток, падающий на предмет, частично отражается и частично поглощается сквозь среду тела. Эти свойства характеризуются коэффициентами отражения, поглощения, пропускания  $L_0$ ,  $L_n$ ,  $L_{пр}$  представляют собой отношения соответственно отраженного  $\Phi_o$ ,

поглощенное  $\Phi_n$  и пропущенного  $\Phi_{пр}$  предметом светового потока к падающему  $\Phi$ , т.е.

$$L_0 = \Phi_0 / \Phi ; \quad L_n = \Phi_n / \Phi ; \quad L_{пр} = \Phi_{пр} / \Phi \quad (1.3)$$

Значения указанных коэффициентов для некоторых цветов поверхностей и материалов соответственно следующие: зеркало – 0,85; 0,15; 0,0 оконное стекло – 0,08; 0,02; 0,9 черная поверхность – 0,05; 0,995; 0,0; белая – 0,8; 0,2; 0,0 ; синяя – 0,1; 0,9; 0,0

Органы зрения человека могут приспосабливаться к различной яркости света. Процесс привыкания глаза к определенному уровню освещенности называют адаптацией, время пере адаптации (обычно 1...3с) зависит от освещенности.

В зависимости от спектрального состава свет может оказывать возбуждающее действие и усиливать чувство теплоты (оранжево-красный) или тормозные процессы (сине-фиолетовый), а также действовать успокаивающе (желто-зеленый).

Гигиенические требования к производственному освещению, основанные на психофизических особенностях восприятия света и его влияния на организм человека, сводятся к следующему:

- создаваемый искусственными источниками спектральный состав света должен приближаться к солнечному;
- уровень освещенности должен быть достаточным и соответствовать гигиеническим нормам;
- освещение не должно создавать блескности как самих источников света, так и других предметов в пределах рабочей зоны;
- должна обеспечиваться равномерность и устойчивость уровня освещенности в помещении.

## 2. Виды производственного освещения и его нормирование

Рабочие места могут освещаться естественным и искусственным светом. Часто используется совмещенное или комбинированное освещение, при котором недостаточное по нормам естественное освещение дополняется искусственным.

Естественное освещение – освещение помещений рассеянным светом небосвода (прямым или отраженным), проникающим через световые проемы в наружных ограждающих конструкциях. Естественное освещение может быть боковым, верхним и комбинированным.

Боковое освещение создает значительную неравномерность в освещении участков, удаленных от окон и расположенных рядом с ними. Равномерное освещение обеспечивается верхним и особенно совмещенным естественным освещением.

Нормирование естественной освещенности осуществляется по коэффициенту естественной освещенности  $K$ , который представляет собой отношение естественной освещенности  $E_b$  в некоторой точке заданной плоскости внутри помещения при полностью открытом небосводе и выражается в %, т.е.:

$$K_{ю} = 100 (E_b / E_n) \quad (1.4)$$

Нормами установлено восемь разрядов зрительных работ по  $K_{ю}$ . Расчет естественного освещения заключается в определении площади световых проемов (окончаний фонарей) в соответствии с нормализуемым значением  $K$  и проводится с использованием следующих соотношений:

1. При боковом освещении помещения

$$100 S_o / S_{п} = e_n * k_3 * y_o * k_{3*3д} / (i_o * r_1) \quad (1.5)$$

2. При верхнем освещении

$$100 S_{ф} / S_{п} = e_n * k_3 * y_{ф} / (i_o * r_2 * k_{ф}) \quad (1.6)$$

где  $S_o$  - площадь световых проемов при боковом освещении;

$S_{п}$  - площадь пола помещения;  $e_n$  - нормированное значение коэффициента естественной освещенности;

$k_{3*3д}$  - коэффициент учитывающий затемнение окон противостоящими зданиями;

$i_o = i_1 * i_2 * i_3 * i_4$  - общий коэффициент светопропуска ( $i_1$ -стекло,  $i_2$  - переплеты окон,  $i_3$  - несущих конструкций,  $i_4$  - солнцезащитных устройств)

$r_1$  - коэффициент, учитывавший повышение коэффициента естественной освещенности при боковом освещении благодаря свету, отраженному от поверхностей помещения и подстилающего слоя, прилегающего к зданию;

$S_{ф}$  - площадь световых проемов фонарей при верхнем освещении;

$y_{ф}$  - световая характеристика фонаря или светового проема в плоскости покрытия;

$r_2$  - коэффициент, учитывающий повышение коэффициента естественной освещенности при верхнем освещении благодаря свету, отраженному от поверхности помещения;

$k_{ф}$  - коэффициент, учитывающий тип фонаря.

В процессе эксплуатации зданий уровень естественной освещенности значительно снижается в связи с загрязнением остекленных поверхностей световых проемов, а также загрязнением стен и потолков, поэтому стекла очищают не реже 2-4 раз в год и проводят регулярную побелку стен и потолков.

Искусственное освещение используют при недостаточном естественном освещении, а также в темное время суток. Искусственное освещение может быть общим, местным и комбинированным.

Общее освещение предназначено для освещения всего помещения и делится на равномерное и локализованное.

При общем равномерном освещении создаются условия для выполнения работы в любом месте освещенного пространства.

Общее локализованное освещение предусматривает размещение светильников в соответствии с расположением оборудования.

Местное освещение используют для освещения только рабочих поверхностей, его выполняют стационарным и переносным освещением. Установка только местного освещения в производственных помещениях запрещается.

Комбинированное освещение достигается добавлением местного освещения к общему. Его устраивают при выполнении работ высокой точности, а также при необходимости создания определенного или изменяемого в процессе работы направления света.

Нормирование искусственного освещения проводят по минимуму освещенности рабочих поверхностей в зависимости от характеристики зрительной работы.

Наибольшая нормируемая освещенность составляет 5000лк (разряд 1а) и наименьшая 30лк (разряд 8в).

Уровни нормируемой освещенности повышаются или понижаются в условиях, затрудняющих или облегчающих зрительную работу, увеличивающих опасность травматизма или требующих улучшения санитарного состояния. Для первых четырех разрядов обычно используют комбинированную систему освещения. Освещенность рабочей поверхности, создаваемая светильниками общего освещения должна составлять 10% нормируемой для комбинированного освещения при тех источниках света, которые применяют для местного освещения. Вместе с тем освещенность, создаваемая светильниками общего освещения, не должна выходить за пределы 500-150лк – для газоразрядных ламп и 100-50лк – для ламп накаливания.

Отношение максимальной освещенности к минимальной не должна превышать для работ 1-3 разрядов при люминесцентных лампах 1,5, а при других лампах – 2, для работ 4-7 разрядов эти значения составляют соответственно 1,8 и 3.

Аварийное освещение (в помещениях и на местах проведения работ) предусматривается в случаях, когда отключение рабочего освещения может привести к взрыву, пожару, длительному нарушению технологического процесса.

Эвакуационное освещение предусматривается в местах, опасных для прохода людей, в проходах и на местах и т.д.

Охранное освещение предусматривается вдоль границ территорий, охраняемых в ночное время.

### 3. Источники и методы расчета искусственного освещения

Источники искусственного освещения – лампы накаливания и газоразрядные лампы.

Лампы накаливания дают непрерывный спектр излучения и с преобладанием желто-красных лучей по сравнению с естественным светом. Источником света в них является раскаленная проволока из вольфрама.

Выпускают лампы: вакуумные (НВ), бес спиральные (НБ), газо-накопленные (НГ), бесспирально - ксеновым наполнением (НКБ). Недостаток ламп накаливания – небольшой срок службы (около 1000) и малый коэффициент полезного действия.

Газоразрядные лампы выпускаются низкого (люминесцентные) и высокого давления. Люминесцентная лампа представляет собой стеклянную трубку, внутренняя поверхность которой покрыта тонким слоем твердого кристаллического вещества – люминофора. Колба лампы пополнена дозированным количеством ртути (30-80 мг) и инертным газом (обычно аргоном) при давлении около 400Па. По концам трубки укреплены электроды, по которым при включении лампы протекает ток, вызывая в парах ртути электрический разряд, сопровождающийся излучением. Последнее воздействуя на люминофоры, преобразуется в световое излучение.

- лампы дневного света (ЛД);
- лампы дневного света с улучшенной цветопередачей (ЛДК);
- лампы наиболее близкие к естественному свету (ЛЕ);
- лампы белого цвета (ЛБ);
- лампы темно-белого цвета (ЛТБ);
- лампы холодно - белого цвета (ЛХБ) и др.

К газоразрядным лампам высокого (0,03-0,08Мпа) и сверхвысокого (более 0,8 Мпа) давления относятся дуговые ртутные люминесцентные лампы (ДРЛ), рефлекторные дуговые ртутные лампы с отражающим слоем (ДРЛР) и др.

Наиболее экономичны металлогалогенные лампы, светоотдача которых достигает 80лм/Вт, что в 3-4 раза выше, чем у ламп накаливания. Их срок службы до 10 000 ч.

К недостаткам газоразрядных ламп относят пульсацию светового потока, слепящее действие, шум дросселей, сложность схемы включения и т.д.

Источники света располагают в осветительной арматуре – все это вместе называют светильником или светильным прибором.

Светильники классифицируются по распределению светового потока, различают светильники прямого света, рассеянного света, преимущественно отраженного света. У первых в нижнюю полусферу излучается до 80% светового потока, у вторых от 60 до 80% и т.д.

При равномерном размещении светильников общего освещения горизонтальной рабочей поверхности для расчета осветительной установки применяют метод коэффициента использования светового потока. Этот метод позволяет учесть световой поток, отраженный от стен потолка и др. поверхностей помещения.

Расчет ведут по формуле:

$$\Phi_1 = E_n * S_z * R_3 / (n j) \quad (3.1)$$

Где  $\Phi_1$  - световой поток одного светильника, лм;

$E_n$  - нормированная освещенность, лм;

$S$  - площадь помещения, м<sup>2</sup>;

$Z$  - 1, 1-1,5 - коэффициент, учитывающий загрязнение воздуха;

$R_3$  - коэффициент запаса, учитывающий загрязнение воздуха в помещении;

$n$  - число светильников;

$j$  - коэффициент использования светового потока.

Минимальную требуемую освещенность находят по отраслевым нормам. Число светильников подбирают с учетом наиболее выгодной их расположения, далее рассчитывают необходимый световой поток светильника или одного ряда светильников. По требуемому световому потоку подбирают ближайшую стандартную лампу, определяют ее мощность, а затем мощность осветительной установки.

Точечным методом ведут расчет локализованного и местного освещения горизонтальных и наклонных поверхностей и освещением в тех случаях, когда отраженным светом можно пренебречь. При этом используют формулу:

$$E = I \cos^3 \alpha / n_p^2 R_3, \quad (3.2)$$

где  $E$  - освещенность, лк,

$I$  - сила света в направлении источника на данную точку рабочей поверхности,

КД,  $\alpha$  - угол между нормалью к рабочей поверхности и направлением светового потока, град.,

$n_p$  - высота подвеса свет-ка над рабочей поверхностью,

$R_3$  - коэффициент запаса.

Метод удельной мощности основан на определении по светотехническим справочникам удельной мощности осветительной

установки в зависимости от заданных параметров последней и числа светильников. При этом мощность лампы (Вт) подсчитывают так:

$$P_{л} = P_{у} \times S / N; \quad (3.3)$$

$P_{у}$  - удельная мощность, Вт/м<sup>2</sup>;  
 $S$  – площадь помещения, м<sup>2</sup>;  
 $N$ - число светильников.

#### 4. Профилактика заболеваний.

Во избежание переутомления зрения, связанного с частой аккомодацией и конвергенцией (акт нацеливания обоих глаз в одну точку), элементы оборудования располагают на одинаковом расстоянии от глаз рабочего и с учетом остроты зрения.

Расстояние между глазом и предметом труда должно соответствовать: для работ большой точности - 12-25 см, для работ, не требующих напряжения зрения – 25-35см, для грубых работ – более 40см.

Расстояние, на котором глаз хорошо различает предметы, составляет 390-760см, а оптимальное – 560см.

В случае плохой освещенности в глаз попадает слишком мало света, и появляется необходимость уменьшить угол рассматривания, а следовательно, приблизить объект. При этом повышается внутриглазное давление, зажимаются вены, отводящие кровь, удлиняется глазное яблоко, что ведет к перенапряжению, утомлению и близорукости глаз. Слишком большие яркости в поле зрения работающего нарушают нормальные зрительные функции глаза и вызывают блескость, которая снижает зрительную работоспособность и может вызвать раздражение, резь в глазах и головную боль.

Заболеваний глаз и травматизма можно избежать при достаточной освещенности объектов наблюдения, равномерном распределении света, постоянстве уровня освещенности, отсутствие резкой разницы между яркостями рабочей поверхности и окружающих предметов, отсутствие блескости в поле зрения работающего. Следует избегать частой переадаптации глаз.

На рабочее место свет должен падать с левой стороны или спереди. Газоразрядные лампы подключают так, чтобы не создавался стробоскопический эффект. При встречном разряде мобильных машин фары дальнего света переключают на ближний свет на расстоянии не менее 150м.

Во время выполнения особо точных работ надо периодически давать отдых глазам: закрывать их на 2-3 мин. или смотреть вдаль, так как при параллельности зрительных осей глаза отдыхают.

Для исключения блескости от отражающих лучей рабочей поверхности последние должны иметь специальное матовое или другое покрытие.

