ЛЕКЦИЯ 1. ВВЕДЕНИЕ.

1. *Цели и задачи дисциплины.*
2. *Основные термины и определения*
3. *Условия труда*
4. *Принципы обеспечения безопасности*
5. *Средства обеспечения безопасности*

Целью дисциплины «Безопасность труда» - это ознакомление с принципами, методами и устройствами, применяемыми для обеспечения безопасности труда; освоение методов выбора, расчета и проектирования систем и устройств, необходимых для профилактики травматизма и профессиональной заболеваемости.

Основная задача дисциплины – вооружить теоретическими знаниями и практическими навыками, необходимыми для: оценки травмоопасности оборудования; оценки степени опасности и вредности условий труда; выбора и расчета средств защиты на производстве.

Охрана труда – система сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая в себя правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, учебно- профилактические, реабилитационные и иные мероприятия.

Условия труда – совокупность факторов производственной среды и трудового 1далее1са, оказывающие влияние на работоспособность и здоровье работника.

Вредный производственный фактор – производственный фактор, влияние которого на работника может привести к его заболеванию.

Опасный производственный фактор – производственный фактор, воздействие которого на работника может привести к его травме.

В настоящее время условия труда классифицируются согласно гигиеническим 1далее1иям, установленным в Руководстве Р 2.2.2006-05 “Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда”.

Условия труда подразделяются на 4 класса:

–*Оптимальные условия труда (1-й класс)* – условия, при которых сохраняется здоровье работников и создаются предпосылки для поддержания высокого уровня работоспособности. Оптимальные нормативы факторов рабочей среды установлены для микроклиматических параметров и факторов трудовой нагрузки. Для других факторов условно за оптимальные принимаются такие условия труда, при которых вредные факторы отсутствуют либо не превышают уровней, принятых в качестве безопасных для населения.

–*Допустимые условия труда (2-й класс)* характеризуются такими уровнями факторов среды и трудового процесса, которые не превышают установленных гигиенических нормативов для рабочих мест, а возможные изменения функционального состояния организма восстанавливаются во время регламентированного отдыха или к началу следующей смены и не должны оказывать неблагоприятного воздействия в ближайшем и отдаленном периоде на состояние здоровья работающих и их потомство. Допустимые условия труда условно относят к безопасным.

– *Вредные условия труда (3-й класс*) характеризуются наличием вредных факторов, превышающих гигиенические нормативы и оказывающих неблагоприятное воздействие на организм работников и (или) его потомство. Вредные условия труда по степени превышения

гигиенических нормативов и выраженности изменений в организме работающих подразделяются на 4 степени вредности:

– 1-я степень 3-го класса (3.1) – условия труда характеризуются такими отклонениями уровней вредных факторов от гигиенических нормативов, которые вызывают функциональные изменения, восстанавливающиеся, как правило, при более длительном (чем к началу следующей смены) прерывании контакта с вредными факторами и увеличивают риск повреждения здоровья;

– 2-я степень 3-го класса (3.2) – условия труда, при которых уровни вредных факторов вызывают стойкие функциональные изменения, приводят в большинстве случаев к увеличению профессионально обусловленной заболеваемости (что проявляется повышением уровня заболеваемости с временной утратой трудоспособности и, в первую очередь, теми болезнями, которые отражают состояние наиболее уязвимых органов и систем для данных факторов), к появлению начальных признаков или легких (без потери профессиональной трудоспособности) форм профессиональных заболеваний, возникающих после продолжительной экспозиции (часто после 15 лет и более);

– 3-я степень 3-го класса (3.3) – условия труда, характеризующиеся такими уровнями факторов рабочей среды, воздействие которых приводит к развитию, как правило, профессиональных заболеваний легкой и средней степеней тяжести (с потерей профессиональной трудоспособности) в периоде трудовой деятельности, росту хронической (производственно обусловленной) патологии,

– 4-я степень 3-го класса (3.4) – условия труда, при которых могут возникать тяжелые формы профессиональных заболеваний (с потерей общей трудоспособности), отмечаются значительный рост числа хронических заболеваний и высокие уровни заболеваемости с временной утратой трудоспособности;

– *Опасные (экстремальные) условия труда (4-й класс*) характеризуются уровнями факторов рабочей среды, воздействие которых в течение рабочей смены (или ее части) создает угрозу для жизни, высокий риск развития острых профессиональных поражений, в т. Ч. В тяжелых формах. Работа в опасных условиях труда (4-й класс) не допускается, за исключением ликвидации аварий и проведения экстренных работ для предупреждения аварийных ситуаций. При этом работа должна осуществляться с применением соответствующих СИЗ и при строгом соблюдении временных режимов, регламентированных для таких работ.

Безопасные условия труда определены Трудовым кодексом РФ (ст. 209) как “условия труда, при которых воздействие на работающих вредных и (или) опасных производственных факторов исключено либо уровни их воздействия не превышают установленных нормативов”.

Рабочее место – место, где работник должен находиться или куда ему необходимо прибыть в связи с его работой и которое прямо или косвенно находится под контролем работодателя.

Рабочая зона – это пространство над уровнем пола или площадки, на которой находятся места постоянного или временного пребывания работающих высотой до 2 м.

Безопасность – это отсутствие недопустимого риска, связанного с возможностью нанесения ущерба.

Техника безопасности (ТБ) – это комплекс средств и мероприятий, внедряемых в производство с целью создания здоровых и безопасных условий труда. Техника безопасности

содержит требования, выполнение которых должно обеспечить необходимый уровень безопасности предприятия в целом, отдельных его помещений, оборудования и других элементов производственной инфраструктуры.

Работоспособность определяется величиной функциональных возможностей человека, количеством и качеством работы за определенный промежуток времени.

Напряженность труда определяется, в основном, эмоциональной нагрузкой на организм при труде, требующим преимущественно интенсивной работы мозга.

Тяжесть труда определяется, в основном, физической нагрузкой на организм при труде, требующим преимущественно мышечных усилий и энергетического обеспечения.

В свою очередь, охрана труда использует достижения в таких областях научных исследований, как «Гигиена труда», «Промышленная санитария», «Эргономика», «Техническая эстетика», «Техника безопасности», «инженерная психология» и др.

Гигиена труда – это система обеспечения здоровья работающих в процессе трудовой деятельности, включающая правовые, социально-экономические, организационно-технические и иные мероприятия.

Промышленная санитария – это комплекс мероприятий, имеющих цель довести до приемлемого уровня риск воздействия на работника неблагоприятных условий производственной среды. Негативные факторы трудового процесса приводят к снижению трудоспособности и ухудшению качества выпускаемой продукции. Длительное воздействие неблагоприятных условий труда может привести к нарушению здоровья работающего, развитию профессионального заболевания или инвалидности.

Физиология труда – это наука, изучающая функционирование человеческого организма во время трудовой деятельности.

Физиология труда является частью общей физиологии человека. В задачи физиологии труда входит изучение физиологических процессов, то есть состояния и изменения жизненных функций организма человека в процессе его трудовой деятельности, и на основании этого разработка мероприятий, направленных на повышение работоспособности и общего жизненного тонуса, а также укрепления здоровья работающих.

Инженерная психология (психология труда) – это область психологической науки, изучающая деятельность человека в системах управления и контроля, его информационное взаимодействие с техническими системами. Целью инженерной психологии является использование полученных знаний при проектировании, создании и эксплуатации систем «Человек – Машина». Психология труда зарождалась в процессе изучения соответствия профессиональных навыков требованиям рабочего места и основывалась на принципах и методах индивидуальной психологии.

*Эргономика (*от греческих: ergon – работа и nomos – закон) – это наука, изучающая человека в условиях производства с целью оптимизации условий труда, орудий труда и т.п., учитывая при этом антропологию, экономию сил и др. Эргономика исследует взаимодействие человека с искусственной (технической) средой. При этом человеку свойственны некоторые ограничения, которые конструктору необходимо принимать во внимание. Сложность исследования связана с особенностями человека и разнообразием проектируемых ситуаций, которые следует учитывать. Конструкции, порождающие те или иные ситуации, могут быть как относительно простые (рукоятки инструментов, вспомогательные приспособления), так и чрезвычайно сложные (щиты управления блоками электростанции, приборные панели самолета).

Техническая эстетика – это наука, изучающая производственную среду с целью её гармонизации, улучшения, удобства и красоты. Техническая эстетика является теоретической основой дизайна.

В процессе труда на человека воздействует множество разнообразных факторов производственной среды, которые в совокупности определяют то или иное состояние условий труда. Производственные факторы подразделяются:

– *Технические факторы* отражают уровень автоматизации и механизации производственных процессов; наиболее полное использование оборудования и рациональную организацию рабочего места; применение электронно-вычислительной и управляющей техники; наличие и исправность коллективных средств защиты, защищенность опасных зон и др.

– *Эргономические факторы* характеризуют установление соответствия скоростных, энергетических, зрительных и других физиологических возможностей человека в рассматриваемом технологическом процессе; введение рациональных режимов труда и отдыха, сокращение объема информации, снижение нервно-эмоциональных напряжений и физиологических нагрузок; профессиональный отбор. Это касается скоростных параметров техники, объема поступающей от рабочих органов информации, уровня организации рабочего места, удобства расположения органов управления и индикации, конструкции сиденья оператора, обзорности рабочей зоны и т.д.

– *Эстетические* факторы отображают соответствие эстетических потребностей человека и реализуемых в художественно-конструкторских решениях рабочих мест (орудий труда) и производственной среды.

– *Санитарно-гигиенические факторы* показывают состояние производственной санитарии на рабочих местах (качество воздушной среды, уровень вредных веществ и излучений, шума, вибраций, состояние освещения и др.). Они должны соответствовать требованиям ГОСТов, ССБТ и т.д.

– *Организационные факторы* характеризуют режим труда и отдыха на предприятии; дисциплину и форму организации труда, обеспеченность рабочих спецодеждой, спецобувью и другими средствами индивидуальной защиты (СИЗ); состояние контроля за трудовым процессом и, в частности, за охраной труда; качество профессиональной подготовки работающих и др.

– *Психофизиологические факторы* отражают напряженность и тяжесть труда, морально-психологический климат в коллективе, взаимоотношения работающих друг с другом и др.

– *Социально-бытовые факторы* включают общую культуру производства, порядок и чистоту на рабочих местах, озеленение территории, обеспеченность санитарно-бытовыми помещениями, столовыми, медпунктами, поликлиниками, столовыми, детскими дошкольными учреждениями и др.

– *Природно-климатические факторы*—это географические и метеорологические особенности местности (высота над уровнем моря, рельеф местности, частота и вид осадков, температура, влажность, ионизация и подвижность воздуха, атмосферное давление и др.).

– *Экономические факторы* включают в себя повышение технической вооруженности труда: наиболее полное использование оборудования, рациональную организацию рабочего места, выбор оптимальной технологии. Устранение и уменьшение ненужных за-

трат рабочего времени, строгая регламентация темпа и ритма работы также относятся к экономическим факторам.

Условия труда зависят от того или иного сочетания производственных факторов и, в свою очередь, влияют на производительность и результаты труда, на состояние здоровья работающих. Благоприятные условия улучшают общее самочувствие, настроение человека, создают предпосылки для высокой производительности, и, наоборот, плохие условия снижают интенсивность и качество труда, способствуют возникновению производственного травматизма и заболеваний. Создание здоровых и безопасных условий труда — главная задача администрации предприятия, нанимателя.

Для обеспечения безопасности конкретной производственной деятельности должны быть выполнены следующие три условия (задачи):

–Первое — осуществляется детальный анализ (идентификация) опасностей, формируемых в изучаемой деятельности: устанавливаются элементы среды обитания (производственной среды) как источники опасности; проводится оценка имеющихся в рассматриваемой деятельности опасностей по качественным, количественным, пространственным и временным показателям.

–Второе — разрабатываются эффективные меры защиты человека и среды обитания от выявленных опасностей (такие меры защиты человека на производстве, которые при минимуме материальных затрат дают наибольший эффект: снижают заболеваемость, травматизм и смертность).

–Третье — разрабатываются эффективные меры защиты от остаточного риска данной деятельности (технологического процесса). Они необходимы, так как обеспечить абсолютную безопасность деятельности невозможно. В условиях производства такую работу выполняют службы здравоохранения, противопожарной безопасности, службы ликвидации аварий и др.

Для выполнения условий (задач) обеспечения безопасности деятельности необходимо выбрать принципы обеспечения безопасности, определить методы обеспечения безопасности деятельности и использовать средства обеспечения безопасности человека и производственной среды.

Принцип — это идея, мысль, основное положение.

Метод — это путь, способ достижения цели, исходящий из знания наиболее общих закономерностей.

Средства обеспечения безопасности — это конструктивное, организационное, материальное воплощение, конкретная реализация принципов и методов.

Принципы, методы и средства обеспечения безопасности — это логические этапы обеспечения безопасности. Выбор их зависит от конкретных условий деятельности, уровня опасности, стоимости и других критериев.

Принципы обеспечения безопасности:

1. *ориентирующие* – основополагающие идеи, определяющие направление поиска безопасных решений и служащие методологической и информационной базой
2. *технические* – основаны на использовании физических законов и направлены на непосредственное предотвращение опасных факторов
3. *управленческие* – определяют взаимосвязь и отношения между отдельными стадиями, этапами процесса обеспечения безопасности
4. *организационные* – направленные на реализацию, в целях безопасности, положений научной организации труда.

В производственных условиях могут быть реализованы следующие принципы обеспечения безопасности:

–*Принцип гуманизации труда* — освобождение человека от выполнения механических, стереотипных, тяжелых и опасных видов труда для выполнения творческих действий.

–*Принцип классификации* (категорирования) состоит в делении объектов на классы и категории по признакам, связанным с опасностями (санитарно-защитные зоны (5 классов), категории производств (помещений) по взрывопожарной опасности (А, Б, В, Г, Д, 6далее6иирование помещений по электробезопасности и др.).

–*Принцип слабого звена* состоит в том, что в рассматриваемую систему (объект) в целях обеспечения безопасности вводится элемент, устроенный так, что он воспринимает или реагирует на изменение соответствующего параметра, предотвращая опасные явления (предохранительные клапаны, разрывные мембраны, защитное защемление, молниеотводы, предохранители и др.).

–*Принцип информации* заключается в передаче и усвоении персоналом сведений, выполнение которых обеспечивает соответствующий уровень безопасности (обучение, инструктажи, цвета и знаки безопасности, предупредительные надписи, маркировка оборудования и др.).

–*Принцип нормирования* заключается в установлении таких параметров, соблюдение которых обеспечивает защиту человека от соответствующей опасности. Например, предельно допустимые концентрации или уровни, нормы переноски и подъема тяжести, продолжительность трудовой деятельности и др.

Совмещение гомосферы и ноксосферы недопустимо с точки зрения безопасности. Поэтому обеспечение безопасности деятельности может быть достигнуто следующими тремя основными методами:

1. А — пространственное (или) временное разделение гомосферы и ноксосферы; этот метод реализуется средствами дистанционного управления, автоматизации, роботизации, организации и др. Метод основан на пространственном или временном разделении ноксосферы (пространства, в котором действуют те или иные опасности) и гомосферы (пространства, в котором находится человек). При временном разделении из ноксосферы сначала удаляют опасность, затем в этом пространстве появляется человек для выполнения определенной работы.

В инженерном отношении первый стратегический метод защиты от опасностей реализуется путем дистанционного управления опасными процессами, комплексной механизации и автоматизации тяжелых и опасных работ, применения роботов и манипуляторов, создания гибких автоматизированных производств;

2. Б — нормализация ноксосферы путем исключения опасности; это совокупность мероприятий, защищающих человека от шума, газа, пыли, опасности травмирования, и применения других средств коллективной защиты.

Это адаптация человека к окружающей среде (отбор людей, соответствующих 6далее6ям данного производства, профессиональная подготовка, воспитание положительного отношения к охране труда, система поощрения и стимулирования, дисциплинарные воздействия, разработка средств индивидуальной защиты и др.);

3. В — средства и приемы, направленные на адаптацию человека к соответствующей среде и повышению его защищенности. Данный метод реализует возможности профотбора, обучения, инструктажа, применения индивидуальных средств защиты.

Это адаптация окружающей среды к человеку (создание безопасной техники и технологии, средств защиты и приспособлений, оптимизация параметров окружающей среды, совершенствование трудового процесса).

В реальных условиях реализуется комбинация этих названных методов. Для обеспечения безопасности исходя из способов защиты применяют средства коллективной защиты (СКЗ) и средства индивидуальной защиты (СИЗ). Те и другие в зависимости от назначения

делятся на классы. При этом СКЗ классифицируются в зависимости от опасных и вредных факторов, а СИЗ, в основном—в зависимости от защищаемых органов (средства зашиты органов дыхания, рук, головы, лица, глаз и т.д.).

Средства коллективной защиты (СКЗ) — средства, используемые для предотвращения или уменьшения воздействия на работников вредных и опасных производственных факторов, а также для защиты от загрязнения. В зависимости от назначения СКЗ подразделяют на классы:

– средства нормализации воздушной среды производственных помещений и рабочих мест (от повышенного или пониженного барометрического давления и его резкого изменения, повышенной или пониженной влажности воздуха, повышенной или пониженной 7далезации воздуха, повышенной или пониженной концентрации кислорода в воздухе, повышенной концентрации вредных аэрозолей в воздухе);
– средства нормализации освещения производственных помещений и рабочих мест (пониженной яркости, отсутствия или недостатка естественного света, пониженной видимости, дискомфортной или слепящей блёскости, повышенной пульсации светового потока, пониженного индекса цветопередачи);
– средства защиты от повышенного уровня ионизирующих излучений;
– средства защиты от повышенного уровня инфракрасных излучений;
– средства защиты от повышенного или пониженного уровня ультраф. Излучений;
– средства защиты от повышенного уровня электромагнитных излучений;
– средства защиты от повышенной напряженности магнитных и электрических полей;
– средства защиты от повышенного уровня лазерного излучения;
– средства защиты от повышенного уровня шума;
– средства защиты от повышенного уровня вибрации (общей и локальной);
– средства защиты от повышенного уровня ультразвука;
– средства защиты от повышенного уровня инфразвуковых колебаний;
– средства защиты от поражения электрическим током;
– средства защиты от повышенного уровня статического электричества;
– средства защиты от повышенных или пониженных температур поверхностей оборудования, материалов, заготовок;
– средства защиты от повышенных или пониженных температур воздуха и температурных перепадов;
– средства защиты от воздействия механических факторов (движущихся машин и механизмов; подвижных частей производственного оборудования и инструментов; перемещающихся изделий, заготовок, материалов; нарушения целостности конструкций; обрушивающихся горных пород; сыпучих материалов; падающих с высоты предметов; острых кромок и шероховатостей поверхностей заготовок, инструментов и оборудования; острых углов);
– средства защиты от воздействия химических факторов;
– средства защиты от воздействия биологических факторов;
– средства защиты от падения с высоты.

Средства коллективной защиты работающих от действия вредных факторов должны удовлетворять следующим требованиям: быть достаточно прочными, простыми в изготовлении и применении;исключать возможность травмирования; не мешать при работе, техническом обслуживании, ремонте; иметь надёжную фиксацию в заданном положении.

По техническому исполнению СКЗ подразделяются на следующие группы: ограждения, блокировочные, тормозные, предохранительные устройства, световая и звуковая сигнализации, приборы безопасности, цвета сигнальные, знаки безопасности, устройства автоматического контроля, дистанционного управления, заземления и зануления, вентиляция, отопление, освещение,изолирующие, герметизирующие средства и др.

В тех случаях, когда по каким-либо причинам не удается снизить неблагоприятные факторы до безопасных величин или устранить их, рабочие пользуются средствами индивидуальной защиты. Они применяются также при, проведении кратковременных работ в опасных условиях (устранение аварий, ремонт оборудования).

К *СИЗ* относятся противогазы и респираторы, маски, различные виды специальной одежды и обуви, рукавицы, перчатки, каски, шлемы, противошумные шлемы, защитные очки, вкладыши, предохранительные пояса, дерматологические средства и др. Эти средства создаются согласно действующим нормам. Их следует рассматривать как вспомогательные и временные меры зашиты от опасных и вредных факторов.

Наиболее распространенными средствами индивидуальной защиты являются: промышленные противогазы, противопылевые респираторы, защитные очки, антифоны (противо-шумы) и перчатки;

Антифоны используются для защиты органов слуха от интенсивного шума. Они изготовляются в виде наружных наушников, а также тампонов и пробок, вставляемых в слуховой проход. Для шумов различйого спектрального состава используются антифоны, изготовленные из разных материалов, и эту особенность необходимо учитывать при подборе системы антифонов.

Перчатки используются для защиты рук от раздражающих или ядовитых жидкостей, паст и твердых материалов. В зависимости от характера веществ, с которыми приходится работать, применяются резиновые, хлорвиниловые и другие перчатки.

Спецодежда защищает тело и кожный покров рабочего от загрязнений как токсическими, так и нетоксическнми веществами, от механических травм и других повреждений. Специальными нормами, для ряда профессий установлены виды спецодежды с указанием материала ее изготовления и срока носки.

Системы (совокупность средств), предназначенных для защиты от физических загрязнений рабочей зоны состоят из: средств нормализации воздушной среды производственных помещений и рабочих мест: устройства для поддержания нормируемой величины барометрического давления; вентиляции и очистки воздуха; кондиционирования воздуха; локализации вредных факторов; отопления; автоматического контроля и сигнализации; дезодорации воздуха.

Средств нормализации освещения производственных помещений и рабочих мест: источники света; осветительные приборы; световые проемы; светозащитные устройства; светофильтры.

Средств защиты от повышенного уровня ионизирующих излучений: оградительные устройства; предупредительные устройства; герметизирующие устройства; защитные покрытия; устройства улавливания и очистки воздуха и жидкостей; средства дезактивации; устройства автоматического контроля; устройства дистанционного управления; средства защиты при транспортировании и временном хранении радиоактивных веществ; знаки безопасности; емкости для радиоактивных отходов.

Средств защиты от повышенного уровня инфракрасных излучений: оградительные; герметизирующие; теплоизолирующие; вентиляционные; автоматического контроля и сигнализации; дистанционного управления; знаки безопасности.

Средств защиты от повышенного или пониженного уровня ультрафиолетовых излучений: оградительные; для вентиляции воздуха; автоматического контроля и сигнализации; дистанционного управления; знаки безопасности.

Средств защиты от повышенного уровня электромагнитных излучений: оградительные устройства; защитные покрытия; герметизирующие устройства; устройства автоматического контроля и сигнализации; устройства дистанционного управления; знаки безопасности.

Средст защиты от повышенной напряженности магнитных и электрических полей: оградительные устройства; устройства защитного заземления; изолирующие устройства и покрытия; знаки безопасности.

Средств защиты от повышенного уровня лазерного излучения: оградительные устройства; предохранительные устройства; устройства автоматического контроля и сигнализации; устройства дистанционного управления; знаки безопасности.

Средства защиты от повышенного уровня шума: оградительные; звукоизолирующие, звукопоглощающие; глушители шума; автоматического контроля и сигнализации; лее9иионного управления.

Средств защиты от повышенного уровня вибрации: оградительные; виброизолирующие, виброгасящие и вибропоглощающие; автоматического контроля и сигнализации; дистанционного управления.

Средств защиты от повышенного уровня ультразвука: оградительные; звукоизолирующие, звукопоглощающие; автоматического контроля и сигнализации; дистанционного управления.

Средств защиты от повышенного уровня инфразвуковых колебаний: оградительные устройства; знаки безопасности.

Средств защиты от поражения электрическим током: оградительные устройства; устройства автоматического контроля и сигнализации; изолирующие устройства и покрытия; устройства защитного заземления и зануления; устройства автоматического отключения; устройства выравнивания потенциалов и понижения напряжения; устройства дистанционного управления; предохранительные устройства; молниеотводы и разрядники; знаки безопасности.

Средства защиты от повышенного уровня статического электричества: заземляющие устройства; нейтрализаторы; увлажняющие устройства; антиэлектростатические вещества; экранизирующие устройства.

Средства защиты от пониженных или повышенных температур поверхностей оборудования, материалов и заготовок: оградительные; автоматического контроля и сигнализации; термоизолирующие; дистанционного управления.

Средств защиты от повышенных или пониженных температур воздуха и температурных перепадов: оградительные; автоматического контроля и сигнализации; термоизолирующие; дистанционного управления; для обогрева и охлаждения.

Средства защиты от воздействия механических факторов: оградительные; автоматического контроля и сигнализации; предохранительные; дистанционного управления; тормозные; знаки безопасности.

Кроме того системы, предназначенные для защиты от других загрязнений рабочей зоны состоят из:

1. Средства защиты от воздействия химических факторов: оградительные; автоматического контроля и сигнализации; герметизирующие; для вентиляции и очистки воздуха; для 9далеения токсичных веществ; дистанционного управления; знаки безопасности.
2. Средства защиты от воздействия биологических факторов: оборудование и препараты для дезинфекции, дезинсекции, стерилизации, дератизации; оградительные устройства; герметизирующие устройства; устройства для вентиляции и очистки воздуха; знаки безопасности.
3. И к средствам защиты от падения с высоты относятся: ограждения; защитные сетки; знаки безопасности.

В настоящее время очень высок уровень производственного травматизма и гибели людей, которые вызваны различными причинами, и в первую очередь состоянием оборудования. В первую очередь это касается предприятий и процессов, связанных с переработкой и транспортировкой жидких опасных продуктов применяемых в химических и нефтехимических отраслях, а также других взрывопожароопасных и/или химически опасных производств.

В этой связи задачи по предотвращению опасности возникновения аварийных ситуаций, связанных с попаданием различных элементов загрязнения в окружающую среду, способных привести к масштабному экологическому и финансовому ущербу, требуют особого внимания. Ликвидация последствий таких аварий влечет за собой серьезную финансовую нагрузку на предприятие в виде значительных штрафов, затрат на последующую рекультивацию, восстановление работоспособности оборудования, лечение персонала.

Неразвитость рынка современных средств предупреждения и локализации аварийных ситуаций не позволяют предприятиям иметь современный уровень обеспечения безопасности промышленных объектов. В условиях значительного износа парка промышленного оборудования, задача своевременного предупреждения и локализации аварий, обретает первостепенное значение.

Проблема защиты *промышленного персонала* в условиях различного вида опасности на производстве является актуальной и с точки зрения изменения современными собственниками предприятий своего отношения к необходимости и обязательности обеспечения подведомственного персонала адекватными потенциальной опасности средствами индивидуальной и коллективной защиты: приобретаются средства защиты не по признаку необходимых защитных характеристик, а по признаку их дешевизны.

Существующая законодательная база, определяющая требования по защите промышленного персонала и имеющая много упущений и недостатков, не способствует формированию у собственников предприятий иного отношения к проблеме.

Вопросы для проверки:

1. Понятия охраны труда, техники безопасности и производственной санитарии.
2. Опасные и вредные производственные факторы.
3. Условия труда. Безопасность труда.
4. Общая характеристика методов и средств защиты среды работающих (защита расстоянием, временем пребывания в зоне негативного воздействия, применение средств защиты).
5. Общая классификация средств защиты, основные принципы их выбора и применения
6. Основные характеристики, необходимые для выбора средств защиты

ТЕМА 2. ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА

ЛЕКЦИЯ 2.1. БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

1. *Учет требований безопасности при разработке производственного оборудования, постановке его на производство и вводе в эксплуатацию. Учет требований безопасности при постановке продукции на производство (ГОСТ15.001-88) и при подготовке производства.*
2. *Учет требований безопасности при разработке проектов строительства и реконструкции производственных объектов.*
3. *Экспертиза условий труда и учет результатов в проектах строительства и реконструкции предприятий*
4. *Основные направления обеспечения безопасности труда при эксплуатации предприятий.*

Основные направления обеспечения безопасности деятельности человека на производстве:

1. Разработка и проектирование мер защиты от опасностей (идентификация, изучение, тщательный анализ, оценка и прогнозирование всех опасностей и вредностей).

2. Разработка мероприятий и средств защиты от опасностей (должны учитываться новейшие достижения науки и техники, объективно повышающие надежность и безопасность эксплуатации оборудования и применения орудий труда путем максимального их приспособления к свойствам и возможностям человека - эргономические требования к орудиям труда).

Под *идентификацией* понимают процесс обнаружения, выявления и распознавания опасностей и установление их количественных, временных, пространственных и других характеристик, необходимых и достаточных для разработки профилактических мероприятий, обеспечивающих безопасность деятельности.

В процессе идентификации выявляются номенклатура опасностей, вероятность и условия их проявления, причины, пространственная локализация, возможный ущерб и другие параметры, необходимые для решения конкретных задач по защите от опасностей.

Номенклатура — система названий, терминов, употребляемых в какой-либо отрасли науки, техники. При выполнении конкретных исследований составляется номенклатура опасностей для отдельных объектов производств, цехов, рабочих мест, процессов, профессий и т. п.

Для анализа выявленных опасностей их целесообразно классифицировать. Опасности обычно классифицируют по следующим признакам:

• *по происхождению*: природные, техногенные, антропогенные, биологические, экологические, социальные;

• *по воздействию на человека* (классификация ГОСТ): физические, химические, биологические, психофизиологические;

• *по характеру воздействия энергии*: активные и пассивные (активизирующиеся за счет энергии человека);

• *по вызываемым последствиям*: утомление, заболевания, травмы, летальные исходы, аварии, чрезвычайные ситуации.

Безопасность производственных процессов в основном определяется безопасностью *технологического оборудования*, которое должно обеспечивать безопасность работников при

монтаже, вводе в эксплуатацию и эксплуатации как в случае автономного использования, так и в составе технологических комплексов при соблюдении требований, предусмотренных эксплуатационной документацией.

Все оборудование (машины, технические системы) должны быть травмо-, пожаро- и взрывобезопасными, не являться источником выделения паров, газов, пылей в количествах, превышающих установленные нормы, а генерируемые им вибрации, шумы, ультра- и инфразвук, электромагнитные неионизирующие и ионизирующие излучения не должны превышать допустимые уровни. Все технические устройства и системы должны:

– иметь органы управления и отображения информации, соответствующую эргономическим требованиям,
– быть расположены таким образом, чтобы пользование ими не вызывало повышенной утомляемости,
– органы управления должны быть в зоне досягаемости оператора, а усилия, которые необходимо к ним прилагать, должны соответствовать физическим возможностям человека,
– рукоятки, штурвалы, педали, кнопки и тумблеры должны быть спрофилированы таким образом, чтобы были максимально удобны в использовании.
– число и различимость средств отображения информации должны учитывать возможности оператора по ее восприятию и не приводить к необходимости чрезмерной концентрации внимания.

Система управления оборудованием должна обеспечивать надежное и безопасное ее функционирование и при всех предусмотренных режимах работы оборудования и при всех внешних воздействиях в условиях эксплуатации. Она должна исключать создание опасных ситуаций из-за нарушения работниками последовательности управляющих действий.

Общие требования безопасности к производственному оборудованию установлены ГОСТ 12.2.003-91(2001). Выполнение указанных требований в полном объеме возможно лишь в том случае, когда их учет производится на этапе проектирования.

Удобство эксплуатации, следовательно, снижение утомляемости и травматизма во многом зависит от выполнения на этапе проектирования *эргономических требований.* Основные эргономические требования к производственному оборудованию и органам управления изложены в нормативных документах «ГОСТ 12.2.049-80(2001) ССБТ. Оборудование производственное. Общие эргономические требования » и «ГОСТ 12.2.064-81(2001) ССБТ. Органы управления производственным оборудованием. Общие требования безопасности».

К основным направлениям обеспечения безопасности *производственных процессов* на всех этапах их жизненного цикла традиционно относят следующие:

1. На стадии проектирования (реконструкции, модернизации):

– Проектирование отдельных технологических операций и технологического процесса в целом с учетом всех требований безопасности.
– Проектирование размещения оборудования в помещениях, в зданиях и на промплощадке в целом с учетом всех требований безопасности.
– Разработка технологических регламентов и правил технической эксплуатации.

2. На стадии эксплуатации:

– Строгое соблюдение правил эксплуатации оборудования, использования инструмента, течения технологического процесса.
– Техническое обслуживание оборудования.
– Периодическое диагностирование состояние инструмента и СИЗ, поверка приборов контроля и управления, наблюдение или мониторинг (в том числе, непрерывное) протекания технологического процесса и условий труда.

3. На стадии консервации и ликвидации:

– Строгое соблюдение правил безопасности, связанных с процессами остановки, консервации и ликвидации (частичной или полной) того или иного производства.

– Периодическое или постоянное диагностирование технического состояния зданий и сооружений, оборудования.

Комплекс модернизации и разработки новых технологических процессов и производственного оборудования должен обеспечить:

– замену технологических процессов и операций, связанных с возможным поступлением опасных и вредных производственных факторов, процессами и операциями, при которых указанные факторы отсутствуют или имеют допустимые параметры;

– замену токсичных веществ на менее токсичные, ограничение содержания примесей вредных веществ в исходном сырье и конечных продуктах, выпуск продукции в непылящих формах, герметизированных упаковках и др.;

– применение технологий производства, исключающих непосредственный контакт работающих с вредными производственными факторами;

– применение в производственном оборудовании конструктивных решений и средств защиты, направленных на уменьшение интенсивности выделения и локализацию вредных производственных факторов;

– установку систем автоматического контроля, сигнализации и управления технологическим процессом при возможности внезапного загрязнения воздуха рабочей зоны веществами, которые могут вызвать острые отравления;

– соблюдение требований эргономики и технической эстетики к производственному оборудованию и эргономических требований к организации рабочих мест и трудового процесса;

– механизацию и автоматизацию погрузочно-разгрузочных работ, способов транспортирования сырьевых материалов, готовой продукции и отходов производства;

– включение гигиенических требований в нормативно-техническую документацию.

При *разработке, организации и ведении технологических процессов* должны быть предусмотрены мероприятия по охране среды обитания, в том числе:

– внедрение безотходной и малоотходной технологии;

– улавливание и очистка технологических и вентиляционных выбросов; очистка и обезвреживание промышленных стоков;

– своевременное удаление, обезвреживание и утилизация отходов производства.

Для повышения экологичности и безопасности технических систем и технологий используют конструктивные меры по снижению выбросов и стоков, защиту от энергетических воздействий экранированием и ряд других мероприятий.

Техническая документация – это пакет документов, который необходим при производстве определенной продукции, при проектировании помещений, зданий и конструкций, при изготовлении определенных объектов (основные типы):

–*Документация конструкторская*, которая включает в себя такие виды документации, как эксплуатационная и ремонтная;

–*Документация технологическая*, которая содержит такие документы, которые определяют производственный цикл изготовления продукта. Также указанные документы предоставляют информацию, которая необходима в процессе разработки, изготовления и ремонта изделия.

Существует множество видов документов, которые должны быть включены в пакет необходимой технической документации, вне зависимости от ее вида и отрасли производства, для которой данная документация создается:

– наличие *плана* самого производства, всех зданий, сооружений и помещений, где оно располагается, включая подземные коммуникации;

– *проектная документация*, включающая в себя все изначальные схемы и чертежи, а также все изменения, вносимые в проектную документацию в ходе технологического процесса;

– *технические паспорта* всех приборов, оборудования, электрооборудования, которое участвует в производстве продукции;

– *инструкции* для сотрудников рабочей группы по каждому рабочему месту, инструкции пожарной безопасности и охране труда, инструкции по эксплуатации используемых во время производственного процесса технических средств;

– *чертежи* электрооборудования, чертежи и схемы запасных частей, схемы водоснабжения и электроснабжения, чертежи подземных прокладок кабеля и другие;

– *перечни технической документации*, предназначенной для данного вида производства;

– *требования к продукции*, все нормы и правила, которым должна соответствовать выпускаемая продукция;

– *процесс осуществления государственного контроля*, изложенный по пунктам, которому данный товар должен подвергаться в обязательном или добровольном порядке;

– *перечисление показателей*, по которым должна проходить сертификация изготавливаемого товара (изделия);

– другие пункты и документы.

В техническую документацию также входят такие документы, как ГОСТы и Техрегламенты, а также документы, заключающие в себе санитарные нормы, правила пожарной безопасности, правила охраны труда и другие виды документации (руководства, инструкции, паспорта).

Также к Технической документации относят и протоколы испытаний, производимых научными центрами в процессе разработки той или иной продукции. Как правило, к такому виду Технической документации относятся отчеты научно-исследовательских работ, заключения о результатах проверки продукции, технико-экономические обоснования, аннотации, некоторые виды первичной документации, которая образуется в ходе проведения различных экспертиз проверки товара или в ходе его разработки (переработки).

Принят порядок *постановки продукции на производство*, в соответствии с которым во всех видах проектной документации должны быть предусмотрены требования безопасности, охраны здоровья и природы. Эти требования содержатся в специальном разделе *технического задания*, технических условий и стандартов на выпускаемое оборудование ГОСТ 15.001-88(1997) «Система разработки и постановки продукции на производство. Продукция производственно-технического назначения».

В техническом задании в соответствии с ГОСТ 15.001-88(1997) должна быть проверена полнота отражения требований безопасности в конструкции разрабатываемого изделия при его монтаже, эксплуатации, обслуживании и ремонте. Указанные требования излагаются на основе действующих нормативно-технических документов по безопасности труда, анализа данных об опасных и вредных производственных факторах аналогичных конструкций отечественного и зарубежного производства, а также результатов научно-исследовательских работ.

Требования безопасности должны быть изложены в следующих видах конструкторских документов:

1. В пояснительной записке в подразделе «Сведения о соответствии изделия требованиям безопасности» должно быть наличие:

– описания и обоснования принимаемых на данной стадии разработки изделия принципиальных решений (конструкторских, схемных и т. д.) по безопасности конструкции изделия;

– основных норм и требований безопасности по шуму, вибрации, загазованности и др.;

– фотографий макетов средств защиты работающих (при необходимости);

– требований безопасности к применяемым в изделии новым материалам, которые должны разрабатываться другими предприятиями (организациями);

– сведений о соответствии требованиям безопасности применяемых в изделии заимствованных (ранее разработанных) составных частей, покупных и комплектующих изделий; расчетов, подтверждающих работоспособность, надежность и эффективность средств защиты работающих;

– расчетов, подтверждающих правильность принятых решений по выполнению и соблюдению норм и требований по шуму, вибрации, загазованности и др.

2. В Технических условиях:

– описание безопасных приемов и способов работы с изделием в режимах и условиях, предусмотренных техническим заданием;

– описание порядка и способов безопасного транспортирования изделия, безопасного монтажа, хранения и ввода в действие на месте эксплуатации, а также безопасного обслуживания при хранении и эксплуатации;

– расчеты экономической эффективности от улучшения условий труда.

3. Программа и методика испытаний контролируются на соответствие конструкции изделия нормам и требованиям безопасности. При этом производят проверку:

– обеспечения стабильности работы изделия и его составных частей с точки зрения безопасности;

– безопасности и удобства проведения технического обслуживания и ремонта изделия;

– надежности работы и комплектности средств защиты работающих, встроенных в изделия; соответствия изделия нормам по шуму, вибрации, загазованности, запыленности, освещенности, обзорности и т. п.;

– наличия описания методов испытания по отдельным показателям безопасности;

– наличия описания методов, средств и схем контроля норм и требований безопасности в соответствии с положениями Государственной системы обеспечения единства измерений.

4. Требования безопасности должны контролироваться в следующих *эксплуатационных документах1*:

– *В инструкции по эксплуатации* в разделе «Указания мер безопасности » должны быть изложены требования безопасности при: установке изделия на месте эксплуатации; подготовке изделия к работе; работе изделия; устранении неисправностей изделия; проверке технического состояния изделия; хранении и транспортировке изделия. В зависимости от особенностей конструкции изделия и его работы должны быть изложены правила пожарной безопасности и взрывобезопасности.

– *В инструкции по монтажу, пуску, регулированию и обкатке* изделия на месте его применения в разделе «Указание мер безопасности » должны быть изложены требования безопасности к подготовке изделия к монтажу, производству монтажа изделия, наладке и контрольным испытаниям изделия, пуску, регулированию, комплексному опробованию и обкатке изделия.

– *В формуляре* приводятся показатели предприятия-изготовителя, свидетельствующие о соответствии данного изделия требованиям безопасности труда за весь период эксплуатации.

– *В паспорте* указываются основные данные и характеристики по безопасности труда (по шуму, вибрации, загазованности и др.)

---

[1] ***Эксплуатационные документы*** (ЭД) предназначены для эксплуатации изделий, ознакомления с их конструкцией, изучения правил эксплуатации (использования по назначению, технического обслуживания, текущего ремонта, хранения и транспортирования), отражения сведений, удостоверяющих гарантированные изготовителем значения основных параметров и характеристик (свойств) изделия, гарантий и сведений по его эксплуатации за весь период (длительность и условия работы, техническое обслуживание, ремонт и другие данные), а также сведений по его утилизации.

Требования безопасности к технологическому процессу должны быть изложены в технологических документах, предусмотренных в стандартах Единой системы технологической документации ЕСТД:

– маршрутной карте;
– карте эскизов;
– технологической инструкции;
– ведомости оснастки;
– карте технологического процесса;
– карте типового технологического процесса;
– операционной карте;
– операционной карте типовой;
– ведомости операций;
– ведомости деталей (сборочных единиц) к типовому технологическому процессу, операции.

В документах, предусматривающих операционное изложение, указываются также средства защиты работающих. Технологическая документация разрабатывается также и на процессы уборки технологических отходов с рабочих мест, их хранения, переработки и отправки на утилизацию.

Общие направления повышения безопасности и экологичности технических средств и технологических процессов установлены Санитарными правилами СП 2.2.2.1327-03 «Гигиенические требования к организации технологических процессов, производственному оборудованию и рабочему инструменту».

Требования Санитарных правил являются обязательными при проектировании, внедрении в производство и осуществлении технологических процессов и эксплуатации производственного оборудования во всех отраслях промышленности (кроме горнорудной и угольной), транспорта, строительства и сельского хозяйства, для всех юридических и физических лиц, независимо от ведомственной принадлежности, организационно-правовых форм и форм собственности.

ФЗ "О техническом регулировании" от 27.12.2002 N 184-ФЗ РФ вводит новый документ — *технический регламент.*

Технический регламент — документ (нормативный правовой акт), устанавливающий обязательные для применения и исполнения требования к объектам технического регулирования (продукции, в том числе зданиям, строениям и сооружениям, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации), в отличие от ИСО, ГОСТ, ТУ и других стандартов, имеющих добровольное применение.

Технические регламенты принимаются в целях:

– защиты жизни или здоровья граждан, имущества физических или юридических лиц, государственного или муниципального имущества;
– охраны окружающей среды, жизни или здоровья животных и растений;
– предупреждения действий, вводящих в заблуждение приобретателей.

Технические регламенты с учетом степени риска причинения вреда устанавливают минимально необходимые требования, обеспечивающие: безопасность излучений; биологическую безопасность; взрывобезопасность; механическую безопасность; пожарную безопасность; промышленную безопасность; термическую безопасность; химическую безопасность; электрическую безопасность; ядерную и радиационную безопасность; электромагнитную совместимость в части обеспечения безопасности работы приборов и оборудования; единство измерений.

Технический регламент должен содержать исчерпывающий перечень продукции, процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, в отно-

шении которых устанавливаются его требования, и правила идентификации объекта технического регулирования для целей применения технического регламента.

В техническом регламенте в целях его принятия могут содержаться правила и формы оценки соответствия (в том числе схемы подтверждения соответствия), определяемые с учетом степени риска, предельные сроки оценки соответствия в отношении каждого объекта технического регулирования и (или) требования к терминологии, упаковке, маркировке или этикеткам и правилам их нанесения.

Оценка соответствия проводится в формах государственного контроля (надзора), аккредитации, испытания, регистрации, подтверждения соответствия, приемки и ввода в эксплуатацию объекта, строительство которого закончено, и в иной форме.

Содержащиеся в технических регламентах обязательные требования к продукции, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, правилам и формам оценки соответствия, правилам идентификации, требования к терминологии, упаковке, маркировке или этикеткам и правилам их нанесения являются исчерпывающими, имеют прямое действие на всей территории Российской Федерации и могут быть изменены только путем внесения изменений и дополнений в соответствующий технический регламент.

Экспертиза безопасности оборудования. Она должна производиться как на этапе проектирования любого вида оборудования, непосредственно обслуживаемого человеком, так и при эксплуатации. Первый этап экспертизы может производиться как проектными, так и независимыми общественными организациями.

Порядок разработки, согласования, экспертизы и утверждения предплановой, проектно-планировочной и проектно-сметной документации определяется СНиП 1.02.01–85, инструкцией по типовому проектированию СН 227–82.

Применительно к оборудованию и технологическим процессам, имеющим аналоги, как правило, производится расчетная оценка ожидаемого уровня опасных и вредных факторов и сопоставление полученных значений с предельно допустимыми значениями. При создании опытных образцов определяется фактическое значение этих факторов. В случае, если эти значения превышают допустимые величины, установленные стандартами ССБТ, производится доработка оборудования путем введения соответствующих средств защиты или повышения их эффективности. Одновременно, используя статистические данные о травматизме и заболеваниях, устанавливают причины отказов систем, травм, профзаболеваний и разрабатывают соответствующие требования безопасности, в том числе устанавливают соответствующие показатели безопасности.

Применительно к оборудованию и технологическим процессам, не имеющим аналогов, производится идентификация опасностей и связанных с их возникновением опасных и вредных факторов.

Учитывая многообразие связей в системе «человек – машина – окружающая среда» и соответствующее многообразие причин аварий, травматизма и профессиональных заболеваний для выявления производственных опасностей применяют метод моделирования с использованием диаграмм влияния причинно-следственных связей на реализацию этих опасностей. Наибольшее распространение получили методы с использованием дерева отказов или дерева происшествий.

Согласно ГОСТ 15.001–88* «Системы разработки и постановки продукции на производство. Продукция производственно-технического назначения» в процессе разработки документации проверка новых технических решений, обеспечивающих достижение новых потребительских свойств продукции, должна осуществляться при лабораторных, стендовых и других исследовательских испытаниях моделей, макетов, натурных составных частей изделий и экспериментальных образцов продукции в целом в условиях, как правило, имитирующих реальные условия эксплуатации.

Опытные образцы (опытную партию) или единичную продукцию (головной образец) подвергают *приемочным испытаниям* в соответствии с действующими стандартами или типовыми программами и методиками испытаний, относящимися к данному виду (группе) продукции. При их отсутствии или недостаточной полноте испытания проводят по программе и методике, подготовленной разработчиком и согласованной с заказчиком или одобренной приемочной комиссией.

В приемочных испытаниях, независимо от места их проведения, вправе принять участие изготовитель и органы, осуществляющие надзор за безопасностью, охраной здоровья и природы, которые должны быть заблаговременно информированы о предстоящих испытаниях.

Оценку выполненной разработки и принятие решения о производстве и (или) применении продукции (или единичной продукции) проводит приемочная комиссия, в состав которой входят представители заказчика (основного потребителя), разработчика, изготовителя. При необходимости к работе комиссии могут быть привлечены эксперты сторонних организаций, а также органы, осуществляющие надзор за безопасностью, охраной здоровья и природы.

Для исключения эксплуатации оборудования, не соответствующего требованиям безопасности, производится соответствующая проверка оборудования как перед его первичным задействованием, так и в процессе эксплуатации.

Применительно к оборудованию повышенной опасности проводятся специальные *освидетельствования* и *испытания.*

При поступлении нового оборудования и машин на предприятие они проходят *входную экспертизу* на соответствие требованиям безопасности. Она проводится отделом главного механика (главным механиком) с привлечением механика того подразделения (цеха), где его планируют использовать. В случае энергетических систем в проверке участвуют также главный энергетик и энергетик указанного выше подразделения. В случае, если оборудование не соответствует предъявляемым требованиям, оно не допускается к использованию, при этом составляется рекламация в адрес завода-изготовителя.

Важное место в повышении безопасности и экологичности машин и установок занимает *функциональная диагностика*. Она основана ни текущем контроле функционирования технической системы. С этой целью фиксируют показания контрольно-измерительных приборов, регистрирующих изменение рабочих параметров.

Одним из методов функциональной диагностики является виброакустический метод. Акустическая и вибрационная диагностика производится непосредственно на этапе эксплуатации оборудования. Исходя из наличия в спектрах шума и вибраций характерных составляющих, определяют дефектные элементы машин, выявляют возникновение аварийных режимов (кавитации в насосах, вибраций металлорежущих станков и электродвигателей и т. п.).

Учет требований безопасности при разработке проектов строительства и реконструкции производственных объектов. Для создания нормальных условий труда, предотвращения несчастных случаев и профессиональных заболеваний важное значение имеет общее устройство предприятий (планировка, конструкция зданий, вентиляция, освещение и т. д.).

Обеспечение здоровых и безопасных условий труда должно предусматриваться еще при проектировании предприятия. Основные требования к устройству предприятий и производственных зданий изложены в Санитарно- эпидемиологических правилах СП 2.2.1.1312-03 «Гигиенические требования к проектированию вновь строящихся и реконструируемых промышленных предприятий ».

Правила определяют обязательные гигиенические требования к проектированию, строительству, реконструкции и техническому перевооружению производственных объектов, обеспечивающих условия труда, необходимые для сохранения здоровья работающих и охрану окружающей природной среды от воздействия техногенных факторов и распространяются

на все виды производственных объектов, вне зависимости от ведомственной принадлежности и форм собственности.

Технологические и технические решения, предлагаемые в проектах реконструкции производств, детально обосновываются результатами опытно-промышленных испытаний, а при проектировании производств на основе новых технологий представляются материалы опытно-экспериментальных исследований производства, обобщенные данные зарубежного опыта по созданию подобных производств.

В состав проекта должны входить

–расчеты соответствия имеющихся на данном объекте вредных производственных факторов гигиеническим нормативам для воздуха рабочей зоны и предупреждения возможного загрязнения вредными веществами атмосферного воздуха населенных мест, условий сброса сточных вод в водные объекты, защитных территорий, зон санитарной охраны источников хозяйственно-питьевого водоснабжения и водопроводов;

–расчеты, обосновывающие проектные решения по освещению с учетом характера зрительных работ, расчеты по снижению уровня шума и вибрации, электромагнитных излучений и других физических факторов, а также по удалению и обезвреживанию технологических отходов.

Проекты новых и реконструируемых (или перепрофилируемых) производственных объектов, не содержащие эффективных решений по снижению влияния вредных производственных факторов, охране окружающей среды от загрязнения промышленными выбросами, сбросами и отходами, по обеспечению работающих необходимым комплексом санитарно-бытового и лечебно-профилактического обслуживания, а также другими профилактическими средствами, требуемыми санитарными правилами, к реализации не допускаются.

Контроль за соблюдением настоящих санитарных правил осуществляется органами и учреждениями государственной санитарно-эпидемиологической службы в соответствии с действующим законодательством Российской Федерации.

Экспертиза зданий и сооружений проводится в следующих случаях:

– при выработке зданий и сооружений установленных проектом или другими документами сроков службы;
– при воздействии на здание (сооружение) внешних воздействий (землетрясение, пожар, взрыв);
– периодически в процессе эксплуатации;
– по требованию органов Госгортехнадзора России.

Экспертиза условий труда предполагает запрещение строительства, реконструкции, технического переоснащения производственных объектов, производства и внедрения новой техники и технологий без заключения государственной экспертизы условий труда о соответствии проектно-технической документации государственным нормативным требованиям охраны труда.

Проведение государственной экспертизы условий труда регламентируется:

– Трудовым Кодексом,
– постановлением «Об утверждении Положения о проведении государственной экспертизы условий труда»,
– постановлением «Об утверждении Рекомендаций по организации деятельности органов, осуществляющих государственную экспертизу условий труда»
– постановлением «Об утверждении Методических рекомендаций по проведению государственной экспертизы условий труда при лицензировании отдельных видов деятельности».

Государственная экспертиза условий труда осуществляется органом исполнительной власти, уполномоченным на проведение государственного надзора и контроля за соблюдением трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права, и органами исполнительной власти в области охраны труда в порядке, установленном Правительством.

Государственная экспертиза условий труда осуществляется в целях оценки:

– качества проведения аттестации рабочих мест по условиям труда;

– правильности предоставления работникам компенсаций за тяжелую работу, работу с вредными и (или) опасными условиями труда;

– соответствия проектов строительства, реконструкции, технического переоснащения производственных объектов, производства и внедрения новой техники, внедрения новых технологий государственным нормативным требованиям охраны труда;

– фактических условий труда работников, в том числе в период, непосредственно предшествовавший несчастному случаю на производстве.

Государственная экспертиза условий труда осуществляется на основании определений судебных органов, обращений органов исполнительной власти, работодателей, объединений работодателей, работников, профессиональных союзов, их объединений, иных уполномоченных работниками представительных органов, органов Фонда социального страхования.

Лица, осуществляющие государственную экспертизу условий труда, имеют право:

– в порядке, установленном федеральными законами и иными нормативными правовыми актами, беспрепятственно при наличии удостоверения установленного образца посещать для осуществления экспертизы любых работодателей (организации независимо от их организационно-правовых форм и форм собственности, а также работодателей — физических лиц); запрашивать и безвозмездно получать необходимые для осуществления экспертизы документы и другие материалы;

– проводить соответствующие наблюдения, измерения и расчеты с привлечением в случае необходимости исследовательских (измерительных) лабораторий, аккредитованных в порядке, установленном федеральными законами и иными нормативными актами Российской Федерации.

Лица, осуществляющие государственную экспертизу условий труда, обязаны:

– составлять по результатам экспертизы заключения о соответствии (несоответствии) условий труда государственным нормативным требованиям охраны труда и направлять указанные заключения в суд, органы исполнительной власти, работодателям, в объединения работодателей, работникам, в профессиональные союзы, их объединения, иные уполномоченные работниками представительные органы, органы Фонда социального страхования;

– обеспечивать объективность и обоснованность выводов, изложенных в заключениях;

– обеспечивать сохранность документов и других материалов, полученных для осуществления экспертизы, и конфиденциальность содержащихся в них сведений.

Органам, осуществляющим государственную экспертизу условий труда в целях решения возложенных на них задач рекомендуется выполнять следующие функции:

1) контроль за условиями и охраной труда, качеством проведения аттестации рабочих мест по условиям труда, правильностью предоставления компенсаций за тяжелую работу и работу с вредными или опасными условиями труда;

2) подготовку предложений об отнесении организаций к классу профессионального риска в соответствии с результатами сертификации работ по охране труда в организациях;

3) предоставление в учреждения медико-социальной экспертизы (по их запросу или по заявлению застрахованного) заключений государственной экспертизы условий труда о характере и об условиях труда застрахованных, которые предшествовали наступлению страхового случая;

4) проведение государственной экспертизы условий труда на соответствие требованиям охраны труда проектов строительства и реконструкции производственных объектов, а также машин, механизмов, другого производственного оборудования и технологических процессов;

5) проведение государственной экспертизы условий труда при лицензировании отдельных видов деятельности на территории субъекта Российской Федерации;

6) проведение государственной экспертизы условий труда по запросам органов государственного надзора и контроля, судебных органов, работодателей, работников, профессиональных органов, их объединений и иных уполномоченных работниками представительных органов;

7) выдачу заключений по условиям труда для рассмотрения в судебном порядке вопроса о ликвидации организации или ее подразделения при выявлении нарушений требований охраны труда;

8) участие в организации и проведении сертификации работ по охране труда в организациях;

9) организацию работы исследовательских (измерительных) лабораторий по оценке условий труда;

10) проведение консультаций работодателям и работникам по их просьбам (в том числе на договорных условиях) по вопросам оценки условий труда, проведения аттестации рабочих мест по условиям труда, установления правильности предоставления компенсаций за тяжелую работу и работу во вредных или опасных условиях труда;

11) информирование федерального органа исполнительной власти, осуществляющего функции по нормативно-правовому регулированию в сфере труда, о деятельности по осуществлению государственной экспертизы условий труда установленной форме.

Работники государственной экспертизы условий труда вправе предъявлять работодателям или их представителям обязательные для исполнения предписания об устранении нарушений или представления о приостановлении действия принятых в организации решений по вопросам предоставления компенсаций за тяжелую работу и работу с вредными и опасными условиями труда, не соответствующими действующему трудовому законодательству.

Основные направления обеспечения безопасности труда при эксплуатации предприятий - это осуществление предупредительных и регулирующих мер, которые осуществляются в порядке приоритетности:

– устранение опасности/риска;

– ограничение опасности/риска в его источнике путем использования технических средств коллективной защиты или организационных мер;

– минимизация опасности/риска путем проектирования безопасных производственных систем, включающих меры административного ограничения суммарного времени контакта с вредными производственными факторами;

– и там, где оставшиеся опасности/риски не могут быть ограничены средствами коллективной защиты, работодатель должен бесплатно предоставить соответствующие средства индивидуальной защиты, включая спецодежду, и принять меры по гарантированному обеспечению их использования и технического обслуживания».

Важной предпосылкой организации работы по созданию благоприятных условий труда является объективная оценка их фактического уровня. Разработка методов количественной оценки уровня условий труда необходима в силу того, что планирование всей работы по их улучшению возможно лишь на основе объективных критериев оценки достигнутого и планируемого уровня организации труда.

В качестве частных показателей условий труда принимаются освещенность, чистота воздуха, его влажность, шум, вибрация и другие санитарно-гигиенические показатели, поддающиеся измерению.

Индекс отклонения фактических условий труда от нормативных по данному частному показателю (*Ki*) вычисляется по формуле:

$$Ki = \frac{Уф}{Ун}, \qquad ()$$

где Уф и Ун - соответственно фактическое и нормативное значение показателя условий труда.

В тех случаях, когда фактические показатели (шум, вибрация и т.д.) превышают нормативы, значение определяется обратным соотношением по формуле:

$$Ki = \frac{Ун}{Уф}, \qquad (1.26)$$

Общий коэффициент условий труда рассчитывается как среднегеометрическая величина частных показателей, характеризующих условия труда по отдельным факторам:

$$Кут = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^{n} Ki}, \qquad (1.27)$$

где Ki - индексы соответствия фактических условий труда нормативным по данному показателю (освещенность, запыленность, уровень шума и т.д.) n - количество показателей, характеризующих условия труда, по которым проводились замеры.

Наибольшее распространение получила методика, рекомендованная НИИ труда, также основанная на интегральном показателе.

Основная идея метода заключается в нахождении интегральной оценки категории тяжести некоторой i-ой совокупности однородных работ, как функцию результирующей оценки категории условий труда характеризующих данную совокупность работ. Выделено шесть категорий тяжести, охватывающих условия труда от комфортных до крайне тяжелых.

Каждый элемент, составляющий условия труда, получает кодовую оценку в баллах от 1 до 6 в зависимости от того, к какой группе условий труда он относится согласно справочной таблице. После того, как установлена категория тяжести, определяют интегральную оценку состояния условий труда на данном рабочем мест в виде соответствующего коэффициента, имеющего диапазон от 0 до 1.

Чем хуже условия труда, тем выше категория тяжести работа и тем ближе к нулю коэффициент уровня условий труда; чем лучше условия, тем ближе к единице коэффициент условий труда.

Основным направлением работы по коренному улучшению условий труда являются профилактические *меры технического характера*, поскольку они направлены на устранение причин, порождающих неблагоприятные условия труда. Поэтому создание безопасных технологических процессов и оборудования, оптимальных систем организации производства, должно быть главным содержанием всей работы по улучшению условий труда.

Важное место в общей системе мер, направленных на улучшение условий труда, занимают *меры социально-экономического характера*:

– дальнейшее совершенствование системы нормирования условий труда (санитарные и другие нормы, правила, инструкции и др.);
– усиление предупредительного и текущего надзора за соблюдением установленных норм, правил;
– совершенствование системы и практики предоставления льгот и компенсаций за работу в неблагоприятных условиях труда;
– улучшение методов материального и морального стимулирования работы по улучше-

нию условий труда в сочетании с усилением материальной ответственности за создание и длительное сохранение неблагоприятных условий труда;

– совершенствование системы учета данных, характеризующих состояние условия труда;

– улучшение перспективного и текущего планирования;

– совершенствование системы распределения материальных и финансовых средств для осуществления мероприятий, обеспечивающих устранение наиболее неблагоприятных элементов условий труда, характерных для данного производства.

Многогранный характер проблемы условий труда требует применения комплекса мер по их улучшению. В целях разработки мероприятий по *улучшению условий труда* и подтверждения особых условий труда проводится *аттестация рабочих мест*.

Аттестация проводится раз в 5 лет, а для вновь созданных рабочих мест - по мере освоения производственных мощностей в соответствии с утвержденными проектами. Внеочередная аттестация проводится: при изменении условий труда в связи с реконструкцией производственного объекта, внедрением новой техники и технологии, применением новых видов сырья и материалов; по требованию органов государственной экспертизы условий труда; при создании новых рабочих мест.

Результаты инструментальных замеров параметров вредных и опасных производственных факторов оформляются протоколами и заносятся в карту условий труда на рабочем месте. Для подтверждения занятости в особых условиях труда необходимо, чтобы время выполнения работ в этих условиях в соответствии с их характеристикой по Единому тарифно-квалификационному справочнику (ЕТКС) и квалификационному справочнику должностей руководителей, специалистов и служащих (КСД) составляло не менее 80 % продолжительности рабочего времени.

По результатам аттестации составляются: перечни и количество рабочих мест, производств, профессий и должностей, работники которых подтвердили право на пенсию в связи с особыми условиями труда; перечни и количество рабочих мест, производств, профессий и должностей, работникам которых устанавливаются доплаты за работу в неблагоприятных условиях труда; организационно-технические мероприятия по рационализации рабочих мест в целях приведения их в соответствие с требованиями правил и норм охраны труда.

Предприятия устанавливают для работников, занятых в неблагоприятных условиях труда, кроме минимально гарантированных доплат за работу в неблагоприятных условиях труда, за счет собственных средств более высокие доплаты, что отражается в коллективных договорах.

Режимы труда и отдыха. Высокую устойчивую производительности труда можно сохранить при установлении:

– оптимальной продолжительности рабочего дня;

– нормальной интенсивности труда, что в свою очередь связано с правильно научно обоснованным его нормированием;

– рационального режима труда и отдыха.

Эти задачи должны решаться дифференцированно в зависимости от характера труда и условий, при которых он осуществляется.

Интенсивность, или *напряженность труда* представляет собой количество затраченного труда, выражающееся в расходовании не только физической мышечной работы, но и нервно-психической умственной энергии, которая характеризуется напряжением органов зрения, слуха, концентрацией, объемом и распределением внимания, степенью ответственности и опасности выполняемой работы, сложностью необходимых расчетов.

С биологической точки зрения интенсивность (напряженность) труда характеризуется

степенью *утомляемости,* т.е. физическим состоянием и самочувствием работающего в зависимости от степени активности тех или иных психофизиологических процессов, происходящих в организме человека во время трудовой деятельности.

Интенсивность труда оказывает большое влияние на производительность труда, т.к. ее повышение, как правило, приводит к повышению производительности труда и в этом случае экономическая роль их одинакова. Интенсивность труда должна быть оптимальной. Человек должен быть поставлен в такие условия, которые бы застраховали его от ошибок, а выполняемая работа учитывала бы его возможности, была бы ему по силам.

Многочисленными исследованиями ученых доказано, что применение в производстве рациональных режимов труда и отдыха не только облегчает труд, но и уменьшает утомляемость работающего и повышает производительность труда. Поэтому установление графиков режима труда и перерывов должно быть научно обосновано и стать законом для производства - одним из важнейших элементов научной организации труда.

Целью рациональных режимов труда и отдыха должно быть сокращение периода врабатывания, продление периода устойчивой работоспособности и уменьшение периода утомления. По методическим рекомендациям НИИ труда графики режима труда и отдыха должны отвечать следующим требованиям:

– точно соответствовать режиму производственного процесса, особенностям производства, планируемому фонду работы оборудования;
– обеспечить нормальную передачу смен;
– обеспечивать регулярность и равномерность чередования работы и отдыха;
– предусмотреть наиболее целесообразное использование внерабочего времени;
– иметь минимальное количество часов работы в ночное время.

Трудовая дисциплина. Современное развитое общество обеспечивает каждому, человеку подлинное право на труд, т.е. на получение гарантированной работы с оплатой труда в соответствии с его количеством и качеством, включая право на выбор профессии, рода занятий и работы в соответствии с признанием, способностями, профессиональной подготовкой, образованием и с учетом общественных потребностей. В то же время Конституция провозглашает обязанностью и делом чести каждого способного к труду гражданина нашей страны добросовестный труд в избранной им области общественно полезной деятельности, строгое соблюдение трудовой и производственной дисциплины.

Процесс становления дисциплины, как и других общественных отношений, форм и приемов привлечения людей к труду, не может быть стихийным. Этот процесс предполагает огромную политическую, экономическую и организаторскую работу в массах, направленную на повышение их сознательности, политической и трудовой дисциплины и активности.

Трудовая дисциплина — обязательное для всех работников подчинение установленному трудовому распорядку и надлежащее выполнение своих обязанностей.

Трудовая дисциплина является необходимым условием всякой общей работы, всякого совместного труда. Всякий совместный труд нуждается в определенной дисциплине, определенном порядке, чтобы все совместно работающие подчинялись этой дисциплине, порядку. Трудовое законодательство создает юридическую основу для дальнейшего укрепления трудовой дисциплины на производстве.

Трудовая дисциплина включает в себя:

– *Технологическая дисциплина за*ключается в неукоснительном соблюдении работниками технологических процессов на производстве, внедрении мероприятий, направленных на обеспечение технологической подготовки производства. Нарушение работником технологической дисциплины является производственным упущением и дает основание нанимателю наряду с привлечением виновного к дисциплинарной ответственности для полного или частичного лишения его премии в соответствии с положением, утвержденным нанимателем.

– *Конструкторская дисциплина* предполагает обязанность специалистов строго соблюдать требования чертежей и другой конструкторской документации при изготовлении продукции.

– Под *производственной дисциплиной* следует понимать порядок на производстве, т.е. четкое выполнение работниками установленных технологических правил и производственных инструкций. По своему содержанию производственная дисциплина охватывает трудовую дисциплину и выходит за ее пределы. Если рассматривать понятие производственной дисциплины в широком смысле, то следует учесть, что она состоит из многих разновидностей дисциплин.

Помимо трудовой дисциплины, в производственную дисциплину входят: плановая; конструкторская; технологическая; соблюдение требований стандартов; соблюдение требований по экономии и рациональному использованию сырья, материалов, энергии и иных видов материальных ресурсов; договорная; исполнительская.

В целях обеспечения надлежащей трудовой дисциплины на предприятии, в учреждении, организации выделяют два наиболее характерных метода укрепления трудовой дисциплины: *убеждение и принуждение.*

Убеждение - это метод воздействия, стимулирующий субъект права к такому поведению, которое соответствует его воле..

Принуждение - это такой метод воздействия, который обеспечивает совершение тех или иных действий субъектом права вопреки его воле.

Дисциплинарная ответственность работников наступает за неисполнение или ненадлежащее исполнение трудовых обязанностей.