Контрольные вопросы:

1. Какие светотехнические характеристики используются для гигиенической оценки освещения?
2. Что такое освещение помещений?
3. Гигиенические требования к производственному освещению.
4. Виды производственного освещения.
5. Дайте определение естественного освещения.
6. Перечислите виды естественного освещения.
7. По какому показателю нормируется естественная освещенность?
8. Как определяется коэффициент естественной освещенности?
9. Виды искусственного освещения.
10. Назовите источники искусственного освещения.
11. Как определяется разряд работ?
12. Что такое коэффициент пульсации светового потока?
13. Каким способом можно уменьшить коэффициент пульсации светового потока?
14. Объясните суть стробоскопического эффекта.
15. Сущность метода коэффициента использования светового потока.
16. Сущность точечного метода.
17. Профилактика заболеваний.

## **Тема 6: Производственный шум и вибрация**

1. Производственный шум и вибрация.
2. Основные источники шума и вибрации.
3. Характеристика и нормирование.

### **1. Производственный шум и вибрация**

Шум – беспорядочное сочетание различных по уровню и частоте звуков. Шум не только действует на слуховой аппарат, но может вызвать расстройства сердечно - сосудистой и нервной систем, пищеварительного тракта, гипертоническую болезнь, головокружение, ослабление внимания, замедление психических реакций, повышенную склонность к различным заболеваниям и т.д. Ухо человека воспринимает звуковые колебания с

частотой от 16 до 20000 Гц. Звуки с частотой ниже 16 Гц называют инфразвуками, а выше 20000 Гц - ультразвуками. Инфразвуки и ультразвуки также воздействуют на человека, но он их не слышит.

Основными физическими параметрами шума являются: звуковое давление  $P$  и уровень звукового давления  $L_p$ , частота  $f$ , интенсивность звука  $I$  и уровень интенсивности  $L_i$ .

В зависимости от условий работы уровень звукового давления оценивается по двум методам:

- 1) нормированию по предельному спектру шума;
- 2) нормированию уровня звука.

Первый метод нормирования является основным для постоянных шумов и выражается в децибелах среднеквадратичных давлений в девяти октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами 31, 55, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц.

Второй метод нормирования общего шума, измеряемого по шкале  $A$  шумомера, называемого уровнем звука, в дБА, используется для ориентировочной оценки постоянного и непостоянного шума.

Шкала  $A$  имеет частотную коррекцию, соответствующую чувствительности человеческого уха.

Постоянный шум – уровень звука за 8-часовой рабочий день изменяется не более чем на 5 дБА. Непостоянный шум - уровень звука за 8-часовой рабочий день изменяется не менее чем на 5 дБА.

Непостоянный шум подразделяется на колеблющийся во времени, прерывистый, импульсный.

Основными методами борьбы с шумом являются:

1. Уменьшение шума в источнике его возникновения (точность изготовления узлов, замена стальных шестерен пластмассовыми и т.д.).
2. Звукопоглощение (применение материалов из минерального войлока, стекловаты, поролона и т.д.).
3. Звукоизоляция. Звукоизолирующие конструкции изготавливаются из плотного материала (металл, дерево, пластмасса).
4. Установка глушителей шума.
5. Рациональное размещение цехов и оборудования, имеющих интенсивные источники шума.
6. Зеленые насаждения (уменьшают шум на 10 – 15 дБ).
7. Индивидуальные средства защиты (вкладыши, наушники, шлемы).

Защита от ультразвука.

1. Использование в оборудовании более высоких рабочих частот, для которых допустимые уровни звукового давления выше.
2. Изготовление оборудования, излучающего ультразвук, в звукоизолирующем исполнении.
3. Устройство экранов (из листовой стали или дюралюминия, оргстекла).
4. Размещение ультразвуковых установок в специальных помещениях.

5. Загрузка и выгрузка деталей при выключенном источнике ультразвука.
6. Применение индивидуальных защитных средств.

#### Защита от инфразвука.

Основными источниками инфразвука являются двигатели внутреннего сгорания, реактивные двигатели, вентиляторы, поршневые компрессоры; машины, работающие с числом работающих циклов менее 20 в секунду.

Под действием инфразвука возникают головные боли, осязаемое движение барабанных перепонки, вибрации внутренних органов, появление чувства страха, нарушение функции вестибулярного аппарата и т.д.

Мероприятия по борьбе с инфразвуком: повышение быстроходности машин, что обеспечивает перевод максимума излучения в область слышимых частот; повышение жесткости конструкций; устранение низкочастотных вибраций; установка глушителей реактивного типа (резонансных, камерных).

## 2. Защита от вибраций

Вибрация – механические колебания упругих тел при низких частотах (1-100 Гц), передаются на человека через конструкцию машин, фундамент, пол.

Систематическое воздействие вибраций вызывает вибрационную болезнь с потерей трудоспособности. Эта болезнь возникает постепенно, сопровождается головными болями, раздражительностью, плохим сном. Появляются боли в суставах, судороги пальцев, спазмы сосудов и нарушение питания тканей тела. Особенно опасны вибрации с частотой 6 – 9 Гц, близкие к колебаниям внутренних органов.

Согласно санитарным нормам определяются предельно допустимые параметры вибраций на рабочем месте в зависимости от частоты. К этим параметрам относятся: скорость колебаний, амплитуда перемещения. Измерение вибраций производится виброметрами.

Основными методами борьбы с вибрацией являются:

1. Уменьшение вибраций в источнике его возникновения (замена ударных механизмов безударными, применение шестерен со специальными видами зацеплений, повышение класса точности обработки, балансировка и т.д.).
2. Отстройка от режима резонанса путем рационального выбора массы или жесткости колеблющейся системы.
3. Виброизоляция (применение прокладок из резины, пружины и т.д.).
4. Вибропоглощающие покрытия из фетра, войлока, резины, пластмассы, мастики и т.д.
5. Динамическое гашение колебаний – присоединение к защищаемому объекту дополнительно колеблющейся массы, работающей в противофазе с основной возмущающей силой.

6. Организационные мероприятия.
7. Индивидуальные средства защиты (виброзащитные перчатки, обувь).
8. Медико-профилактические мероприятия.

### 3. Характеристика и нормирование шума.

Измерение шума осуществляется двумя методами:

- по предельному спектру шума (в основном, для постоянных шумов в стандартных октавных полосах со среднегеометрическими частотами – 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 8000 Гц);
- по уровню звука в децибелах «А» шумомером (дБА), измеренного при включении корректировочной частотной характеристики «А», (для приблизительной оценки шума – средне-чувствительного слуха человека).

Нормируемой характеристикой постоянного шума на рабочих местах являются уровни звукового давления  $L$ , дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 63, 125, 250, 1000, 2000, 4000 и 8000 Гц. Используется также принцип, который базируется на уровне звука в дБА и измеряется при включении коррективной частотной характеристики «А» шумомера. В этом случае осуществляется интегральная оценка всего шума в отличие от спектральной.

Уровень звука, который создается предприятием или транспортом на территории жилой застройки, определяется санитарными нормами, а нормирование шума в жилых домах и зданиях общественного назначения - по СНиП 2-12-77.

Шум в учебных аудиториях, читальных залах не должен превышать 55 дБА, а на улице более 70 дБА. Допустимый уровень шума на улице днем не должен превышать 50 дБА, ночью – 40 дБА. Допустимый уровень шума в жилых помещениях не должен превышать днем – 40 дБА, а ночью – 30 дБА.

Уровень шума в 110 дБА ведет к нарушению слуховых органов, поражению центральной нервной системы, ослаблению защитных функций организма. Запрещается приближаться без средств защиты к зонам подверженным воздействию шума 135 дБА. Уровень шума в 140 дБА вызывает болевые ощущения, в 155 дБА вызывает ожоги, в 180 дБА – смерть.

#### Приборы для измерения шума.

Для измерения шума применяют микрофоны, различные приборы шумомеры. В шумомерах звуковой сигнал преобразовывается в электрические импульсы, которые усиливаются и после фильтрации регистрируются на шкале прибором и самописцем.

Для замеров уровней звукового давления и звуковой интенсивности используют следующие приборы: шумомер типа Ш-71 с октавными фильтрами ОФ-5 и ОФ-6; шумомер PS 1-202 с октавными фильтрами ОФ-

101 фирмы RET (Германия); шумомеры типа 2203, 2209 с октавными фильтрами типа 1613 фирмы «Брюль», «Кер» (Дания); измерители шума и вибрации ИШВ-1 и ВШВ-003.

Шумовые характеристики технологического оборудования определяют на расстоянии 1 м от контура машин. На рабочем месте измерение шума следует производить на уровне уха (на расстоянии 5 см от него), когда рабочий находится в основной рабочей позе.

Современные шумомеры имеют корректирующие частотные характеристики «А» и «Лин». Линейная объективная характеристика (Лин) используется при измерении уровней звукового давления в октавных полосах 63 ... 8000 Гц – по всему частотному диапазону.

Для того чтобы показатели шумомера приближались к субъективным ощущениям громкости, используется характеристика шумомера «А», которая примерно соответствует чувствительности органа слуха при разной громкости. Диапазон работы шумомера 30— 140 дБ. Частотный анализ шума производится шумомером с присоединенным анализатором спектра (набор акустических фильтров). Каждый фильтр пропускает узкую полосу частот звука, определяемую верхней и нижней границей октавных полос. При этом в производственных условиях регистрируется лишь уровень звука в дБА, а спектральный анализ ведется по магнитофонной записи шума.

#### Средства и методы защиты от шума.

Борьба с шумом осуществляется различными методами и средствами:

- снижение мощности звукового излучения машин и агрегатов;
- локализация действия звука конструктивными и планировочными решениями;
- организационно-техническими мероприятиями;
- лечебно-профилактическими мерами;
- применением средств индивидуальной защиты работающих.

Условно все средства защиты от шума подразделяются на коллективные и индивидуальные.

#### Коллективные средства защиты:

- средства, снижающие шум в источнике;
- средства, снижающие шум на пути его распространения до защищаемого объекта.

Уменьшение шума в источнике возникновения является наиболее эффективным и экономичным, (позволяет снизить шум на 5-10 дБ):

- устранение зазоров в зубчатых соединениях;
- применение глобоидных и шевронных соединений как менее шумных;
- широкое использование, по возможности, деталей из пластмасс;
- устранение шума в подшипниках;
- замена металлических корпусов на пластмассовые;

- балансировка деталей (устранение дисбаланса);
- устранение перекосов в подшипниках;
- замена зубчатых передач на клиноременные;
- замена подшипников качения на скольжение (15дБ) и т.д.

Для уменьшения шума в арматурных цехах целесообразно: использование твердых пластмасс для покрытия поверхностей, соприкасающихся с арматурной проволокой; установка упругих материалов в местах падения арматуры; применение вибропоглощающих материалов в ограждающих поверхностях машин.

К технологическим мерам снижения уровня шума в источнике относятся: уменьшение амплитуды колебаний, скорости и т.д.

Средства и методы коллективной защиты, снижающие шум на пути его распространения подразделяются на:

- архитектурно- планировочные;
- акустические;
- организационно-технические.

Архитектурно-планировочные мероприятия по снижению шума.

1. С точки зрения борьбы с шумом в градостроительстве при проектировании городов необходимо четко осуществлять разделение территории на зоны: селитебную (жилую), промышленную, коммунально-складскую и внешнего транспорта, с соблюдением согласно нормативам санитарно-защитных зон при разработке генплана.

2. Правильная планировка производственных помещений должна производиться с учетом изоляции помещения от внешних шумов и шумных производств. Производственные здания с шумными технологическими процессами следует размещать с подветренной стороны по отношению к другим зданиям и жилому поселку, и обязательно торцевыми сторонами к ним. {Взаимная ориентация зданий решается так, чтобы стороны зданий с окнами и дверями были против глухих сторон зданий. Оконные проемы таких цехов заполняются стеклоблоками, а вход делается с тамбурами и уплотнением по периметру.

3. Наиболее шумные и вредные производства рекомендуется комплектовать в отдельные комплексы с обеспечением разрывов между отдельными ближними объектами согласно санитарным нормам. Внутри помещения также объединяются с шумными технологиями, ограничивается число рабочих подверженных воздействию шума. Между зданиями с шумной технологией и другими зданиями предприятия необходимо соблюдать разрывы (не менее 100 м). Разрывы между цехами с шумной технологией и другими зданиями следует озеленить. Листва деревьев и кустарников служит хорошим поглотителем шума. Новые железнодорожные линии и станции следует отделять от жилой застройки защитной зоной шириной не менее 200 м. При устройстве вдоль линии шумозащитных экранов минимальная ширина защитной зоны равна 50 м.

Жилая застройка должна располагаться на расстоянии не менее 100 м от края проезжей части скоростных дорог.

4. Шумные цехи следует концентрировать в одном-двух местах и отделять от таких помещений разрывами или помещениями, в которых люди находятся непродолжительное время. В цехах с шумным оборудованием необходимо правильно разместить станки. Следует располагать их таким образом, чтобы повышенные уровни шума наблюдались на минимальной площади. Между участками с разным уровнем шума устраивают перегородки или размещают подсобные помещения, склады сырья, готовых изделий и т.п. Для предприятий, расположенных в черте города, наиболее шумные помещения располагают в глубине территории. {Снижение уровня шума на территории жилой застройки проводится и архитектурно-планировочными решениями (разрывы, приемы застройки), устройство шумозащитных сооружений (экранов, шумозащитных полос озеленения). Профили улиц с сооружениями, экранирующими шум.

5. Рациональное размещение акустических зон, режима движения транспортных средств и транспортных потоков.

6. Создание шумозащитных зон.