Организация обучения. Правовой основой организации обучения работников охране труда и промышленной безопасности являются:

– Трудовой кодекс
– Закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»

Таким образом, работодатель обязан за счет собственных средств:

– обеспечивать обучение безопасным методам и приемам выполнения работ и оказанию первой помощи пострадавшим на производстве;
– обеспечить инструктаж по охране труда;
– обеспечить стажировку на рабочих местах работников;
– обеспечивать проверку знаний требований охраны труда работников;
– обеспечивать подготовку и аттестацию работников в области промышленной безопасности.

Работодатель обязан не допускать к работе лиц, не прошедших в установленном порядке обучение, инструктаж и проверку знаний требований охраны труда и промышленной безопасности.

Работник обязан:

– проходить обучение безопасным методам и приемам выполнения работ;
– пройти инструктаж по охране труда;
– пройти стажировку на рабочем месте;
– проходить проверку знаний требований охраны труда;
– проходить подготовку и аттестацию в области промышленной безопасности.

Статьи закона «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний» определяют общий порядок обучения отдельных категорий застрахованных (работников организаций-страхователей) по охране труда с использованием части средств Фонда социального страхования и с отрывом от работы, а

обучение безопасным методам и приемам выполнения работ проводить без отрыва от работы.

Требования по организации обучения и профессиональной подготовки работников для отдельных видов работ, связанных с эксплуатацией опасных производственных объектов, электроустановок, на производствах с использованием вредных химических веществ и биологических материалов, содержатся в ряде других законов и правилах, утвержденных органами государственного контроля и надзора.

Работодатель (или уполномоченное им лицо) обязан в течение месяца после приема работника на работу (или переводе его на другую работу, перерыве в работе более 1 года) организовать:

– проведение вводного инструктажа (кроме перевода на другую работу);
– первичного инструктажа на рабочем месте (для работников, связанных с эксплуатацией оборудования, выполнением опасных, тяжелых работ и занятых на рабочих местах с вредными условиями труда);
– обучение работника безопасным методам и приемам выполнения работ, методам и приемам оказания первой помощи пострадавшим (кроме квалифицированных рабочих и индивидуальной формы профессиональной подготовки);
– проверку знаний требований охраны труда.

Для рабочих, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда работодатель (или уполномоченное им лицо) обязан организовать:

– стажировку на рабочем месте;
– экзамен на знание безопасных методов и приемов выполнения работ.

Порядок, форма, периодичность и продолжительность обучения устанавливаются работодателем (или уполномоченным им лицом) в соответствии с нормативными правовыми актами, регулирующими безопасность конкретных видов работ.

Инструктажи и обучение рабочих охране труда и промышленной безопасности на протяжении трудовой деятельности:

Вводный инструктаж

Инструктаж проводится со всеми принимаемыми на работу, а также с командированными в организацию работниками и работниками сторонних организаций, выполняющих работы на выделенном участке, учащимися, проходящими в организации практику, и другими лицами, участвующими в производственной деятельности.

Инструктаж проводит специалист по ОТ или работник (инструктор, мастер производственного обучения), на которого возложены приказом работодателя (или иного уполномоченного им лица) эти обязанности, либо специалист, с которым заключен договор по оказанию услуг в области охраны труда.

О проведении инструктажа делают запись в журнале регистрации вводного инструктажа, а также в документах о приеме на работу (личной карточке).

Инструктаж проводится по программе, разработанной на основании законов и иных нормативных правовых актов РФ с учетом специфики деятельности организации и утвержденной в установленном порядке работодателем. ГОСТом также предусмотрен перечень основных вопросов вводного инструктажа.

Первичный инструктаж

Инструктаж проводится до начала самостоятельной работы:

– со всеми вновь принятыми работниками, включая работников, выполняющих работу на условиях срочного трудового договора, сезонными работниками и совместителями, а также надомниками с использованием материалов, инструментов и механизмов;
– с работниками организации, переведенными из другого структурного подразделения или с теми, кому поручается выполнение новой для них работы;

– с командированными работниками сторонних организаций, учащимися – практикантами и другими лицами, участвующими в производственной деятельности.

Работники, не связанные с эксплуатацией, обслуживанием, испытанием, наладкой и ремонтом оборудования, использованием электрифицированного или иного инструмента, хранением и применением сырья и материалов, могут освобождаться от инструктажа. Перечень профессий и должностей работников, освобожденных от данного инструктажа, утверждается работодателем. Инструктаж на рабочем месте проводит руководитель структурного подразделения (мастер, прораб, инструктор или другой работник, назначенный приказом работодателя и прошедший в установленном порядке обучение и аттестацию по охране труда и промышленной безопасности).

О проведении делают запись в журнале регистрации инструктажей на рабочем месте, а также в документах о приеме на работу (личной карточке). Инструктаж проводится по программе, разработанной руководителем структурного подразделения на основании законов и иных нормативных правовых актов, локальных нормативных актов организации, инструкций по ОТ, технической и эксплуатационной документации и утвержденной в установленном порядке работодателем.

ГОСТом также предусмотрен перечень основных вопросов первичного инструктажа. При этом программа должна включать:

– общие сведения о технологическом процессе и оборудовании;
– опасные и вредные факторы, возникающие при данном технологическом процессе;
– безопасная организация и содержание рабочего места;
– порядок подготовки к работе;
– безопасные приемы и методы работы;
– действия при возникновении опасной ситуации;
– схема безопасного передвижения работников по территории;
– внутрицеховые транспортные и грузоподъемные средства и механизмы, требования безопасности при погрузочно-разгрузочных работах и транспортировке грузов;
– характерные причины аварий, взрывов, пожаров, случаев травм;
– меры предупреждения аварий, действия при авариях, способы применения средств пожаротушения, противоаварийной защиты и сигнализации, места их расположения.

Повторный инструктаж

Данный инструктаж проходят те же категории рабочих, что и первичный инструктаж, не реже одного раза в 6 месяцев. Инструктаж проводится специалистом по охране труда или лицом, назначенным приказом работодателя, или руководителем структурного подразделения по программе первичного инструктажа индивидуально или с группой рабочих, обслуживающих однотипное оборудование.

Межотраслевыми (отраслевыми) правилами и инструкциями по ОТ и ПБ могут предусматриваться иные сроки и вопросы программы повторного инструктажа.

Целевой инструктаж

Инструктаж проводят при:

– выполнении разовых работ, не связанных с прямыми обязанностями работника;
– ликвидации последствий аварий, стихийных бедствий и катастроф;
– проведении экскурсии на предприятии;
– организации массовых мероприятий с учащимися (экскурсии, походы, спортивные соревнования и др.);
– производстве работ, на которые оформляется наряд – допуск, разрешение или другие специальные документы.

Порядок, условия, сроки и периодичность проведения зависят от вида выполняемой работы и регулируются соответствующими межотраслевыми (отраслевыми) нормативными

правовыми актами по ОТ и ПБ, локальными нормативными актами (перечнем работ по нарядам - допускам, положением о системе нарядов – допусков, приказами и распоряжениями, инструкциями по безопасному ведению работ и др.).

Проводит инструктаж руководитель структурного подразделения или непосредственный руководитель (руководитель работ) с записью в наряде – допуске или журнале (книге) инструктажей. Например, согласно МПОТ (ПБ) ЭЭУ, без проведения целевого инструктажа допуск к работе запрещается.

Целевой инструктаж при работах по наряду (распоряжению) проводят:

– выдающий наряд – ответственному руководителю работ или производителю работ (наблюдающему);
– допускающий – ответственному руководителю работ, производителю работ (наблюдающему), членам бригады;
– ответственный руководитель работ – производителю работ (наблюдающему), членам бригады;
– производитель работ (наблюдающий) – членам бригады.

При работе по наряду целевой инструктаж должен быть оформлен в таблице «Регистрация целевого инструктажа при первичном допуске» (в наряде – допуске) подписями работников, прошедших и получивших инструктаж.

Необходимость в программе определяет работодатель в соответствии с межотраслевыми (отраслевыми) нормативными правовыми актами по охране труда. Например, согласно МПОТ (ПБ) ЭЭУ (п.2.7.7.) проводящие инструктаж должны дать четкие указания:

– все по технологии безопасного проведения работ, использованию грузоподъемных машин, инструмента, приспособлений;
– производитель работ - по исключению возможности поражения электротоком;
– допускающий - по содержанию наряда (распоряжения), четким границам рабочего места, наличию наведенного напряжения, показать ближайшее к рабочему месту оборудование и токоведущие части, к которым запрещается приближаться независимо от того, находятся они под напряжением или нет.

Внеплановый инструктаж

Внеплановый инструктаж проводится:

– при введении в действие новых (изменении) законодательных и иных нормативных правовых актов, а также инструкций по ОТ;
– при изменении технологических процессов, замене и модернизации оборудования и других факторов, влияющих на безопасность труда;
– при нарушении работниками требований ОТ и безопасности труда;
– по требованию должностных лиц органов государственного контроля и надзора;
– при перерывах в работе (для работ с вредными, опасными условиями – более 30 дней, а для остальных – более 2 месяцев);
– по решению работодателя.

Внеплановый инструктаж проводит специалист по ОТ или лицо, назначенное приказом работодателя с оформлением в журнале (книге) инструктажей или в соответствующей технологической документации. Объем и содержание инструктажа определяют в каждом конкретном случае в зависимости от причин и обстоятельств, вызвавших необходимость его проведения.

Проверку знаний рабочих проводит аттестационная комиссия организации. Периодические проверки рекомендуется приурочивать ко времени проведения повторного инструктажа. Результаты проверки оформляют протоколом и отмечают в личных карточках. Работники, не прошедшие проверку знаний требований ОТ, ПБ, обязаны не позднее чем через 1 месяц повторно пройти проверку знаний. До повторной проверки рабочий к самостоятельной работе не допускается. С работниками, повторно не прошедшими проверку, работодатель

решает вопрос о продолжении (прекращении) трудовых отношений в порядке, установленном законодательством о труде и локальными нормативными актами организации.

Руководители и специалисты организаций проходят обучение охране труда в объеме должностных обязанностей при поступлении на работу в течение первого месяца. Обучение руководителей и специалистов проводится при назначении на должность, переходе с одного предприятия на другое, перерыве в работе свыше 1 года и периодически проводится независимо от срока предыдущего обучения.

По промышленной безопасности руководители и специалисты проходят:
- первичную аттестацию (при назначении на должность; переводе на другую работу, отличающуюся по условиям и характеру требований; переходе с одного предприятия на другое; перерыве в работе более одного года);
- периодическую аттестацию, не реже 1 раза в 3 года (если иное не предусмотрено специальными актами);
- проверку знаний по специальным, вопросам, отнесенным к компетенции аттестуемого (при первичной и периодических аттестациях);
- внеочередные проверки знаний по специальным вопросам, отнесенным к компетенции руководителей и специалистов.

Профориентация и профотбор. Высокая эффективность труда во многом зависит от того, в какой мере выполняемая работа соответствует индивидуальным психофизиологическим свойствам работников, их способностям и склонностям. Выявление и правильная оценка индивидуальных особенностей человека позволяет более обоснованно определить тот участок работы, на котором он сможет добиться наибольших успехов. Решению этой задачи должна способствовать профессиональная ориентация.

Под профессиональной ориентацией понимается система научно обоснованных мероприятий, обеспечивающих сознательный выбор каждым человеком определенного вида трудовой деятельности, а также своевременное привлечение в различные отрасли народного хозяйства, на различные предприятия и работы соответствующих работников, их рациональную расстановку и эффективное использование о учетом индивидуальных качеств.

Профинформация — это широкое ознакомление населения, прежде всего молодежи, вступающей в трудовую жизнь, с существующими профессиями, их содержанием, значимостью в народном хозяйстве.

С профинформацией тесно связана *профпропаганда*. Ее цель - формирование у молодежи интереса к определенным видам труда исходя из потребностей предприятий, и. в частности разъяснение престижности рабочих профессий, воспитание у молодежи чувства уважения к этим профессиям.

Задача *профконсультации* состоит в том, чтобы после получения молодым человеком представления о профессиях, помочь ему выбрать род трудовой деятельности с учетом его желаний и потребности народного хозяйства (в частности, предприятий и организаций данного региона) в кадрах, а также дать рекомендации, где можно получить соответствующую подготовку.

Профессиональный подбор призван определить круг профессий, наиболее подходящих для данного человека, т. е. помочь ему подобрать профессию с учетом его психофизиологических и личностных данных, устанавливаемых с помощью научно обоснованных методов к средств. Задача профессионального отбора - определить пригодность человека к данной работе. При этом следует различать готовность и пригодность к работе по той или иной профессии.

Профессиональная готовность определяется исходя из уровня образования, опыта и подготовки исполнителя.

Профессиональная пригодность устанавливается с учетом степени соответствия инди-

видуальных психофизиологических качеств данного человека конкретному виду деятельности.

Для целей профотбора, т. е. изучения профессионально важных качеств человека, используют *анкетный, аппаратурный и тестовый методы.*

Анкетный метод заключается в том, что с помощью определенным образом сформулированных и сгруппированных вопросов получают информацию о профессиональных интересах и некоторых свойствах человека. Анкеты могут быть самооценочными, когда испытуемый сам дает оценку своих качеств, и внешнеоценочными, когда оценку дает исследователь на основе обобщения данных, получаемых от лиц, длительное время наблюдавших за испытуемым.

При аппаратурном методе отдельные психофизиологические факторы выявляют и оценивают с помощью специально сконструированных приборов и аппаратуры. Наряду с приборами, обеспечивающими общее исследование психофизиологических свойств, на предприятиях конструируются установки, имитирующие тот или иной трудовой процесс. Они служат для определения наличия у испытуемого качеств, важных для данной работы, а также как тренажеры при обучении соответствующей профессии.

Тестовый метод заключается в том, что испытуемому предлагается набор тестов, в процессе решения которых выявляются те или иные психофизиологические свойства.

Тесты делятся на следующие группы:

– тесты определения способностей (используются для установления общего уровня интеллекта, пространственного воображения, точности восприятия, психомоторных способностей);
– тесты проверки зрения и слуха;
– личностные тесты (используются для оценки таких качеств, как импульсивность, активность, чувство ответственности, уравновешенность, общительность, осторожность, уверенность в себе, оригинальность мышления)
– тесты определения уровня квалификации (применяются для проверки профессиональных навыков).

Исходным материалом для проведения работы по профессиональному отбору являются профессиограммы, которые составляются на соответствующие профессии на основе всестороннего изучения самих работников, использования литературных источников.

Профессиограммы представляют собой описание профессионально важных свойств и качеств. В них объективные особенности трудового процесса — технические, технологические, организационные — находят выражение в психофизиологических и социально-психологических показателях.

После того, как установлено, какими качествами должен обладать человек для успешного выполнения работ по данной профессии, задача сводится к тому, чтобы определить, в какой мере испытуемый обладает этими качествами. Для этого по разработанной на предприятии программе производят медицинское, физиологическое, психофизиологическое и социологическое обследования. Данные обследований заносят в протокол, на основании которого принимают решение о приеме или переводе испытуемого на ту или иную работу,

Контроль и надзор. Нормативными правовыми документами законодательно установлено прямое управление, контроль и надзор со стороны государства за состоянием условий и организацией охраны труда. Правовой основой государственного управления, контроля и надзора за соблюдением требований охраны труда и промышленной безопасности являются:

1. В области охраны труда – Трудовой Кодекс, где указаны 20 основных направлений государственной политики в области охраны труда, в том числе, государственное управление охраной труда и государственный контроль и надзор за соблюдением государственных нормативных требований охраны труда.

2. В области промышленной безопасности –закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», определяющий государственное управление промышленной безопасностью и государственный контроль и надзор за исполнением требований промышленной безопасности. Государственное управление промышленной безопасностью заключается в реализации основных направлений государственной политики в области промышленной безопасности, разработке законов и иных нормативных правовых актов в этой области, а также требований промышленной безопасности к опасным производственным объектам.

Государственный контроль и надзор – осуществление действий по контролю и надзору за исполнением органами государственной власти, органами местного самоуправления, их должностными лицами, юридическими лицами и гражданами установленных Конституцией РФ, федеральными законами и другими нормативными правовыми актами обязательных правил поведения.

Контроль – важнейший вид обратной связи, по каналам которой субъекты власти получают информацию о фактическом положении дел, о выполнении решений. В зависимости от объема контроля различают

– собственно контроль, в процессе которого проверяются законность и целесообразность деятельности,
– и надзор, который заключается в постоянном, систематическом наблюдении специальных органов или лиц с целью выявления нарушений законности. При этом оценка деятельности поднадзорного объекта дается только с точки зрения законности, но не целесообразности.

При надзоре, в отличие от контроля, вмешательство в текущую административно-хозяйственную деятельность поднадзорного исполнительного органа (должностного лица) не допускается.

Надзор – это суженный контроль.

Различаются три типа надзора: *судебный, прокурорский* и *административный*.

Службы государственного надзора Министерства юстиции ПМР:

- инспекция (управления) труда (начальник государственной инспекции - Владимир Николаевич Ворона)
- инспекция (управления) надзора в сфере промышленной безопасности опасных производственных объектов и дорожного хозяйства
- инспекции (управления) энергетического надзора
- инспекция (управления) надзора в сфере строительства и жилищно-коммунального
- инспекция (управления) ветеринарного, фитосанитарного и фармацевтического надзора
- инспекция (управления) надзора в сфере экологии и природопользования
- инспекция (управления) надзора в сфере технического регулирования и защиты прав потребителей

Постоянный *корпоративный (производственный) контроль* соблюдения требований охраны труда и промышленной безопасности в организации осуществляют:

1. Служба (отдел) охраны труда организации. Основными нормативными правовыми документами, регламентирующими структуру, обязанности, права и функционирование данной службы являются:

– Трудовой кодекс

– ГОСТ Р 12.0.006 – 2002 ССБТ «Общие требования к управлению охраной труда в организации»;
– Рекомендации по организации работы службы охраны труда в организации. Утв. постановлением Минтруда от 08.02.2000 № 14;
– Межотраслевые нормативы численности работников службы охраны труда в организациях. Утв. постановлением Минтруда от 22.01.2001 № 10;
– Типовые отраслевые положения о системе управления охраной труда.

2. *Служба производственного контроля (ПК) организации*. Основными нормативными правовыми документами, регламентирующими структуру, обязанности, права и функционирование данной службы, являются:
– Закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов
– Правила организации и осуществления производственного контроля за соблюдением промышленной безопасности на ОПО.
– Методические рекомендации по организации производственного контроля за соблюдением промышленной безопасности на ОПО.

В связи с тем, что часть мероприятий по охране труда совпадает с мероприятиями по промышленной безопасности, службы ОТ и ПК могут представлять собой единую структуру – отдел ОТ и ПБ.

В соответствии с Квалификационными требованиями в сфере охраны труда и промышленной безопасности к руководителям и специалистам организаций руководитель службы охраны труда и промышленной безопасности должен иметь высшее профессиональное (техническое) образование, стаж работы на руководящих должностях не менее 3 лет, подготовку и аттестацию по охране труда и промышленной безопасности.

Должен знать и уметь использовать в практической деятельности методы управления, контроля и надзора за ОТ и ПБ.

Согласно Квалификационным требованиям на руководителя данной службы могут быть возложены 56 должностных обязанностей в области ОТ и ПБ.

Вопросы для контроля:

1. Учет требований безопасности при разработке производственного оборудования, постановке его на производство и вводе в эксплуатацию
2. Требования к предпроектной документации.
3. Идентификация опасных и вредных факторов.
4. Экспертиза безопасности технической документации на оборудование.
5. Входная экспертиза оборудования. Использование функциональной диагностики.
6. Освидетельствования и испытания оборудования и систем повышенной опасности.
7. Учет требований безопасности при разработке проектов строительства и реконструкции производственных объектов.
8. Экспертиза условий труда, ее цели, порядок организации, проведения, оформления результатов.
9. Основные направления обеспечения безопасности труда при эксплуатации предприятий.

ТЕМА 3. ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНЫХ И БЕЗВРЕДНЫХ УСЛОВИЙ ТРУДА.

ЛЕКЦИЯ 3.1. МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ОЗДОРОВЛЕНИЯ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ И НОРМАЛИЗАЦИИ МИКРОКЛИМАТА.

1. *Вредные вещества, применяемые в современном производстве. Классы опасности вредных веществ. Контроль состояния воздушной среды*
2. *Производственная пыль. Мероприятия по ограничению неблагоприятного воздействия пыли на работающих.*
3. *Микроклимат производственных помещений.*
4. *Промышленная вентиляция и кондиционирование*

В современном производстве находит применение более 50 тысяч химических соединений, большинство из которых синтезировано человеком и не встречается в природе.

Изучение потенциальной опасности вредного воздействия химических веществ на живые организмы является предметом химико-биологической науки—токсикологии. Токсикология изучает механизмы токсического действия химических веществ, диагностику, профилактику и лечение отравлений. Вредное вещество, т.е. химический элемент или соединение, вызывающее заболевание организма, является центральным понятием токсикологии. Область токсикологии, изучающая действие на человека вредных веществ, встречающихся в производственных условиях, называется *промышленной токсикологией.*

В промышленности вредные вещества находятся в газообразном, жидком и твердом состояниях. Они способны проникать в организм человека через органы дыхания, пищеварения или кожу.

Вредное действие химических веществ определяется как свойствами самого вещества (химическая структура, физико-химические свойства, количество попавшего в организм — доза или концентрация — сочетание вредных веществ, находящихся в организме), так и особенностями организма человека (индивидуальная чувствительность к химическому веществу, общее состояние здоровья, возраст, условия труда).

По токсическому (вредному) эффекту воздействия на организм человека химические вещества разделяют на

– *Общетоксические химические вещества* (углеводороды, спирты, анилин, сероводород, синильная кислота и соли, соли ртути, хлорированные углеводороды, оксид углерода) вызывают расстройства нервной системы, мышечные судороги, нарушал структуру ферментов, влияют на кроветворные органы, взаимодействуют с гемоглобином.

– *Раздражающие вещества* (хлор, аммиак, диоксид серы, туманы кислот, окси-ды азота и др.) воздействуют на слизистые оболочки, верхние и глубокие дыхательные пути.

– *Сенсибилизирующие вещества* (органические азокрасители, диметиламиноазобензол и другие антибиотики) повышают чувствительность организма к химическим веществам, а в производственных условиях приводят к аллергическим заболеваниям.

– *Канцерогенные вещества* (бенз(а)пирен, асбест, нитроазосоединения, ароматические амины и др.) вызывают развитие всех видов раковых заболеваний. Этот процесс может быть отдален момента воздействия вещества на годы и даже десятилетия.

– *Мутагенные вещества* (этиленамин, окись этилена хлорированные углеводороды, соединения свинца и ртути и др.) оказывают воздействие на неполовые (соматические) клетки, входящие состав всех органов и тканей человека, а также на половые клетки (гаметы). Воздействие мутагенных веществ на соматические клетки вызывают изменения в генотипе человека, контактирующего с этими веществами. Они обнаруживаются в отдаленном периоде жизни и проявляются в преждевременном старении, повышении общей заболеваемости,

злокачественных новообразований. При воздействии половые клетки мутагенное влияние сказывается на последующее поколение, иногда в очень отдаленные сроки.

– *Химические вещества, влияющие на репродуктивную функцию человека* (борная кислота, аммиак, многие химические вещества в больших количествах), вызывают возникновение врожденных пороков развития и отклонений от нормальной структуры потомства, влияют на развитие плода в матке и послеродовое развит и здоровье потомства.

Изучение биологического действия химических веществ на человека показывает, что вредное их воздействие всегда начинается с определенной пороговой концентрации.

Для количественной оценки вредного воздействия на человека химического вещества в промышленной токсикологии используются показатели, характеризующие степень его токсичности.

— *Средняя смертельная концентрация в воздухе ЛК*50 — концентрация вещества, вызывающая гибель 50% животных при двух-, четырехчасовом ингаляционном воздействии на мышей или крыс.

— *Средняя смертельная доза ЛД*50 — доза вещества, вызывающая гибель 50 % животных при однократном введении в желудок.

— *Средняя смертельная доза при нанесении на кожу ЛК*50 — доза вещества, вызывающая гибель 50 % животных при однократном нанесении на кожу.

Порог хронического действия Lim_{cr} — минимальная (пороговая) концентрация вредного вещества, вызывающего вредное действие в хроническом эксперименте по 4 часа 5 раз в неделю на протяжении не менее 4 месяцев.

Порог острого действия Lim_{ac} — минимальная (пороговая) концентрация вред-ного вещества, вызывающая изменение биологических показателей на уровне целост-ного организма, выходящих за пределы приспособительных физиологических реакций.

Зона острого действия Z_{ac} — отношение среднесмертельной концентрации (LK_{50} к порогу острого действия Lim_{ac}) $Z_{ac} = ЛК_{50} / Lim_{ac}$

Это соотношение показывает размах концентраций, оказывающих действие на организм при однократном поступлении, от начальных до крайних, влияющих наиболее неблагоприятно.

Зона хронического действия Z_{cr} — отношение порога острого действия Lim_{ac} к порогу хронического действия Lim_{cr}. $Z_{cr} = Lim_{ac} / Lim_{cr}$

Это соотношение показывает, насколько велик разрыв между концентрациями, вызывающими начальные явления интоксикации при однократном и длительном поступлении в организм. Чем меньше зон острого действия, тем опаснее вещество, поскольку даже небольшое превышение пороговой концентрации может вызвать смертельный исход. Чем шире зона хронического действия, тем опаснее вещество, так как концентрации, оказывающие хроническое действие, значительно меньше вызывающих острое отравление.

Коэффициент возможного ингаляционного отравления (КВИО) - отношение максимально достигаемой концентрации вредного вещества в воздухе при 20° С к средней смертельной концентрации веществ для мышей.

Количественные значения токсикологических параметров химических веществ в национальной системе стандартов безопасности труда представлены в табл. 1.

Согласно ГОСТ 12.1.007—76 «ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности» по степени воздействия на организм вредные вещества подразделяются на четыре класса опасности:

1) чрезвычайно опасные;
2) высоко опасные;
3) умеренно опасные;
4) малоопасные.

Отнесение вредного вещества к классу опасности производится по показателю табл. 2, значение которого соответствует наиболее высокому классу опасности.

Наименование показателей	Классы опасности			
	1	2	3	4
Предельно допустимая концентрация (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны, мг/м3	менее 0,1	0,1...1,0	1,0...10,0	более 10,0
Средняя смертельная доза ДЛ50 при введении в желудок, мг/кг	» 15	15...150	151...5000	» 5000
Средняя смертельная доза при нанесении на кожу ЛД50, мг/кг	» 100	100...500	501. ..2500	»2500
Средняя смертельная концентрация ЛК50 в воздухе, мг/м3	»500	500...5000	5001... 50000	» 50000
Коэффициент возможности ингаляционного отравления (КВИО)	более 300	300...30	29...3	менее 3
Зона острого действия	менее 6,0	6,0...18,0	18,1...54,0	более 54,0
Зона хронического действия	более 10,0	10,0...5,0	4,9...2,5	менее 2,5

Таблица 1 . Классы опасности вредных веществ

В производственных условиях работа проводится, как правило, с несколькими химическими веществами, которые могут оказывать комбинированное воздействие на организм человека. Различают три возможных эффекта (рис. 2) комбинированного воздействия химических веществ на организм человека:

1 — суммация (аддитивность) — явление суммирования эффектов, индуцированных комбинированным действием;

2 — потенцирование (синергизм) — усиление эффекта воздействия (эффект, превышающий суммацию);

3 — антагонизм — эффект комбинированного воздействия меньше ожидаемого при суммации.

Нормирование комбинированного действия

$\sum_{i=0}^{n} \frac{C_i}{ПДК_i} \le 1$,отвечает случаю аддитивности.

При потенцировании пользуются формулой $\sum_{i=0}^{n} \frac{C_i X_i}{ПДК_i} \le 1$,

где X_i — поправка, учитывающая усиление эффекта; C_i — фактические концентрации химических веществ в воздухе рабочей зоны, ПДКi — их предельно допустимые концентрации.

Для ограничения неблагоприятного воздействия вредных веществ применяют *гигиеническое нормирование* их содержания в различных средах. В связи с тем, что требование полного отсутствия промышленных ядов в зоне дыхания работающих часто невыполнимо, особую значимость приобретает *гигиеническая регламентация содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны* (ГОСТ 12.1.005–88).

Такая регламентация в настоящее время проводится в три этапа:

1. обоснование ориентировочного безопасного уровня воздействия (ОБУВ);
2. обоснование ПДК;
3. корректирование ПДК с учетом условий труда работающих и состояния их здоровья.

Установлению ПДК может предшествовать обоснование ОБУВ в воздухе рабочей зо-

ны, атмосфере населенных мест, в воде, почве. Ориентировочный безопасный уровень воздействия устанавливают временно, на период, предшествующий проектированию производства.

Предельно допустимая концентрация вредного вещества в воздухе рабочей зоны ПДКр.з — такая концентрация вещества в воздухе рабочей зоны, которая при ежедневной (кроме выходных дней) работе в течение 8 часов или другой продолжительности, но не более 40 часов в неделю, в течение всего рабочего стажа не может вызывать заболевания или отклонения в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследования в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений. ПДКр.з устанавливается на уровне 2—3 раза и ниже, чем порог хронического действия Lim_{cr}. Такое снижение называется коэффициентом запаса (К3).

Исходной величиной для установления ПДК является порог хронического действия Limch, в который вводится коэффициент запаса К3: ПДК=Limch/К3

При обосновании коэффициента запаса учитывают КВИО, выраженные кумулятивные свойства, возможность кожно-резорбтивного действия, чем они значительнее, тем больше избираемый коэффициент запаса. При выявлении специфического действия – мутагенного, канцерогенного, сенсибилизирующего – принимаются наибольшие значения коэффициента запаса (10 и более).

Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны не должно превышать установленных ПДК. В качестве примера в табл. 3.4 приведены ПДК некоторых веществ.

Наименование вещества	ПДК. мг/м3	Преимущественное агрегатное состояние в условиях производства	Класс опасности	Особенности действия на организм
Азота диоксид	2	П	3	О
Акрилонитрил+	0,5	П	2	А
Алюминий и его сплавы (в пересчете на алюминий)	2	а	3	Ф
Аминопласты (пресс-порошки)	6	а	3	Ф,А
Ангидрид серный + (триоксид серы)	1	а	2	
Ангидрид сернистый + (диоксид серы)	10	П	3	
Бензол +	15/5	П	2	К
Бснз(а)пирен	0.00015	а	1	К
Водород фтористый (в пересчете на F)	0.5/0.1	п	1	О
Медь	1/0,5	а	2	
Никеля карбонил	0.0005	п	1	О,К,А
Ртуть металлическая	0.01/0,005	п	1	
Свинец и его неорганические соединения (по РЬ)	0.01/0.005	а	1	
Углерода оксид*	20	п	4	О
Этилмеркурхлорид (гранозан), по Hg	0,005	п+а	1	А

Таблица 2. Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны по ГОСТ 12.1.005–85 (извлечение)

Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе населенных мест – максимальные концентрации, отнесенные к определенному периоду осреднения (30 мин, 24 ч, 1 мес, 1 год) и не оказывающие при регламентированной вероятности их появления ни прямого, ни косвенного вредного воздействия на организм человека, включая отдаленные последствия для настоящего и последующих поколений, не снижающие работоспособности

человека и не ухудшающие его самочувствия.

Максимальная (разовая) концентрация ПДКмр – наиболее высокая из числа 30-минутных концентраций, зарегистрированных в данной точке за определенный период наблюдения. В основу установления максимальной разовой ПДК положен принцип предотвращения рефлекторных реакций у человека.

Среднесуточная концентрация ПДКсс – средняя из числа концентраций, выявленных в течение суток или отбираемая непрерывно в течение 24 ч. В основу определения среднесуточной концентрации положен принцип предотвращения резорбтивного (общетоксического) действия на организм.

Если порог токсического действия для какого-то вещества оказывается менее чувствительным, то решающим в обосновании ПДК является порог рефлекторного воздействия как наиболее чувствительный. В подобных случаях ПДКмр > ПДКсс, например, для бензина и акролеина. Если же порог рефлекторного действия менее чувствителен, чем порог токсического действия, то принимают ПДКмр = ПДКсс. Существует группа веществ, у которых отсутствует порог рефлекторного действия (мышьяк, марганец и др.) или он выражен недостаточно четко [оксид ванадия (V)]. Для таких веществ ПДКмр не нормируется, а устанавливается лишь ПДКсс. Эти концентрации определены списком № 3086–84, утвержденным МЗ России (табл. 3.6).

Контроль состояния воздушной среды производственных помещений проводится по графику, утвержденному главным инженером предприятия. Отбор проб воздуха производится в рабочей зоне на расстоянии 0,5 м от источников выделения вредных веществ в условиях действующей приточно- вытяжной вентиляции вне действия факела приточной вентиляции и открытых окон. Обычно периодичность отбора проб и анализа устанавливается в зависимости от класса опасности веществ:

−1-го класса опасности - не реже одного раза в10 дней,

−2-го - не реже одного раза в месяц,

−3-го и 4-го классов опасности –не реже одного раза в квартал.

Для контроля воздушной среды применяются лабораторные, индикационные и экспресс - методы. Существуют также автоматические приборы контролягазовой среды.

Лабораторные методы очень точны и дают возможность определить микроколичества токсических веществ в воздухе. В этом случае проба воздуха отбирается в производственном помещении, а анализируется в лаборатории. Однако они требуют значительного времени и применяются главным образом в исследовательских работах. Для этой цели используют различные методы химического и физико-химического анализа.

Индикационные методы отличаются простотой, позволяют быстро определить качественный состав загрязнителей. Эти методы применяются в случаях, когда нежелательно присутствие токсических веществ в помещениях даже в малых концентрациях, а при их наличии требуются особые срочные меры (пуск аварийной вентиляции, нейтрализация загазованного участка, применение средств индивидуальной защиты ит.д.). Однако количественное определение токсических веществ в воздухе при помощи индикационных методов можно произвести весьма ориентировочно.

В основу индикационных методов положены цветные реакции между загрязненным воздухом и поглотительным раствором или реактивной бумажкой. По интенсивности окрашивания поглотителя можно ориентировочно судить о концентрации определяемого вещества в воздухе. Так, бумажка, пропитанная уксуснокислым свинцом,чернеет в присутствии следов сероводорода; бумажка, пропитанная парами диметиламинобензольдегида (бумажка Прокофьева), краснеет в присутствии следовфосгена ит.д.

Экспресс-методы служат для качественного и количественного определения концентрации вредных паров и газов непосредственно в рабочей зоне. Для проведения контроля

применяются газоанализаторы марок УГ, химический газоопределитель ГХ, газоанализатор типа ПГФ 2М1-ИЗГидр. Экспресс-методы преимущественно основаны на получении цветной реакции при взаимодействии определяемого вещества с твердым сорбентом - индикаторным порошком, помещенным в узенькую стеклянную трубку. При просасывании загрязненного воздуха через трубку индикаторный порошок окрашивается на определенную длину, по величине которой судят о концентрации определяемого вещества. Основные положения линейно-колористического Метода реализованы в газоанализаторахУГ-1 и УГ-2.

Автоматические газоанализаторы непрерывного действия осуществляют обычно непрерывную регистрацию уровня загазованности на диаграммной ленте. Они могут обладать различной чувствительностью. Газоанализаторы, настроенные на уровни ПДК или показателе взрывоопасности, при достижении соответствующей концентрации дают световой или звуковой сигнал, автоматически включают вентиляцию и др. Такие приборы называются газосигнализаторами.

К газоанализаторам взрывоопасных газов и паров относятся «Сигма-1»,«Сигнал-02», «Сигма-1Б» (для паров бензина), ГСА-2, ХОББИТ-Т-С12 (хлор),ХОББИТ-Т-NH3 (аммиак), ХОББИТ-Т-СО (угарный газ), ХОББИТ-Т-SO2 (сернистый газ), ОКА-МТ-2 и ОКА-МТ (горючие газы) и др.

Из большого ряда стационарных автоматических газосигнализаторов, определяющих концентрации горючих газов, паров и их смесей с воздухом, следует отметить следующие: СГП-1 ХЛЧ (горючие пары нефти и нефтепродуктов), СДК-2 (органические вещества и их смеси), СВИ-4 (аммиак, ацетон, бензин, бензол, сероводород, стирол), «Сигнал-03» (взрывоопасные газы и пары), «Сигнал- ОЗА» (пары аммиака), «Сигнал- ОЗБ» (пары бензина), «Сигнал ОЗСО» (угарный газ).

Для установления превышения ДДК токсических веществ и сигнализации об этом широко используются газоанализаторы следующих марок: ФКГ-3М(хлор), ФЛС (сероводород, аммиак, фосген, синильная кислота), ФЛ-550 1М(озон, диоксид азота, сероводород, аммиак, хлор, сернистый газ), ГМК-3 (оксид углерода), ГКП-1 (сернистый ангидрид), ФК (оксиды азота, фтористый водород) и др.

Для определения концентрации пыли в воздухе существует несколько методов:

−*аспирационный* - основан на просасывании воздуха через пористые материалы или через жидкости (воду, масла). Однако чаще всего используют стандартные фильтры. Практически наибольшее распространение находят фильтры марок АФА-ВП-20, АФА-ХП-20, АФА-ХА-2С», АФА-ВП-10, ФПП, изготовленные из различных полимерных фильтрующих материалов;

−*седиментационный* - основан на естественном оседании пыли на стеклянные пластинки с последующим расчетом массы пыли на 1 м2 поверхности;

−*электростатический* - заключается в создании поля высокого напряжения, вкотором пылевые частицы электризуются и притягиваются к электродам;

−*фотометрический* - пылевые частицы регистрируются с помощью сильного бокового света;

−*радиоизотопный* — основан на определении массы задержанной фильтром пыли по степени ослабления потока b-частиц, прошедших через фильтр до его запыления и после.

В настоящее время производятся современные приборы для прямого измерения массовой концентрации аэрозольных частиц, например, «Аэрокон», радиоизотопный измеритель концентрации пыли ИКАР-ФБ-01 и др.

Основными мерами защиты работающих от воздействия вредных веществ являются:

−замена токсичных веществ на менее токсичные или нетоксичные;

−внедрение технологических процессов с дистанционным управлением;

−замена сухих способов переработки пылящих материалов мокрыми;

− герметизация оборудования и аппаратуры;

− локализация выделений вредных веществ с помощью местной вентиляции;

−совершенствование технологического оборудования;

−очистка технологических и вентиляционных выбросов от вредных веществ;

−контроль воздушной среды на содержание вредных веществ;

−лечебно-профилактические мероприятия, предусматривающие проведение предварительных и периодических медицинских осмотров.

При значительной загрязненности воздушной среды вредными веществами, при аварийной разгерметизации оборудования используют средства индивидуальной защиты органов дыхания – протвогазы (фильтрующие, изолирующие, шланговые),

Кроме этого, при работе с токсичными веществами применяют средства защиты глаз, лица, рук; все работающие обеспечиваются специальной одеждой.

Выбор средств индивидуальной защиты определяется видом вредных веществ и их концентрацией.

ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПЫЛЬ – одна из наиболее распространенных профессиональных вредностей – может вызывать пылевые заболевания, занимающие первое место среди профессиональных заболеваний.

Образование пыли и ее выделение в воздух рабочей зоны имеет место во многих отраслях промышленности:

– в горнорудной и угольной промышленности – при бурении породы, взрывных работах, сортировке, измельчении;

– в машиностроении – при очистке, обрубке литья, шлифовке, полировке изделий;

– металлургии и химии – при выполнении пирометаллургических процессов выплавки металлов и плавки различных минеральных материалов;

– на текстильных предприятиях – при очистке и сортировке шерсти, хлопка, при прядении, ткачестве и др. Кроме того, пыли образуются при горении топлива и при других различных химических процессах.

– Производственная пыль представляет собой мелкораздробленные твердые частицы, находящиеся в воздухе рабочих помещений во взвешенном состоянии, то есть в виде аэрозоля. В зависимости от происхождения принято различать органические, неорганические и смешанные пыли:

– к органическим относятся растительная и животная пыль, а также пыль некоторых синтетических веществ.

– к неорганическим относятся металлическая и минеральная (кварц, асбест, цемент и др.) пыли. Основным компонентом минеральной пыли является диоксид кремния ($SiO2$).

Однако такая классификация пыли недостаточна для ее оценки с точки зрения гигиены. Для этой цели пользуются классификацией по ее дисперсности и способу образования, соответственно различая аэрозоли *дезинтеграции* и аэрозоли *конденсации*:

—аэрозоли дезинтеграции образуются при дроблении какого-либо твердого вещества, например в дробилках, мельницах, при бурении и т.п. Они в значительной степени состоят из пылинок больших размеров неправильной формы (в виде обломков), хотя в их состав входят и микроскопические частицы.

—аэрозоли конденсации образуются из паров металлов и неметаллов, которые при конденсации превращаются в твердые частицы, размеры которых значительно меньше, чем при образовании аэрозолей дезинтеграции.

По дисперсности различают *видимую пыль* (размеры пылевых частиц более 10 мкм), *микроскопическую* (размеры от 10 до 0,25 мкм), *ультрамикроскопическую* (размеры менее 0,25 мкм). Наибольшую опасность представляют пыли с частицами размером до 5 мкм, которые задерживаются в легких, проникая в альвеолы, и частично или полностью растворя-

ются в лимфе. Частицы большего размера задерживаются в верхних дыхательных путях и выводятся наружу при выдохе или откашливании.

При оценке влияния пыли на организм определенное значение имеет форма частиц, их твердость, острота, волокнистость. Форма пылинок, например, влияет на их поведение в воздухе, ускоряя (округлая форма) или замедляя (волокнистая, пластинчатая форма) оседание. Имеет значение также удельная поверхность (см2/г) пыли, поскольку их химическая активность в отношении организма зависит от общей площади поверхности.

Обожженные продукты (керамзит), вспученные (перлит и вермикулит), имеющие поверхность в 1,25 –3 раза большую, чем сырье, идущее на их изготовление (при незначительном увеличении содержания кремнезема) обладают более выраженным фиброгенным действием на легочную ткань.

Токсическое действие пыли в большей степени зависит от химической природы пыли и ее концентрации в воздухе рабочей зоны. Растворимые пыли, задерживаясь в дыхательном тракте, всасываются, попадают в кровь, и последующее их влияние на организм зависит от химического состава пыли. Например, сахарная пыль безвредна, а пыль таких металлов, как свинец, цинк, оказывает токсическое влияние на организм. Химический состав пыли, во многом определяющий характер и степень профессиональной пылевой патологии, зависит от вида и состава обрабатываемого материала, способа и технологии его обработки.

Очень важно определение в пыли диоксида кремния, находящегося в связи (комплексе) с различными соединениями. В ряде случаев даже незначительная примесь какого-либо химического агрессивного соединения изменяет направленность и силу действия пыли: так, обнаруженный в отечественных цементах шестивалентный хром в количестве до 0,001 % обладает выраженным аллергическим действием.

От электрических свойств пылевых частиц в ряде случаев зависит процесс осаждения, а следовательно и время нахождения их в воздухе. При разноименном заряде пылинки притягиваются друг к другу и быстро оседают. При одинаковом заряде пылинки, отталкиваясь друг от друга, могут долго находиться в воздухе

Пыль может быть носителем микробов, клещей, яиц гельминтов и др В Российской Федерации установлены предельно допустимые концентрации (ПДК) пыли, соблюдение которых при работе длительностью не более 8 ч в день в течение всего трудового стажа не приводят к заболеваниям или отклонениям в состоянии здоровья у работающих. Ответственность за поддержание условий, препятствующих превышению ПДК пыли в воздухе возложена на работодателя.

Мероприятия по ограничению неблагоприятного воздействия пыли на работающих должны быть комплексными и включать меры технологического, санитарно-технического, профилактического и организационного характера:

Устранение образования пыли на рабочих местах посредством изменения технологии производства – основной способ профилактики пылевых заболеваний. Для удаления пыли необходимо использовать как общеобменную приточно-вытяжную вентиляцию, так и местную (кожухи, вытяжные шкафы, бортовые отсосы). Основные гигиенические требования для местной вытяжной вентиляции – полное укрытие места пылеобразования и обеспечение достаточных скоростей воздуха в рабочих сечениях и неплотностях кожухов (в зависимости от вида пыли – не менее 0,7–1,5 м/с). Воздух перед выбросом в атмосферу должен очищаться от пыли.

В *комплекс санитарно-бытовых* помещений должны быть включены помещения для хранения и перезарядки респираторов, для очистки спецодежды от пыли.

К лечебно-профилактическим мероприятиям относятся организация и проведение предварительных и периодических медицинских осмотров, применение ингаляторов для профилактики и лечения верхних дыхательных путей (щелочные ингаляции), фотариев для ультрафиолетового облучения.

Защита временем – снижение вредного воздействия неблагоприятных факторов производственной среды и трудового процесса на работающих за счет уменьшения времени их

действия: введение внутрисменных перерывов, сокращение рабочего дня, увеличение продолжительности отпуска, ограничение стажа работы в данных условиях. Защита временем уменьшает вероятность повреждения здоровья, но, как правило, не изменяет класс условий труда.

Для оценки возможности продолжения работы в рассматриваемых условиях, определения допустимого стажа работы в этих условиях необходимо, как отмечалось ранее, сопоставление значений фактической и контрольной пылевых нагрузок. В тех случаях, когда фактические ПН не превышают КПН, подтверждается возможность продолжения работы в тех же условиях. При превышении КПН следует рассчитать допустимый стаж (продолжительность) работы [Т], при котором ПН не будет превышать КПН. При этом КПН рекомендуется определять за средний рабочий стаж, равный 25 годам. Если продолжительность работы более 25 лет, расчет производят исходя из реального стажа работы:

$$[T] = \frac{КПН_{25}}{C \cdot N \cdot Q}, \qquad (3.12)$$

где [Т] – допустимый стаж работы в данных условиях; КПН25 – контрольная пылевая нагрузка за 25 лет работы при условии соблюдения ПДК; С – фактическая среднесменная концентрация пыли; N – количество рабочих смен в календарном году; Q – объем легочной вентиляции за смену.

При этом значении С принимается как средневзвешенная величина за все периоды работы:

$$C = (C1\,\tau 1 + C2\,\tau 2 + \ldots + Cn\,\tau n)/(\tau 1 + \tau 2 + \ldots + \tau n), \qquad (3.13)$$

где С1, С2,…,Сn – фактические среднесменные концентрации за отдельные периоды работы; τ1, τ2,…, τn – периоды работы, при которых фактическая концентрация пыли была постоянной.

В случае изменения в процессе трудовой деятельности уровней запыленности воздуха в рабочей зоне и категории тяжести выполняемой работы (объема легочной вентиляции за смену) пылевая нагрузка рассчитывается как сумма пылевых нагрузок за каждый период, когда указанные параметры сохранялись постоянными.

В качестве *индивидуальных средств защиты* используются противопылевые респираторы («Лепесток», «Астра-2» и др.) в сочетании со спецодеждой. При выполнении отдельных видов работ (пескоструйные работы) рекомендуется применять шлемы-скафандры или костюмы с подачей в зону дыхания рабочего чистого воздуха.

Аппаратура для очистки воздуха от пыли и вредных химических веществ. Очистка воздуха от пыли. Для очистки запыленных воздушных потоков перед выбросом их в атмосферу применяют следующие основные способы:

— осаждение под действием сил тяжести;
— осаждение под действием инерционных сил, возникающих при резком изменении направления газового потока;
— осаждение под действием центробежной силы, возникающей при вращательном движении потока газа;
— осаждение под действием электрического поля;
— фильтрация;
— мокрая очистка.

Аппараты сухой очистки от пыли Пылеосадительные камеры. Простейшим типом газоочистительных аппаратов являются пылеосадительные камеры, в которых улавливаемые

частицы удаляются из потока под действием сил тяжести. Как известно, время осаждения тем меньше, чем меньше высота отстойной камеры.

С этой целью внутри аппарата на расстоянии 400 мм или несколько больше установлены горизонтальные или наклонные перегородки, которые делят весь объем камеры на систему параллельных каналов относительно небольшой высоты. Пылеосадительные камеры имеют сравнительно большие габариты и используются для удаления наиболее крупных частиц при предварительной очистке газа.

Инерционные пылеуловители. Поток запыленного воздуха со скоростью 10–15 м/с вводится в аппарат, внутри которого установлены лопатки жалюзи), разделяющие его рабочий объем на две камеры: камеру запыленного газа и камеру очищенного газа. При входе в каналы между лопатками газ резко меняет свое направление и одновременно уменьшается его скорость. По инерции частицы движутся вдоль оси аппарата и, ударяясь о жалюзи, отбрасываются в сторону, а очищенный газ проходит сквозь жалюзийную решетку и выводится из аппарата.

Микроклимат производственных помещений. Нормы производственного микроклимата установлены системой стандартов безопасности труда ГОСТ 12.1.005–88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны». Они едины для всех производств и всех климатических зон с некоторыми незначительными отступлениями.

В этих нормах отдельно нормируется каждый компонент микроклимата в рабочей зоне производственного помещения:

- температура,
- относительная влажность,
- скорость воздуха в зависимости от способности организма человека к акклиматизации в разное время года, характера одежды, интенсивности производимой работы и характера тепловыделений в рабочем помещении.

Для оценки характера *одежды* (теплоизоляции) и акклиматизации организма в разное время года введено понятие периода года. Различают теплый и холодный период года. Теплый период года характеризуется среднесуточной температурой наружного воздуха +10 °С и выше, холодный –ниже +10 °С

При учете *интенсивности труда* все виды работ, исходя из общих энергозатрат организма, делятся на три категории: легкие, средней тяжести и тяжелые.

Характеристику *производственных помещений* по категории выполняемых в них работ устанавливают по категории работ, выполняемых 50 % и более работающих в соответствующем помещении.

- К легким работам (категории I) с затратой энергии *до 174 Вт* относятся работы, выполняемые сидя или стоя, не требующие систематического физического напряжения (работа контролеров, в процессах точного приборостроения, конторские работы и др.). Легкие работы подразделяют на категорию Iа (затраты энергии до 139 Вт) и категорию Iб (затраты энергии 140... 174 Вт).
- К работам средней тяжести (категория II) относят работы с затратой энергии *175...232 Вт* (категория IIа) и *233...290 Вт* (категория IIб). В категорию IIа входят работы, связанные с постоянной ходьбой, выполняемые стоя или сидя, но не требующие перемещения тяжестей, в категорию IIδ –работы, связанные с ходьбой и переноской небольших (до 10 кг) тяжестей (в механосборочных цехах, текстильном производстве, при обработке древесины и др.).
- К тяжелым работам (категория III) с затратой энергии *более 290 Вт* относят работы, связанные с систематическим физическим напряжением, в частности с постоянным передвижением, с переноской значительных (более 10 кг) тяжестей (в кузнечных, литейных цехах с ручными процессами и др.).

По *интенсивности тепловыделений* производственные помещения делят на группы в

зависимости от удельных избытков явной теплоты. Явной называется теплота, воздействующая на изменение температуры воздуха помещения, а избытком явной теплоты – разность между суммарными поступлениями явной теплоты и суммарными теплопотерями в помещении.

Явная теплота, которая образовалась в пределах помещения, но была удалена из него без передачи теплоты воздуху помещения (например, с газами от дымоходов или с воздухом местных отсосов от оборудования), при расчете избытков теплоты не учитывается.

Незначительные избытки явной теплоты – это избытки теплоты, не превышающие или равные 23 Вт на 1 м3 внутреннего объема помещения. Помещения со значительными избытками явной теплоты характеризуются избытками теплоты *более 23 Вт/м3.*

Интенсивность теплового облучения работающих от нагретых поверхностей технологического оборудования, осветительных приборов, инсоляции на постоянных и непостоянных рабочих местах не должна превышать 35 Вт/м2 при облучении 50 % поверхности человека и более, 70 Вт/м2–при облучении 25...50 % поверхности и 100 Вт/м2–при облучении не более 25 % поверхности тела.

Интенсивность теплового облучения работающих от открытых источников (нагретого металла, стекла, открытого пламени и др.) не должна превышать 140 Вт/м2, при этом облучению не должно подвергаться более 25 % поверхности тела и обязательно использование средств индивидуальной защиты.

В рабочей зоне производственного помещения согласно ГОСТ 12.1.005–88 могут быть установлены оптимальные и допустимые микроклиматические условия:

– *Оптимальные микроклиматические условия* – это такое сочетание параметров микроклимата, которое при длительном и систематическом воздействии на человека обеспечивает ощущение теплового комфорта и создает предпосылки для высокой работоспособности.

– *Допустимые микроклиматические условия* – это такие сочетания параметров микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека могут вызвать напряжение реакций терморегуляции и которые не выходят за пределы физиологических приспособительных возможностей. При этом не возникает нарушений в состоянии здоровья, не наблюдаются дискомфортные теплоощущения, ухудшающие самочувствие и понижение работоспособности.

Оптимальные параметры микроклимата в производственных помещениях обеспечиваются системами кондиционирования воздуха, а допустимые параметры – обычными системами вентиляции и отопления.

Извлечение из ГОСТ 12.1.005–88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»:

#G0 Период года	Категория работ	Температура, °С					Относительная влажность, %		Скорость движения, м/с	
		оптимальная	lопустимая				оптимальная	допустимая на	оптимальная,	допустимая на
			верхняя граница		нижняя граница		рабочих местах постоянных и непостоянных, не более	рабочих местах постоянных и непостоянных, не боле	не более	рабочих местах постоянных и непостоянных*
			на рабочих местах							
			постоянных	непостоянных	постоянных	непостоянных				
	Легкая - Iа	22-24	25	26	21	18	40-60	75	0,1	Не более 0,1
	Легкая - Iб	21-23	24	25	20	17	40-60	75	0,1	Не более 0,2

Холодный	Средней тяжести - IIа	18-20	23	24	17	15	40-60	75	0,2	Не более 0,3
	Средней тяжести - IIб	17-19	21	23	15	13	40-60	75	0,2	Не более 0,4
	Тяжелая - III	16-18	19	20	13	12	40-60	75	0,3	Не более 0,5
Теплый	Легкая - Iа	23-25	28	30	22	20	40-60	55 (при 28°С)	0,1	0,1-0,2
	Легкая - Iб	22-24	28	30	21	19	40-60	60 (при 27°С)	0,2	0,1-0,3
	Средней тяжести - IIа	21-23	27	29	18	17	40-60	65 (при 26°С)	0,3	0,2-0,4
	Средней тяжести - IIб	20-22	27	29	16	15	40-60	70 (при 25°С)	0,3	0,2-0,5
	Тяжелая - III	18-20	26	28	15	13	40-60	75 (при 24°С)	0,4	0,2-0,6

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

Методы снижения неблагоприятного влияния производственного микроклимата регламентируются «Санитарными правилами по организации технологических процессов и гигиеническими требованиями к производственному оборудованию» и осуществляются комплексом технологических, санитарно-технических, организационных и медико-профилактических мероприятий.

Ведущая роль в профилактике вредного влияния высоких температур, инфракрасного излучения принадлежит *технологическим мероприятиям*:

– замена старых и внедрение новых технологических процессов и оборудования, способствующих оздоровлению неблагоприятных условий труда (например, замена кольцевых печей для сушки форм и стержней в литейном производстве туннельными;

– применение штамповки вместо поковочных работ;

– применение индукционного нагрева металлов токами высокой частоты и т.д.) Внедрение автоматизации и механизации дает возможность пребывания рабочих вдали от источника радиационной и конвекционной теплоты.

К группе санитарно-технических мероприятий относится *применение коллективных средств защиты:*

– локализация тепловыделений, теплоизоляция горячих поверхностей, экранирование источников либо рабочих мест;

– воздушное душирование, радиационное охлаждение, мелкодисперсное распыление воды; общеобменная вентиляция или кондиционирование воздуха.

Общеобменной вентиляции при этом отводится ограниченная роль – доведение условий труда до допустимых с минимальными эксплуатационными затратами.

Уменьшению поступления теплоты в цех способствуют мероприятия, обеспечивающие герметичность оборудования. Плотно подогнанные дверцы, заслонки, блокировка закрытия технологических отверстий с работой оборудования–все это значительно снижает выделение теплоты от открытых источников.

Выбор теплозащитных средств в каждом случае должен осуществляться по максимальным значениям эффективности с учетом требований эргономики, технической эстетики, безопасности для данного процесса или вида работ и технико-экономического обоснования.

Устанавливаемые в цехе теплозащитные средства должны быть простыми в изготовлении и монтаже, удобными для обслуживания, не затруднять осмотр, чистку, смазывание аг-

регатов, обладать необходимой прочностью, иметь минимальные эксплуатационные расходы.

Теплозащитные средства должны обеспечивать облученность на рабочих местах не более 350 Вт/м2 и температуру поверхности оборудования не выше 308 К (35 °С) при температуре внутри источника до 373 К (100 °С) и не выше 318 К (45 °С) при температурах внутри источника выше 373 К (100 °С).

Теплоизоляция поверхностей источников излучения (печей, сосудов и трубопроводов с горячими газами и жидкостями) снижает температуру излучающей поверхности и уменьшает как общее тепловыделение, так и радиационное. Кроме улучшения условий труда тепловая изоляция уменьшает тепловые потери оборудования, снижает расход топлива (электроэнергии, пара) и приводит к увеличению производительности агрегатов. Следует иметь в виду, что тепловая изоляция, повышая рабочую температуру изолируемых элементов, может резко сократить срок их службы, особенно в тех случаях, когда теплоизолируемые конструкции находятся в температурных условиях, близких к верхнему допустимому пределу для данного материала. В таких случаях решение о тепловой изоляции должно быть проверено расчетом рабочей температуры изолируемых элементов. Если она окажется выше предельно допустимой, защита от тепловых излучений должна осуществляться другими способами.

Конструктивно теплоизоляция может быть мастичной, оберточной, засыпной, из штучных изделий и смешанной.

– *Мастичная изоляция* осуществляется нанесением мастики (штукатурного раствора с теплоизоляционным наполнителем) на горячую поверхность изолируемого объекта. Эту изоляцию можно применять на объектах любой конфигурации.

– *Оберточную изоляцию* изготовляют из волокнистых материалов–асбестовой ткани, минеральной ваты, войлока и др. Устройство оберточной изоляции проще мастичной, но на объектах сложной конфигурации ее труднее закреплять. Наиболее пригодна оберточная изоляция для трубопроводов.

– *Засыпную изоляцию* применяют реже, так как необходимо устанавливать кожух вокруг изолируемого объекта. Эту изоляцию используют в основном при прокладке трубопроводов в каналах и коробах, там, где требуется большая толщина изоляционного слоя, или при изготовлении теплоизоляционных панелей.

– *Теплоизоляцию штучными или формованными изделиями*, скорлупами применяют для облегчения работ.

– *Смешанная изоляция* состоит из нескольких различных слоев. В первом слое обычно устанавливают штучные изделия. Наружный слой изготовляют из мастичной или оберточной изоляции.

Целесообразно устраивать алюминиевые кожухи снаружи теплоизоляции. Затраты на устройство кожухов быстро окупаются вследствие уменьшения тепловых потерь на излучение и повышения долговечности изоляции под кожухом. При выборе материала для изоляции необходимо принимать во внимание механические свойства материалов, а также их способность выдерживать высокую температуру. Обычно для этого применяют материалы, коэффициент теплопроводности которых при температурах 50...100 °С меньше 0,2 Вт/ (м·°С).

Многие теплоизоляционные материалы берут в их естественном состоянии, например, асбест, слюда, торф, земля, но большинство получают в результате специальной обработки естественных материалов и представляют собой различные смеси.

При высоких температурах изолируемого объекта применяют многослойную изоляцию: сначала ставят материал, выдерживающий высокую температуру (высокотемпературный слой), а затем уже более эффективный материал, с точки зрения теплоизоляционных свойств. Толщину высокотемпературного слоя выбирают с учетом того, чтобы температура на его поверхности не превышала предельную температуру следующего слоя.

Теплозащитные экраны применяют для локализации источников лучистой теплоты,

уменьшения облученности на рабочих местах и снижения температуры поверхностей, окружающих рабочее место. Ослабление теплового потока за экраном обусловлено его поглотительной и отражательной способностью. В зависимости от того, какая способность экрана более выражена, различают теплоотражающие, теплопоглощающие и теплоотводящие экраны. По степени прозрачности экраны делят на три класса: непрозрачные, полупрозрачные и прозрачные.

– К первому классу относят металлические водоохлаждаемые и футерированные асбестовые, альфолиевые, алюминиевые экраны;

– ко второму – экраны из металлической сетки, цепные завесы, экраны из стекла, армированного металлической сеткой; все эти экраны могут орошаться водяной пленкой.

– Третий класс составляют экраны из различных стекол: силикатного, кварцевого и органического, бесцветного, окрашенного и металлизированного, пленочные водяные завесы, свободные и стекающие по стеклу, вододисперсные завесы.

По принципу действия экраны подразделяются на *теплоотражающие*, *теплопоглощающие, теплопроводящие*. Это деление условно, так как любой экран обладает способностью отражать, поглощать или отводить тепло. Принадлежность экрана к той или иной группе зависит от того, какое свойство отражено в нем наиболее сильно.

В зависимости от возможности наблюдения за рабочим процессом экраны можно разделить на три типа: I — непрозрачные, II — полупрозрачные и III —прозрачные.

Кратность ослабления светового потока защитным *непрозрачным* экраном

$$m = q_{1,2} / q_{э2} = \frac{\varepsilon_{1,2}}{\varepsilon_{э1}} + \frac{\varepsilon_{1,2}}{\varepsilon_{э2}},$$

где $q_{1,2}$ *— плотность теплового потока между параллельными плоскостями 1 и 2,* ε *— степень черноты материала (табл. 4.4).*

$$q_{1,2} = C_0 \varepsilon_{1,2} \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right];$$

$q_{э2}$ *— плотность теплового потока между экраном и плоскостью 2; С0 — коэффициент излучения абсолютно черного тела (5,67 Вт/(м2·К4)):*

$$q_{э2} = \frac{C_0}{1/\varepsilon_{э1} + 1/\varepsilon_{э2}} \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right].$$

Кратность снижения температуры излучающей поверхности

$$\mu = T_1 / T_э .$$

Коэффициент пропускания теплового потока

$$\tau = 1/m .$$

Коэффициент эффективности экрана

$$\eta = 1 - \tau = \frac{m-1}{m} .$$

Материал	*t* °С	ε
Алюминий		
полированный	225... 575	0,039...0,057
окисленный при температуре 600° С	200...600	0,11. ..0,19
Сталь		
листовая шлифовальная	940...1100	0,52...0,61
окисленная шероховатая	40.. .370	0,94...0,97
оцинкованная блестящая	28	0,228
оцинкованная окисленная	24	0,276
луженая блестящая	25	0,043...0,064

Чугун		
шероховатый сильноокисленный	40...250	0,95
расплавленный	1300...1400	0,29
Золото полированное	225...625	0,018...0,035
Медь полированная	115	0,023
Асбестовый картон	24	0,96
Кирпич		
динасовый шероховатый	1000	0,8
шамотный глазурованный	1100	0,75
магнезитовый	1500	0,39
силлиманитовый	1500	0,29
красный шероховатый	20	0,93

Таблица 3. Степень черноты ε полного излучения различных материалов

При $t1 > 400°$ С можно допустить

$$\mu = \sqrt[4]{m}.$$

При равенстве степеней черноты всех участвующих в теплообмене поверхностей $m = 2$.

В случае установки n экранов и при разных степенях черноты источника излучения и экрана

$$m = \frac{\varepsilon_{1,2}}{\varepsilon_{э1}}(n+1).$$

Если $\varepsilon_{1,2} = \varepsilon_{э1}$, то

$$m = n + 1.$$

При заданной температуре экрана $T_э = T_1 / \mu$ требуемое число экранов

$$n = \frac{1-(T_2/T_1)^4}{1/\mu^4 - (T_2/T_1)^4} \cdot \frac{\varepsilon_{э2}}{\varepsilon_{1,2}} - 1.$$

Экран, отражая часть теплового потока обратно на источник излучения, повышает температуру последнего. Это повышение описывается эмпирической формулой

$$t_1 = 2{,}1 t_2^{0,65}$$

где t_2 — температура неэкранированной поверхности.

Полупрозрачные экраны. К полупрозрачным экранам относятся металлические сетки с размером ячейки 3...3,5 мм, цепные завесы, армированное стальной сеткой стекло. Сетки применяют при интенсивности облучения 0,35... 1,05 кВт/м2, и их коэффициент эффективности порядка 0,67. Цепные завесы применяются при интенсивности облучения 0,7.. .4,9 кВт/м2. Коэффициент эффективности цепных завес зависит от толщины цепей. С целью повышения эффективности защитных свойств применяют завесы водяной пленкой и устраивают двойные экраны. Армированное стекло применяют при тех же интенсивностях облучения, что и цепные завесы, и имеют такой же коэффициент эффективности. Увеличение эффективности достигается орошением водяной пленки и устройством двойного экрана.

Прозрачные экраны. Для прозрачных экранов используют силикатное, кварцевое или органическое стекло, тонкие (до 2 нм) металлические пленки на стекле, воду в слое или дисперсном состоянии.

Коэффициент пропускания воды в различных участках спектра в значительной степени зависит от толщины слоя воды. Тонкие водяные пленки начинают заметно поглощать излучение с длиной волны более 1,9 мкм и значительно поглощают волны длиной более 3,2 мкм. Поэтому они пригодны для экранирования источников с температурой до 800° С. При тол-

щине слоя воды 15...20 мм полностью поглощаются излучения с длиной волны более 1 мкм, поэтому такой слой води эффективно защищает от теплового излучения источников с температурой до 1800° С. Экраны в виде водяной пленки, стекающей по стеклу, более устойчивы по сравнению со свободными завесами: они имеют более высокий коэффициент эффективности (порядка 0,9) и могут применяться при интенсивностях облучения 1750 Вт/м2.

Теплопоглощающие прозрачные экраны изготовляют из различных стекол (силикатных, кварцевых, органических), бесцветных или окрашенных. Для повышения эффективности применяется двойное остекление с вентилируемой воздушной прослойкой. Органическое стекло применяют для защиты лица от теплового облучения в виде налобовых щитков. Эффективность стекол зависит от спектра излучения, т.е. стекло обладает узкополосными свойствами.

В последнее время одним из методов предупреждения влияния лучистой энергии является охлаждение стен, пола и потолка и применение специальных экранов на рабочих местах.

Кроме мер, направленных на уменьшение интенсивности теплового излучения на рабочих местах, предусматривают также условия, при которых обеспечивается отдача тепла человека непосредственно на месте работы. Это осуществляется путем создания *оазисов и душирования,* с помощью которых непосредственно на рабочее место направляется воздушный поток определенной температуры и скорости в зависимости от категории работы, сезона года и интенсивности инфракрасной радиации согласно ГОСТ 12.1.005 — 98.

При воздействии на работающего теплового облучения интенсивностью 0,35 кВт/м2 и более, а также 0,175...0,35 кВт/м2 при площади излучающих поверхностей в пределах рабочего места более 0,2 м2 применяют *воздушное душирование* (подачу воздуха в виде воздушной струи, направленной на рабочее место). Воздушное душирование устраивают также для производственных процессов с выделением вредных газов или паров и при невозможности устройства местных укрытий.