#### Классификация основных методов и средств коллективной защиты от шума

##### Акустические методы защиты от шума.

К ним относятся: звукоизоляция, звукопоглощение, звукоподавление (глушение шума).

Звукоизоляция – это способность конструкций, ограждающих или разделяющих помещения, или их элементов ослаблять проходящий через них звук.

##### Виды звукоизоляции и эффективность звукоизоляции.

При встрече звуковой энергии с ограждением часть её проходит через ограждение, часть её отражается, часть - превращается в тепловую энергию, часть – излучается колеблющейся преградой, и часть - превращается в корпусной звук, распространяющийся внутри ограждения в помещении.

Величина излучаемой звуковой энергии гораздо меньше звуковой энергии, воздействующей на ограждение со стороны источника шума, так как часть звуковой энергии отражается от ограждения.

Звукоизолирующая способность конструкции тем выше, чем выше ее поверхностная плотность. Эффективными звукоизолирующими материалами являются: бетон, дерево, плотные пластмассы и др.

Для большинства строительных конструкций и материалов имеются таблицы с экспериментальными данными их звукоизолирующей способности в активной полосе частот. При проектировании ограждений

зданий и сооружений одним из критериев выбора материалов стен, перекрытий, перегородок является их звукоизолирующая способность.

Для создания нормальных условий на рабочих местах, необходимо знать на какую величину нужно понизить звуковое давление. В качестве такого критерия предлагается величина звукоизоляции. Для определения величины звукоизоляции необходимо измерить уровень звукового давления или интенсивности от источника, и сравнить его с нормативной величиной (ГОСТ 12.1.003-83; ГОСТ 12.1.001-89; ДСН 3.3.6-037-99). Для тонального и импульсного шума, а также шума, создаваемого установками кондиционирования воздуха, вентиляции и воздушного отопления, величина  $L_g$  должна быть уменьшена  $K = 5$  дБ.

Звукоизолирующая способность ограждения зависит от геометрических размеров, числа слоев звукоизолирующего материала, его веса, упругости и частотного состава шума.

#### Звукоизоляция однослойных ограждений.

Однослойными считаются ограждения (конструкции), если они выполнены из однородного строительного материала или состоят из нескольких слоев различных материалов с собственными акустическими свойствами, жестко соединенных по всей поверхности (кирпич, бетон, штукатурка и т.д.)

Звукоизоляция ограждающих конструкций зависит от возникновения в них резонансных явлений. Область резонансных колебаний ограждений зависит от массы и жесткости ограждения, свойств материала. В основном, частота большинства строительных однослойных конструкций ниже 50 Гц. Поэтому, на низких частотах 20...63 Гц – I диапазон, звукоизоляция ограждений незначительна из-за больших колебаний ограждения вблизи первых частот собственных колебаний (провал звукоизоляции).

Звукопоглощающие конструкции условно делят на три группы: пористые звукопоглощающие, резонансные, штучные (объемные) звукопоглотители. В строительстве наиболее часто применяют пористые звукопоглощающие материалы. Конструкции из них выполняют в виде слоя необходимой толщины. Резонансные конструкции представляют собой перфорированные экраны. Обычные строительные материалы: бетон, кирпич, камень, стекло, являются плохими звукопоглотителями. Наиболее эффективно поглощают звук пористые, волокнистые материалы с малой плотностью. Звукопоглощение на предприятиях достигается облицовкой стен и потолков волокнистыми или пористыми материалами ( $\rho=80...100$  кг/м<sup>3</sup>), стекловолокнами ( $\rho=17...25$  кг/м<sup>3</sup>), ячеисто бетонными плитами типа «Силапор» ( $\rho=350$  кг/м<sup>3</sup>), бетонно-керамзитными блоками, плитами из перфорированного павинола марки «Авиапол» и др. Для закрепления эти материалы покрывают алюминиевыми перфорированными панелями, мелкоячеистой проволочной сеткой,

стеклотканями и т.п. Звукопоглощающая облицовка уменьшает шум в помещениях на 6–10 дБ.

Звукопоглощение материалов зависит от толщины. Так, толщина хлопка, ваты составляет 400–800 мм, рыхлого войлока – 180 мм, плотного войлока – 120 мм, минеральной ваты – 90 мм, пористого гипса – 6 мм.

Звукопоглощающие материалы эффективно поглощают звук средних и высоких частот. Для поглощения низкочастотного шума между звукопоглощающей облицовкой и стеной создают воздушную прослойку.

Часто применяют штучные поглотители, выполненные в виде объемных тел из звукопоглощающего материала. Их подвешивают к потолку вблизи источников шума. Для звукопоглощения применяют различные виды конструкций. Такие конструкции состоят из одного или нескольких слоев материалов, жестко связанных друг с другом. Звукопоглощающая способность такой конструкции зависит от коэффициента шумопоглощения каждого слоя.

Частичную изоляцию рабочих мест можно осуществить с помощью экранов.

Метод экранирования применяют, когда другие методы малоэффективны или неприемлемы с технико-экономической точки зрения. Экран представляет собой препятствие на пути распространения воздушного шума, за которым возникает звуковая тень. Материалом для изготовления экранов являются стальные или алюминиевые пластины толщиной 1...3 мм, покрытые со стороны источника шума звукопоглощающим материалом. Акустическая эффективность экрана зависит от его формы, размеров, расположения относительно источника шума и рабочего места.

Для борьбы с шумом используют также подвесные или штучные звукопоглотители, кубической или конической формы, выполненные из перфорированной фанеры, пластмассы, металла, заполненных пористым звукопоглощающим материалом. Эффективность звукопоглощения оценивается площадью звукопоглощения. Одним из направлений звукоизоляции является применение звукоизолирующих кабин, позволяющих дистанционно управлять производством. В качестве звукоизолирующих кабин рекомендуется использовать типовые стационарные железобетонные кабины для санузла жилых зданий. Их устанавливают непосредственно на пол на резиновых амортизаторах. Внутри проводят облицовку звукопоглощающими плитами и производят двойное остекление. При проектировании производственных помещений необходимо помнить, что с увеличением объема помещения уменьшается уровень шума. Однако, на звукопоглощение большое значение оказывает высота (Н) помещения чем его объем. При отношении расстояния между источником шума и расчетной точкой (l) к высоте помещения (Н), равной

$L/N = 0,5$ , звукопоглощение составляет 2...4 дБ; при  $L/N = 2...10$  дБ; при  $L/N = 6...12$  дБ.

При недостаточности указанных выше мер по снижению уровня шума до допустимых значений применяют комплексную звукоизоляцию. Снижение шума достигается за счет уменьшения интенсивности прямого звука путем установки ограждений, кабин, кожухов, экранов.

Сущность комплексной звукоизоляции состоит в том, что падающая на ограждение энергия звуковой волны отражается в значительно большей степени, чем проходит через него. За счет многократного отражения и экранирования рабочего места уровень понижается до допустимого значения.

Для снижения шума, создаваемого системами впуска и выпуска отработанных газов двигателей внутреннего сгорания, вентиляционными установками, компрессорами и т.п., применяют глушители шума. Они бывают абсорбционные, реактивные и комбинированные.

Абсорбционные глушители снижают шум на 5 – 15 дБ за счет поглощения звуковой энергии звукопоглощающими материалами, которыми облицована их внутренняя поверхность. Они могут быть трубчатыми, пластинчатыми, сотовыми, экранными. Последние устанавливаются на выходе газа в атмосферу или на входе в канал. Реактивные глушители снижают шум в резонансных камерах на 28 – 30 дБ.

Организационно-технические меры снижения шума.

Уменьшение шума с помощью организационно-технических мер осуществляется за счет изменения технологических процессов, устройством дистанционного управления и автоматического контроля, своевременным проведением планово-предупредительного ремонта оборудования, внедрением рациональных режимов труда и отдыха.

Средства индивидуальной защиты от шума.

В тех случаях, когда техническими средствами не удастся снизить шум и вибрацию до допустимых пределов, применяют индивидуальные средства защиты. Для снижения шума ДСН 3.3.6-037-99 рекомендует применять индивидуальные средства защиты по ГОСТ 12.1.003-88; для ультразвука (ГОСТ 12.1.001-89). Средства индивидуальной защиты от шума должны обладать следующими основными свойствами:

- снижать уровень шума до допустимых пределов на всех частотах спектра;
- не оказывать чрезмерного давления на ушную раковину;
- не снижать восприятие речи;
- не заглушать звуковые сигналы опасности;
- отвечать гигиеническим требованиям.

К индивидуальным средствам защиты органов слуха относятся внутренние и наружные противошумы (антифоны), противошумные каски.

Простейшими из внутренних противошумных средств считаются вата, марля, губка и т.д., вставленные в слуховой канал. Вата снижает шум на 3 – 14 дБ в полосе частот от 100 до 6000 Гц; вата с воском - до 30 дБ. Применяются предохранительные втулки (ушные вкладыши «Беруши»), плотно закрывающие слуховой канал и снижающие шум на 20 дБ.

К наружным противошумным средствам относятся антифоны, закрывающие ушную раковину. Некоторые конструкции противошумов обеспечивают снижение шума до 30 дБ при частотах порядка 50 Гц и до 40 дБ при частотах 2000 Гц. Антифоны утомляют человека. В настоящее время разработаны антифоны, имеющие избирательную способность, т.е. защищающие органы слуха от проникновения звука нежелательной частоты и пропускающие звуки определенной частоты. В последнее время находят применение наушники противошумные ПШ-00, каска противошумная ВЦНИИОТ-2. Они являются весьма эффективными средствами при высокочастотных шумах, однако следует учитывать, что они не очень удобны в эксплуатации и могут применяться только временно. При уровне шума больше 120 дБ наушники и вкладыши не дают необходимого ослабления шума.

#### Контрольные вопросы:

1. Перечислите основные физические параметры шума.
2. По каким методам оценивается уровень звукового давления?
3. Перечислите основные методы борьбы с шумом.
4. Что такое вибрация ?
5. Перечислите основные методы борьбы с вибрацией.
6. Какова связь между уровнями интенсивности звука и звукового давления?
7. Какие особенности негативного воздействия на человека акустического шума учитываются при гигиеническом нормировании его параметров?
8. Перечислите гигиенические критерии безопасного воздействия на человека производственного и непроизводственного шума.
9. В каких нормативных документах отражены предельно допустимые и допустимые уровни звукового давления и звука?
10. Каков принцип звукоизоляции шума?
11. Какие материалы используются в качестве звукоизолирующих средств?
12. Какие материалы используются в качестве звукопоглощающих средств?
13. Какие особенности негативного воздействия на человека вибрации учитываются при гигиеническом нормировании его параметров?
14. Перечислите гигиенические критерии безопасного воздействия на человека локальной и общей вибрации.
15. Перечислите коллективные средства виброзащиты.

16. Какие средства индивидуальной виброзащиты применяются на производстве?

17. Какими методами достигается снижение уровня опасных параметров вибрации в источнике ее образования?

## **Тема 7: Вентиляция производственных помещений**

1. Вентиляция производственных помещений.
2. Естественная вентиляция.
3. Механическая вентиляция.

1. Вентиляция производственных помещений.

Для борьбы с запыленностью и загазованностью производственных помещений и создания в них нормальных метеорологических условий широко используется вентиляция.

В зависимости от организации воздухообмена вентиляция разделяется на общеобменную, местную и комбинированную. При общеобменной вентиляции смена воздуха происходит во всем объеме помещения. Она чаще всего применяется тогда, когда вредные вещества выделяются в небольших количествах и распределяются по всему помещению. Местная вентиляция предназначена для удаления вредных веществ в местах их выделения с целью, не допустить их распространения по всему помещению. Комбинированная система использует одновременно общеобменную и местную вентиляцию.

В зависимости от способа перемещения воздуха вентиляция подразделяется на естественную и механическую (искусственную). При естественной вентиляции воздухообмен обеспечивается разностью температур в помещении и вне его, а также напором ветра, при механической — с помощью вентиляторов и эжекторов. Одновременное использование естественной и механической вентиляции образует смешанную систему вентиляции.

Если в помещении воздух только подается, вентиляция называется приточной, если воздух только удаляется, — вытяжной. В случае, когда воздух в помещение и подается, и удаляется, вентиляция называется приточно - вытяжной.

В тех помещениях, где в результате нештатных ситуаций возможно поступление больших количеств токсичных или взрывоопасных веществ, для их быстрого удаления дополнительно устраивается аварийная вентиляция. Для создания в рабочих помещениях комфортных

метеорологических условий используется самый совершенный вид вентиляции — кондиционирование.

## 2. Естественная вентиляция.

Естественная вентиляция. Самым простым и высокопроизводительным способом перемещения больших масс воздуха является естественная вентиляция. В этом случае воздухообмен обеспечивается двумя естественными факторами: 1) Разностью давлений снаружи и внутри здания, возникающей из-за разной плотности теплого и холодного воздуха; 2) Напором ветра.

Естественная вентиляция может быть неорганизованной (ин-Г фильтрация) и организованной (аэрация). При неорганизованной вентиляции поступление и удаление воздуха осуществляется через неплотности в ограждениях здания, а также через окна и форточки, открываемые без всякой системы. Производительность такой вентиляции колеблется в широких пределах и не поддается расчету, так как зависит от случайных факторов: силы и направления ветра, температуры воздуха внутри и снаружи здания, качества строительных работ и т. д.

Более надежно обеспечивает воздухообмен в помещении организованная естественная вентиляция. Она может быть вытяжной — без организованного притока воздуха (канальная вентиляция) и проточно-вытяжной с организованным притоком воздуха (аэрация) (рис. 3.1).