Охлаждающий эффект воздушного душирования зависит от разности температур тела работающего и потока воздуха, а также от скорости обтекания воздухом охлаждаемого тела Для обеспечения на рабочем месте заданных температур и скоростей воздуха ось воздушного потока направляют на грудь человека горизонтально или под углом 45°, а для обеспечения допустимых концентраций вредных веществ ее направляют в зону дыхания горизонтально или сверху под углом 45°.

В потоке воздуха из душирующего патрубка должны быть по возможности обеспечены равномерная скорость и одинаковая температура. Расстояние от кромки душирующего патрубка до рабочего места должно быть не менее 1 м. Минимальный диаметр патрубка принимают равным 0,3 м; при фиксированных рабочих местах расчетную ширину рабочей площадки принимают равной 1 м.

При душировании по способу ниспадающего потока воздух подают на рабочее место сверху с минимально возможного расстояния струёй большого сечения и с максимальной скоростью. Душирование по способу ниспадающего потока требует меньшего расхода воздуха и меньшей степени его охлаждения по сравнению с обычными воздушными душами, что позволяет в большинстве случаев обходиться испарительным (адиабатическим) охлаждением воздуха рециркуляционной водой.

При интенсивности облучения свыше 2,1 кВт/м2 воздушный душ не может обеспечить необходимого охлаждения. В этом случае надо по возможности уменьшить облучение, предусматривая теплоизоляцию, экранирование или водовоздушное душирование. Это позволяет наряду с усилением конвективного теплообмена увеличить и теплоотдачу организма путем испарения влаги с поверхности тела и одежды.

Для периодического охлаждения рабочих устраивают радиационные кабины, комнаты отдыха.

Воздушные завесы предназначены для защиты от прорыва холодного воздуха в помещение через проемы здания (ворота, двери и т.п.). Воздушная завеса представляет собой воздушную струю, направленную под углом навстречу холодному потоку воздуха. Она выполняет роль воздушного шибера, уменьшая прорыв холодного воздуха через проемы. Согласно СНиП 2.04.05–91 воздушные завесы необходимо устанавливать у проемов отапливаемых помещений, открывающихся не реже, чем один раз в час либо на 40 мин единовременно при температуре наружного воздуха -15 °С и ниже.

Применяют несколько основных схем воздушных завес. Завесы с нижней подачей (наиболее экономичны по расходу воздуха и рекомендуются в том случае, когда недопустимо понижение температуры вблизи проемов. Для проемов небольшой ширины рекомендуется схема, показанная на рис. 1.5 *б.* Схему с двухсторонним боковым направлением струй (рис. 1.5, *в)* используют в тех случаях, когда возможна остановка транспорта в воротах.

Количество и температуру воздуха для завесы определяют расчетным путем, причем температура нагрева воздуха для воздушных завес водой принимается не более 70 °С, для дверей – не более 50 °С.

Воздушные оазисы предназначены для улучшения метеорологических условий труда (чаще отдыха на ограниченной площади). Для этого разработаны схемы кабин с легкими передвижными перегородками, которые затапливаются воздухом с соответствующими параметрами.

Мероприятия по профилактике неблагоприятного *воздействия холода* должны предусматривать предупреждение выхолаживания производственных помещений, использование средств индивидуальной защиты, подбор рационального режима труда и отдыха. *Спецодежда* должна быть воздухо- и влагонепроницаемой (хлопчатобумажная, льняная, грубошерстное сукно), иметь удобный покрой. Для работы в экстремальных условиях (ликвидация пожаров и др.) применяют специальные костюмы, обладающие повышенной теплосветоотдачей. Для защиты головы от излучения применяют дюралевые, фибровые каски, войлочные шляпы; для защиты глаз – очки темные или с прозрачным слоем металла, маски с откидным экраном.

Важным фактором, способствующим повышению работоспособности рабочих в горячих цехах, является *рациональный режим труда и отдыха*. Он разрабатывается применительно к конкретным условиям работы. Частые короткие перерывы более эффективны для поддержания работоспособности, чем редкие, но продолжительные. При физических работах средней тяжести на открытом воздухе с температурой до 25 °С внутренний режим предусматривает 10-минутные перерывы после 50...60 мин работы; при температуре наружного воздуха 25...33 °С рекомендуется 15-минутный перерыв после 45 мин работы и разрыв рабочей смены на 4...5 ч на период наиболее жаркого времени.

При кратковременных работах *в условиях высоких температур* (тушении пожаров, ремонте металлургических печей), где температура достигает 80...100 °С, большое значение имеет тепловая тренировка. Устойчивость к высоким температурам может быть в некоторой степени повышена с использованием фармакологических средств (дибазола, аскорбиновой кислоты, смеси этих веществ и глюкозы), вдыхания кислорода, аэроионизации.

При нефиксированных рабочих местах и работе на открытом воздухе в холодных климатических условиях организуют специальные помещения для обогревания. При неблагоприятных метеорологических условиях–температура воздуха -10 °С и ниже–обязательны перерывы на обогрев продолжительностью 10... 15 мин каждый час. При температуре наружного воздуха -30...-45 °С 15-минутные перерывы на отдых организуются каждые 60 мин от начала рабочей смены и после обеда, а затем через каждые 45 мин работы. В помещениях для обогрева необходимо предусматривать возможность питья горячего чая

ПРОМЫШЛЕННАЯ ВЕНТИЛЯЦИЯ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ.

Вентиляцией называется комплекс взаимосвязанных устройств и процессов для создания требуемого воздухообмена в производственных помещениях. Основное назначение вентиляции — удаление из рабочей зоны загрязненного или перегретого воздуха и подача чистого воздуха, в результате чего в рабочей зоне создаются необходимые благоприятные условия воздушной среды.

Одна из главных задач, возникающих при устройстве вентиляции,— определение воздухообмена, т. е. количество вентиляционного воздуха, необходимого для обеспечения оптимального санитарно-гигиенического уровня воздушной среды помещений.

В зависимости от способа перемещения воздуха в производственных помещениях вентиляция делится на *естественную* и *искусственную* (механическую).

<table>
<tr><td colspan="5">Системы вентиляции</td></tr>
<tr><td colspan="2">▼</td><td colspan="3">▼</td></tr>
<tr><td colspan="2">Естественная вентиляция</td><td colspan="3">Механическая вентиляция</td></tr>
<tr><td colspan="5">Естественная вентиляция</td></tr>
<tr><td colspan="2">▼</td><td colspan="3">▼</td></tr>
<tr><td colspan="2">Неорганизованная естественная вентиляция</td><td colspan="3">Организованная естественная вентиляция</td></tr>
<tr><td colspan="2">Инфильтрация, или естественное проветривание</td><td colspan="2">Вытяжная канальная</td><td>Приточно-вытяжная</td></tr>
<tr><td colspan="5">Механическая вентиляция</td></tr>
<tr><td>▼</td><td>▼</td><td>▼</td><td>▼</td><td>▼</td></tr>
<tr><td>Общеобменная</td><td>Местная</td><td>Смешанная</td><td>Аварийная</td><td>Кондиционирование</td></tr>
<tr><td colspan="4">Общеобменная вентиляция</td><td></td></tr>
<tr><td>▼</td><td>▼</td><td>▼</td><td>▼</td><td></td></tr>
<tr><td>Приточная вентиляция</td><td>Вытяжная вентиляция</td><td>Приточно-вытяжная вентиляция</td><td>Системы вентиляции с рециркуляцией</td><td></td></tr>
</table>

Рисунок 5. Системы вентиляции

Применение вентиляции должно быть обосновано расчетами, при которых учитываются температура, влажность воздуха, выделение вредных веществ, избыточное тепловыделение. Если в помещении нет вредных выделений, то вентиляция должна обеспечивать воздухообмен не менее 30 м3/ч на каждого работающего (для помещений с объемом до 20 м3 на одного работающего). При выделении вредных веществ в воздух рабочей зоны необходимый воздухообмен определяют исходя из условий их разбавления до ПДК, а при наличии тепловых избытков — из условий поддержания допустимой температуры в рабочей зоне.

Естественная вентиляция производственных помещений осуществляется за счет разности температур в помещении наружного воздуха (тепловой напор) или действия ветра (ветровой напор). Естественная вентиляция может быть организованной и неорганизованной.

При неорганизованной естественной вентиляции воздухообмен осуществляется за счет вытеснения внутреннего теплового воздуха наружным холодным воздухом через окна, форточки, фрамуги и двери.

Организованная естественная вентиляция, или *аэрация*, обеспечивает воздухообмен в заранее рассчитанных объемах и регулируемый в соответствии с метеорологическими условиями.

Бесканальная аэрация осуществляется при помощи проемов в стенах и потолке и рекомендуется в помещениях большого объема со значительными избытками теплоты. Для получения расчетного воздухообмена вентиляционные проемы в стенах, а также в кровле здания (аэрационные фонари) оборудуют фрамугами, которые открываются и закрываются с пола помещения. Манипулируя фрамугами, можно регулировать воздухообмен при изменении наружной температуры воздуха или скорости ветра (рис. 6). Площадь вентиляционных проемов и фонарей рассчитывают в зависимости от необходимого воздухообмена.

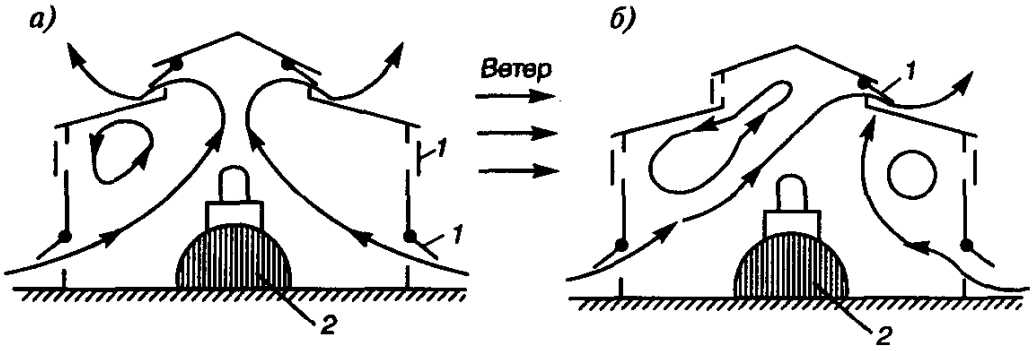


Рис. 6. Схема естественной вентиляции здания: *а* — при безветрии; *б* — при ветре; *1* — вытяжные и приточные отверстия; *2* — тепловыделяющий агрегат

В производственных помещениях небольшого объема, а также в помещениях, расположенных в многоэтажных производственных зданиях, применяют *канальную аэрацию*, при которой загрязненный воздух удаляется через вентиляционные каналы в стенах. Для усиления вытяжки на выходе из каналов на крыше здания устанавливают дефлекторы — устройства, создающие тягу при обдувании их ветром. При этом поток ветра, ударяясь о дефлектор и обтекая его, создает вокруг большей части его периметра разрежение, обеспечивающее подсос воздуха из канала.

Наибольшее распространение получили дефлекторы типа ЦАГИ (рис. 7), которые представляют собой цилиндрическую обечайку, укрепленную над вытяжной трубой. Для улучшения подсасывания воздуха давлением ветра труба оканчивается плавным расширением — диффузором. Для предотвращения попадания дождя в дефлектор предусмотрен колпак.

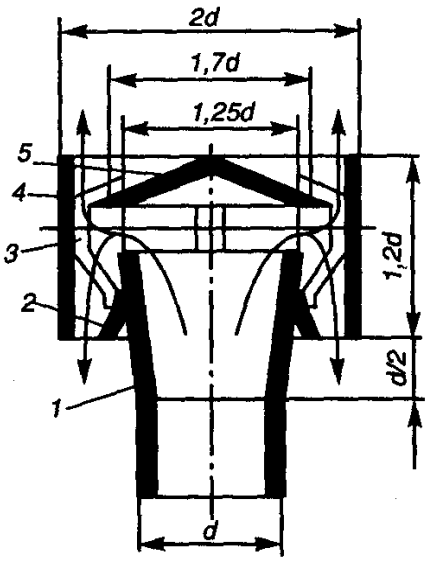


Рис. 7. Схема дефлектора типа ЦАГИ:
1 — диффузор; *2* — конус; *3* — лапки, удерживающие колпак и обечайку; *4* — обечайка; *5* — колпак

Расчет дефлектора сводится к определению диаметра его патрубка. Ориентировочно диаметр патрубка *d* дефлектора типа ЦАГИ можно вычислить по формуле:

$$d = 0{,}0188\sqrt{\frac{L}{L_B}} \ ,$$

где L — объем вентиляционного воздуха, м3/ч; V_B — скорость воздуха в патрубке, м/с.

Скорость воздуха (м/с) в патрубке при учете только давления, создаваемого действием ветра, находят по формуле

$$V_B = \sqrt{\frac{0{,}4V_{ветер}^2}{1{,}2 + \sum\varepsilon + 0{,}02l/d}},$$

где $V_{ветер}$ — скорость ветра, м/с; $\sum\varepsilon$ — сумма коэффициентов местного сопротивле-ния вытяжного воздуховода при его отсутствии ε = 0,5 (при входе в патрубок); l — длина патрубка или вытяжного воздуховода, м.

С учетом давления, создаваемого ветром, и теплового давления скорость воздуха в патрубке вычисляют по формуле

$$V_B = \sqrt{\frac{0{,}4V_{ветер}^2 + 1{,}6\rho}{1{,}2 + \sum\varepsilon + 0{,}02l/d}},$$

где $p = h_Д(\rho_н - \rho_в)$ — тепловое давление Па; здесь $h_Д$ — высота дефлектора, м; $\rho_н$, $\rho_в$ — плотность, соответственно, наружного воздуха и воздуха внутри помещения, кг/м3.

Скорость движения воздуха в патрубке составляет примерно 0,2...0,4 скорости ветра, т. е. $V_B = (0{,}2...0{,}4)V_{ветер}$. Если дефлектор установлен без вытяжной трубы непосредственно в перекрытии, то скорость воздуха несколько больше $V_B = 0{,}5V_{ветер}$.

Аэрация применяется для вентиляции производственных помещений большого объема. Естественный воздухообмен осуществляется через окна, световые фонари с использованием теплового и ветрового напоров (рис. 8). Тепловое давление, в результате которого воздух поступает в помещение и выходит из него, образуется за счет разности температур наружного и внутреннего воздуха и регулируется различной степенью открытия фрамуг и фонарей. Разность этих давлений на одном и том же уровне называется внутренним избыточным давлением $p_{изб}$. Оно может быть как положительным, так и отрицательным.

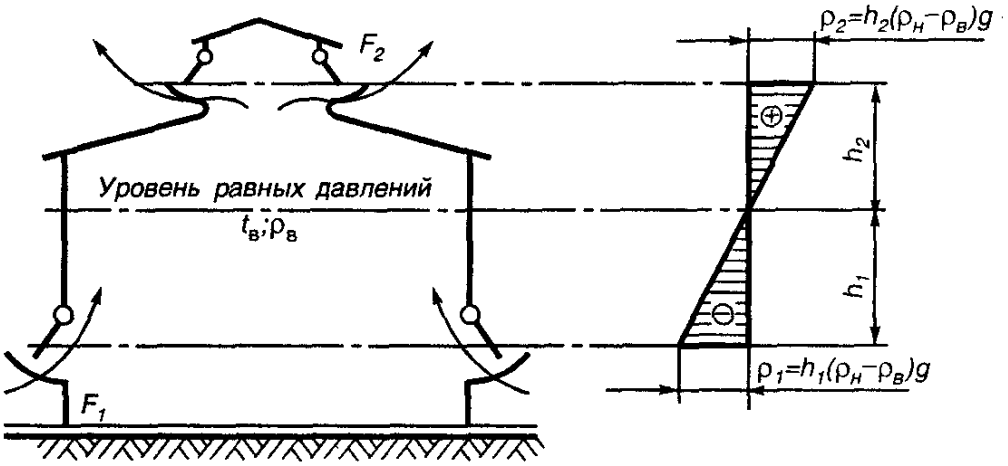


Рис. 8. Схема аэрации здания

При отрицательном значении $p_{изб}$ (превышении наружного давления над внутренним) воздух поступает внутрь помещения, а при положительном значении $p_{изб}$ (превышении внутреннего давления над наружным) воздух выходит из помещения. При $p_{изб}$ = 0 движения воздуха через отверстия в наружном ограждении не будет. Нейтральная зона в помещении

(где $p_{изб}$ = 0) может быть только при действии одних теплоизбытков; при ветре с теплоизбытками она резко смещается вверх и исчезает.

Расстояния нейтральной зоны от середины вытяжного и приточного отверстий обратно пропорциональны квадратам площадей отверстий. При $F_1 = F_2$ $h_1 = h_2 = h/2$, где F_1, F_2 — площади, соответственно, входных и выпускных отверстий, м2; h_1, h_2 —высоты расположения уровня равных давлений, соответственно, от входного до вы-пускного отверстий, м.

Расход воздуха *G*, который протекает через отверстие, имеющее площадь *F*, вычисляют по формуле:

$$G = \mu F \sqrt{2\rho\Delta p},$$

где *G* — массовый секундный расход воздуха, т/с; μ — коэффициент расхода, зависящий от условий истечения; ρ — плотность воздуха в исходном состоянии, кг/м3; Δp — разность давлений внутри и снаружи помещения в данном отверстии, Па.

Ориентировочное количество воздуха, выходящего из помещения через 1 м2 площади отверстия, с учетом только теплового давления и при условии равенства площадей отверстий в стенках и фонарях и коэффициенте расхода μ = 0,6 можно определить по упрощенной формуле:

$$L = 420\sqrt{H\Delta t},$$

где *L* — количество воздуха, м3/ч; *H* — расстояние между центрами нижних и верхних отверстий, м; Δt — разность температур: средней (по высоте) в помещении и наружной, ° С.

Аэрация с использованием ветрового давления основана на том, что на наветренных поверхностях здания возникает избыточное давление, а на заветренных сторонах разрежение. Ветровое давление на поверхности ограждения находят по формуле:

$$p_B = k_B V_\rho / 2,$$

где k — аэродинамический коэффициент, показывающий, какая доля динамического давления ветра преобразуется в давление на данном участке ограждения или кровли. Этот коэффициент можно принять в среднем равным для наветренной стороны + 0,6, а для подветренной — -0,3.

Естественная вентиляция дешева и проста в эксплуатации. Основной ее недостаток заключается в том, что приточный воздух вводится в помещение без предварительной очистки и подогрева, а удаляемый воздух не очищается и загрязняет атмосферу. Естественная вентиляция применима там, где нет больших выделений вредных веществ в рабочую зону.

Искусственная (механическая) вентиляция устраняет недостатки естественной вентиляции. При механической вентиляции воздухообмен осуществляется за счет напора воздуха, создаваемого вентиляторами (осевыми и центробежными); воздух в зимнее время подогревается, в летнее — охлаждается и кроме того очищается от загрязнений (пыли и вредных паров и газов).

Механическая вентиляция бывает приточной, вытяжной, приточно-вытяжной, а по месту действия — общеобменной и местной.

При *приточной системе* вентиляции (рис. 9, *а*) производится забор воздуха извне с помощью вентилятора через калорифер, где воздух нагревается и при необходимости увлажняется, а затем подается в помещение. Количество подаваемого воздуха регулируется клапана-

ми или заслонками, устанавливаемыми в ответвлениях. Загрязненный воздух выходит через двери, окна, фонари и щели неочищенным.

При *вытяжной системе* вентиляции (рис. 9, *б*) загрязненный и перегретый воздух удаляется из помещения через сеть воздуховодов с помощью вентилятора. Загрязненный воздух перед выбросом в атмосферу очищается. Чистый воздух подсасывается через окна, двери, неплотности конструкций.

Приточно-вытяжная система вентиляции (рис. 9, *в*) состоит из двух отдельных систем — приточной и вытяжной, которые одновременно подают в помещение чистый воздух и удаляют из него загрязненный. Приточные системы вентиляции также возмещают воздух, удаляемый местными отсосами и расходуемый на технологические нужды: огневые процессы, компрессорные установки, пневмотранспорт и др.

Для определения требуемого воздухообмена необходимо иметь следующие исходные данные: количество вредных выделений (тепла, влаги, газов и паров) за 1 ч, предельно допустимое количество (ПДК) вредных веществ в 1 м3 воздуха, подаваемого в помещение.

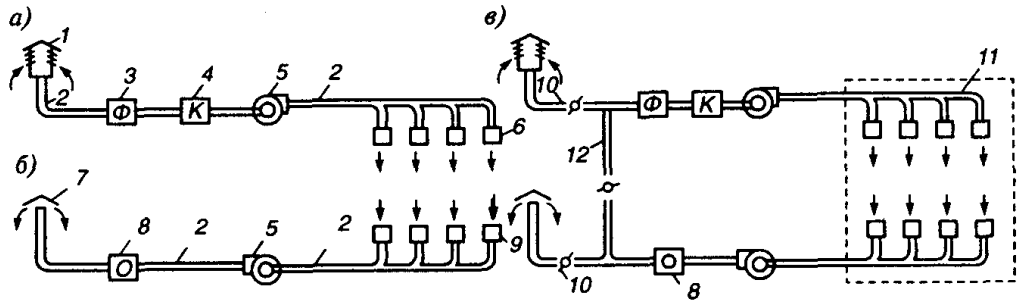


Рис. 9. Схема приточной, вытяжной и приточно-вытяжной механической вентиляции:

а — приточная; *6* — вытяжная; *в* — приточно-вытяжная; *1* — воздухоприемник для забора чистого воздуха; *2* — воздуховоды; *3* — фильтр для очистки воздуха от пыли; *4* — калориферы; *5* — вентиляторы; *6* — воздухораспределительные устройства (насадки); *7* — вытяжные трубы для выброса удаляемого воздуха в атмосферу; *8* — устройства для очистки удаляемого воздуха; *9* — воздухозаборные отверстия для удаляемого воздуха; *10* — клапаны для регулирования количества свежего вторичного рециркуляционного и выбрасываемого воздуха; *11* — помещение, обслуживаемое приточно-вытяжной вентиляцией; *12* — воздуховод для системы рециркуляции

Для помещений с выделением вредных веществ искомый воздухообмен L, м3/ч, определяется из условия баланса поступающих в него вредных веществ и разбавления их до допустимых концентраций. Условия баланса выражаются формулой:

$$G + G_{пр} = G_{уд},$$

где G — скорость выделения вредного вещества из технологической установки, мг/ч; Gпр — скорость поступления вредных веществ с притоком воздуха в рабочую зону, мг/ч; Gуд — скорость удаления разбавленных до допустимых концентраций вредных веществ из рабочей зоны, мг/ч.

Заменив в выражении *Gпр* и *Gуд* на произведение $L_{пр}q_{пр}$ и $L_{уд}q_{уд}$, где $q_{пр}$ и $q_{уд}$ — соответственно концентрации (мг/м3) вредных веществ в приточном и удаленном воздухе, а $L_{пр}$ и $L_{уд}$ объем приточного и удаляемого воздуха в м3 за 1 час, получим

$$G + L_{пр}q_{пр} = L_{уд}q_{уд}$$

Для поддержания нормального давления в рабочей зоне должно выполняться равенство $L_{пр} = L_{уд} = L$, тогда

$$L = G / q_{уд} - q_{пр}$$

Необходимый воздухообмен, исходя из содержания в воздухе водяных паров, определяют по формуле:

$$L_п = G_п / (d_{уд} - d_{пр})\rho,$$

где $L_п$ — количество удаляемого или приточного воздуха в помещении, м3/ч; Gп — масса водяного пара, выделяющегося в помещении, г/ч; $d_{уд}$ — влагосодержание удаляемого воздуха, г/кг, сухого воздуха; $d_{пр}$ — влагосодержание приточного воздуха, г/кг, сухого воздуха; ρ — плотность приточного воздуха, кг/м3.

Влагосодержание d (г/кг) воздуха, т.е. отношение массы водяного пара, содержащегося во влажном воздухе, к единице массы сухого воздуха определяют по формуле:

$$d = 1000 G_п G_в$$

где $G_п$, $G_в$ — соответственно массы (г) водяного пара и сухого воздуха. Необходимо иметь в виду, что значения $d_{уд}$ и $d_{пр}$ принимаются по таблицам физической характеристики воздуха в зависимости от значения нормируемой относительной влажности вытяжного воздуха.

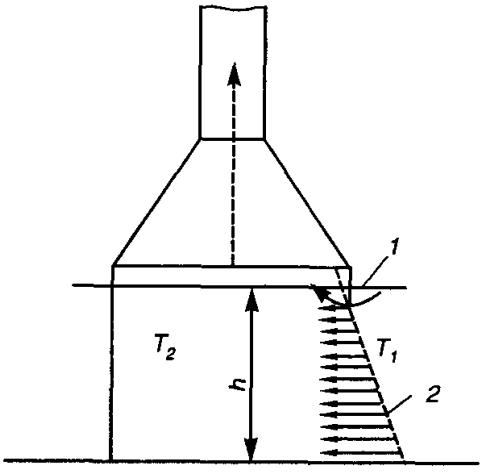
Для определения объема вентиляционного воздуха по избыточному теплу необходимо знать количество тепла, поступающего в помещение от различных источников (приход тепла), $Q_{пр}$, и количество тепла, расходуемого на возмещение потерь через ограждения здания и другие цели, $Q_{расх}$, разность $Q_{пр} - Q_{расх} = Q_{изб}$ и выражает количество тепла, которое идет на нагревание воздуха в помещении и которое должно учитываться при расчете воздухообмена.

Воздухообмен, необходимый для удаления избыточного тепла, вычисляют по формуле:

$$L = 3600 Q_{изб} / C\rho(t_{уд} - t_{пр}),$$

где $Q_{изб}$ — избыточное количество тепла, Дж/с, $t_{уд}$ —температура удаляемого воздуха, ° К; $t_{пр}$ —температура приточного воздуха, ° К; С — удельная теплоемкость воздуха, Дж/(кг·К); ρ — плотность воздуха при 293° К, кг/м3.

Местная вентиляция бывает вытяжная и приточная. Вытяжную вентиляцию устраивают, когда загрязнения можно улавливать непосредственно у мест их возникновения. Для этого применяют вытяжные шкафы, зонты, завесы, бортовые отсосы у ванн, кожухи, отсосы у станков и т.д. К приточной вентиляции относятся *воздушные души, завесы, оазисы.*



Вытяжные шкафы работают с естественной или механической вытяжкой. Для удаления из шкафа избытков тепла или вредных примесей естественным путем необходимо наличие подъемной силы, которая возникает, когда температура воздуха в шкафу пре-

вышает температуру воздуха в помещении. Удаляемый воздух должен иметь достаточный запас энергии для преодоления аэродинамического сопротивления на пути от входа в шкаф до места выброса в атмосферу.

Объемный расход воздуха, удаляемого из вытяжного шкафа при естественной вытяжке (рис. 10), (м3/ч)

$$L = 114\sqrt[3]{hQF^2}\ .$$

где h — высота открытого проема шкафа, м; Q — количество тепла, выделяемого в шкафу, ккал/ч; F — площадь открытого (рабочего) проема шкафа, м2.

Рис.10. Схема вытяжного шкафа с естественной вытяжкой: *1* — уровень нулевых давлений; *2* — эпюра распределения давлений в рабочем отверстии; *T1* — температура воздуха в помещении; *T2* — температура газов внутри шкафа

Необходимая высота вытяжной трубы (м)

$$H = \frac{\xi_{вх+вых}}{0{,}82\dfrac{d^4}{F^2 h} - \dfrac{0{,}02}{d}},$$

где $\xi_{вх+вых}$ — сумма всех сопротивлений прямой трубы на пути движения воздуха; d — диаметр прямой трубы, м (предварительно задается).

При механической вытяжке

$$L = 3600vF,$$

где v — средняя скорость всасывания в сечениях открытого проема, м/с.

Бортовые отсосы устраивают у производственных ванн для шкафа удаления вредных паров и газов, которые выделяются из растворов ванн. При ширине ванны до 0,7 м устанавливают однобортовые отсосы с одной из продольных ее сторон. При ширине ванны более 0,7 м (до 1 м) применяют двухбортовые отсосы (рис. 11).

Объемный расход воздуха, отсасываемого от горячих ванн одно- и двухбортовыми отсосами, находят по формуле:

$$L = k_3 k_T C(\varphi \frac{T_в - T_п}{3T_п} gB^3)^{1/2} l \cdot 3600,$$

где L — объемный расход воздуха, м3/ч, k3 — коэффициент запаса, равный 1,5...1,75, для ванн с особо вредными растворами 1,75...2; kT — коэффициент для учета подсоса воздуха с торцов ванны, зависящий от отношения ширины ванны B к ее длине l; для однобортового простого отсоса $k_T = (1 + B/4 \cdot l)^2$; для двухбортового — $k_T = (1 + B/8 \cdot l)^2$; C — безразмерная характеристика, равная для однобортового отсоса 0,35, для двухбортового — 0,5; φ —угол между границами всасывающего (рис. 4.7); (в расчетах имеет значение 3,14); Тв и Тп — абсолютные температуры, соответственно, в ванне и воздуха в помещении, °К; g=9,81 м/с2.

Вытяжные зонты применяют, когда выделяющиеся вредные пары и газы легче окружающего воздуха при незначительной его подвижности в помещении. Зонты могут быть как с естественной, так и с механической вытяжкой.

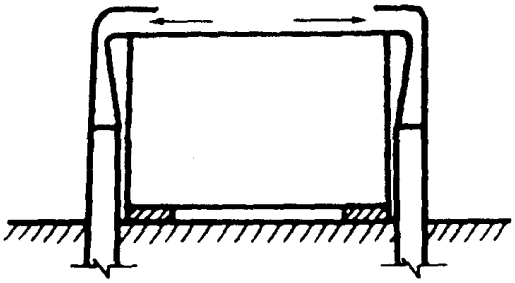


Рис. 11. Двухбортовой отсос от ванны

При естественной вытяжке начальный объемный расход воздуха в тепловой струе, поднимающейся над источником, определяют по формуле:

$$L = 0{,}65\sqrt[3]{QF^2H},$$

где Q — количество конвективного тепла, Вт; F — площадь горизонтальной проекции поверхности источника тепловыделений, м2; Н — расстояние от источника тепловыделений до кромки зонта, м.

При механической вытяжке аэродинамическая характеристика зонта включает скорость по оси зонта, которая зависит от угла его раскрытия; с увеличением угла раскрытия увеличивается осевая скорость по сравнению со средней. При угле раскрытия 90° скорость по оси составляет 1,65*v* (*v* — средняя скорость, м/с), при угле раскрытия 60° скорость по оси и по всему сечению равна *v*. В общем случае расход воздуха, удаляемого зонтом,

$$L = 3600vF,$$

где v — средняя скорость движения воздуха в приемном отверстии зонта, м/с; при удалении тепла и влаги скорость может быть принята 0,15...0,25 м/с; F — площадь расчетного сечения зонта, м2.

Приемное отверстие зонта располагают над тепловым источником; оно должно соответствовать конфигурации зонта, а размеры принимают несколько большими, чем размеры теплового источника в плане. Зонты устанавливают на высоте 1,7...1,9 м над полом.

Для удаления пыли от различных станков применяют пылеприемные устройства в виде защитно-обеспыливающих кожухов, воронок и т.д.

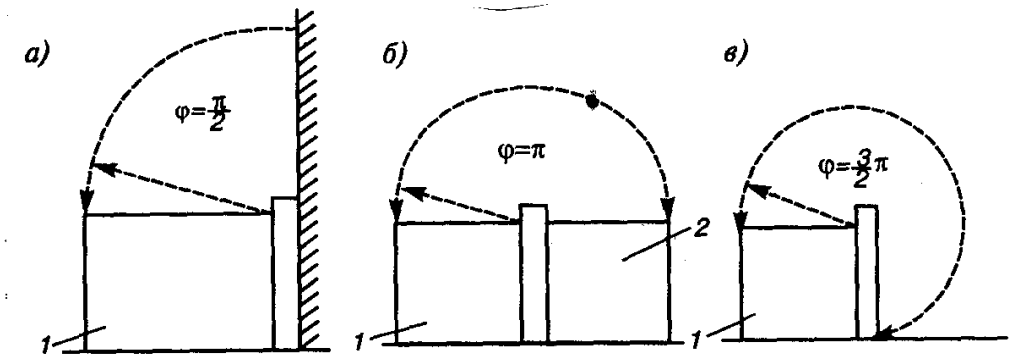


Рис. 12. Угол между границами всасывающего факела при различном расположении ванны: *а* — у стены ($\varphi = \pi/2$); *б* — рядом с ванной без отсоса ($\varphi = \pi$); *в* — отдельно ($\varphi = 3\pi/2$); *1* — ванна с отсосом; *2* — ванна без отсоса. В расчетах принять π = 3,14

Объемный расход воздуха *L* (м3/ч), удаляемого от заточных, шлифовальных и обдирочных станков, рассчитывают в зависимости от диаметра круга *dкр*(мм), а именно:

при $d_{кр} < 250$ мм $L = 2\,d_{кр}$,

при $d_{кр}$ 250...600 мм $L = 1{,}8\ d_{кр}$;

при $d_{кр} > 600$ мм $L = 1{,}6\, d_{кр}$.