Наиболее рациональным способом естественного воздухообмена является аэрация. Она используется для проветривания цехов с большими теплоизбытками, способствуя удалению не только избыточного тепла, но вместе с ним и вредных паров и газов. Аэрируемые здания оборудуются тремя рядами проемов, снабженных специальными фрамугами. В стенах зданий проёмы устраиваются на двух уровнях: на высоте 1 - 1,5 м от пола и на высоте 4 - 6 м от пола. В верхней части здания (обычно в перекрытии) оборудуются застекленные светоаэрационные фонари, проемы которых снабжены фрамугами, способными открываться на необходимую величину.

В летнее время свежий воздух поступает через открытые нижние проемы и удаляется через верхние. В зимнее время поступление наружного воздуха происходит через верхние проемы в стенах. Высота принимается с таким расчетом, чтобы холодный наружный воздух, опускаясь до рабочей зоны, успел достаточно нагреться за счет перемешивания с теплым воздухом помещения. Таким образом предупреждается переохлаждение работающих.

Воздухообмен регулируется изменением положения створок фрамуг. При расчете аэрации определяют необходимую площадь проемов. Расчет производят для летнего времени при безветрии, как наиболее неблагоприятном для аэрации.

Действие ветра обычно благоприятно сказывается на воздухообмене, усиливая его. Однако при определенных направлениях ветра происходит его задувание в верхние проемы фонарей здания, в результате чего потоки наружного воздуха смешиваются с пылью и газами и попадают в рабочую зону. Для исключения этого явления устраивают так называемые не задуваемые фонари, оборудованные ветрозащитными щитами.

Воздух, поступающий в цех при аэрации, может быть, подвергнут охлаждению путем тонкого распыления воды с помощью форсунок в плоскости приточных проемов. Испаряясь, вода понижает температуру окружающего воздуха и несколько повышает его влажность. Применение искусственного охлаждения приточного воздуха аэрационных устройств особенно важно в южных районах страны.

Аэрируемые здания должны отвечать определенным архитектурно-строительным требованиям. Здание должно быть свободно по периметру, чтобы обеспечить возможность поступления в него наружного воздуха через аэрационные проемы. В виде исключения допускается пристройка, но не более 40% протяженности продольных стен.

Наилучшие условия аэрации создаются в однопролетных одноэтажных зданиях достаточной высоты. Допускается размещение аэрируемых цехов в верхних этажах многоэтажных зданий.

Большие затруднения встречаются при естественной вентиляции многопролетных зданий, ширина которых может достигать 100 - 200 м и более. В этих условиях подача свежего незагрязненного воздуха к рабочим местам, расположенным в центре помещения, практически невозможна. В этих случаях аэрацию осуществляют через специальные фонари конструкции Батурина, в которых приток и вытяжка разъединены (в то же время они являются не задуваемыми). Надо иметь в виду, что аэрация многопролетных зданий с притоком через отверстия в кровле при небольших избытках тепла в зимнее время может привести к переохлаждению рабочей зоны. В таких помещениях должна предусматриваться механическая вентиляция с подогревом воздуха.

Для управления аэрацией должны быть оборудованы надежные механизмы. Достоинством аэрации является возможность осуществления больших воздухообменов (до нескольких миллионов кубических метров в час). Устройство системы аэрации дешевле механических систем вентиляции, но значительно сложнее в управлении, так как зависит от погодных условий: величина воздухообмена может значительно колебаться в зависимости от скорости ветра, температурного режима внутри здания и других условий. В результате этого в летнее время эффективность проветривания может значительно снижаться вследствие повышения температуры наружного воздуха, особенно в безветренную погоду. При аэрации не всегда бывает, возможно, осуществить подачу свежего воздуха на все рабочие места, особенно отдаленные.

Серьезным препятствием для использования аэрации является то, что наряду с теплоизбытками воздух соответствующих рабочих помещений содержит также вредные пары, газы и аэрозоли, выброс которых в наружную атмосферу без очистки недопустим. При использовании аэрации очистка вентиляционного воздуха невозможна.

Канальная вентиляция осуществляется с помощью вытяжных шахт — каналов (смотри рис. 2.1) Для усиления тяги на выходе из канала устанавливаются специальные насадки - дефлекторы.

При аэрации поступление и удаление воздуха осуществляется через аэрационные фонари и окна, специально устроенные в здании на разной высоте. Для регулирования воздухообмена фонари и окна имеют механизмы открытия фрамуг. В холодный период года наружный воздух подают в помещение через окна, расположенные не ниже 4,5 м от пола, а в теплый период — через окна на высоте 1,5—2м (рис. 2.2).

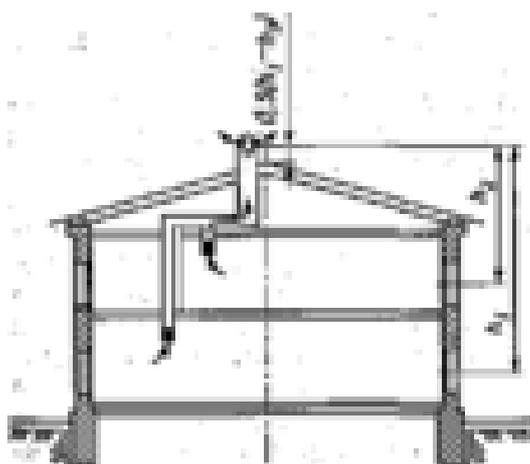


Рис. 2.1. Схема естественной канальной вытяжной вентиляции:

1 — высота нижнего яруса окон;  
2 — высота верхнего яруса окон;

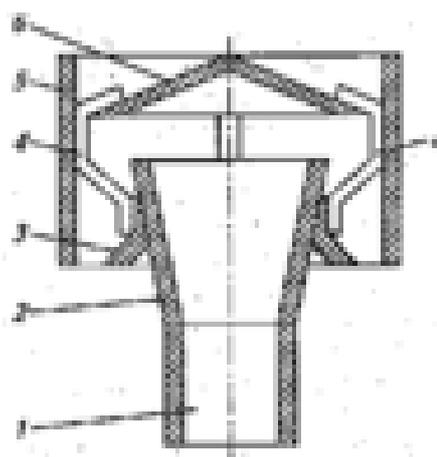


Рис. 2.2. Дефлектор ЦАГИ:

1 — шахта (воздуховод); 2 — диффузор; 3 — конус; 4 — лапки; 5 — обечайка; 6 — колпак;

Аэрация позволяет подавать в помещение большие объемы наружного воздуха и поэтому особенно часто применяется в цехах, где выделяется много тепла, а также в слабо загазованных помещениях.

К достоинствам аэрации относятся простота устройства (отсутствие вентиляторов, воздуховодов и др.) и высокая экономичность. В то же время аэрации присущ ряд недостатков. Эффективность процесса сильно

зависит от температуры, скорости и направления движения наружного воздуха. При повышении температуры и снижении скорости ветра воздухообмен уменьшается и может стать недостаточным. Подаваемый и удаляемый воздух не подвергается очистке, поэтому с подаваемым воздухом в помещение могут поступать вредные вещества, а удаляемый воздух может загрязнять окружающую среду. Кроме того, подаваемый воздух не подвергается другим видам подготовки — подогреву, охлаждению, осушке, увлажнению и т. д.

### 3. Механическая вентиляция.

Механическая вентиляция. В отличие от естественной вентиляции механическая вентиляция позволяет производить предварительную обработку приточного воздуха (очистку, увлажнение, нагрев или охлаждение) и очистку от пыли, газов и других примесей удаляемого воздуха перед выбросом его в атмосферу. Из других достоинств механической вентиляции следует отметить такие, как равномерная работа круглый год в необходимых объемах независимо от наружных погодных климатических условий, а также возможность подачи воздуха в любую точку рабочего помещения и удаления воздуха из любой точки; при необходимости величины воздухообменов можно менять в значительных пределах.

В борьбе с производственными вредностями ведущее место занимает местная механическая вытяжная вентиляция. Она предназначена для улавливания и удаления загрязненного воздуха непосредственно от мест образования или выхода вредных выделений. Эффективность действия местной вытяжной вентиляции зависит от рационального выбора и совершенства конструкции воздуха приемника местного отсоса, степени укрытия и достаточности разряжения, создаваемого установкой, и других условий.

Элементами вытяжной установки являются отсос (воздухоприемник), через который воздух удаляется из помещения, воздуховоды; вентилятор; оборудование для очистки воздуха от пыли и газов; устройство для выброса воздуха - вытяжная шахта.

Отсосы местной вытяжной вентиляции подразделяются на отсосы открытого и закрытого типов.

Местные отсосы открытого типа включают: защитно-обеспыливающие кожухи, вытяжные зонты, бортовые отсосы, шарнирно-телескопические отсосы, встроенные в рабочие места, инструменты, перемещаемые отсосы. Характерной особенностью отсосов открытого типа является то, что всасывающее отверстие располагается на некотором расстоянии от источника образования или выделения вредных веществ.

Защитный противопылевой кожух находит применение для удаления пылевого факела, образующегося при обработке материалов с помощью

точильных, шлифовальных, полировальных кругов. Кожух присоединяется в направлении перемещения частиц и снабжается специальным козырьком. Расчет необходимого воздухообмена производится с учетом диаметра круга, скорости его вращения и других условий.

Вытяжные зонты служат для локализации и удаления избыточного конвекционного тепла, других вредных веществ, которые создают устойчивый восходящий поток с тепловыделениями. Площадь зонта должна перекрывать площадь выделения вредностей. Зонты делаются открытыми со всех сторон и со свесами, которые могут быть выполнены из твердого материала либо из плотной ткани, облегчающей выполнение производственных операций под зонтом.

При удалении тепла и влаги скорость движения воздуха в горизонтальном сечении зонта может быть небольшой (0,15 - 0,25 м/с), а при удалении токсических веществ и пыли соответственно конкретным условиям - обычно 0,5 - 1,25 м/с и более.

Бортовые отсосы (щелевидные воздуха приемники) применяются преимущественно на гальванических, травильных ваннах и др.

Принцип их действия состоит в том, что затягиваемый в щель воздух, двигаясь над поверхностью ванны, увлекает с собой вредные вещества (пары кислот, щелочей и др.), препятствуя их распространению в воздухе рабочего помещения.

Отсосы устраивают однобортовые (при ширине ванны до 0,7 м), двух бортовые (при ширине 0,7 - 1 м) и с «передувкой», т. е. со сдувкой паров с зеркала ванны струей воздуха.

Количество воздуха, удаляемого бортовыми отсосами, зависит от площади зеркала ванны, токсичности выделяющихся вредных веществ, температуры раствора и других условий. Поскольку кислоты и щелочи оказывают сильное коррозирующее действие на металл, конструктивные элементы вентиляции в гальванических цехах выполняют обычно из антикоррозийных материалов, например винипласта.

При пайке и сварке применяются отсосы в виде скошенных панелей или прямоугольных отверстий в вертикальной плоскости рабочего места.

Широко применяются шарнирно-телескопические отсосы, позволяющие перемещать всасывающий патрубок в определенных пределах и таким образом приближать его к месту выделения вредностей.

Отсосы, встроенные в инструменты, применяют при пайке, полуавтоматической сварке в защитной среде углекислого газа и др. Эффективная работа местных встроенных отсосов достигается при сравнительно небольших расходах воздуха – 12 - 20 м<sup>3</sup>/ч.

При сварке на нефиксированных рабочих местах находят применение перемещаемые отсосы, которые устанавливаются в непосредственной близости от зоны образования вредных выделений. Такие отсосы могут

крепиться специальными пневматическими присосками непосредственно к инструменту.

К отсосам закрытого типа относятся вытяжные шкафы, укрытия-боксы, камеры и кабины.

Вытяжные шкафы находят широкое применение при различных операциях, связанных с выделением вредных газов, паров и т. д.

Укрытия - боксы без открытых проемов применяются при работе с особо токсичными и радиоактивными веществами. Боксы оборудуются манипуляторами или встроенными резиновыми рукавами и перчатками.

Местная вытяжная вентиляция закрытого типа при полном укрытии источников вредности является наиболее эффективным способом вентиляции, она носит название аспирации.

Для перемещения воздуха в системах механической вентиляции используются специальные воздуходувные машины-вентиляторы, которые приводятся в действие электродвигателями. Наиболее распространенными являются центробежные (радиальные) и осевые вентиляторы.

Центробежный вентилятор состоит из корпуса улиткообразной формы с размещенным внутри него лопастным колесом. При вращении колеса воздух засасывается через воздухоприемное отверстие и под влиянием центробежной силы меняет свое направление на радиальное, поступает в нагнетательное отверстие кожуха и далее в воздуховод, создавая определенное давление.

Перемещаемый вентиляторами воздух может содержать самые разнообразные вредные вещества в виде пыли, газов, паров кислот и щелочей, а также взрывоопасные смеси. В соответствии с этим применяются специальные конструкции вентиляторов: а) обычного исполнения для перемещения чистого или мало запыленного воздуха с температурой не выше 80°C; б) антикоррозийного исполнения - для перемещения агрессивных сред (пары кислот, щелочей); в) искрозащитного исполнения - для перемещения взрывоопасных смесей; г) пылевые - для перемещения пыльного воздуха (содержание пыли более 100 мг/м<sup>3</sup>).

Вентиляторы различают по номерам. Номер вентилятора соответствует величине диаметра рабочего колеса в дециметрах.

Осевой вентилятор состоит из расположенных наклонно к плоскости вращения лопастей, заключенных в цилиндрический кожух. При вращении колеса воздух перемещается параллельно оси вращения. Осевые вентиляторы используют в мало протяженных системах преимущественно для обще обменных и аварийных вытяжек, а также в рудничной вентиляции. Их достоинством является реверсивность, т. е. они могут работать как на приток, так и на вытяжку в зависимости от направления вращения лопастей.

Для подачи воздуха к намеченным местам устраиваются каналы-воздуховоды. Они обычно выполняются из листовой стали, но при наличии в воздухе агрессивных агентов (паров кислот, щелочей и др.) - из нержавеющей стали, керамики, пластмасс, дерева и других материалов.

Удаляемый из производственных помещений загрязненный воздух должен подвергаться очистке с целью предупреждения загрязнения окружающей атмосферы.

Если необходимая эффективность очистки достигается в одном пылеуловителе, то такую очистку называют одноступенчатой, при высокой запыленности удаляемого воздуха для получения требуемой чистоты прибегают к многоступенчатой очистке.

По принципу действия, конструктивному исполнению и назначению существуют разнообразные виды и типы пылеуловителей. Выбор системы очистки определяется физико-химическими свойствами пыли (концентрацией, дисперсностью, формой, химическим составом).

Простейшими пылеуловителями являются пылеосадочные камеры, в которых пыль из запыленного воздуха оседает в результате резкого уменьшения скорости его движения. Пылеосадочные камеры пригодны лишь для грубой очистки воздуха от примесей, обладают малой эффективностью и практического применения в промышленной вентиляции в настоящее время не находят.

Для очистки воздуха от пыли дисперсностью более 10 мкм применяют инерционные пылеуловители - циклоны.

Циклон представляет собой металлический резервуар, сужающийся в нижней части. Воздух поступает в циклон по касательной к внутренней его поверхности в верхней части. При этом пылевые частицы под действием центробежной силы отбрасываются к стенкам циклона, теряют скорость при ударе о них и поступают в нижнюю часть циклона, где собираются в специальном пылесборнике. Очищенный воздух уходит из циклона через выхлопную трубу. Иногда вместо одного циклона большого размера ставят два и более циклона небольших размеров (мультициклоны), что повышает эффективность очистки воздуха до 90% и более.

Задержка пыли значительно возрастает при распылении воды внутри циклона. По этому принципу устроены центробежные скрубберы и циклоны - промыватели. Пыль из них удаляется вместе с водой в виде шлама в специальные отстойники.

В последние годы находят практическое применение высокоэффективные ротационные пылеуловители (ротоклоны), которые очищают воздух от твердых и жидких примесей за счет центробежных сил и сил Кориолиса, возникающих при вращении ротора. Конструктивно они выполнены в виде центробежного вентилятора, который одновременно с перемещением воздуха очищает его от пылевых частиц размером от 10 мкм и более.

Для очистки вентиляционного воздуха от пыли применяют электрофильтры. Действие электрофильтров основано на создании сильного электрического поля при помощи постоянного тока высокого напряжения, подводимого к специальным электродам. При этом происходит ионизация воздуха, и частицы пыли, получая заряд, оседают на электродах с противоположным зарядом. Эти электроды периодически встряхиваются с помощью специальных механизмов, после чего пыль собирается в пыленакопителе и удаляется. Применяются коксовые и гравийные фильтры, орошаемые водой. В них, как показано на рисунке, воздух проходит через постоянно увлажняемый наполнитель, очищается, а пыль вместе с водой по наклонной стенке поступает в специальный отстойник.

Для тонкой и средней очистки воздуха от примесей в системах приточной и вытяжной вентиляции широко используются фильтры, в которых воздух пропускается через пористые фильтрующие материалы, способные задерживать пыль, масляные аэрозоли и другие примеси. В качестве фильтрующих материалов применяют сетки, ткани, войлок, металлические или фарфоровые кольца, различные пористые материалы. Общим недостатком таких фильтров является ограниченный срок службы из-за быстрого засорения материала. Предложены самоочищающиеся масляные фильтры и др. Несмотря на множество предложенных вариантов, проблема очистки вентиляционных выбросов от вредных газообразных, биологических и других примесей, и даже просто от пыли, остается сложной. Очистка основана на использовании таких физико-химических явлений, как абсорбция и адсорбция, хемосорбция, каталитическое и высокотемпературное дожигание и др. Ее эффективность зависит от точного знания состава выбросов, их постоянства, правильности эксплуатации сооружений и т. д. В тех случаях, когда с помощью вытяжки необходимо удалить очень агрессивные среды, способные к взрыву пыли, или легко воспламеняющиеся взрывоопасные газы (ацетилен, эфир и т. д.), применяют эжекционные установки.

Принцип действия эжектора заключается в том, что с помощью компрессора или вентилятора высокого давления, расположенного вне вентилируемого помещения, по трубе к соплу подается струя воздуха, которая выходит из него с большой скоростью и создает разрежение в камере, куда и увлекается масса воздуха из помещения. В следующих камерах (конфузоре и горловине) воздух смешивается, в диффузорной камере происходит преобразование динамического давления в статическое и далее воздух выводится наружу.

Местная приточная механическая вентиляция служит для создания требуемых гигиенических условий воздушной среды в ограниченной зоне производственного помещения. К установкам местной приточной

вентиляции относятся воздушные души, воздушные и воздушно-тепловые завесы, оазисы.

Воздушный душ представляет собой направленный на работающего поток свежего воздуха с целью предупреждения перегревов за счет улучшения теплоотдачи организма путем конвекции и испарения. Воздушное душирование применяют в горячих цехах на рабочих местах, на которых рабочие подвержены инфракрасному облучению интенсивностью  $350 \text{ Вт/м}^2$  и более.

Температура воздуха и скорость обдува определяются интенсивностью облучения, степенью тяжести работы и временем года (температура воздуха колеблется в пределах  $18 - 24^\circ\text{C}$ , скорость движения воздуха  $0,5 - 3,5 \text{ м/с}$ ). Скорость движения воздуха должна пропорционально возрастать с ростом интенсивности облучения и тяжести труда. Она больше в теплое время года. Температура подаваемого воздуха находится в обратной зависимости от указанных условий. На приточных воздуховодах устанавливаются специальные патрубки, позволяющие изменять направление струи в зависимости от положения работающего.

Наряду со стационарными установками воздушного душирования применяются и передвижные, в которых используется осевой вентилятор. Охлаждающий эффект душирующих агрегатов повышается при тонкодисперсном распылении воды в струе воздуха. Однако этот способ неприменим в цехах со значительной запыленностью воздуха.

Воздушные оазисы предусматривают улучшение метеорологических условий на ограниченной площади помещения, которая для этого отгораживается со всех сторон легкими передвижными перегородками и заполняется более холодным и чистым воздухом с заданными скоростями движения.

Воздушные и воздушно - тепловые завесы устраивают для защиты работающих от охлаждения воздухом, проникающим через ворота или другие проемы в наружных ограждениях, а также с целью предотвратить проникновение воздуха из смежных помещений через часто открываемые проемы. Завесы устраивают 2 типов: воздушные с подачей воздуха без подогрева и воздушно-тепловые с подогревом приточного воздуха в калориферах. Подаваемый воздух через щелевидный воздуховод поступает со скоростью  $10 - 15 \text{ м/с}$  под определенным углом навстречу холодному потоку, препятствуя его попаданию в помещение, и, частично смешиваясь с ним, поступает в рабочее помещение.

Общеобменная вентиляция наиболее часто применяется в тех случаях, когда вредные вещества, избыточное (преимущественно конвекционное) тепло, и влага выделяются рассредоточено, по всему рабочему помещению и удалить их с помощью местных отсосов технически не представляется возможным, а также в тех случаях, когда

необходимо разбавить до ПДК остатки воздуха, не захватываемого местными отсосами.

Принцип действия обще обменной вентиляции основан на разбавлении загрязненного, перегретого или пере увлажненного воздуха до уровней соответствующих гигиеническим требованиям, что является менее эффективным и значительно менее экономичным.

Устройство приточной вентиляции производственных помещений. Приточный воздух необходимо подвергать обработке: подогреву или охлаждению, очищать от пыли, а в некоторых случаях увлажнять.

Приточная вентиляционная установка состоит из устройства для забора воздуха – воздуха приемника, воздуховодов, фильтров для очистки воздуха от загрязнений, калориферов для подогрева воздуха, вентилятора, воздухораспределителей или насадкой, через которые воздух подается в помещение. Фильтр, калорифер и вентилятор обычно устанавливаются в одном помещении, в так называемой приточной вентиляционной камере.

Забор наружного воздуха установками приточной вентиляции производится через специальные воздухоприемные устройства (шахты, проемы в стенах), которые должны размещаться в наиболее чистой зоне, на высоте не менее 2 м над уровнем земли (чтобы избежать попадания поднимающейся с поверхности пыли). При строительстве многопролетных сблокированных зданий допускается размещение воздухозаборных отверстий над кровлей здания. Важно правильно с учетом розы ветров разместить относительно друг друга воздухозаборные устройства и шахты для удаления воздуха, а также вытяжные аэрационные фонари. Воздухозаборные устройства должны защищаться козырьками, решетками, жалюзиями.

Как уже отмечалось, при необходимости приточный воздух подвергается очистке; для этих целей используются фильтры различной конструкции (с пористыми фильтрующими материалами, тканевые и др.). Состояние фильтров необходимо систематически контролировать.

Подогрев воздуха в холодное время года осуществляется калориферами. В качестве теплоносителя используют горячую воду или пар. Увлажнение приточного воздуха производится в специальных агрегатах - камерах орошения обычно путем мелкодисперсного распыления воды. Может потребоваться увлажнение подогретого воздуха в зимнее время, поскольку его относительная влажность может снижаться до величин, значительно ниже нормируемых. Охлаждение воздуха достигается путем распыления воды или пропускания через калорифер хладоносителя.

Вентиляционные камеры должны быть максимально уплотнены во избежание подсоса загрязненного воздуха из прилегающих помещений, располагаться вне зоны выделения избыточного тепла, запыленности и

загазованности. Они должны содержаться в чистоте, иметь свободный доступ для наблюдения, эксплуатации оборудования и уборки.

Воздуховоды в установках приточной вентиляции выполняются обычно из листовой стали, имеют круглое или прямоугольное сечение. На магистральных воздуховодах, а также конечных их разветвлениях могут устанавливаться шиберы или клапаны, предназначенные для регулировки подачи воздуха. Прокладка воздуховодов по цеху по возможности не должна загромождать помещения, мешать производственному процессу, снижать естественное освещение и создавать тени при искусственном освещении.

Распределение воздуха в помещении производится с помощью специальных устройств - воздухораспределительных насадок, обеспечивающих заданное направление и скорость движения приточного воздуха. Скорость воздуха и его температура определяется расчетным путем с учетом нормативных требований.

При одновременном выделении нескольких вредных веществ однонаправленного действия расчет обще обменной вентиляции должен вестись путем суммирования объемов воздуха, необходимого для разбавления каждого вещества в отдельности до установленной для каждого из них предельно допустимой концентрации.

Извлечение и раздача воздуха при обще обменной механической вентиляции могут быть рассеянными и сосредоточенными. При организации воздухообмена надо исходить из того, что воздух должен извлекаться из зон наибольшего загрязнения, а подаваться как можно ближе к местам постоянного пребывания рабочих на высоте 1,5 -2 м от пола и иметь температуру в соответствии с санитарными нормами с учетом конкретных условий. Однако приточный воздух может подаваться и в другие зоны.

Так, в помещениях с избыточными тепловыделениями, при отсутствии загрязнения воздуха вредными веществами приточный воздух более низкой температуры может подаваться на высоте 3 - 4 м от пола, с тем чтобы он, смешиваясь с теплым воздухом помещения, не вызывал переохлаждения работающих.

В запыленных помещениях воздух подается в верхнюю зону с небольшими скоростями, чтобы не препятствовать седиментации пыли и не поднимать в воздух уже осевшую пыль.

В помещениях с избыточным содержанием влаги воздух также подается в верхнюю зону.

Рециркуляция воздуха в системах приточно-вытяжной вентиляции применяется в холодное и переходное время года в целях экономии тепла, затрачиваемого на подогрев воздуха. При рециркуляции часть воздуха, удаляемого из помещения после соответствующей очистки от вредных веществ, снова направляется в помещение.

В соответствии с нормативами при использовании принципа рециркуляции необходимо соблюдать следующие условия: количество наружного воздуха должно составлять не менее 20% от общего количества воздуха, подаваемого в помещение; воздух, поступающий в помещение, не должен содержать более 30 ПДК вредных веществ 4-го класса опасности. При наличии в воздухе более вредных веществ - 1, 2, 3-го классов опасности - рециркуляция запрещается. Применение рециркуляции также недопустимо в производственных помещениях, воздух которых может содержать неприятные запахи или болезнетворные бактерии, вирусы, грибы. Рециркуляция недопустима в пожароопасных помещениях.

Кондиционирование воздуха - это создание и автоматическое регулирование в помещениях заданных параметров микроклимата и санитарно-гигиенических параметров (температуры, влажности, подвижности воздуха). Системами кондиционирования должен подаваться воздух, свободный от пыли. Иногда к нему предъявляются требования по очистке от бактерий, по ионизации, дезодорации или ароматизации.

На промышленных предприятиях кондиционирование воздуха применяется в двояких целях: либо для обеспечения оптимальных санитарно-гигиенических условий микроклимата, создание которых с помощью обычной вентиляции невозможно, либо в технологических целях. В последнем случае кондиционеры применяют для поддержания определенных температурно - влажностных условий при работе на прецизионном оборудовании, предназначенном для обработки изделий с минимальными допусками (точное машиностроение, оптическая промышленность, приборостроение); для обеспечения особой чистоты воздуха (полупроводниковая, электровакуумная промышленность и т. п.); для поддержания заданного содержания влаги в материалах и продукции (ткацкие цехи и др.).