Расход воздух (м3/ч), удаляемого воронкой, определяют по формуле:

$$L_B = 3600 V_H l \left(\frac{k}{\frac{V_H}{V_K} - 1} \right)^{1/4},$$

где VH —начальная скорость вытяжного факела (м/с), равная скорости транспортирова-ния пыли в воздуховоде, принимается для тяжелой наждачной пыли 14...16 м/с и для легкой минеральной 10...12 м/с; l — рабочая длина вытяжного факела, м; k — коэффициент, зависящий от формы и соотношения сторон воронки: для круглого отверстия k = 7,7 для прямоугольного с соотношением сторон от 1:1 до 1:3 k = 9,1; Vk — необходимая конечная скорость вытяжного факела у круга, принимаемая равной 2 м/с.

Смешанная система вентиляции является сочетанием элементов местной и общеобменной вентиляции. Местная система удаляет вредные вещества из кожухов и укрытий машин. Однако часть вредных веществ через неплотности укрытий проникает в помещение. Эта часть удаляется общеобменной вентиляцией.

Аварийная вентиляция предусматривается в тех производственных помещения, в которых возможно внезапное поступление в воздухе большого количества вредных или взрывоопасных веществ. Производительность аварийной вентиляции определяют в соответствии с требованиями нормативных документов в технологической части проекта. Если такие документы отсутствуют, то производительность аварийной вентиляции принимается такой, чтобы она вместе с основной вентиляцией обеспечивала в помещении не менее восьми воздухообменов за 1 ч. Система аварийной вентиляции должна включаться автоматически при достижении ПДК вредных выделений или при остановке одной из систем общеобменной или местной вентиляции. Выброс воздуха аварийных систем должен осуществляться с учетом возможности максимального рассеивания вредных и взрывоопасных веществ в атмосфере.

Для создания оптимальных метеорологических условий в производственных помещениях применяют наиболее совершенный вид промышленной вентиляции – кондиционирование воздуха.

Кондиционированием воздуха называется его автоматическая обработка с целью поддержания в производственных помещениях заранее заданных метеорологических условий независимо от изменения наружных условий и режимов внутри помещения. При кондиционировании автоматически регулируется температура воздуха, его относительная влажность и скорость подачи в помещение в зависимости от времени года, наружных метеорологических условий и характера технологического процесса в помещении. Такие строго определенные параметры воздуха создаются в специальных установках, называемых кондиционерами. В ряде случаев помимо обеспечения санитарных норм микроклимата воздуха в кондиционерах производят специальную обработку: ионизацию, дезодорацию, озонирование и т.п.

При кондиционировании автоматически регулируются:

— температура воздуха,

— относительная влажность воздуха;

— скорость подачи воздуха в помещение.

Эти параметры регулируются в зависимости: от времени года; наружных метеорологических условий; от характера технологического процесса в помещении.

Установки для создания строго определенных параметров воздуха называются кондиционерами.

Кондиционеры могут быть местными (для обслуживания отдельных помещений) и центральными (для обслуживания нескольких отдельных помещений). Принципиальная схема кондиционера представлена на рисунке 7.3.

Наружный воздух очищается от пыли в фильтре (2). Пройдя через ступень предварительной температурной обработки 3, воздух поступает в камеру с форсунками (4) и каплеуловителем (5), где он проходит специальную обработку (промывание воздуха водой, обеспечивающую заданные параметры относительной влажности, и очистку воздуха), и на калорифер (6). При температурной обработке зимой воздух подогревается частично за счет температуры воды, поступающей в форсунки(4), и частично, проходя через калориферы (3) и (6). Летом воздух охлаждается частично подачей на форсунки (4) охлажденной воды, и главным образом в итоге работы специальных холодильных машин.

В ряде случаев, помимо обеспечения санитарных норм микроклимата воздуха, в кондиционерах производят специальную обработку воздуха: ионизацию; дезодорацию; озонирование.

Кондиционеры могут быть: местными (для обслуживания отдельных помещений); центральными (для обслуживания нескольких отдельных помещений).

Кондиционирование воздуха играет существенную роль не только с точки зрения безопасности жизнедеятельности, но и во многих технологических процессах, при которых не допускаются колебания температуры и влажности воздуха (особенно в радиоэлектронике). Поэтому установки кондиционирования в последние годы находят все более широкое применение на промышленных предприятиях.

Подбор электродвигателей. В больших зданиях, где работает много сотрудников, проектируется механическое побуждение вентиляции. Вытяжная вентиляция с естественным побуждением рассчитана на невысокие здания с количеством сотрудников примерно 300чел.

В помещениях, где воздухообмен определяется исходя из условия растворения избытков влаги (например, в конференц-залах) применяются одноканальные системы низкого давления с рециркуляцией воздуха. Для служебных помещений и кабинетов централизованная рециркуляция воздуха не допускается, а применяются одноканальные, совмещенные с отоплением системы с местными доводчиками (фанкойлами).

При проектировании приточно-вытяжной вентиляции с механическим побуждением для лабораторных помещений НИИ естественных и технических наук, обязательно предусматривается обогрев и очистка помещения, а так же увлажнение воздуха. Температура, относительная влажность и скорость движения воздушных масс в лабораториях принимается как для помещений с легкими работами, так и согласно технологическим требованиям. Для удаления воздуха в нерабочее время в лабораторных помещениях обязательно должны быть открывающиеся окна и системы естественной вентиляции.

Не допускается и не разрешается рециркуляция воздуха в помещениях, где происходит работа с вредными веществами или выделяются горючие пары и газы!

В лабораторное помещение должно подаваться 90% всего объема воздуха, удаляемого местными вытяжными системами, оставляя на коридор и холл только 10%. Особое внимание должно уделяться холлам и вестибюлям зданий химических лабораторий, которые примыкают к лестничным клеткам или шахтам лифтов. В подобных местах, должен быть не менее чем 20-кратный воздухообмен.

Для каждого помещения с производством категорий А, Б и Е должны проектироваться индивидуальные системы вытяжной вентиляции, кондиционирования и воздушного отопления.

Оборудованная вытяжными шкафами, система вытяжной вентиляции лаборатории категории В бывает двух типов:

– децентрализованная - от вытяжных шкафов с индивидуальным воздуховодом и вентилятором для каждого помещения в отдельности

– и централизованная – где вытяжные воздуховоды от каждого лабораторного помещения объединены в единый сборный вертикальный коллектор, находящийся за пределами здания, или в горизонтальный коллектор, расположенный в специальном помещении на техническом этаже.

Проектирования общих приточных коллекторов возможно для лабораторий категории В, при этом, коллекторы и поэтажные ветвления воздуховодов можно объединить не более чем для 9 этажей. При этом каждое из этажных ответвлений, обслуживающих помещения площадью до 300 кв.м., необходимо оснащать обратными самозакрывающимися клапанами.

Так же в лабораторных помещениях возможно объединение местных отсосов и общеобменной вентиляции в одну вытяжную систему. При удалении из лабораторий воздушных масс, смешанных с химически активными веществами следует использовать коррозионностойкие воздуховоды.

Подбор вентилятора. Подачу воздуха в системах вентиляции осуществляют с помощью вентиляторов.

Вентиляторами называются лопаточные машины с вращающимся ротором, служащие для перемещения воздуха или других газов при их относительном сжатии, не превышающем 1,3 (под давлением до 30 кПа).

Подводимая к валу рабочего колеса вентилятора механическая мощность, вследствие его вращения преобразуется в мощность воздушного потока.

Существует несколько типов вентиляторов. Тип, так же как и название вентилятора, определяется направлением движения воздуха в рабочем колесе. В зависимости от этого вентиляторы подразделяются на

– осевые, в которых поток не меняет своего направления, перемещаясь вдоль оси рабочего колеса,

– радиальные, в которых направление потока на входе осевое, а на выходе меняется на 90 градусов по радиусу рабочего колеса,

– и диагональные, в которых в отличие от радиальных угол поворота потока менее 90 градусов.

Широкое распространение в системах вентиляции получил осевой вентилятор, который содержит рабочее колесо, состоящее из втулки с насаженными на нее лопатками и размещенное в цилиндрическом кожухе (обечайке). Во избежание ухудшения аэродинамических характеристик вентилятора зазор между обечайкой и лопатками должен быть минимальным. Вогнутой стороной лопатки должны быть обращены в сторону вращения. При их движении возникает воздушный поток в осевом направлении. При изменении направления вращения вентилятора изменяется и направление воздушного потока. Осевые вентиляторы выпускают с диаметром рабочих колес до 2 м. Они характеризуются большой производительностью, но обладают малым напором, не превышающим 1 кПа.

В свою очередь, радиальные вентиляторы также можно разделить на три типа:

–*центробежные вентиляторы*, в которых воздух, проходя через вращающееся рабочее колесо с размещенными на нем лопатками, под действием центробежных сил движется по спирали;

–*смерчевые вентиляторы*, где вращающееся рабочее колесо используется для генерации воздушного вихря во входной полости вентилятора, обеспечивая там область пониженного давления, и как следствие, подсасывание воздуха и прохождение его через вентилятор;

–*дисковые вентиляторы*, в которых движение воздуха происходит за счет сил трения, возникающих на поверхности вращающихся дисков.

Подбор оборудования для системы вентиляции и кондиционирования, начинается с точного расчета. Расчет вентиляции производится с помощью следующих параметров: производительность по воздуху (м3/ч), рабочее давление (Па) и скорость потока воздуха в воздуховодах (м/с), допустимый уровень шума (дБ), мощность калорифера (кВт).

Подбор вентилятора сводится к определению его типа, размеров и скорости вращения рабочего колеса, которые удовлетворяли бы исходным данным при возможном минимуме затрат энергии, иными словами, эксплуатационный режим работы вентилятора обеспечивал бы его наибольший КПД. В некоторых случаях основным критерием выбора вентиля-

тора является не экономичность, а, например, габаритные размеры вентилятора, бесшумность работы, возможность непосредственного соединения с валом электродвигателя и т. п.

Исходными данными для выбора вентилятора являются требуемые производительность и давление. Эти данные соответствуют расходу воздуха в вентиляционной сети L и гидравлическому сопротивлению сети p.

*Подбор вентиляторов по индивидуальным характеристикам.*Перед тем как начать подбор вентилятора по каталогам серийно изготавливаемых вентиляторов целесообразно определить требуемую *быстроходность* вентилятора ny. Это позволяет сразу определиться с типом вентилятора. Так, значение быстроходности, соответствующее максимальному значению КПД вентилятора, должно указываться в его обозначении.

Следует иметь в виду, что быстроходность вентилятора будет зависеть не только от его типа, но и от частоты вращения рабочего колеса вентилятора. Конечно, желательно, чтобы вентилятор был соединен непосредственно с валом электродвигателя. Поэтому рекомендуется рассчитать значение быстроходности для стандартного ряда частот вращения ω: 75, 100, 150, 300 рад/с. Это соответствует следующим значениям n: 720, 960, 1450, 2900 (мин-1).

Если полученные значения быстроходности ny > 100, то целесообразно использовать осевой вентилятор. В противном случае предпочтительнее радиальный вентилятор. Кроме того, при выборе типа вентилятора можно ориентироваться и на значения коэффициента давления. При больших коэффициентах давления выбирают радиальный вентилятор, а при малых — осевой.

Производительность по воздуху. Первым производится расчет требуемой производительности по воздуху или "прокачки", измеряемой в м3/ч. Готовится поэтажный план здания с экспликацией и определяется требуемая кратность воздухообмена (сколько раз в течение одного часа в одном помещении полностью меняется воздух) для каждого помещения.

Требуемая кратность воздухообмена в помещении зависит от его прямого назначения, количества находящихся в нем людей, мощности оборудования, выделяющего тепло, и определяется СНиП (Строительными Нормами и Правилами). В отличие от жилых домов, где достаточно однократного воздухообмена, в офисных помещениях не хватает, здесь требуется 2 - 3 кратный воздухообмен.

Требуемую производительность по воздуху можно получить, просуммировав расчетные значения воздухообмена для всех помещений здания. Типичные значения производительности — 100 - 800 м3/ч для жилых квартир, 1000 - 2000 м3/ч для загородных домов, 1000 - 10000 м3/ч для офисных помещений.

Рабочее давление, скорость потока воздуха в воздуховодах и допустимый уровень шума. После расчета производительности по воздуху приступают к проектированию воздухораспределительной сети, которая состоит из воздуховодов, фасонных изделий (переходников, разветвителей, поворотов и т.п.) и распределителей воздуха. Расчет воздухораспределительной сети начинают с составления схемы воздуховодов. По этой схеме рассчитывают три взаимосвязанных параметра — рабочее давление, скорость потока воздуха и уровень шума.

Требуемое рабочее давление определяется мощностью вентилятора и рассчитывается исходя из диаметра и типа воздуховодов, числа поворотов и переходов с одного диаметра на другой, типа распределителей воздуха. Чем длиннее трасса и чем больше на ней поворотов и переходов, тем больше должно быть давление, создаваемое вентилятором.

От диаметра воздуховодов зависит скорость потока воздуха. Обычно эту скорость ограничивают 5 - 6 м/с. При больших скоростях возрастают потери давления и увеличивается уровень шума. В тоже время, использовать "тихие" воздуховоды большого диаметра не всегда возможно, поскольку их трудно разместить в межпотолочном пространстве. Поэтому при проектировании систем вентиляции часто приходится искать компромисс между уровнем шума, требуемой мощностью вентилятора и диаметром воздуховодов.

Подбор мощности калорифера. Калорифер используется в приточной системе вентиляции для подогрева наружного воздуха в холодное время года. Мощность калорифера рас-

считывается исходя из производительности системы вентиляции, требуемой температурой воздуха на выходе системы и минимальной температурой наружного воздуха.

Два последних параметра определяются СНиП. Температура воздуха, поступающего в жилое помещение, должна быть не ниже 16°С. Минимальная температура наружного воздуха зависит от климатической зоны и для Москвы равна —26°С (рассчитывается как средняя температура самой холодной пятидневки самого холодного месяца в 13 часов).

Таким образом, при включении калорифера на полную мощность он должен нагревать поток воздуха на 40°С. Типичные значения расчетной мощности калорифера — от 1 до 5 кВт для квартир, от 5 до 50 кВт для офисов.

Подбор воздуховодов. Вентиляционные сети, по которым перемещается воздух, состоят из воздуховодов постоянного сечения и ряда элементов, образующих местные сопротивления: диффузоров, конфузоров, отводов, тройников, диафрагм и др. Воздуховоды бывают как круглого, так и прямоугольного сечения. Предпочтение следует отдавать круглым воздуховодам, так как они более жесткие и менее трудоемкие в изготовлении. Размеры поперечного сечения воздуховодов регламентируются. Для металлических воздуховодов применяют ряд размеров Ra 20, представляющих собой геометрическую прогрессию со знаменателем q = 101/20 ≈ 1.12

Значения членов этого ряда в мм равны: 50, 56, 63, 71, 80, 90, 100, 112, 125, 140, 160, 180, 200, 224, 250, 280, 315, 355, 400, 450, 500 и т. д.

Отношение длин сторон для воздуховодов прямоугольного сечения не должно превышать 6,3.

Вентиляционные сети должны обеспечивать требуемые расходы воздуха и скорости воздушных потоков. Воздуховоды должны иметь соответствующую тепло- и шумоизоляцию, а также быть герметичными и компактными.

Важным эксплуатационным параметром является давление в вентиляционной сети. При рассмотрении движения воздуха по воздуховоду различают: статическое давление рСТ, определяющее потенциальную энергию воздуха и давление на стенки воздуховода; динамическое давление рл, определяющее кинетическую энергию потока и вычисляемое по формуле:

рД = pw2/2, ( )

где р и w - соответственно плотность и скорость движения воздуха; полное давление в воздуховоде рп = рст + рД,

Кроме того, при расчетах вводят термин потери давления. Эти потери обусловлены затратами энергии воздушного потока на преодоление сопротивления, возникающего на пути его движения по воздуховодам. Как правило, расчет вентиляционной сети сводится к определению размеров поперечного сечения отдельных участков сети и потерь давления на них при заданном расходе воздуха.

Правильный расчет и выбор элементов систем механической вентиляции является важным аспектом в организации охраны и безопасности труда.

Вопросы для проверки:

1. Методы и средства оздоровления воздушной среды и нормализации микроклимата.
2. Загрязнение воздуха на производстве и его последствия.
3. Классификация систем вентиляции.
4. Назначение и устройство систем общеобменной механической вентиляции.

5. Системы местной механической вентиляции: назначение, устройство.
6. Системы кондиционирования, виды кондиционеров.
7. Аэрация: назначение, устройство, принципы расчета.
8. Воздействие тепловых потоков на человека. Оценка интенсивности лучистых потоков и их нормирование (ГОСТ 12.1.005-88).
9. Герметизация и теплоизоляция оборудования.
10. Экранирование лучистых потоков. Средства индивидуальной защиты.

ЛЕКЦИЯ 3.2. ЗАЩИТА ОТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ, МАГНИТНЫХ, ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ, УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ПРОИЗВОДСТВЕ.

1. Нормирование ЭМП промышленной частоты
2. Основные меры защиты от воздействия электромагнитных излучений: инфракрасное излучение (ИК); ультрафиолетовое излучение
3. Лазеры. Основные меры защиты. Расчет границ лазероопасной зоны

Спектр электромагнитных колебаний по частоте достигает 1021 Гц. В зависимости от энергии фотонов (квантов) его подразделяют на область *неионизирующих* и *ионизирующих* излучений. В гигиенической практике к неионизирующим излучениям относят также электрические и магнитные поля.

К ЭМП промышленной частоты относятся линии электропередач (ЛЭП) напряжением до 1150 кВ, открытые распределительные устройства, включающие коммутационные аппараты, устройства защиты и автоматики, измерительные приборы. Они являются источниками электрических и магнитных полей промышленной частоты (50 Гц).

Длительное действие таких полей приводит к расстройствам, которые субъективно выражаются жалобами на головную боль в височной и затылочной области, вялость, расстройство сна, снижение памяти, повышенную раздражительность, апатию, боли в области сердца. Для хронического воздействия ЭМП промышленной частоты характерны нарушения ритма и замедление частоты сердечных сокращений. У работающих с ЭМП промышленной частоты могут наблюдаться функциональные нарушения в ЦНС и сердечно-сосудистой системе, в составе крови. Поэтому необходимо ограничивать время пребывания человека в зоне действия электрического поля, создаваемого токами промышленной частоты напряжением выше 400 кВ.

Нормирование ЭМП промышленной частоты осуществляют по предельно допустимым уровням напряженности электрического и магнитного полей частотой 50 Гц в зависимости от времени пребывания в нем и регламентируются «Санитарными нормами и правилами выполнения работ в условиях воздействия электрических полей промышленной частоты» № 5802–91 и ГОСТ 12.1.002–84. Пребывание в ЭП напряженностью до 5 кВ/м включительно допускается в течение всего рабочего дня. Допустимое время пребывания в ЭП напряженностью 5...20 кВ/м

$$T = \frac{50}{E} - 2 ,$$

где E – напряженность воздействующего ЭП в контролируемой зоне, кВ/м.

Допустимое время пребывания в ЭП может быть реализовано одноразово или дробно в течение рабочего дня. В остальное рабочее время напряженность ЭП не должна превышать 5 кВ/м. При напряженности ЭП 20...25 кВ/м время пребывания персонала в ЭП не должно превышать 10 мин. Предельно допустимый уровень напряженности ЭП устанавливается

равным 25 кВ/м.

При нахождени персонала в течение рабочего дня в зонах с различной напряженностью ЭП время пребывания

$$T_{\text{пр}} = 8\left(\frac{t_{E_1}}{T_{E_1}} + \frac{t_{E_2}}{T_{E_2}} + \ldots + \frac{t_{E_n}}{T_{E_n}}\right),$$

*где Тпр –приведенное время, эквивалентное по биологическому эффекту пребыванию в ЭП нижней границы нормируемой напряженности, ч (Тпр ≤ 8 ч); tE1, tE2,..., tEn –время пребывания в контролируемых зонах с напряженностью E1, E2,...,En, TE1, TE2,...,TEn – допустимое время пре*бывания *в ЭП для соответствующих контролируемых зон. Различие в уровнях напряженности ЭП контролируемых зон устанавливается 1 кВ/*м.

Влияние электрических полей переменного тока промышленной частоты в условиях населенных мест (внутри жилых зданий, на территории жилой застройки и на участках пересечения воздушных линий с автомобильными дорогами) ограничивается «Санитарными нормами и правилами защиты населения от воздействия электрического поля, создаваемого воздушными линиями электропередачи переменного тока промышленной частоты» № 2971–84.

В качестве предельно допустимых уровней приняты следующие значения напряженности электрического поля:

- внутри жилых зданий 0,5 кВ/м;
- на территории жилой застройки 1 кВ/м;
- в населенной местности, вне зоны жилой застройки (земли городов в пределах городской черты в границах их перспективного развития на 10 лет, пригородные и зеленые зоны, курорты, земли поселков городского типа, в пределах поселковой черты этих пунктов), а также на территории огородов и садов 5 кВ/м;
- на участках пересечения воздушных линий (ВЛ) с автомобильными дорогами I–IV категории 10 кВ/м;
- в ненаселенной местности (незастроенные местности, хотя бы и частично посещаемые людьми, доступные для транспорта, и сельскохозяйственные угодья) 15 кВ/м;
- в труднодоступной местности (не доступной для транспорта и сельскохозяйственных машин) и на участках, специально выгороженных для исключения доступа населения 20 кВ/м.

Основные меры защиты от воздействия электромагнитных излучений:

−уменьшение излучения непосредственно у источника (достигается увеличением расстояния между источником направленного действия и рабочим местом, уменьшением мощности излучения генератора);

−рациональное размещение СВЧ и УВЧ установок (действующие установки мощностью более 10 Вт следует размещать в помещениях с капитальными стенами и перекрытиями, покрытыми радиопоглощающими материалами-кирпичом, шлакобетоном, а также материалами, обладающими отражающей способностью-масляными красками и др.);

−дистанционный контроль и управление передатчиками в экранированном помещении (для визуального наблюдения за передатчиками оборудуются смотровые окна, защищенные металлической сеткой);

−экранирование источников излучения и рабочих мест (применение отражающих заземленных экранов в виде листа или сетки из металла, обладающего высокой электропроводностью- алюминия, меди, латуни, стали);

−организационные меры (проведение дозиметрического контроля интенсивности электромагнитных излучений - не реже одного раза в 6 месяцев; медосмотр - не реже одного раза в год; дополнительный отпуск, сокращенный рабочий день, допуск лиц не моложе 18 лет и

не имеющих заболеваний центральной нервной системы, сердца, глаз);

− применение средств индивидуальной защиты (спецодежда, защитные очки и др.).

Экранирование - наиболее эффективный способ защиты. Электромагнитное поле ослабляется экраном вследствие создания в толще его поля противоположного направления. Степень ослабления электромагнитного поля зависит от глубины проникновения высокочастотного тока в толщу экрана. Чем больше магнитная проницаемость экрана и выше частота экранируемого поля, тем меньше глубина проникновения и необходимая толщина экрана. Экранируют либо источник излучений, либо рабочее место.

Экраны бывают отражающие и поглощающие. Для защиты работающих от электромагнитных излучений применяют заземленные экраны, кожухи, защитные козырьки, устанавливаемые на пути излучения. Средства защиты (экраны, кожухи) из радиопоглощающих материалов выполняют в виде тонких резиновых ковриков, гибких или жестких листов поролона, ферромагнитных пластин.

К средствам индивидуальной защиты от электромагнитных излучений относят переносные зонты, комбинезоны и халаты из металлизированной ткани, осуществляющие защиту организма человека по принципу заземленного сетчатого экрана.

Воздействие *электростатического поля* (ЭСП) – статического электричества – на человека связано с протеканием через него слабого тока (несколько микроампер). При этом электротравм никогда не наблюдается. Однако вследствие рефлекторной реакции на ток (резкое отстранение от заряженного тела) возможна механическая травма при ударе о рядом расположенные элементы конструкций, падении с высоты и т. д.

Исследование биологических эффектов показало, что наиболее чувствительны к электростатическому полю ЦНС, сердечно-сосудистая система, анализаторы. Люди, работающие в зоне воздействия ЭСП, жалуются на раздражительность, головную боль, нарушение сна и др. Характерны своеобразные «фобии», обусловленные страхом ожидаемого разряда, склонность к психосоматическим расстройствам с повышенной эмоциональной возбудимостью и быстрой истощаемостью, неустойчивость показателей пульса и артериального давления.

Нормирование уровней напряженности ЭСП осуществляют в соответствии с ГОСТ 12.1.045–84 в зависимости от времени пребывания персонала на рабочих местах. Предельно допустимый уровень напряженности ЭСП Епред равен 60 кВ/м в течение 1 ч. При напряженности менее 20 кВ/м время пребывания в ЭСП не регламентируется. В диапазоне напряженности 20...60 кВ/м допустимое время пребывания персонала в ЭСП без средств защиты (ч)

$t_{доп}$ = Е2 пред / Е2факт,

где Ефакт–фактическое значение напряженности ЭСП, кВ/м.

Допустимые уровни напряженности ЭСП и плотности ионного потока для персонала подстанций и ВЛ постоянного тока ультравысокого напряжения установлены СН № 6032–91.

Магнитные поля могут быть постоянными (ПМП) от искусственных магнитных материалов и систем, импульсными (ИМП), инфранизко-частотными (с частотой до 50 Гц), переменными (ПеМП). Действие магнитных полей может быть непрерывным и прерывистым.

Степень воздействия магнитного поля (МП) на работающих зависит от максимальной напряженности его в рабочем пространстве магнитного устройства или в зоне влияния искусственного магнита. Доза, полученная человеком, зависит от расположения рабочего места по отношению к МП и режима труда. Каких-либо субъективных воздействий ПМП не вызывают. При действии ПеМП наблюдаются характерные зрительные ощущения, так называемые фосфены, которые исчезают в момент прекращения воздействия.

При постоянной работе в условиях хронического воздействия МП, превышающих предельно допустимые уровни, развиваются нарушения функций нервной, сердечно-

сосудистой и дыхательной систем, пищеварительного тракта, изменения в крови. При преимущественно локальном воздействии могут развиваться вегетативные и трофические нарушения, как правило, в областях тела, находящегося под непосредственным воздействием МП (чаще всего рук). Они проявляются ощущением зуда, бледностью или синюшностью кожных покровов, отечностью и уплотнением кожи, в некоторых случаях развивается гиперкератоз (ороговелость).

В соответствии с СН 1742–77 напряженность МП на рабочем месте не должна превышать 8 кА/м. Напряженность МП линии электропередачи напряжением до 750 кВ обычно не превышает 20...25 А/м, что не представляет опасности для человека.

Большую часть спектра неионизирующих *электромагнитных излучений* (ЭМИ) составляют радиоволны (3 Гц...3000 ГГц), меньшую часть –колебания оптического диапазона (инфракрасное, видимое, ультрафиолетовое излучения). В зависимости от частоты падающего электромагнитного излучения ткани организмов проявляют различные электрические свойства и ведут себя как проводник или как диэлектрик.

С учетом радиофизических характеристик условно выделяют пять диапазонов частот: от единиц до нескольких тысяч Гц, от нескольких тысяч до 30 МГц, 30 МГц... 10 ГГц, 10 ГГц...200 ГГц и 200 ГГц...3000 ГГц.

Действующим началом колебаний первого диапазона являются протекающие токи соответствующей частоты через тело как хороший проводник; для второго диапазона характерно быстрое убывание с уменьшением частоты поглощения энергии, а следовательно, и поглощенной мощности; особенностью третьего диапазона является «резонансное» поглощение. У человека такой характер поглощения возникает при действии ЭМИ с частотой, близкой к 70 МГц; для четвертого и пятого диапазонов характерно максимальное поглощение энергии поверхностными тканями, преимущественно кожей.

В целом по всему спектру поглощение энергии ЭМИ зависит от частоты колебаний, электрических и магнитных свойств среды. При одинаковых значениях напряженности поля коэффициент поглощения в тканях с высоким содержанием воды примерно в 60 раз выше, чем в тканях с низким содержанием. С увеличением длины волны глубина проникновения электромагнитных волн возрастает; различие диэлектрических свойств тканей приводит к неравномерности их нагрева, возникновению макро- и микротепловых эффектов со значительным перепадом температур.

В зависимости от места и условий воздействия ЭМИ различают четыре вида облучения:

- профессиональное,
- непрофессиональное,
- облучение в быту
- и облучение, осуществляемое в лечебных целях,

По характеру облучения – общее и местное.

Степень и характер воздействия ЭМИ на организм определяются:плотностью потока энергии, частотой излучения, продолжительностью воздействия, режимом облучения (непрерывный, прерывистый, импульсный), размером облучаемой поверхности, индивидуальными особенностями организма, наличием сопутствующих факторов (повышенная температура окружающего воздуха, свыше 28 °С, наличие рентгеновского излучения).

Биологические эффекты от воздействия ЭМИ могут проявляться в различной форме: от незначительных функциональных сдвигов до нарушений, свидетельствующих о развитии явной патологии.

Следствием поглощения энергии ЭМП является тепловой эффект. Избыточная теплота, выделяющаяся в организме человека, отводится путем увеличения нагрузки на механизм терморегуляции; начиная с определенного предела организм не справляется с отводом теплоты от отдельных органов и температура их может повышаться.

Воздействие ЭМИ особенно вредно для тканей со слаборазвитой сосудистой системой или недостаточным кровообращением (глаза, мозг, почки, желудок, желчный и мочевой пузырь). Облучение глаз может привести к помутнению хрусталика (катаракте), причем развитие катаракты является одним из немногих специфических поражений, вызываемых ЭМИ радиочастот в диапазоне 300 МГц...300 ГГц при плотности потока энергии (ППЭ) свыше 10 мВт/см2. Помимо катаракты при воздействии ЭМИ возможны ожоги роговицы.

Для длительного действия ЭМИ различных диапазонов длин волн при умеренной интенсивности (выше ПДУ) характерным считают развитие функциональных расстройств в ЦНС с нерезко выраженными сдвигами эндокринно-обменных процессов и состава крови. В связи с этим могут появиться головные боли, повышение или понижение давления, урежение пульса, изменение проводимости в сердечной мышце, нервно-психические расстройства, быстрое развитие утомления. Возможны трофические нарушения: выпадение волос, ломкость ногтей, снижение массы тела. Наблюдаются изменения возбудимости обонятельного, зрительного и вестибулярного анализаторов. На ранней стадии изменения носят обратимый характер, при продолжающемся воздействии ЭМИ происходит стойкое снижение работоспособности.

В пределах радиоволнового диапазона доказана наибольшая биологическая активность микроволнового СВЧ-поля в сравнении с ВЧ и УВЧ.

Острые нарушения при воздействии ЭМИ (аварийные ситуации) сопровождаются сердечно-сосудистыми расстройствами с обмороками, резким учащением пульса и снижением артериального давления.

Нормирование ЭМИ радиочастотного диапазона проводится по ГОСТ 12.1.006–84* и Санитарным правилам и норам СанПиН 2.2.4/2.1.8.055–96. В основу гигиенического нормирования положен принцип действующей дозы, учитывающей энергетическую нагрузку.

В диапазоне частот 60 кГц...300 МГц интенсивность электромагнитного поля выражается предельно допустимой напряженностью Епд электрического и Нпд магнитного полей. Помимо напряженности нормируемым значением является предельно допустимая энергетическая нагрузка электрического ЭНЕ и магнитного *ЭНн* полей. Энергетическая нагрузка, создаваемая электрическим полем, равна *ЭНЕ= Е2Т,* магнитным *–ЭНН= Н2Т* (где *Т*–время воздействия, ч).

Предельно допустимые значения *Е* и *Н* в диапазоне частот 60 кГц...300 МГц на рабочих местах персонала устанавливают исходя из допустимой энергетической нагрузки и времени воздействия и могут быть определены по следующим формулам:

$$E_{\text{пд}} = \sqrt{\frac{ЭН_{E_{\text{пд}}}}{T}}\ , \quad H_{\text{пд}} = \sqrt{\frac{ЭН_{H_{\text{пд}}}}{T}}\ ,$$

где ЭЕпд и ЭННпд –предельно допустимые значения энергетической нагрузки в течение рабочего дня, (В/м)2 ч и (А/м)2 ч (табл. 3.15).

Параметр	Диапазоны частот. МГц		
	0,03…3	3...30	30...300
Епд, В/м	500	300	80
Нпд, А/м	50	–	–
ЭНЕпд (В/м)2 ч	20000	7000	800
ЭННпд (А/м)2 ч	200	–	–

Таблица 4. Максимальные значения ЕПД, НПД, ЭНЕпд, ЭННпд

В диапазоне частот 300 МГц...300 ГГц интенсивность ЭМИ характеризуется плотностью потока энергии (ППЭ); энергетическая нагрузка представляет собой произведение

плотности потока энергии поля на время его воздействия *Энппэ*= ППЭ *Т.*

Предельно допустимые значения ППЭ электромагнитного поля

ППЭпд = kЭНппэпд/Т,

где k - коэффициент ослабления биологической эффективности, равный: 1 –для всех случаев воздействия, исключая облучение от вращающихся и сканирующих антен; 10 – для случаев облучения от вращающихся и сканирующих антенн; ЭНппэпд – предельно допустимая энергетическая нагрузка, равная 2 Вт·ч/м; Т–время пребывания в зоне облучения за рабочую смену, ч.

Во всех случаях максимальное значение ППЭпд не должно превышать 10 Вт/м2, а при локальном облучении кистей рук 50 Вт/м2.

Установлены предельно допустимые уровни ЭМИ, создаваемого телевизионными установками в диапазоне частот 48,4...300 МГц (СанПиН 42-128-4262–87).