Неотъемлемой частью систем кондиционирования воздуха являются технические средства контроля, автоматического и дистанционного управления, а также средства обработки воздуха (тепло - или хладоснабжения, осушения или увлажнения, очистки).

Системы кондиционирования по способу приготовления и раздачи воздуха подразделяются на центральные и местные. В центральных кондиционерах обработка воздуха осуществляется в агрегатах, установленных вне обслуживания помещений, откуда он распределяется по воздуховодам. В местных кондиционерах приготовление воздуха происходит непосредственно в обслуживаемом помещении, а раздача - без воздуховодов.

Кондиционеры, которые могут постоянно работать только на свежем наружном воздухе, носят название прямоточных. Такие кондиционеры применяются для помещений, в которых по санитарным требованиям не допускается рециркуляция воздуха.

Другие кондиционеры – не прямоточные - работают по схеме частичной рециркуляции воздуха. Применение рециркуляции в системах кондиционирования допускается в любое время года, при этом должны строго соблюдаться санитарные требования рециркуляции. Кондиционеры не должны служить источниками вторичного загрязнения воздуха, например повышенным содержанием углекислого газа при нарушении правил рециркуляции; масляными аэрозолями в случае использования масляных фильтров для очистки приточного воздуха и т. п.

Кондиционирование воздуха - перспективный в гигиеническом отношении вид вентиляции производственных помещений. Хотя оно и требует по сравнению с другими видами вентиляции больших средств на ее устройство и эксплуатацию, однако, как показывает опыт, эти затраты окупаются за счет повышения работоспособности, а следовательно, и производительности труда, улучшения качества продукции и т. п.

Уже сегодня применение кондиционирования воздуха является незаменимым средством поддержания комфортных микроклиматических условий в кабинах промышленных кранов, кабинах пультов управления и других ограниченных по объему помещениях, размещенных в цехах с избыточными теплогазовыделениями.

Контрольные вопросы:

1. В зависимости от организации воздухообмена на какие виды разделяется вентиляция?
2. Какая бывает вентиляция в зависимости от способа перемещения воздуха?
3. В каком случае устраивается аварийная вентиляция?
4. Как происходит поступление и удаление воздуха при неорганизованной вентиляции?
5. Как происходит поступление и удаление воздуха при организованной вентиляции?
6. Как осуществляется канальная вентиляция?
7. Для чего устанавливаются специальные насадки – дефлекторы?
8. В чем достоинство механической вентиляции?
9. Для чего служат вытяжные зонты?
10. Назовите простейшие пылеуловители?
11. Принцип действия пылесосной камеры?
12. В каком случае применяют инерционные пылеуловители – циклоны?
13. Принцип действия циклона.
14. Преимущество высокоэффективного ротационного пылеуловителя.
15. Принцип действия высокоэффективного ротационного пылеуловителя.
16. Что относится к установкам местной приточной вентиляции.
17. В каком случае применяется общеобменная?
18. Что такое кондиционирование воздуха?

19. Для чего используются калориферы?
20. Принцип действия обще обменной вентиляции.

## **Тема 8: Неионизирующие электромагнитные излучения и поля**

1. Неионизирующие электромагнитные излучения и поля.
2. Виды неионизирующих излучений.
3. Влияние на организм человека электромагнитных полей и неионизирующих излучений.
4. Последствия действия излучения для здоровья человека.

### 1. Неионизирующие электромагнитные излучения и поля.

К неионизирующим электромагнитным излучениям и полям относят электромагнитные излучения радиочастотного и оптического диапазонов. К ним условно также относят статические электрические и постоянные магнитные поля, хотя они излучениями не являются.

Электромагнитные излучения (ЭМИ) распространяются в виде электромагнитных волн. Основными физическими характеристиками волн являются: длина волны —  $\lambda$ , м, частота колебаний — Гц и скорость распространения —  $V$ , м/с.

Электромагнитное поле — это фундаментальное физическое поле, которое взаимодействует с электрически заряженными телами, и представляет собой совокупность электрических и магнитных полей, которые могут, при каких-либо определённых условиях, порождать друг друга. Основными физическими параметрами электромагнитного поля радиочастот являются их магнитные свойства.

К волновым свойствам, обладающим биологическим действием, относят отражение, преломление, интерференцию и дифракцию. Волновые характеристики ЭМИ определяют степень поглощения их тканями и глубину проникновения в них.

Кроме волновых свойств, различают и квантовые параметры электромагнитного излучения. При этом излучение рассматривается как прерывистый процесс в виде отдельных элементарных порций — квантов.

Биологическое действие электромагнитного излучения, особенно ультрафиолетового, рентгеновского и гамма - диапазонов частот, определяется главным образом энергией кванта. В радиодиапазоне эта энергия минимальна и не имеет биологического значения.

Неионизирующие электромагнитные излучения и поля по происхождению делятся на естественные и антропогенные.

В спектре естественных электромагнитных полей условно можно выделить несколько составляющих — это постоянное магнитное поле Земли, электростатическое поле и переменные электромагнитные поля в диапазоне частот от 10<sup>-3</sup> Гц до 10<sup>12</sup> Гц.

Антропогенными источниками излучения электромагнитной энергии в окружающую среду являются антенные системы радиолокационных станций (РЛС), радио - и теле радиостанций, в том числе систем мобильной радиосвязи, воздушные линии электропередачи и др.

Наиболее часто электромагнитные колебания именуют либо в величинах длины волны — миллиметровые, сантиметровые, дециметровые, метровые, либо в величинах частоты колебаний — герцах (Гц), килогерцах (10<sup>3</sup> Гц), мегагерцах (10<sup>6</sup> Гц), гигагерцах (10<sup>9</sup> Гц).

Электромагнитные излучения естественного происхождения играют важную роль в становлении жизни на Земле и ее последующих этапах развития.

Особое внимание при изучении влияния естественных ЭМИ на живую природу уделяется геомагнитному полю как одному из важнейших факторов окружающей среды. Отмечено, что под влиянием естественных электромагнитных полей имеет место целый ряд реакций со стороны различных систем у бактерий, млекопитающих и других организмов. Наличие у живых существ (моллюски, пчелы, голуби, человек и др.) биогенного магнетита позволяет сделать предположение о возможности прямой магниторецепции. Изучение магниторецепции у человека дало основание считать, что она представлена как в структурах мозга, так и надпочечниках.

Резкие колебания в сторону снижения или увеличения от "привычных" для биосистем параметров естественных ЭМИ может обуславливать в организме серьезные негативные последствия.

Так, установлено, что геомагнитные возмущения могут оказывать синхронизирующее влияние на биологические ритмы и другие процессы в организме. Они могут вызывать модулирующий эффект функционального состояния мозга. В период возникновения геомагнитных возмущений имеет место увеличение числа клинически тяжелых медицинских патологий (инфарктов миокарда, инсультов), числа дорожно-транспортных происшествий и аварий самолетов, вызовов скорой помощи. При магнитных бурях неблагоприятное воздействие на организм испытывают около 30 % населения.

В условиях трудовой деятельности работа с персональными электронно-вычислительными машинами (ПЭВМ) сопровождается воздействием на организм целого ряда факторов, способных оказать в определенных условиях неблагоприятное влияние на функциональное состояние организма и работоспособность пользователей.

К таким факторам относятся интенсификация и формализация интеллектуальной деятельности (большая зрительная нагрузка, постоянная концентрация внимания и быстрое его переключение с одного объекта на другой), а также напряжение зрительного анализатора у сотрудника.

Работа с видеотерминалами (ВДТ) вызывает напряжение зрительных функций, которое обусловлено рядом причин:

- необычный контраст между фоном и символами на экране ВДТ;
- нечеткость символов на экране по сравнению с печатным текстом;
- непривычная форма символов;
- затрудненность по желанию изменения расстояния между глазами и экраном и направления взгляда по сравнению с привычными условиями при чтении печатного текста;
- затрудненность фокусировки горизонтального взгляда по сравнению с взглядом, направленным вниз;
- осознанное или бессознательное восприятие дрожания или мелькания изображения;
- наличие различных отражений на экране (особенно, если компьютер установлен неправильно или его поверхность лишена антибликового покрытия).

Применение цветных дисплеев существенно увеличивает опасность неблагоприятного влияния их на здоровье пользователей, что обусловлено более низкой четкостью изображения за счет так называемого не сведения цветов.

Основными физическими факторами, воздействующими на организм пользователей являются электростатическое поле, электрическое поле 50 Гц, электромагнитное поля радиочастот.

Исследования показали, что электромагнитное, ультрафиолетовое и инфракрасное излучение и электростатическое поле от ВДТ являются низкоинтенсивными и на расстоянии 30—50 см от экрана не превышали ПДУ. Величина напряженности электростатического поля и напряженность электромагнитных полей на рабочих местах в большинстве случаев не превышают нормативные показатели. Лишь в отдельных работах приводятся результаты, когда эти параметры в 9—15 % случаев превышали установленные нормативы. Так, превышение ПДУ электромагнитных полей по электрической составляющей имело место в диапазоне 5—2000 Гц от 4 до 10 раз; а в диапазоне 2—400 кГц — от 5 до 8 раз; по магнитной составляющей — в 1,5 раза.

Учитывая, что вся эволюция человека как вида протекала при постоянном регулирующем влиянии естественных ЭМП, обеспечивающих ему в комплексе с другими факторами условия для осуществления нормальной жизнедеятельности, то любые колебания как в сторону увеличения, так и уменьшения параметров ЭМИ могут обуславливать

развитие неблагоприятных изменений в состоянии здоровья лиц, находящихся в такой среде.

Результаты клинико - физиологических исследований лиц, работающих в экранированных помещениях, свидетельствуют о развитии у них ряда функциональных изменений в ведущих системах организма. Так, со стороны центральной нервной системы выявлены признаки дисбаланса основных нервных процессов в виде преобладания торможения, дистонии мозговых сосудов с наличием регулярной межполушарной асимметрии, отмечено возрастание амплитуды нормального физиологического тремора, удлинение времени зрительно-моторной реакции и др.

Исследованиями установлены нарушения в иммунной системе, а также в механизмах регуляции вегетативной нервной системы, проявляющихся в развитии функциональных изменений со стороны сердечнососудистой системы в виде лабильности пульса и артериального давления, нейроциркуляторной дистонии гипертензивного типа, нарушения процесса деполяризации миокарда. Отмечен рост заболеваемости с ВУТ у лиц, длительное время работающих в экранированных сооружениях.

В эксперименте у животных в условиях ослабленного геомагнитного поля были отмечены изменения со стороны ЭЭГ - активности и условно рефлекторной деятельности животных, свидетельствующие о нарушении силы нервных процессов в сторону усиления тормозного. Эндокринная система реагировала снижением активности гонадотропных гормонов гипофиза, со стороны репродуктивной системы имело место удлинение эстральных циклов, а также морфофункциональных изменений в яичниках и матке. Выявлены изменения в состоянии гуморального и клеточного звеньев иммунной системы животных.

До настоящего времени во всем мире, отсутствовали какие - либо гигиенические рекомендации, регламентирующие воздействие на человека ослабленного геомагнитного поля. Основными нормируемыми параметрами геомагнитного поля являются его интенсивность и коэффициент ослабления.

## 2. Виды неионизирующих излучений.

ЭМИ различают по частоте и длине волны:

- наименование частотного диапазона (частотный диапазон);
- наименование волнового диапазона (волновой диапазон);
- крайне низкие (КНЧ) - 3-30 Гц;
- декаметровые (сверхдлинные) - 100-10 Мм;
- сверхнизкие (СНЧ) - 30-300 Гц;
- метровые (сверхдлинные) - 10-1 Мм;
- инфранизкие (ИНЧ) - 0,3-3 кГц;

- гектокилометровые (сверхдлинные) - 1 000-100 км;
- очень низкие (ОНЧ) - 3-30 кГц;
- мириаметровые (сверхдлинные) - 100-10 км;
- низкие частоты (НЧ) - 30-300 кГц ;
- километровые (длинные) - 10-1 км;
- средние (СЧ) - 0,3-3 МГц;
- гектометровые (средние) - 1-0,1 км;
- высокие частоты (ВЧ) - 3-30 МГц ;
- декаметровые (короткие) - 100-10 м;
- очень высокие (ОВЧ) - 30-300 МГц;
- метровые (ультракороткие) - 10-1 м;
- СВЧ - радиоизлучение 300 МГц-3 ГГц    Дециметровые (УКВ)    1 м-10 см
- СВЧ - радиоизлучение 3 ГГц-30 ГГц    Сантиметровые (УКВ)    10 см-1 см
- СВЧ - радиоизлучение 30 ГГц-300 ГГц    Микроволны (УКВ)    1 см-1 мм

Радиоволны используются:

- микроволновое излучение - термообработка металлов, микроволновые печи, сотовая связь, Wi-Fi, Bluetooth, WiMax;
- сантиметровые волны - микроволновые печи, промышленные плазменные СВЧ-установки, связь на орбите земли, спутниковое телевидение;
- дециметровые волны (ДМВ) - радиорелейная связь, радиолокация, сотовая связь, телевидение;
- метровые волны - стереофоническое вещание, радиолокация, телевидение;
- декаметровые (короткие) - радиовещание, радиосвязь;
- гектометровые (средние) - наиболее используемые для радиовещания, сигналы бедствия;
- километровые (длинные) - радиовещание, радиосвязь, способны обогнуть земной шар;
- мириаметровые (сверхдлинные) - связь с подводными лодками, (легко огибают Землю);
- гектокилометровые (сверхдлинные) ;
- мегаметровые (сверхдлинные) - связь с подводными лодками, геофизические исследования, (оглают Землю);
- декамегаметровые (сверхдлинные) - связь с подводными лодками, геофизические исследования (способны обогнуть Земной шар);

Волны с длиной  $\lambda < 1$  м ( $\nu > 300$  МГц) принято также называть микроволнами или волнами сверхвысоких частот (СВЧ). Между инфракрасными волнами и микроволнами находятся терагерцовые волны (терагерцовое, или субмиллиметровое, излучение) - диапазон от 1 мм (300 ГГц) до 0,1 мм (3 ТГц), (циклотрон, сканирование багажа и людей). Терагерцовое излучение в отличие от рентгеновского безвредно. Лазер -

оптический квантовый генератор направленного пучка световых волн, широко используется в медтехнике.