Инфракрасное излучение (ИК) – часть электромагнитного спектра с длиной волны λ = 780 нм...1000 мкм, энергия которого при поглощении в веществе вызывает тепловой эффект. С учетом особенностей биологического действия ИК-диапазон спектра подразделяют на три области: ИК-А (780...1400 нм), ИК-В (1400...3000 нм) и ИК-С (3000 нм...1000 мкм). Наиболее активно коротковолновое ИК-излучение, так как оно обладает наибольшей энергией фотонов, способно глубоко проникать в ткани организма и интенсивно поглощаться водой, содержащейся в тканях. Например, интенсивность 70 Вт/м2 при длине волны λ = 1500 нм уже дает повреждающий эффект вследствие специфического воздействия лучистой теплоты (в отличие от конвекционной) на структурные элементы клеток тканей, на белковые молекулы с образованием биологически активных веществ.

Наиболее поражаемые у человека органы – кожный покров и органы зрения; при остром повреждении кожи возможны ожоги, резкое расширение артериокапилляров, усиление пигментации кожи; при хронических облучениях изменение пигментации может быть стойким, например, эритемоподобный (красный) цвет лица у рабочих – стеклодувов, сталеваров. К острым нарушениям органа зрения относятся ожог, конъюнктивы, помутнение и ожог роговицы, ожог тканей передней камеры глаза. При остром интенсивном ИК-излучении (100 Вт/см2 для λ = 780...1800 нм) и длительном облучении (0,08...0,4 Вт/см2) возможно образование катаракты. Коротковолновая часть ИК-излучения может фокусироваться на сетчатке, вызывая ее повреждение. ИК-излучение воздействует в частности на обменные процессы в миокарде, водно-электролитный баланс в организме, на состояние верхних дыхательных путей (развитие хронического ларингита, ринита, синуситов), не исключается мутагенный эффект ИК-облучения.

Нормирование ИК-излучения осуществляется по интенсивности допустимых интегральных потоков излучения с учетом спектрального состава, размера облучаемой площади, защитных свойств спецодежды для продолжительности действия более 50 % смены в соответствии с ГОСТ 12.1.005–88 и Санитарными правилами и нормами СН 2.2.4.548–96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».

Видимое (световое) излучение – диапазон электромагнитных колебаний 780...400 нм. Излучение видимого диапазона при достаточных уровнях энергии также может представлять опасность для кожных покровов и органа зрения. Пульсации яркого света вызывают сужение полей зрения, оказывают влияние на состояние зрительных функций, нервной системы, общую работоспособность.

Широкополосное световое излучение больших энергий характеризуется световым импульсом, действие которого на организм приводит к ожогам открытых участков тела, временному ослеплению или ожогам сетчатки глаз (например, световое излучение ядерного взрыва). Минимальная ожоговая доза светового излучения колеблется 2,93...8,37 Дж/(см2·с)

за время мигательного рефлекса (0,15 с). Сетчатка может быть повреждена при длительном воздействии света умеренной интенсивности, недостаточной для развития термического ожога, например при воздействии голубой части спектра (400...550 нм), оказывающей на сетчатку специфическое фотохимическое воздействие.

Оптическое излучение видимого и инфракрасного диапазона при избыточной плотности может приводить к истощению механизмов регуляции обменных процессов, особенно к изменениям в сердечной мышце с развитием дистрофии миокарда и атеросклероза.

Ультрафиолетовое излучение (УФИ)–спектр электромагнитных колебаний с длиной волны 200...400 нм. По биологическому эффекту выделяют три области УФИ: УФА–с длиной волны 400...280 нм, отличается сравнительно слабым биологическим действием; УФБ – с длиной волны 315...280 нм, обладает выраженным загарным и антирахитическим действием; УФС – с длиной волны 280...200 нм, активно действует на тканевые белки и липиды, обладая выраженным бактерицидным действием.

Ультрафиолетовое излучение, составляющее приблизительно 5 % плотности потока солнечного излучения,–жизненно необходимый фактор, оказывающий благотворное стимулирующее действие на организм. Ультрафиолетовое облучение может понижать чувствительность организма к некоторым вредным воздействиям вследствие усиления окислительных процессов в организме и более быстрого выведения вредных веществ из организма. Под воздействием УФИ оптимальной плотности наблюдали более интенсивное выведение марганца, ртути, свинца; оптимальные дозы УФИ активизируют деятельность сердца, обмен веществ, повышают активность ферментов дыхания, улучшают кроветворение. Однако загрязнение атмосферы больших городов понижает ее прозрачность для УФИ, ограничивая его благотворное влияние на население.

Ультрафиолетовое излучение искусственных источников (например, электросварочных дуг, плазмотронов) может стать причиной острых и хронических профессиональных поражений. Наиболее уязвимы глаза, причем страдает преимущественно роговица и слизистая оболочка. Острые поражения глаз, так называемые электроофтальмии, представляют собой острый конъюнктивит, или кератоконъюнктивит. Заболевание проявляется ощущением постороннего тела или песка в глазах, светобоязнью, слезотечением. Нередко наблюдается эритема кожи лица и век. К хроническим заболеваниям относят хронический конъюктивит, блефарит, катаракту. Роговица глаза наиболее чувствительна к излучению волны длиной 270...280 нм; наибольшее воздействие на хрусталик оказывает излучение в диапазоне 295...320 нм. Возможность поражающего действия УФА на сетчатку невелика, однако, не исключена.

Кожные поражения протекают в форме острых дерматитов с эритемой, иногда отеком и образованием пузырей. Могут возникнуть общетоксические явления с повышением температуры, ознобом, головными болями. На коже после интенсивного УФ-облучения развивается гиперпигментация и шелушение. Длительное воздействие УФ-лучей приводит к «старению» кожи, атрофии эпидермиса, возможно развитие злокачественных новообразований. При повторном воздействии УФИ имеет место кумуляция биологических эффектов.

В комбинации с химическими веществами УФИ приводит к фотосенсибилизации – повышенной чувствительности организма к свету с развитием фототоксических и фотоаллергических реакций. Фотоаллергия проявляется в виде экзематозных реакций, образования узелково-папулезной сыпи на коже и слизистых. Фотоаллергия может приводить к стойкому повышению чувствительности организма к УФИ даже в отсутствие фотосенсибилизатора. Канцерогенный эффект УФИ для кожи зависит от дозы регулярного УФ-облучения и некоторых других сопутствующих факторов (диеты, приема лекарственных препаратов, температуры кожи малые дозы УФИ представляют относительно небольшую опасность.

Гигиеническое нормирование УФИ в производственных помещениях осуществляется по СН 4557–88, которые устанавливают допустимые плотности потока излучения в зависимости от длины волн при условии защиты органов зрения и кожи.

Допустимая интенсивность УФ-облучения работающих при незащищенных участках поверхности кожи не более 0,2 м2 (лицо, шея, кисти рук и др.) общей продолжительностью воздействия излучения 50 % рабочей смены и длительности однократного облучения свыше 5 мин и более не должно превышать 10 Вт/м2 для области УФА и 0,01 Вт/м2 –для области УФВ. Излучение в области УФС при указанной продолжительности не допускается.

При использовании специальной одежды и средств защиты лица и рук, не пропускающих излучение (спилка, кожи, тканей с пленочным покрытием и т. п.), допустимая интенсивность облучения в области УФВ + УФС (200...315 нм) не должна превышать 1 Вт/м2.

ЛАЗЕРЫ. Работы с оптическими квантовыми генераторами (ОКГ) — *лазерами* — следует проводить в отдельных, специально выделенных помещениях или отгороженных частях помещений. Само помещение изнутри, оборудование и предметы, находящиеся в нем, не должны иметь зеркально отражающихся поверхностей, если на них может па-дать прямой или отраженный луч лазера. Эти поверхности лучше окрашивать в мато-вые тона с коэффициентом отражения не более 0,4. Искусственное освещение в поме-щении должно быть комбинированным и обеспечивать освещенность, соответствую-щую санитарным нормам. В помещение или в зону помещения с действующими лазерными установками должен быть ограничен доступ лиц, не имеющих отношение к рабо-те установок.

Лазерная установка должна быть максимально экранирована:

− лазерный луч целесообразно передавать к мишени по волноводу (световоду) или по огражденному экранному пространству;

− линзы,; призмы и другие с твердой зеркальной поверхно-стью предметы на пути луча должны снабжаться блендами;

− в конце луча следует устанавливать диафрагмы, предупреждающие отражение от мишени в стороны на большие расстояния.

Генератор и лампа накачки должны быть заключены в светонепроницаемую камеру. Лампы накачки должны иметь блокировку, исключающую возможность вспышки лампы при открытом положении ее экрана. Устройства для визуальной юстировки необходимо оборудовать постоянно вмонтированными защитными светофильтрами, поглощающими излучение как на основной частоте, так и наиболее интенсивное излучение на высших гармониках. Для основного луча каждого ОКГ в помещении необходимо выбирать направление в зоны, в которых пребывание людей должно быть исключено.

При изготовлении экранирующих щитов, ширм, штор, занавесей следует применять непрозрачные теплостойкие материалы. При отсутствии опасности возникновения пожара от луча лазера ограждения могут быть сделаны из плотной ткани. Приведение ОКГ в рабочее положение полезно блокировать с установкой экранирующих устройств. Следует избегать работ с лазерными установками при затемнении помещения, поскольку при пониженной освещенности зрачок расширяется и увеличивается вероятность попадания лазерного излучения в глаз.

Производить или проверять юстировку лазерной установки необходимо только при отключенном питании возбуждающего устройства (батареи конденсаторов в твердотельных ОКГ и источников электрического тока в газовых ОКГ). Уменьшение уровней шумов, интенсивности излучения высокочастотных генераторов, рентгеновского излучения и концентрации вредных газов и паров необходимо осуществлять согласно соответствующим правилам.

В качестве индивидуальных средств защиты рекомендуются защитные очки из специального стекла (табл. 5). Очки целесообразно монтировать в маску или полумаску, защищающую лицо. Руки защищаются хлопчатобумажными перчатками. Для защиты остальных частей тела достаточна обычная одежда.

Диапазон длин волн излучения, поглощаемого стеклом, нм	Цвет стекла	Марка стекла
200...350	Желтое	ЖС10, ЖС11

200...450	»	ЖС17, ЖС18
200...500	Оранжевое	Оранжевое ОС11
200... 600	Красное	ОС12
500... 1200 и более	Сине-зеленое	КС 15, СЭС 22
2700... 10 600 и более	Бесцветное	БСЗ и др.

Таблица 5. Характеристика стекол, рекомендуемых для изготовления защитных очков (толщина 3 мм)

Для оценки опасности действия лазерного излучения в производственных условиях необходимо провести расчет лазерно опасной зоны.

Расчет границ лазерноопасной зоны. Достаточно надежным и простым методом определения границы лазерноопасной зоны может быть расчет плотности потока излучения (облученности) в различных точках пространства вокруг лазерных установок. При проведении такого расчета необходимо знать выходные характеристики лазерного излучения и коэффициент отражения (альбедо) излучения от мишени р. Наиболее важными характеристиками лазерного излучения, определяющими его воздействие на биологические объекты, являются: длина волны, диаметр и расходимость пучка, длительность и частота повторения импульсов, энергия (мощность) излучения. Как правило, эти параметры известны из паспортных данных лазерной установки с достаточной точностью.

При определении границ лазерно опасной зоны исходят из предположения, что воздействие на человека прямых и зеркально отраженных лучей исключено конструкцией установки. Расчет лазерно опасной зоны начинают с определения границ зоны Rt, внутри которой источник излучения (отражающая поверхность) является для глаза протяженным. Отражающая поверхность будет протяженным источником в том случае, если она видна под углом большим или равным $\alpha_{\min}$. Угол $\alpha_{\min}$ определяется из условия, когда поверхность с энергетической яркостью, равной ПДУ для диффузно отраженного излучения, создает на роговице глаза энергетическую освещенность, соответствующую ПДУ для коллимированного излучения, т.е.

$$\alpha_{\min} = \sqrt{\frac{4E_э' \cos\theta}{\pi L_э}}, \qquad (4.1)$$

где θ — угол между направлением визирования и нормалью к поверхности.

Значения $\alpha_{\min}$ для различных длительностей экспозиций приведены в табл. 4.8.

Длительность экспозиции, с	$\alpha_{\min}$, рад	Длительность экспозиции, с	$\alpha_{\min}$, рад	Длительность экспозиции, с	$\alpha_{\min}$ рад
10-9	8,0	10-4	2,2	101	24
10-8	5,4	10-3	3,6	102	24
10-7	3,7	10-2	5,7	103	24
10-6	2,5	10-1	9,2	104	24
10-5	1,7	100	15		

Таблица 6. Предельный угол видения протяженного источника

Угол видения отражающей поверхности а вычисляется по формуле:

$$\alpha \approx \sqrt{\frac{4S_q \cos^2 \theta}{\pi R^2}} \qquad (4.2)$$

где Sq — площадь пятна на отражающей поверхности; R — расстояние от поверхности до наблюдателя.

Подставив в формулу (4.2) выражение для $\alpha_{\min}$ (4.1), определим значение *R*1:

$$R_1 = \sqrt{\frac{L_e'}{L_э'} S_q \cos\theta}, \qquad (4.3)$$

где $E_э'$ *— энергетическая освещенность на роговице глаза, равная ПДУ для коллимированного излучения;* L_e' *— энергетическая яркость поверхности, равная ПДУ для диффузионно отраженного излучения.*

Граница лазерноопасной зоны определяется в каждом конкретном случае по следующей схеме:

1) рассчитывается угол видения отражающей поверхности по формуле (4.2);

2) полученное по формуле (4.2) значение угла α сравнивается с предельным углом видения протяженного источника $\alpha_{\min}$, при этом могут возникнуть две ситуации:

а) угол видения отражающей поверхности меньше $\alpha_{\min}$ (точечный источник); в этом случае граница лазерно опасной зоны вычисляется по формуле:

$$R_{гр} = \sqrt{\frac{L_e S_q \cos\theta}{E_э'}}; \qquad (4.4)$$

б) угол видения отражающей поверхности больше $\alpha_{\min}$ (протяженный источник). В этом случае повреждение органов зрения определяется энергетической яркостью отражающей поверхности L_e. Если энергетическая яркость диффузно отражающей поверхности меньше ПДУ, то источник является безопасным. Если энергетическая яркость равна ПДУ, то граница лазерно опасной зоны совпадает с границей зоны *I* (рис. 14), вычисляемой по формуле (4.3). И наконец, если энергетическая яркость превышает ПДУ, то граница лазерно опасной зоны вычисляется по формуле (4.4).

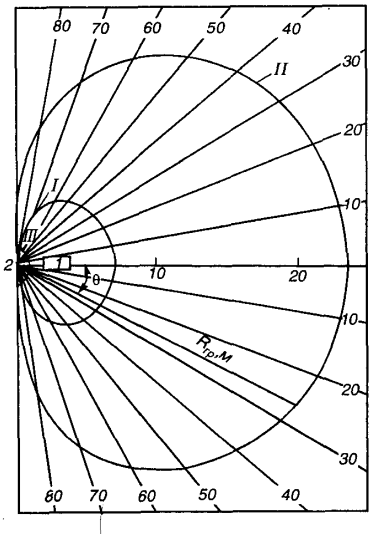


Рис. 14. Схема к расчету лазерно опасной зоны:
I — граница зоны *1*; *II*—граница лазерно опасной зоны; *III* —граница зоны, внутри которой излучение представляет опасность для кожи; *1* — лазер; *2* — мишень

Лазерное излучение может представлять опасность и для кожи. В этом случае опасность лазерного излучения определяется величиной облученности кожных покро-вов и не зависит от геометрических размеров источников излучения. Граница зоны, внутри которой необходимо использовать средства защиты кожи, вычисляется по фор-муле (4.4), в которую необходимо вместо ПДУ для глаз подставить значение ПДУ для кожи.

Расчет лазерноопасной зоны при длине волны излучения, находящейся вне интервала 0,4...1,4 мкм, проводится по формуле (4.4) независимо от геометрических размеров источника излучения.

Расчетный метод оценки границ лазерноопасной зоны является ориентировочым (рис. 4.13), так как он требует знаний энергетических характеристик лазерного излучения, коэффициента отражения излучения, закона отражения и не учитывает дополнительно отраженного от различных предметов (оптических элементов и т.п.) излуче-ния. Более точным является экспериментальный метод, позволяющей по результатам измерений строить истинную картину поля излучения вокруг лазерных установок.

Средства защиты должны снижать уровни лазерного излучения, действующего на человека, до величин ниже ПДУ. Они не должны уменьшать эффективность технологического процесса и работоспособность человека. Их защитные характеристики должны оставаться неизменными в течение установленного срока эксплуатации. Средства защиты от лазерного излучения подразделяются на коллективные и индивидуальные. Выбор средства защиты в каждом конкретном случае осуществляется с учетом требований безопасности для данного процесса.

Средства индивидуальной защиты (СИЗ) применяются при проведении пусконаладочных и ремонтных работ, работ с открытыми лазерными изделиями типа лидара и т.п. Средства индивидуальной защиты от лазерного излучения включают в себя средства защиты глаз и лица (защитные очки, щитки, насадки), средства защиты рук, специальную одежду. При выборе средств индивидуальной защиты необходимо учитывать:

- рабочую длину волны излучения;
- оптическую плотность светофильтра.

К работе с лазерными изделиями допускаются лица, достигшие 18 лет и не имеющие следующих медицинских противопоказаний:

- Хронические рецидивирующие заболевания кожи.
- Понижение остроты зрения

Персонал, связанный с обслуживанием и эксплуатацией лазеров, должен проходить предварительные и периодические медицинские осмотры в соответствии с вышеупомянутым приказом. Периодичность осмотров – 1 раз в год.

Вопросы для проверки:

1. Защита от электромагнитных, магнитных и электростатических полей, а также ультрафиолетового излучения на производстве.
2. Основные источники электромагнитных полей на производстве и их характеристики.
3. Методы защиты от ЭМП рабочих мест. Приборы для измерения.
4. Источники постоянных электрических и магнитных полей.
5. Особенности их воздействия на работающих и принципы нормирования (СН 1757-77, ГОСТ 12.1.045 - 77. СН1742-77).
6. Защита от лазерного излучения. Средства индивидуальной защиты.

ЛЕКЦИЯ 3.3. ЗАЩИТА ОТ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ВИБРАЦИЙ.

1. *Вибрация промышленная: классификация.*
2. *Гигиеническое нормирование вибраций*
3. *Методы снижения неблагоприятного воздействия вибраций*

Малые механические колебания, возникающие в упругих телах или телах, находящихся под воздействием переменного физического поля, называются *вибрацией.*

Воздействие вибрации на человека классифицируют:

- по способу передачи колебаний;
- по направлению действия вибрации;
- по временной характеристике вибрации.

В зависимости от способа передачи колебаний человеку, вибрацию подразделяют на:

- общую, передающуюся через опорные поверхности на тело сидящего или стоящего человека,
- и локальную, передающуюся через руки человека.

Вибрация, воздействующая на ноги сидящего человека, на предплечья, контактирующие с вибрирующими поверхностями рабочих столов, также относится к локальной.

По направлению действия вибрацию подразделяют на:

- вертикальную, распространяющуюся по оси *x,* перпендикулярной к опорной поверхности; горизонтальную, распространяющуюся по оси *y,* от спины к груди;
- горизонтальную, распространяющуюся по оси *z*, от правого плеча к левому плечу.

По временной характеристике различают:

- постоянную вибрацию, для которой контролируемый параметр за время наблюдения изменяется не более чем в 2 раза (6 дБ);
- непостоянную вибрацию, изменяющуюся по контролируемым параметрам более чем в 2 раза.

Виброизоляцию можно оценивать через коэффициент передачи

$K_n = 1/ f / f_0 - 1$,

где f и f_0 — частота возмущающей силы и собственная частота системы при наличии виброизолирующего слоя (Гц).

Эффективность виброизоляции определяется по формуле:

$B_L = 20 lg 1/ K_П$.

Чем выше частота возмущающей силы по сравнению с собственной, тем больше виброизоляция. При $f < f_0$ возмущающая сила целиком передается основанию. При $f = f_0$ происходит резонанс и резкое усиление вибрации, а при $f > 2 f_0$ обеспечивается виброизоляция, пропорциональная коэффициенту передачи.

Собственная частота системы

$f_0 = 1/ 2\pi \sqrt{q(m)} = 1/ 2\pi \sqrt{g(x)}$,

где q — жесткость виброизолятора; g — ускорение свободного падения; x — статическая осадка виброизолятора под воздействием собственной массы.

Виброизоляция используется при виброзащите от действия напольных и ручных механизмов. Компрессоры, насосы, вентиляторы, станки могут устанавливаться на амортизаторы (резиновые, металлические или комбинированные) или упругие основания в виде элементов массы и вязкоупругого слоя.

Для ручного инструмента наиболее эффективна многозвенная система виброизоляции, когда между рукой и инструментом проложены слои с различной массой и упругостью.

*Выборогашения в*ибрации осуществляется за счет активных потерь ли превращения колебательной энергии в другие ее виды, например в тепловую, электрическую, электромагнитную. Виброгашение может быть реализовано в случаях, когда конструкция выполнена из материалов с большими внутренними потерями; на ее поверхность нанесены вибропоглощающие материалы; используется контактное трение двух материалов; элементы конструкции соединены сердечниками электромагнитов с замкнутой обмоткой и др.

Гигиеническое нормирование вибраций регламентирует параметры производственной вибрации и правила работы с виброопасными механизмами и оборудованием, ГОСТ 12.1.012–90 «ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования», Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.556–96 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий».

Документы устанавливают: классификацию вибраций, методы гигиенической оценки, нормируемые параметры и их допустимые значения, режимы труда лиц виброопасных профессий, подвергающихся воздействию локальной вибрации, требования к обеспечению вибробезопасности и к вибрационным характеристикам машин.

При гигиенической оценке вибраций нормируемыми параметрами являются средние квадратичные значения виброскорости v (и их логарифмические уровни Lv) или виброускорения для локальных вибраций в октавных полосах частот, а для общей вибрации – в октавных или треть октавных полосах. Допускается интегральная оценка вибрации во всем частотном диапазоне нормируемого параметра, а также по дозе вибрации *D* с учетом времени воздействия. Допустимые значения *Lv* представлены в табл. 7.

Для общей и локальной вибрации зависимость допустимого значения виброскорости vt (м/с) от времени фактического воздействия вибрации, не превышающего 480 мин, определяется по формуле:

$$v_t = v_{480}\sqrt{\frac{480}{T}},$$

где V480 –допустимое значение виброскорости для длительности воздействия 480 мин, м/с.

Максимальное значение vt для локальной вибрации не должно превышать значений, определяемых для Т= 30 мин, а для общей вибрации при Т= 10 мин.

При регулярных перерывах воздействия локальной вибрации в течение рабочей смены допустимые значения уровня виброскорости следует увеличивать на значения, приведенные ниже.

Суммарное время перерыва при воздействии вибрации в течение 1 ч работы, мин...	До 20	Св. 20 до 30	Св. 30 до 40	Св.40
Увеличение уровня виброскорости ΔLv, дБ	0	6	9	12

Допустимые уровни вибрации в жилых домах, условия и правила их измерения и оценки регламентируются Санитарными нормами СН 2.2.4/2.18.566–96.

Основными нормируемыми параметрами вибрации являются средние квадратичные величины уровней виброскорости и виброускорения в октавных полосах частот.

Вид вибрации	Допустимый уровень виброскорости, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц

	1	2	4	8	16	31,5	63	125	250	500	1000
Общая транспортная:	1132	1123	1114	1108	1107	1107	1107	--	--	--	--
вертикальная	122	117	116	116	116	116	116	-	-	-	-
горизонтальная	-	117	108	102	101	101	101	-	-	-	-
Транспортно-технологическая Технологическая	-	108	99	93	92	92	92	-	-	-	-
В производственных помещениях, где нет машин, генерирующих вибрацию	-	100	91	85	84	84	84	-	-	-	-
В служебных помещениях, здравпунктах, конструкторских бюро, лабораториях	-	91	82	76	75	75	75	-	-	-	-
Локальная вибрация	-	-	-	115	109	109	109	109	109	109	109

Таблица7. Гигиенические нормы вибраций по ГОСТ 12.1.012–92 (извлечение).

Снижение вибрации и ее неблагоприятного действия на работающего достигается следующими методами:

- уменьшение вибрации в источнике образования;
- изоляция источника вибрации средствами виброизоляции и вибропоглощения;
- архитектурно-планировочные решения, предусматривающие рациональное размещение технологического оборудования, машин, механизмов;
- использование средств индивидуальной защиты;
- медико-профилактические мероприятия.

Наиболее эффективной защитой от вибрации в источнике ее образования при проектировании и конструировании оборудования и технологических процессов использование виброизоляции, обеспечивающей уменьшение передачи колебаний от источника возбуждения защищаемому объекту при помощи устройств, помещенных между ними.

Если для уменьшения вибрации используются дополнительные источники энергии, виброизоляция называется активной, при использовании упругих элементов – виброизоляторов или амортизаторов – называется пассивной.

Виброизоляторы выполняются из стальных пружин, резины и других материалов. Используются комбинированные – резинометаллические и пружинно-пластмассовые амортизаторы, пневморезиновые на основе упругих свойств сжатого воздуха. Методы расчета виброизоляции представлены в ГОСТ 12.4.093-80 СЕБТ «Вибрация. Машины стационарные. Расчет виброизоляции поддерживающей конструкции».

Уменьшение вибрации от динамически неуравновешенного оборудования (мельниц, дробилок, вентиляторов и др.) достигается установкой их на виброгасящие основания, выполненные из массивных железобетонных плит с акустическим швом по периметру, заполненным легкими упругими материалами)

Насосы целесообразно устанавливать на железобетонные плиты, которые опираются на основание с помощью виброизоляторов. В трубопроводе, отходящем от насоса необходимо предусматривать гибкие вставки из гофрированной резины, в месте выхода трубопровода через конструкцию здания использовать подвесы и резиновые прокладки.

Для уменьшения вибрации кожухов, ограждений, вентиляторных воздуховодов, выполненных из стального листа, используется метод вибропоглощения (вибродемпфирования) – нанесения на вибрирующую поверхность резины, пластмассов, вибропоглощающих мастик.

Для защиты от местной (локальной) вибрации, в случае невозможности снизить вибрацию от оборудования, используются виброзащитная обувь (ГОСТ 12.4.002-74 «Средства индивидуальной защиты от вибрации. Общие требования», ГОСТ 12.4.024-76 «Обувь специальная виброзащитная. Общие технические требования»).

Работающие, подвергающиеся воздействию вибрации проходят предварительные и периодические медицинские осмотры.

Вопросы для проверки:

1. Основные источники вибраций на производстве и их характеристики.
2. Защита от производственных вибраций.
3. Методы и средства защиты от вибраций (ГОСТ 26568-85*).

ЛЕКЦИЯ 3.4. ЗАЩИТА ОТ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ШУМА

1. *Промышленный шум. Основными физическими параметрами шума*
2. *Классификация промышленного шума*
3. *Нормирование параметров шума на рабочих местах*
4. *Способы борьбы с шумом и средства защиты*
5. *Инфразвук*
6. *Ультразвук*

Борьба с шумом в нашей стране и за рубежом приобретает все большее значение и представляет значительные трудности. Создание новой техники, механизация производственных процессов, резкое повышение мощностей обуславливают важное значение мероприятий по борьбе с шумом в разных отраслях пищевой промышленности. Воздействие шума часто сочетается с воздействием вибрации, что повышает требования к мероприятиям по снижению шума.

Под *шумом* принято понимать совокупность звуков, неблагоприятно действующих на человека, мешающих труду, отдыху.

На организм человека шум может оказывать неблагоприятное влияние, которое проявляется воздействием на слух, при определенных условиях, вызывая снижение его, вплоть до глухоты (неврит слухового нерва). Шум оказывает влияние на весь организм человека: угнетает ЦНС, вызывает изменение скорости дыхания и пульса, способствует нарушению обмена веществ, возникновению сердечно-сосудистых заболеваний, гипертонической болезни, может приводить к профессиональным заболеваниям.

Степень поражения слуха и скорость возникновения и нарастания этой профессиональной патологии (профессиональной тугоухости) зависят от уровня громкости шума, его частотной характеристики (наиболее неблагоприятны воздействия высокочастотного шума), длительности воздействия на протяжении смены, стажа работы в шумном производстве, индивидуальных особенностей человека и т.д.

По физической природе шум представляет собой колебательное движение, которое волнообразной распространяется в газовой, жидкой или твердой средах. Характер шума зависит от вида его источников.

Различают ударный, механический, аэрогидродинамический и взрывной шум:

– Ударный шум возникает при штамповке, клепке, ковке.

– Механический шум возникает при трении, биении узлов и деталей машин и механизмов (дробилки, мельницы, компрессоры, насосы, центрифуги и др.)

– Аэродинамический шум возникает в аппаратах и трубопроводах при больших скоростях движения воздуха, жидкости и при резких изменениях направления их движения и давления.

Основными физическими параметрами шума являются:

- звуковое давление,
- сила звука или интенсивность звука,
- частотная характеристика шума.

При распространении звуковой волны в воздухе образуются сгущения и разрежения, создающие добавочное давление по отношению к среднему атмосферному давлению. Разность между мгновенным значением полного давления и средним давлением в той среде, через которую проходит звуковая волна, называется *звуковым давлением*. Единица измерения звукового давления Паскаль (1 атм. = 1·01·105 Па; 1мм рт. ст. = 133,3 Па; 1 ат = 1 кгс/см2 = 9,81 · 104 Па). Человеческое ухо воспринимает как звук звуковое давление в диапазоне от 2·10-5Па (порог слышимости) до 60 Па (большой порог) при частоте 1000 Гц.

Сила звука, или интенсивность звука – это количество колебательной энергии проходящее через площадь 1 м2, расположенную перпендикулярно распространению звуковой волны, измеряется в ваттах на квадратный метр (Вт/м2). Человеческое ухо воспринимает силу звука в диапазоне от 10-12 (порог слышимости) до 10 Вт/м2 (болевой порог).

Частотная характеристика шума характеризует его спектр, т.е. совокупность входящих в него частот, и измеряется в Герцах (Гц). Частота колебаний – это число полных колебаний, совершенных в 1с, 1Гц = 1 колебанию в 1с. По частотному составу шум подразделяется на низкочастотный с преобладанием звуков частотой в диапазоне до 400 Гц, среднечастотный – 400 – 1000 Гц и высокочастотный – свыше 1000Гц. Наиболее неблагоприятен для человека высокочастотный шум.

Человеческое ухо воспринимает шум частотой в диапазоне от 16 до 20000 Гц. Колебания частотой до 16 Гц называются инфразвуком, свыше 20000 Гц – ультразвуком. СН 2.2.4/2. 1.8.582-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых общественных зданиях и на территориях жилой застройки».

По характеру спектра шумы, согласно ГОСТ 12.1.003-83 СССБТ, подразделяются на

- *широкополосные* с непрерывным спектром шириной более одной октавы
- *и тональные*, в спектре которых имеются выраженные дискретные тона. Тональный характер шума устанавливается измерением в третьоктавных полосах частот по превышению уровня в одной полосе над соседними не менее чем на 10дБ.

По временным характеристикам шумы подразделяются на:

- *постоянные*, уровень звука которых за 8-часовой рабочий день изменяется во времени не более чем на 5 дБ (А) при измерениях на временной характеристике «медленно» шумомера;
- *непостоянные*, уровень звука которых за 8-часовой рабочий день изменяется во времени более чем на 5 дБ (А).

Непостоянные шумы подразделяются на:

- *колеблющиеся во времени*, уровень звука которых непрерывно изменяется во времени;
- *прерывистые,* уровень звука которых ступенчато изменяется [на 5 дБ (А) и более], причем длительность интервалов, в течение которых уровень остается постоянным, составляет 1с и более;
- *импульсные*, состоящие из одного или нескольких звуковых сигналов, каждый длительностью менее 1с. Скорость распространения звука в воздухе 334 м/с.

В понятие «шум» заложен не только физический, но и физиологический смысл, так как не всякое колебательное движение воспринимается человеком как звук. Ухо человека воспринимает кратность изменения абсолютных величин (ступенчатое восприятие), составляющее 12,4%. Поэтому для характеристики шума принята шкала логарифмических единиц, отражающая десятикратную степень увеличения интенсивности шума над уровнем другого и измеряющаяся в Белах (Б). Для удобства пользуются единицей в 10 раз меньше Бела – децибел (дБ).

Децибел (дБ) – это условная единица, которая показывает, насколько данный звук I в логарифмическом масштабе больше условного порога слышимости I0=10-14 Вт/м2.

Уровень звукового давления L (в дБ) определяется по формуле:

$$L = 10\lg\frac{I}{I_0}, \text{ или } L = 10\lg\frac{P}{P_0},$$

где P – определяемая величина звукового давления, Па; P0 – пороговая величина звукового давления, равная 2 · 10-5 Па.

Человеческое ухо воспринимает шум от 0 (порога слышимости) до 130 дБ (болевой порог). Например, речь шепотом равна 30-40дБ; обычная речь – 60-70; рабочее место бракера цеха розлива – 90-95; воздушные компрессорные – 90-95; шум взлетающего самолета – 120-130 дБ.

Нормируемые параметры шума на рабочих местах определены ГОСТ 12.1.003–83* и Санитарными нормами СН 2.2.4/2.1.8.562–96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки».

Гигиеническое нормирование шума на рабочих местах определяется предельно допустимым уровнем его, который при ежедневном воздействии в течение рабочего дня на протяжении многих лет не вызывает заболевания человека, не мешает его нормальной трудовой деятельности. На современном техническом уровне снижение шума до низких уровней представляет большие трудности. Нормируемой шумовой характеристикой рабочих мест при постоянном шуме являются уровни звукового давления в дБ.