Терагерцовое излучение - 300 ГГц - 3 ТГц 0,1 мм - 1мм. Циклотрон, линейный ускоритель, лазер;

Инфракрасное излучение - 1,5 ГГц - 429 ТГц. 2000 мкм - 780 нм ;  
Излучение молекул и атомов при тепловых и электрических воздействиях;  
Оптическое, или видимое излучение - 429 ТГц - 750 ТГц -780-380 нм;

Ультрафиолетовое -  $7,5 \times 10^{14}$  Гц -  $3 \times 10^{16}$  Гц - 380 - 10 нм  
Излучение атомов под воздействием ускоренных электронов;

Рентгеновские (ионизирующее коротковолновое) -  $3 \times 10^{16}$ -  $6 \times 10^{19}$  Гц  
10 -  $5 \times 10^{-3}$  нм. Атомные процессы при воздействии ускоренных заряженных частиц;

Гамма (ионизирующее коротковолновое) - более  $6 \times 10^{19}$  Гц, менее  $5 \times 10^{-3}$  нм. Ядерные и космические процессы, радиоактивный распад.

Атмосфера Земли, является фильтром для опасных волн, идущих от Солнца. Лучи с длиной волны менее 290 нм задерживаются озоном верхних слоев. Озоном, парами воды и углекислым газом поглощается длинноволновая область. ЭМВ с длиной волны 400-750 нм воспринимают наши глаза, ЭМВ с длиной волны 300-900 нм - это световые волны. Волны с длиной менее 400 нанометров - ультрафиолетовые, с длиной более 800 нм - инфракрасные волны или излучение.

Дециметровый и сантиметровый диапазон волн - самый вредоносный для живых организмов. Волна с длиной волны менее 1 см, имея высокую энергию, быстро ее теряет, а длинные волны обладают малой энергией (проходят через тело).

### 3. Влияние на организм человека электромагнитных полей и неионизирующих излучений.

Электромагнитное поле (ЭМП) радиочастот характеризуется способностью нагревать материалы, распространяться в пространстве и отражаться от границы раздела двух сред, взаимодействовать с веществом. При оценке условий труда учитываются время воздействия ЭМП и характер облучения работающих.

Электромагнитные волны лишь частично поглощаются тканями биологического объекта, поэтому биологический эффект зависит от физических параметров ЭМП радиочастот: длины волны (частоты колебаний), интенсивности и режима излучения (непрерывный, прерывистый, импульсно-модулированный), продолжительности и характера облучения организма (постоянное, интермиттирующее), а также от площади облучаемой поверхности и анатомического строения органа или ткани. Степень поглощения энергии тканями зависит от их способности к ее отражению на границах раздела, определяемой содержанием воды в тканях и другими их особенностями. При воздействии

ЭМП на биологический объект происходит преобразование электромагнитной энергии внешнего поля в тепловую, что сопровождается повышением температуры тела или локальным избирательным нагревом тканей, органов, клеток, особенно с плохой терморегуляцией (хрусталик, стекловидное тело, семенники и др.). Тепловой эффект зависит от интенсивности облучения.

Действие ЭМП радиочастот на центральную нервную систему при плотности потока энергии (ППЭ) более 1 мВт/см<sup>2</sup> свидетельствует о ее высокой чувствительности к электромагнитным излучениям.

Изменения в крови наблюдаются, как правило, при ППЭ выше 10 мВт/см<sup>2</sup>. При меньших уровнях воздействия наблюдаются фазовые изменения количества лейкоцитов, эритроцитов и гемоглобина (чаще лейкоцитоз, повышение эритроцитов и гемоглобина). При длительном воздействии ЭМП происходит физиологическая адаптация, или ослабление иммунологических реакций.

Поражение глаз в виде помутнения хрусталика — катаракты — является одним из наиболее характерных специфических последствий воздействия ЭМП в условиях производства. Помимо этого следует иметь в виду и возможность неблагоприятного воздействия ЭМП - облучения на сетчатку и другие анатомические образования зрительного анализатора.

Клинико - эпидемиологические исследования людей, подвергавшихся производственному воздействию СВЧ - облучения при интенсивности ниже 10 мВт/см<sup>2</sup>, показали отсутствие каких - либо проявлений катаракты.

Воздействие ЭМП с уровнями, превышающими допустимые, может приводить к изменениям функционального состояния центральной нервной и сердечнососудистой систем, нарушению обменных процессов и др. При воздействии значительных интенсивностей СВЧ могут возникать более или менее выраженные помутнения хрусталика глаза. Нередко отмечаются изменения в составе периферической крови. Начальные изменения в организме обратимы. При хроническом воздействии ЭМП изменения в организме могут прогрессировать и приводить к патологии.

Интенсивность электромагнитных полей радиочастот на рабочих местах персонала, проводящего работы с источниками ЭМП, и требования к проведению контроля регламентируют специальные ГОСТы.

ЭМП радиочастот в диапазоне частот 60 кГц — 300 МГц оценивается напряженностью электрической и магнитной составляющих поля; в диапазоне частот 300 МГц — 300 ГГц — поверхностной плотностью потока энергии (ППЭ) излучения и создаваемой им энергетической нагрузкой (ЭН).

Максимальное значение ППЭпду не должно превышать 10 Вт/м<sup>2</sup> (1000 мкВт/см<sup>2</sup>).

Средства и методы защиты от ЭМП подразделяются на три группы: организационные, инженерно-технические и лечебно-профилактические.

Организационные мероприятия предусматривают предотвращение попадания людей в зоны с высокой напряженностью ЭМП, создание санитарно-защитных зон вокруг антенных сооружений различного назначения.

Общие принципы, положенные в основу инженерно-технической защиты, сводятся к следующему: электрогерметизация элементов схем, блоков, узлов установки в целом с целью снижения или устранения электромагнитного излучения; защита рабочего места от облучения или удаление его на безопасное расстояние от источника излучения. Для экранирования рабочего места используют различные типы экранов: отражающие и поглощающие.

В качестве средств индивидуальной защиты рекомендуются специальная одежда, выполненная из металлизированной ткани, и защитные очки.

Лечебно-профилактические мероприятия должны быть направлены, прежде всего на раннее выявление нарушений в состоянии здоровья работающих. Для этой цели предусмотрены предварительные и периодические медицинские осмотры лиц, работающих в условиях воздействия СВЧ, — 1 раз в 12 месяцев, УВЧ и ВЧ - диапазона — 1 раз в 24 месяца.

Электрические поля токов промышленной частоты. Источниками электрических полей (ЭП) токов промышленной частоты являются линии электропередачи высокого и сверхвысокого напряжения, открытые распределительные устройства (ОРУ).

При длительном хроническом воздействии ЭП возможны субъективные расстройства в виде жалоб невротического характера (чувство тяжести и головная боль в височной и затылочной областях, ухудшение памяти, повышенная утомляемость, ощущение вялости, раздражительность, боли в области сердца, расстройства сна; угнетенное настроение, апатия, своеобразная депрессия с повышенной чувствительностью к яркому свету, резким звукам и другим раздражителям), проявляющиеся к концу рабочей смены. Расстройства в состоянии здоровья работающих, обусловленные функциональными нарушениями в деятельности нервной и сердечнососудистой систем астенического и астеновегетативного характера, являются одним из первых проявлений профессиональной патологии.

Допустимые уровни напряженности электрических полей установлены в специальном ГОСТе ССБТ.

Стандарт устанавливает предельно допустимые уровни напряженности электрического поля частотой 50 Гц для персонала, обслуживающего электроустановки и находящегося в зоне влияния создаваемого ими ЭП, в зависимости от времени пребывания и требований к проведению контроля уровней напряженности ЭП на рабочих местах.

Предельно допустимый уровень напряженности воздействующего ЭП равен 25 кВ/м. Пребывание в ЭП напряженностью более 25 кВ/м без средств защиты не допускается.

Допустимое время пребывания в ЭП напряженностью свыше 5 до 20 кВ/м включительно определяется по формуле.

Допустимое время пребывания в ЭП может быть одноразово или дробно в течение рабочего дня. В остальное рабочее время напряженность ЭП не должна превышать 5 кВ/м.

Требования ГОСТа действительны при условии исключения возможности воздействия электрических зарядов на персонал, а также при условии применения защитного заземления всех изолированных от земли предметов, машин и механизмов, к которым возможно прикосновение работающих в зоне влияния ЭП.

Средства защиты от электрического поля частотой 50 Гц:

- стационарные экранирующие устройства (kozyрьки, навесы, перегородки);
- переносные (передвижные) экранирующие средства защиты (инвентарные навесы, палатки, перегородки, щиты, зонты, экраны и т. д.).

К индивидуальным средствам защиты относятся: защитный костюм — куртка и брюки, комбинезон; экранирующий головной убор — металлическая или пластмассовая каска для теплого времени года и шапка-ушанка с прокладкой из металлизированной ткани для холодного времени года; специальная обувь, имеющая электропроводящую резиновую подошву или выполненная целиком из электропроводящей резины.

Комплекс лечебно - профилактических мероприятий для работающих аналогичен требованиям как при действии ЭМП диапазона радиочастот.

Статическое электричество — это совокупность явлений, связанных с возникновением, сохранением и релаксацией свободного электрического заряда на поверхности и в объеме диэлектрических и полупроводниковых материалов или на изолированных проводниках. Постоянное электростатическое поле (ЭСП) — это поле неподвижных зарядов, осуществляющее взаимодействие между ними. Возникновение зарядов статического электричества происходит при относительном перемещении двух находящихся в контакте тел, кристаллизации, а также вследствие индукции.

ЭСП характеризуется напряженностью (Е), определяемой отношением силы, действующей в поле на точечный электрический заряд, к величине этого заряда. Единицей измерения напряженности ЭСП является вольт на метр (В/м).

Электрические поля создаются в энергетических установках и при электротехнологических процессах. В зависимости от источников образования они могут существовать в виде собственно

электростатического поля (поля неподвижных зарядов) или стационарного электрического поля (электрическое поле постоянного тока).

Исследования биологических эффектов показали, что наиболее чувствительны к электростатическим полям нервная, сердечнососудистая, нейрогуморальная и другие системы организма.

У людей, работающих в зоне воздействия электростатического поля, встречаются разнообразные жалобы: на раздражительность, головную боль, нарушение сна, снижение аппетита и др. Характерны своеобразные "фобии", обусловленные страхом ожидаемого разряда. Склонность к "фобиям" обычно сочетается с повышенной эмоциональной возбудимостью.

Допустимые уровни напряженности электростатических полей установлены в специальном ГОСТе ССБТ. Они зависят от времени пребывания на рабочих местах.

Предельно допустимый уровень напряженности электростатических полей ( $E_{пред}$ ) равен 60 кВ/м в 1 ч.

При напряженности электростатических полей менее 20 кВ/м время пребывания в электростатических полях не регламентируется.

Применение средств защиты работающих обязательно в тех случаях, когда фактические уровни напряженности электростатических полей на рабочих местах превышают 60 кВ/м.

Одним из распространенных средств защиты от статического электричества является уменьшение генерации электростатических зарядов или их отвод с наэлектризованного материала, что достигается:

- заземлением металлических и электропроводных элементов оборудования;
- увеличением поверхностной и объемной проводимости диэлектриков;
- установкой нейтрализаторов статического электричества.

Заземление проводится независимо от использования других методов защиты.

Более эффективным средством защиты является увеличение влажности воздуха до 65-75%, если позволяют условия технологического процесса.

В качестве индивидуальных средств защиты могут применяться: антистатическая обувь, антистатический халат, заземляющие браслеты для защиты рук и другие средства, обеспечивающие электростатическое заземление тела человека.

Лазерное излучение. Лазер, или оптический квантовый генератор — это генератор электромагнитного излучения оптического диапазона, основанный на использовании вынужденного (стимулированного) излучения.

В зависимости от характера активной среды лазеры подразделяются на твердотельные (на кристаллах или стеклах), газовые, лазеры на красителях, химические, полупроводниковые и др.

По степени опасности лазерного излучения для обслуживающего персонала лазеры подразделяются на четыре класса:

- класс I (безопасные) — выходное излучение не опасно для глаз;
- класс II (мало опасные) — опасно для глаз прямое или зеркально отраженное излучение;
- класс III (средне опасные) — опасно для глаз прямое, зеркально, а также диффузно отраженное излучение на расстоянии 10 см от отражающей поверхности и (или) для кожи прямое или зеркально отраженное излучение;
- класс IV (высоко опасные) — опасно для кожи диффузно отраженное излучение на расстоянии 10 см от отражающей поверхности.

Классификация определяет специфику воздействия излучения на орган зрения и кожу. В качестве ведущих критериев при оценке степени опасности генерируемого лазерного излучения приняты величина мощности (энергии), длина волны, длительность импульса и экспозиции облучения.

Лазеры широко применяются в различных областях промышленности, науки, техники, связи, сельском хозяйстве, медицине, биологии и др.

Работа с лазерами в зависимости от конструкции, мощности и условий эксплуатации может сопровождаться воздействием на персонал неблагоприятных производственных факторов, которые разделяют на основные и сопутствующие. К основным факторам относятся прямое, зеркально и диффузно отраженное и рассеянное излучения. Степень выраженности их определяется особенностями технологического процесса. К сопутствующим относится комплекс физических и химических факторов, возникающих при работе лазеров, которые имеют гигиеническое значение и могут усиливать неблагоприятное действие излучения на организм, а в ряде случаев имеют самостоятельное значение. Поэтому при оценке условий труда персонала учитывают весь комплекс факторов производственной среды.

Действие лазеров на организм зависит от параметров излучения (мощности и энергии излучения на единицу облучаемой поверхности, длины волны, длительности импульса, частоты следования импульсов, времени облучения, площади облучаемой поверхности), локализации воздействия и анатомо-физиологических особенностей облучаемых объектов.

Действие лазерных излучений наряду с морфофункциональными изменениями тканей непосредственно в месте облучения вызывает разнообразные функциональные изменения в организме: в центральной нервной, сердечнососудистой, эндокринной системах, которые могут

приводить к нарушению здоровья. Биологический эффект воздействия лазерного излучения усиливается при неоднократных воздействиях и при комбинациях с другими неблагоприятными производственными факторами.

Предельно допустимые уровни лазерного излучения регламентированы Санитарными нормами и правилами устройства и эксплуатации лазеров № 5804-91, которые позволяют разрабатывать мероприятия по обеспечению безопасных условий труда при работе с лазерами. Санитарные нормы и правила позволяют определять величины ПДУ для каждого режима работы, участка оптического диапазона по специальным формулам и таблицам. Нормируется и энергетическая экспозиция облучаемых тканей.

Предупреждение поражений лазерным излучением включает систему мер инженерно-технического, планировочного, организационного, санитарно-гигиенического характера.

При использовании лазеров II—III классов для исключения облучения персонала необходимо либо ограждение лазерной зоны, либо экранирование пучка излучения.

Лазеры IV класса опасности размещают в отдельных изолированных помещениях и обеспечивают дистанционным управлением.

К индивидуальным средствам защиты, обеспечивающим безопасные условия труда при работе с лазерами, относятся специальные очки, щитки, маски, снижающие облучения глаз до ПДУ.

Работающим с лазерами необходимы предварительные и периодические (1 раз в год) медицинские осмотры терапевта, невропатолога, окулиста.

Ультрафиолетовое излучение (УФ) представляет собой невидимое глазом электромагнитное излучение, занимающее в электромагнитном спектре промежуточное положение между светом и рентгеновским излучением (200—400 нм).

УФ - лучи обладают способностью выдавать фотоэлектрический эффект, проявлять фотохимическую активность (развитие фотохимических реакций), вызывать люминесценцию и отличаются значительной биологической активностью.

Известно, что при длительном недостатке солнечного света возникают нарушения физиологического равновесия организма, развивается своеобразный симптомо - комплекс, именуемый "световое голодание".

Наиболее часто следствием недостатка солнечного света являются авитаминоз D, ослабление защитных иммунологических реакций организма, обострение хронических заболеваний, функциональные расстройства нервной системы.

УФ - облучение малыми дозами оказывает благоприятное стимулирующее действие на организм.

Активизируется деятельность сердца, улучшается обмен веществ, понижается чувствительность к некоторым вредным веществам из-за усиления окислительных процессов в организме (марганец, ртуть, свинец) и более быстрого выведения их из организма, улучшается кроветворение, снижается заболеваемость простудными заболеваниями, снижается утомляемость, повышается работоспособность. УФ - излучение от производственных источников (электросварка, ртутно-кварцевые лампы) может стать причиной острых и хронических заболеваний и поражений. Наиболее уязвимым для УФ - излучений являются органы зрения (фотоофтальмия, хронический конъюнктивит, катаракта хрусталика). Может наблюдаться острое воспаление кожных покровов, иногда с отеком и образованием пузырей, повышение температуры тела, озноб, головные боли, возможен рак кожи.

Для защиты кожи от УФ - излучения используют защитную одежду, противосолнечные экраны (навесы и т. п.), специальные покровные кремы.

Важное гигиеническое значение имеет способность УФ - излучения производственных источников изменять газовый состав атмосферного воздуха вследствие его ионизации. При этом в воздухе образуются озон и оксиды азота. Эти газы, как известно, обладают высокой токсичностью и могут представлять большую опасность, особенно при выполнении сварочных работ, сопровождающихся УФ - излучением, в ограниченных, плохо проветриваемых помещениях или в замкнутых пространствах.

С целью профилактики отравлений окислами азота и озоном соответствующие помещения должны быть оборудованы местной или общеобменной вентиляцией, а при сварочных работах в замкнутых объемах необходимо подавать свежий воздух непосредственно под щиток или шлем.

Интенсивность УФ - излучения на промышленных предприятиях установлена Санитарными нормами ультрафиолетового излучения в производственных помещениях № 4557-88.

Защитная одежда из поплина или других тканей должна иметь длинные рукава и капюшон. Глаза защищают специальными очками со стеклами, содержащими оксид свинца, но даже обычные стекла не пропускают УФ - лучи с длиной волны короче 315 нм.

Известно, что излучения могут вредить здоровью человека и что характер наблюдаемых последствий зависит от типа излучения и от дозы. Влияние излучений на здоровье зависит от длины волны. Последствия, которые чаще всего имеют в виду, говоря об эффектах облучения (радиационное поражение и различные формы рака), вызываются только более короткими волнами. Эти типы излучений известны как ионизирующая радиация. В отличие от этого более длинные волны — от ближнего ультрафиолета (УФ) до радиоволн и далее — называют неионизирующим излучением, его влияние на здоровье совершенно иное.

В современном мире нас окружает огромное количество источников электромагнитных полей и излучений. В гигиенической практике к неионизирующим излучениям относят также электрические и магнитные поля. Излучение будет неионизирующим в том случае, если оно не способно разрывать химические связи молекул, то есть не способно образовывать положительно и отрицательно заряженные ионы.

Итак, к неионизирующим излучениям относятся: электромагнитные излучения (ЭМИ) диапазона радиочастот, постоянные и переменные магнитные поля (ПМП и ПеМП), электромагнитные поля промышленной частоты (ЭМППЧ), электростатические поля (ЭСП), лазерное излучение (ЛИ).

Нередко действию неионизирующего излучения сопутствуют другие производственные факторы, способствующие развитию заболевания (шум, высокая температура, химические вещества, эмоционально-психическое напряжение, световые вспышки, напряжение зрения). Так как основным носителем неионизирующего излучения является ЭМИ, большая часть реферата посвящена именно этому виду излучения.

#### 4. Последствия действия излучения для здоровья человека.

В подавляющем большинстве случаев облучение происходит полями относительно низких уровней, ниже перечисленные последствия относятся к таким случаям.

Многочисленные исследования в области биологического действия ЭМП позволят определить наиболее чувствительные системы организма человека: нервная, иммунная, эндокринная и половая. Эти системы организма являются критическими. Реакции этих систем должны обязательно учитываться при оценке риска воздействия ЭМП на население.

Биологический эффект ЭМП в условиях длительного многолетнего воздействия накапливается, в результате возможно развитие отдаленных последствий, включая дегенеративные процессы центральной нервной системы, рак крови (лейкозы), опухоли мозга, гормональные заболевания. Особо опасны ЭМП могут быть для детей, беременных, людей с заболеваниями центральной нервной, гормональной, сердечнососудистой системы, аллергиков, людей с ослабленным иммунитетом.

Контрольные вопросы:

1. Что относят к неионизирующим электромагнитным излучениям и полям?
2. Что такое электромагнитное поле?
3. Перечислите основные физические параметры неионизирующего электромагнитного излучения.

4. Чем определяется биологическое действие электромагнитного излучения, особенно ультрафиолетового, рентгеновского и гамма - диапазонов частот.
5. На какие виды делятся неионизирующие электромагнитные излучения и поля по происхождению?
6. Перечислите виды неионизирующих излучений.
7. Где используются радиоволны?
8. Что такое лазер и где применяется?
9. Влияние на организм человека электромагнитных полей и неионизирующих излучений.
10. Средства защиты от электрического поля частотой 50 Гц:
11. Что относится к индивидуальным средствам защиты?
12. В зависимости от характера активной среды, какие бывают лазеры?
13. На какие классы подразделяются лазеры по степени опасности лазерного излучения?
14. Наиболее чувствительные системы организма человека в области биологического действия ЭМП.

## Заключение

Развитие техносферы ведет к повышению не только качества жизни, но и уровня опасности для жизнедеятельности человека. Антропогенные изменения окружающей среды приобрели такие размеры, что человек сам стал жертвой своей техногенной деятельности. Снижение качества среды обитания негативно отражается на эффективности труда и отдыха, продолжительности жизни, состоянии здоровья. В современной техно сфере формируются такие факторы условий труда и жизни человека, которые начинают превышать адаптационные, физиологические и психологические возможности человека.

Нередко условия труда работающих не отвечают санитарно-гигиеническим нормативам по уровню содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны, шума, вибрации, параметрам микроклимата и другим показателям. Вредные и опасные производственные факторы становятся причиной профессиональной заболеваемости, уровень которой в России за последние годы возрос почти вдвое, а число лиц с профессиональной патологией стало самым высоким в мире.

В связи с демографическим кризисом следует главный экономический вывод: требуется существенное (в несколько раз) повышение производительности труда. Поэтому необходимы не только глубокая модернизация производства, но и создание для работающих безопасных условий труда. Рост профессиональных заболеваний и несчастных случаев на производстве со смертельными исходами свидетельствует об отсутствии ответственности и экономической заинтересованности работодателей за выполнение правил по охране труда и здоровья работников.

Любая профессиональная деятельность потенциально опасна, но в то же время технически осуществимо ликвидировать производственную опасность или снизить ее до допустимого уровня. Обеспечение охраны труда является основой высокопроизводительной и творческой деятельности предприятий и организаций различных форм собственности.

В соответствии с Трудовым кодексом все работники, в том числе руководители организаций, а также работодатели — индивидуальные предприниматели обязаны проходить обучение по охране труда и проверку знания требований охраны труда. Государство содействует организации обучения по охране труда в образовательных учреждениях, в том числе высшего профессионального и послевузовского профессионального образования.

## Список литературы:

### Основная литература:

1. Практикум по безопасности жизнедеятельности / Под редакцией А.В. Фролова. – Ростов – на –Дону : Феникс, 2009. – 490 с.
2. Дрижд И. А. Система безопасности труда на горных предприятиях / И. А. Дрижд, В. С. Харьковский. – Астана. : Фолиант, 2004. – 144 с.
3. Кукин П.П. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств (Охрана труда) / П.П. Кукин, В. Л. Лапин. - М. : Высшая школа, 2004. – 292 с.
4. Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности / С.В.Белов, А.В. Ильницкая и др. - М. : Высшая школа, 2004. – 316 с.

### Дополнительная литература:

1. Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности / С.В. Белов. - Москва. : Высшая школа, 1999. – 448 с.
2. Уадди Р.А., Загрязнение воздуха в жилых и общественных зданиях / Пер. с англ. Р.А. Уадди, Р.А. Шефф. – М. : Стройиздат, 1987. – 154 с.
3. Контроль над выбросами в атмосферу и работой газоочистительных установок на предприятиях машиностроения. – М. : Машиностроение, 1984. – 128 с.
4. Методы определения вредных веществ в воздухе и других средах / Под ред. О.Д. Хализовой. – М. : Химия, 1996. Ч.1. – 317 с.
5. Новиков Ю.В. Методы исследования качества воды водоемов / Ю.В. Новиков, К.О. Ласточкина, З.Н. Болдина. – М. : Медицина, 1990. – 399 с.
6. Руководство к практическим знаниям по гигиене труда / под ред. З.И. Израэльсона. – М.: Медицина, 1973. - 479с.
7. Ковроцкий В.К. Гигиена труда / В.К. Ковроцкий. – М. : Медицина, 1974. - 439 с.
8. Гигиенические критерии оценки и классификации условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса. Р 2.2.755-99 Регистрационный номер АДЗ РК № 1.04.001.2000 от 30.11.2000.
9. Роль микроорганизмов в круговороте газов в природе – Сб. докл. - М. : Наука, 1979. - 89с.
10. Зотов Б. И. Безопасность жизнедеятельности на производстве / Б. И. Зотов, В. И. Курдюмов. - М. : Колос, 2003. – 260 с.
13. Мазур И.И. Курс инженерной экологии / И. И. Мазур, О. И. Молдаванов. – М. : Высшая школа, 2001. – 284 с.
15. Рекомендации по основным вопросам воздуха охранной деятельности. – С.-Пб., НИИ Атмосфера, 1996. - 164 с.

16. Сагыналиева А.З. Лабораторно - практические работы по дисциплине «Производственная санитария»: Учебно - методическое пособие. Уральск 2008.

Сагыналиева А.З.  
Хайрушева Р.М.

Учебное пособие по дисциплине «Производственная санитария»  
для студентов специальности 5В073100 – «Безопасность  
жизнедеятельности и защита окружающей среды»

Тираж 25 экз