Для постоянных шумов нормирование ведется по предельному спектру шума. Предельным спектром называется совокупность нормативных уровней звукового давления в восьми октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц. Каждый предельный спектр обозначается цифрой, которая соответствует допустимому уровню шума в децибелах в октавной полосе со среднегеометрической частотой 1000 Гц.

Совокупность восьми нормативных уровней звукового давления на разных среднегеометрических частотах называется предельным спектром (ПС).

Каждый из 5 спектров имеет свой индекс. Например, ПС-75 – нормативный уровень звукового давления в дБ в октавной полосе *fср.г.*=1000Гц. Шум оценивается как допустимый, если измеренные уровни звукового давления во всех октавных полосах спектра этого шума ниже нормативных значений.

Для ориентировочной, контрольной оценки шумовой характеристики рабочих мест допускается принимать уровень звука в дБ (А), измеряемого по временной характеристике «медленно».

Предельно допустимые уровни шума, согласно СН 2.2.4/2.1.8.582-96 «Шум на рабочих местах в помещениях жилых общественных зданий и территории жилой застройки».

№ п/п	Вид трудовой деятельности, рабочее место	Уровни звукового давления (в дБ) в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБ (А)
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1.	Творческая деятельность, руководящая работа с повышенными требованиями, научная деятельность, конструирование и проектирование, программирование, преподавание и обучение.	86	71	61	51	49	45	42	40	38	50
2.	Высококвалифицированная работа, требующая сосредоточенности, административно-управленческая деятельность, измерительные и аналитические работы в лаборатории, рабочие места в помещениях цехового управлен-	93	79	70	63	58	55	52	50	49	60

	ческого аппарата.										
3.	Работа, выполняемая с часто получаемыми указаниями и акустическими сигналами, требующая постоянного слухового контроля, операторская работа по точному графику с инструкцией, диспетчерская работа, рабочие места в помещениях диспетчерской службы, кабинетах и помещениях наблюдения и дистанционного управления с речевой связью по телефону.	96	83	71	68	63	60	57	55	51	65
4.	Работа, требующая сосредоточенности с повышенными требованиями к процессам наблюдения и дистанционного управления производственными циклами, рабочие места за пультами в кабинах наблюдения и дистанционного управления.	103	91	83	77	73	70	68	66	64	75
5.	Выполнение всех видов работ (за исключением перечисленных в пп. 1 – 4 и аналогичным им) на постоянных рабочих местах в производственных помещениях и на территории предприятий	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Таблица 8. Допустимые уровни звукового давления, уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах в производственных помещениях и на территории предприятий (СН 2.2.4/2.1.8.582-96).

Оптимальные уровни звука на рабочих местах для труда разных категорий тяжести и напряженности, дБ (А)

Категория напряженности труда	Категория тяжестия труда			
	легкая - I	средней тяжести - II	тяжелая -III	очень тяжелая - IV
Мало напряженная, I	80	80	75	75
Умерено напряженная, II	70	70	65	65
Напряженная, III	60	60	-	-
Очень напряженная, IV	50	50	-	-

Таблица 9. Оптимальные уровни звука на рабочих местах

Гигиеническая оценка постоянного шума на рабочих местах дается по уровням звуковых давлений в децибелах в октавных полосах геометрических частот 31,5, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 и 8000 Гц.

Характеристикой непостоянного шума на рабочих местах является параметр – эквивалентный (по энергии) уровень звука в дБ (А), измеряемый по шкале «А» шумомера.

Для измерения шума используются приборы – шумомеры с октавными фильтрами. Наиболее широкое распространение получили шумомеры ШВК-1, 00017 фирмы «РТФ» (Германия), 2203, 2204, 2209 фирмы «Брюль и Къер» (Дания).

Для измерения только уровня звука без частотного анализа используются шумомеры «Шум-1», ШМ-1, Ш-63,00014 фирмы «РТФ» (Германия), 2205, 2208 и 2219 фирмы «Брюль и Къер» (Дания).

Современные шумомеры, кроме шкалы «А», имеют также шкалы «В», «С» и линейную, которые характеризуются разным ослаблением низкочастотных составляющих шума. В частности, сравнение показаний шумомера по этим шкалам позволяет ориентировочно оценить характер спектра. Так, при разности показаний в дБ шкалы «С» (или дБ лин) в дБ шкалы «А» шум более 5

дБ следует считать низкочастотным, а при меньшей разности или равенстве показаний – высокочастотным.

Кроме того, шумомеры имеют временные характеристики «медленно, «быстро», «импульс», «пик», различающиеся постоянными времени (1с, 0,2с, 40мс и 20мс соответственно). Характеристика «медленно» используется при измерениях шумов всех видов для их устранения, характеристика «импульс» - при импульсных шумах (она отражает их громкость), а характеристика «пик» - при импульсных шумах в виде одиночных ударов.

На производстве шум измеряют на постоянных рабочих местах или в рабочих зонах обслуживания машин (не менее чем в трех точках рабочей зоны). При однотипном оборудовании измерения проводят не менее чем на трех рабочих местах, а при групповом его размещении – на рабочих местах в центре каждой группы.

Микрофон располагают на высоте 1,5м на расстоянии 0,6-1 от машины (а для кабин – в их центре) и на удалении не менее 0,5м от человека, проводящего измерения.

В начале измерения шумомер включают на шкалу «А» и характеристику «медленно», замечают среднее положение стрелки и пределы ее колебаний для определения характера шума. Затем измеряют спектр в октавных полосах.

Полученные при измерении величины сравнивают с нормативными и устанавливают соответствие шума предельно допустимым уровням.

При проектировании и реконструкции предприятия, связанных с изменением оборудования (количеством его единиц и марками) возникают вопросы прогнозирования шумовых характеристик помещения и необходимостью разработки мероприятий по защите от шума.

Для ответа на эти вопросы могут быть выполнены следующие ориентировочные расчеты:

1. В случае размещения в помещении нескольких одинаковых источников шума

$$\sum L = L + 10\lg \cdot n, \text{ дБ},$$

где ΣL – суммарный шум от нескольких одинаковых источников, дБ; L – шум от одного источника, дБ; n – количество предусмотренного оборудования.

2. В случае размещения в помещении нескольких разных источников

$$\sum L = L_{МАКС} + \Delta l, \text{ дБ}$$

где ΣL – суммарный шум от нескольких разных источников, дБ; L – шум от наиболее шумного оборудования, дБ; Δl – поправочный коэффициент

Для защиты от шума используются шумобезопасная техника по ГОСТ 12.1.003—83, средства коллективной защиты по ГОСТ 12.1.029—80, средства индивидуальной защиты по ГОСТ 12.4.051—78, а также строительно-акустические методы по СНиП 11-12 – 77 «Защита от шума».

Наиболее рациональным способом борьбы с шумом является:

- *снижение его в источнике образования (т.е. применение малошумных технологических процессов – изменение технологии производства, способа обработки и транспортирования материала и др.),*
- *оснащение машин средствами дистанционного управления и автоматического контроля,*
- *применение малошумных машин,*
- *изменение конструктивных элементов,*
- *машин, совершенствование обслуживания машин,*
- *систематический и своевременный ремонт их.*

Использование средств коллективной защиты в соответствии с ГОСТ 12.1.029 – 80 зависит от происхождения шума, его характеристик и строительно-планировочных решений помещения.

Звукоизоляция. Это способ ослабления шума, проникающего через ограждения. Ее осуществляют путем устройств ограждающих конструкций: стен, перегородок, перекрытий, кожухов, экранов, а также устранением побочных путей распространения звука (отверстий, щелей и т.п.). Изоляцию от шума, распространяющегося от конструкций здания, выполняют путем ослабления жесткой связи источника шума с конструктивными элементами здания (фундаментом, перекрытием, стенами) и снижения проводимости шума по конструкции (акустические разрывы).

Применение звукоизоляции наиболее эффективно для уменьшения высокочастотного шума. Звукоизолирующая способность ограждения прямо пропорциональна ее массе. Чем больше масса преграды (1 м2 ее поверхности), тем ниже ее собственные частоты и тем лучше она защищает от низкочастотных звуков (увеличение массы ограждающих конструкций в 2 раза приводит к повышению звукоизоляции на 6 дБ).

Средняя звукоизолирующая способность монолитного однослойного ограждения для звуковой частоты 500 Гц определяется по формулам:

а) при массе 1 м2 ограждения до 200 кг:

$$R = 13{,}5\lg \cdot Q + 13 дБ$$

б) при массе 1 м2 ограждения свыше 200 кг:

$$R = 23\lg \cdot Q - 9 дБ$$

Звукоизолирующую способность ограждения на всем диапазоне частот (от 63 Гц до 8000 Гц) определяется по формуле:

$$R = 20\lg \cdot Q \cdot f - 47, дБ$$

где Q — масса 1 м2 ограждения; f – среднегеометрическая частота – октавной полосы, Гц.

Плотные тяжелые воздухонепроницаемые материалы (сталь, свинец, бетон, каменная или кирпичная кладка, толстое стекло и т. п.) хорошо изолируют звуки, распространяющиеся по воздуху.

Заполнение воздушного промежутка между стенами звукопоглощающим материалом повышает звукоизоляцию легких конструкций в области средних и высоких частот; в области низких частот такое заполнение заметного улучшения звукоизоляции не дает, для тяжелых перегородок с малой шириной промежутка оно также малоэффективно.

Агрегат, производящий шум, ограждается (изолируется) специальным кожухом

Расчет звукоизолирующих свойств кожуха сводится к определению необходимой толщины его стенок, обеспечивающих нужное снижение шума.

Показатель ослабления шума *ΔL*, (в дБ) на рабочем месте определяется по формуле:

$$\Delta L = L_{ист} - L_{норм} + 5,$$

где Lист – уровень шума источника (на рабочем месте), дБ; Lнорм – предельно допустимый уровень шума на рабочем месте (по ГОСТ 12.1.003-83), дБ.

Показатель ослабления шума кожухом, все элементы которого одинаково звукопроводны, рассчитывается по формуле:

$$\Delta L = R - 10\lg \cdot \alpha_{ср},$$

где R – звукоизоляция стенок кожуха, дБ; αср. – средний коэффициент звукопоглощения внутренних поверхностей кожуха.

Звукопоглощение. Применяется для ослабления распространения шума внутри помещения с помощью звукопоглощающих материалов и конструкций. Способность материалов поглощать звуковую энергию характеризуется коэффициентом звукопоглощения.

Под *коэффициентом звукопоглощения* понимают отношение звуковой энергии, поглощенной материалом, ко всей энергии, падающей на поверхность материала.

Материал для конструкции	Коэффициент звукопоглощения αср
Стены кирпичные неоштукатуренные	0,035
Стены кирпичные оштукатуренные с клеевой краской	0,022
Стены кирпичные оштукатуренные с масляной краской	0,015
Стены бетонные с затиркой, бетонные перекрытия и полы	0,016
Перегородки гипсовые пустотелые с клеевой краской	0,017
Перегородки деревянные отштукатуренные	0,080
Окна (стекло)	0,027
Полы дощатые и паркетные	0,050
Войлок строительный толщиной 12,5	0,30
Минеральная вата толщиной 100 мм	0,50
Акустические плиты АГЩ-Б (с относом от поверхности на 100 мм без заполнения)	0,50
Акустические плиты «Акмигран» (без относа)	
Конструкция из супертонкого стекловолокна толщиной 50 мм с оболочкой из стеклоткани	0,60
и перфорированного металлического листа (относ - 100 мм)	0,70

Таблица 10. Коэффициенты звукопоглощения материалов и конструкций

Произведение площади поверхности S (в м') на коэффициент звукопоглощения α называется звукопоглощением данного материала или конструкции А.

По механизму звукопоглощения материалы делятся на пористые, резонансные и мембранные, или жесткие колебательные поглотители. Звукопоглощающие свойства пористого материала обусловлены потерей энергии звуковых волн благодаря вязкому трению воздуха в порах. Пористые поглотители подразделяются на материалы с жестким (фибролит, акустическая штукатурка и др.) и гибким скелетом (минеральная вата, древесноволокнистые материалы и др.) и на пористо-колебательные системы (занавесы из ткани, щиты Бекеши и др.).

В настоящее время на практике широко применяются такие пористые звукопоглощающие материалы, как акмигран (на основе ватно-минеральной крошки со связующим веществом), травертон, вилпор, акустические плиты пА/С и ПА/О, полужесткие плиты на основе минеральной ваты ПП-80.

Материал	Толщина слоя σ, м
Хлопчатобумажная вата	0,40
Минеральная вата	0,088
Акустическая штукатурка	0,034
Инсулин	0,0075

Таблица 11. Рекомендуемая толщина слоя для некоторых материалов приведена ниже.

Звукопоглощающие облицовки используются в помещениях с низкими потолками (до 4 – 6 м) или вытянутой формы (в виде коридоров), а также в том случае, если объем помещения не превышает 5000 м3.

Резонансные звукопоглощающие конструкции. Наиболее эффективны для поглощения звука в области низких частот. Они конструктивно выполняются из перфорированных облицовок с подклейкой к ним пористой ткани или заполнением воздушного объема (за облицовкой) пористым материалом. В качестве перфорированных облицовок используют асбестоцементные плиты АЦП, акустические гипсовые плиты АГШ. В качестве волокнистых поглоти-

телей применяют ультратонкую стекло-дату, базальтовое супертонкое волокно; ткани – авиапол, декоративные стеклоткани. Простейшей конструкцией однослойного резонансного поглотителя является расположенный на некотором расстоянии от стены перфорированный лист фанеры, к которому со стороны стены подклеивается пористая ткань.

−*Мембранные звукопоглотители*. Представляют собой воздухонепроницаемые пленки – мембраны, натянутые на каркас (туго натянутая материя, клеенка, хлорвиниловая пленка, листы фанеры или стальные тонкие диафрагмы). Они наиболее эффективны в области низких частот. За мембраной располагается слой ваты любого типа толщиной не более 4 см.

−*Штучные поглотители*. Представляют собой объемные тела, заполненные звукопоглощающим материалом и подвешенные к потолку равномерно по помещению. Аэродинамический шум, создаваемый вентиляционными, пневмотранспортными, компрессорными и тому подобными установками, можно уменьшить путем применения глушителей различных типов – активных и реактивных.

−*Активные глушители*. Содержат звукопоглощающий материал, поглощают поступившую в них звуковую энергию. Наиболее простым глушителем активного типа является канал, облицованный звукопоглощающим материалом. Это так называемый трубчатый глушитель. Для сокращения длины глушителя в его канале устанавливают звукопоглощающие пластины, разбивая полость на ряд отдельных каналов меньшего поперечного сечения. Наиболее эффективное снижение шума обеспечивают «сотовые» глушители (рис. 15).

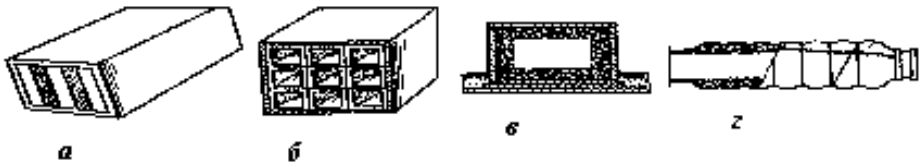


Рисунок 15. Глушители шума штучные: *а* – пластинчатый; *б* – «сотовый»; *в* – трубчатый прямоугольный; *г* – трубчатый круглый

−*Реактивные глушители*. Отражают звуковую энергию обратно к источнику. Эти глушители выполняются в виде расширенных камер или узких отростков, длина которых должна равняться ¼ длины волны заглушаемого звука. Реактивные глушители работают по принципу фильтров и широко используются для снижения шума с резко выраженными составляющими, а также для заглушения шума в узких частотных полосах.

Средства индивидуальной защиты. Зоны с уровнем звука свыше 85 дБ (А) обозначаются знаками безопасности. Работающие в этих зонах снабжаются средствами индивидуальной защиты.

К средствам индивидуальной защиты относятся, противошумные вкладыши типа «беруши», наушники и шлемы.

Для уменьшения передачи шума в малошумные помещения и за пределы здания наиболее шумные цехи располагаются в глубине производственной территории как можно дальше от жилых зданий городской застройки. Вокруг шумных цехов осуществляют зеленую шумозащитную зону из густолиственных деревьев, экранирующую распространение шума.

Запрещается даже кратковременное пребывание в зонах с уровнями звукового давления свыше 130 дБ в любой октавной полосе.

Рациональный режим труда достигается в первую очередь сокращением времени пребывания рабочих в шумном помещении. Предусмотрена возможность повышения допустимых уровней шума на 3 дБ при сокращении времени пребывания в шумной зоне в 2 раза.

Работающие, подвергающиеся воздействию шума, проходят предварительные пои поступлении на работу и периодические медицинские осмотры.

ЗАЩИТА ОТ УЛЬТРАЗВУКА . ***Ультразвук*** **как упругие волны не отличается от слышимого звука, однако, частота колебательного процесса способствует большему затуханию колебаний вследствие трансформации энергии в теплоту. По частотному спектру ультразвук классифицируют на:**

- *низкочастотный* – колебания 1,12·104... 1,0·105 Гц;
- *высокочастотный* – 1,0·105…1,0·109 Гц;

По способу распространения:

- *на воздушный*
- и *контактный ультразвук.*

Низкочастотные ультразвуковые колебания хорошо распространяются в воздухе. Биологический эффект воздействия их на организм зависит от интенсивности, длительности воздействия и размеров поверхности тела, подвергаемой действию ультразвука.

Длительное систематическое влияние ультразвука, распространяющегося в воздухе, вызывает функциональные нарушения нервной, сердечно-сосудистой и эндокринной систем, слухового и вестибулярного анализаторов.

Гигиенические нормативы ультразвука определены ГОСТ 12.1.001– 89. Гигиенической характеристикой воздушного ультразвука на рабочих местах являются уровни звукового давления (дБ) в третьоктавных полосах со среднегеометрическими частотами 12,5... 100 кГц (табл. 12).

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

Таблица 12. Допустимые уровни звукового давления на рабочих местах

Примечание. По согласованию с заказчиком допускается устанавливать значение показателя, указанное в скобках.

Характеристикой контактного ультразвука является пиковое значение виброскорости или его логарифмический уровень (табл. 13).

Допустимые уровни контактного ультразвука следует принимать на 5 дБ ниже значений, указанных в табл. 13, в тех случаях, когда работающие подвергаются совместному воздействию воздушного и контактного ультразвука.

Среднегеометрические частоты октавных полос. кГц	Пиковые значения виброскорости, м/с	Уровни виброскорости. дБ
8–63	5·10-3	100
125–500	8,9·10-3	105
1000–31 500	1,6·10-2	110

Таблица 13. Допустимые уровни виброскорости и ее пиковые значения на рабочих местах

Методы измерения ультразвука на рабочих местах (ГОСТ12.4.077-799). Настоящий стандарт устанавливает метод измерения ультразвуковых колебаний воздушной среды с частотами более 11,2 кГц на рабочих местах персонала, обслуживающего установки, излучающие ультразвук, или подвергающегося его воздействию.

ЗАЩИТА ОТ ИНФРАЗВУКА. ***Инфразвук*** **– область акустических колебаний с частотой ниже 16...20 Гц. В условиях производства инфразвук, как правило, сочетается с низкочастотным шумом, в ряде случаев – с низкочастотной вибрацией. Источниками инфразвука могут быть средства транспорта, компрессорные установки, мощные вентиляционные системы, системы кондиционирования и др. Часто инфразвук сопутствует шуму. Для измерения уровней звукового давления воздушного инфразвука рекомендуется аппаратура фирмы "Брюль и Къер" и фирмы «Роботрон».**

При воздействии инфразвука на организм уровнем 110...150 дБ могут возникать неприятные субъективные ощущения и многочисленные реактивные изменения: нарушения в ЦНС, сердечно-сосудистой и дыхательной системах, вестибулярном анализаторе. Отмечают жалобы на головные боли, головокружение, осязаемые движения барабанных перепонок, звон в ушах и голове, снижение внимания и работоспособности; может появиться чувство страха, сонливость, затруднение речи; специфическая для действия инфразвука реакция – нарушение равновесия. При воздействии инфразвука с уровнем 105 дБ отмечены психофизиологические реакции в форме повышения тревожности и неуверенности, эмоциональной неустойчивости.

Установлен аддитивный характер2 действия инфразвука и низкочастотного шума. Следует отметить, что производственный шум и вибрация оказывают более агрессивное действие, чем инфразвук сопоставимых параметров.

Гигиеническая регламентация инфразвука на рабочих местах производится по СН 2274–80. В условиях городской застройки нормирование инфразвука обеспечивается санитарными нормами допустимых уровней инфразвука и низкочастотного шума на территории жилой застройки № 42-128-4948–89 (табл. 14).

Нормы инфразвука приведены в СанПиН 2.2.4/2.1.8.583-96 "Инфразвук на рабочих местах, в жилых и общественных помещениях и на территории жилой застройки".

Меры по ограничению неблагоприятного влияния инфразвука должны предусматривать снижение его уровней в источнике образования и на пути его распространения. Однако следует помнить, что инфразвук - это длинные волны, защита от которых затруднена. Для предупреждения неблагоприятных эффектов должны применяться соответствующие режимы труда и отдыха и другие меры защиты, изложенные в Руководстве 2.2.4/2.1.8.000-95 "Гигиеническая оценка физических факторов производственной и окружающей среды".

Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами, Гц					Общий уровень звукового давле-
2	4	8	16	31,5	
На рабочих местах					
105	105	105	105	102	110
На территории жилой застройки					
90	90	90	90	90	–

Таблица 14. Предельно допустимые уровни звукового давления на рабочих местах и на территории жилой застройки

Вопросы для проверки:

1. Основные источники шума на производстве и их характеристики. Принципы его нормирования (СН 2.2.4.562-96, ГОСТ 12.1.003-83*).

[2] *Аддитивность* (лат. additivus — прибавляемый) — свойство величин, состоящее в том, что значение величины, соответствующее целому объекту, равно сумме значений величин, соответствующих его частям, в некотором классе возможных разбиений объекта на части. Например, аддитивность объёма означает, что объём целого тела равен сумме объёмов составляющих его частей.

2. Методы и средства защиты от шума (ГОСТ 12.1.029-80).
3. Средства индивидуальной защиты. Измерение шума на рабочих местах (ГОСТ 12.1.050-86)
4. Источники ультразвука на производстве и их характеристики. Защита от ультразвука
5. Методы и средства защиты от ультразвуковых колебаний. Применение средств индивидуальной защиты.
6. Методы защиты от инфразвука.

ЛЕКЦИЯ 3.5. ЗАЩИТА ОТ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ

1. *Основные принципы обеспечения радиационной безопасности.*
2. Способы защиты персонала от источников ИИ
3. *Службы радиационной безопасности*
4. *Нормы радиационной безопасности*

Все работы с радионуклидами правила подразделяют на два вида: на работу с закрытыми источниками ионизирующих излучений и работу с открытыми радиоактивными источниками.

Закрытыми источниками ионизирующих излучений называются любые источники, устройство которых исключает попадание радиоактивных веществ в воздух рабочей зоны. *Открытые источники ионизирующих излучений* способны загрязнять воздух рабочей зоны. Поэтому отдельно разработаны требования к безопасной работе с закрытыми и открытыми источниками ионизирующих излучений на производстве.

Обеспечение радиационной безопасности требует комплекса многообразных защитных мероприятий, зависящих от конкретных условий работы с источниками ионизирующих излучений, а также от типа источника.

Главной опасностью закрытых источников ионизирующих излучений является внешнее облучение, определяемое видом излучения, активностью источника, плотностью потока излучения и создаваемой им дозой облучения и поглощенной дозой. Защитные мероприятия, позволяющие обеспечить условия радиационной безопасности при применении закрытых источников, основаны на знании законов распространения ионизирующих излучений и характера их взаимодействия с веществом. Главные из них следующие:

1. Доза внешнего облучения пропорциональна интенсивности излучения времени действия.

2. Интенсивность излучения от точечного источника пропорциональна количеству квантов или частиц, возникающих в них в единицу времени, и обратно пропорционально квадрату расстояния.

3. Интенсивность излучения может быть уменьшена с помощью экранов.

Из этих закономерностей вытекают *основные принципы обеспечения радиационной безопасности:*

- уменьшение мощности источников до минимальных величин (зашита количеством);
- сокращение времени работы с источниками (защита временем);
- увеличение расстояния от источника до работающих (защита расстоянием) и экранирование источников излучения материалами, поглощающими ионизирующие излучения (защита экранами).

Защита количеством подразумевает проведение работы с минимальными количествами радиоактивных веществ, т.е. пропорционально сокращает мощность излучения. Однако требования технологического процесса часто не позволяют сократить количество радиоактивного вещества в источнике, что ограничивает на практике применение этого метода зашиты.

Защита временем основана на сокращении времени работы с источником, что позволяет уменьшить дозы облучения персонала. Этот принцип особенно часто применяется при непосредственной работе персонала с малыми активностями.

Защита расстоянием — достаточно простой и надежный способ защиты. Это связано со способностью излучения терять свою энергию во взаимодействиях с веществом: чем больше расстояние от источника, тем больше процессов взаимодействия излучения с атомами и молекулами, что в конечном итоге приводит к снижению дозы облучения персонала.

Защита экранами наиболее эффективный способ защиты от излучений. В зависимости от вида ионизирующих излучений для изготовления экранов применяют различные материалы, а их толщина определяется мощностью излучения. Лучшими экранами для защиты от рентгеновского и гамма-излучений являются материалы с большим Z, например свинец, позволяющий добиться нужного эффекта по кратности ослабления при наименьшей толщине экрана. Более дешевые экраны делаются из просвинцованного стекла, железа, бетона, барритобетона, железобетона и воды.

По своему назначению защитные экраны условно разделяются на пять групп:

1. *Защитные экраны-контейнеры*, в которые помещаются радиоактивные препараты. Они широко используются при транспортировке радиоактивных веществ и источников излучений.
2. *Защитные экраны для оборудования*. В этом случае экранами полностью окружают все рабочее оборудование при положении радиоактивного препарата в рабочем положении или при включении высокого (или ускоряющего) напряжения на источнике ионизирующей радиации.
3. *Передвижные защитные экраны*. Этот тип защитных экранов применяется для защиты рабочего места на различных участках рабочей зоны.
4. *Защитные экраны, монтируемые как части строительных конструкций* (стены, перекрытия полов и потолков, специальные двери и т.д.). Такой вид защитных экранов предназначается для защиты помещений, в которых постоянно находится персонал, и прилегающей территории.
5. *Экраны индивидуальных средств зашиты* (щиток из оргстекла, смотровые стекла пневмокостюмов, просвинцованные перчатки и др.).

Защита от открытых источников ионизирующих излучений предусматривает как защиту от внешнего облучения, так и защиту персонала от внутреннего облучения, связанного с возможным проникновением радиоактивных веществ в организм через органы дыхания, пищеварения или через кожу. Все виды работ с открытыми источниками ионизирующих излучений разделены на 3 класса. Чем выше класс выполняемых работ, тем жестче гигиенические требования по защите персонала от внутреннего переоблучения.

Способы защиты персонала при этом следующие:

1. Использование принципов защиты, применяемых при работе с источниками излучения в закрытом виде.
2. Герметизация производственного оборудования с целью изоляции процессов, которые могут явиться источниками поступления радиоактивных веществ во внешнюю среду.

3. Мероприятия планировочного характера. Планировка помещений предполагает максимальную изоляцию работ с радиоактивными веществами от других помещений и участков, имеющих иное функциональное назначение. Помещения для работ I класса должны размещаться в отдельных зданиях или изолированной части здания, имеющей отдельный вход. Помещения для работ II класса должны размещаться изолированно от других помещений; работы III класса могут проводиться в отдельных специально выделенных комнатах.

4. Применение санитарно-гигиенических устройств и оборудования, использование специальных защитных материалов.

5. Использование средств индивидуальной защиты персонала. Все средства индивидуальной защиты, используемые для работы с открытыми источниками, разделяются на пять видов: спецодежда, спецобувь, средства защиты органов дыхания, изолирующие костюмы, дополнительные защитные приспособления.

6. Выполнение правил личной гигиены. Эти правила предусматривают личностные требования к работающим с источниками ионизирующих излучений: запрещение курения в рабочей зоне, тщательная очистка (дезактивация) кожных покровов после окончания работы, проведение дозиметрического контроля загрязнения спецодежды, спецобуви и кожных покровов. Все эти меры предполагают исключение возможности проникновения радиоактивных веществ внутрь организма.

Службы радиационной безопасности. Безопасность работы с источниками ионизирующих излучений на предприятиях контролируют специализированные службы — службы радиационной безопасности комплектуются из лиц, прошедших специальную подготовку в средних, высших учебных заведениях или специализированных курсах Минатома РФ. Эти службы оснащены необходимыми приборами и оборудованием, позволяющими решать поставленные перед ними задачи.

Службы выполняют все виды контроля на основании действующих методик, которые постоянно совершенствуются по мере выпуска новых видов приборов радиационного контроля.

Важной системой профилактических мероприятий при работе с источниками ионизирующих излучений является проведение радиационного контроля.

Основные задачи, определяемые национальным законодательством по контролю радиационной обстановки в зависимости от характера проводимых работ, следующие:

- контроль мощности дозы рентгеновского и гамма-излучений, потоков бета-частиц, нитронов, корпускулярных излучений на рабочих местах, смежных помещениях и на территории предприятия и наблюдаемой зоны;
- контроль за содержанием радиоактивных газов и аэрозолей в воздухе рабочих и других помещений предприятия;
- контроль индивидуального облучения в зависимости от характера работ: индивидуальный контроль внешнего облучения, контроль за содержанием радиоактивных веществ в организме или в отдельном критическом органе;
- контроль за величиной выброса радиоактивных веществ в атмосферу;
- контроль за содержанием радиоактивных веществ в сточных водах, сбрасываемых непосредственно в канализацию;
- контроль за сбором, удалением и обезвреживанием радиоактивных твердых и жидких отходов;
- контроль уровня загрязнения объектов внешней среды за пределами предприятия.

Гигиеническая регламентация ионизирующего излучения осуществляется Нормами радиационной безопасности НРБ-96, Гигиеническими нормативами ГН 2.6.1.054-96. Основные дозовые пределы облучения и допустимые уровни устанавливаются для следующих категорий облучаемых лиц:

−персонал – лица, работающие с техногенными источниками (группа А) или находя-

щиеся по условиям работы в сфере их воздействия (группа Б);

−все население, включая лиц из персонала, вне сферы и условий их производственной деятельности.

Для категорий облучаемых лиц устанавливают три класса нормативов: основные дозовые пределы, табл. 15, допустимые уровни, соответствующие основным дозовым пределам и контрольные уровни.

Нормируемые величины	Дозовые пределы, мЗв	
	лица из персонала* (группа А)	лица из населения
Эффективная доза	20 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 50 мЗв в год	1 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 5 мЗв в год
Эквивалентная доза за год в: хрусталике	150	15
коже**	500	50
кистях и стопах	500	50

Таблица 15. Основные дозовые пределы облучения (извлечение из НРБ-96)

* Дозы облучения, как и все остальные допустимые производные уровни персонала группы Б, не должны превышать 1/4 значений для персонала группы А. Далее в тексте все нормативные значения для категории персонал приводился только для группы А.

** Относится к среднему значению в покровном слое толщиной 5 мг/см2 На ладонях толщина покровного слоя – 40 мг/см .

Доза эквивалентная HT,r – поглощенная доза в органе или ткани DT,R , умноженная на соответствующий взвешивающий коэффициент для данного излучения *WR*.

HT,R = WRDT,R.

Единицей измерения эквивалентной дозы является Дж·кг-1, имеющий специальное наименование зиверт (Зв). Значения WR для фотонов, электронов и мюонов любых энергий составляет 1, для α-частиц, осколков деления, тяжелых ядер-20.

Доза эффективная – величина, используемая как мера риска возникновения отдаленных последствий облучения всего тела человека и отдельных его органов с учетом их радиочувствительности. Она представляет сумму произведений эквивалентной дозы в органе Hτt на соответствующий взвешивающий коэффициент для данного органа или ткани *WT*

$$E = \sum_{T} H_{\tau T} W_T,$$

где Hrt–эквивалентная доза в ткани T за время τ; τT Единица измерения эффективной дозы–Дж·кг-1, называемая зивертом (Зв).

Значения WT для отдельных видов ткани и органов приведены ниже:

Вид ткани, орган	*WT*
гонады	0,2
костный мозг (красный), легкие, желудок	0,12
печень, грудная железа, щитовидная железа	0,05
кожа	0,01

Таблица 16. Значения WT для отдельных видов ткани и органов

Основные дозовые пределы облучения лиц из персонала и населения не включают в себя дозы от природных и медицинских источников ионизирующего излучения, а также дозу вследствие радиационных аварий. На эти виды облучения устанавливаются специальные ограничения.

Интервал времени для определения величины ожидаемой эффективной дозы устанавливается равным 50 лет для лиц из персонала и 70 лет – для лиц из населения.

Объект загрязнения	α-Активные нуклиды		β-Активные нуклиды
	отдельные	прочие	
Неповрежденная кожа, полотенца, спец-белье, внутренняя поверхность лицевых частей средств индивидуальной защиты	2	2	200
Основная спецодежда, внутренняя поверхность дополнительных средств индивидуальной защиты, наружная поверхность спецобуви	5	20	2000
Наружная поверхность дополнительных средств индивидуальной защиты, снимаемой в санШлюзах	50	200	10000
Поверхности помещений постоянного пребывания персонала и находящегося в них оборудования	5	20	2000
Поверхности помещений периодического пребывания персонала и находящегося в них оборудования	50	200	10000

Таблица 17. Допустимые уровни общего радиоактивного загрязнения рабочих поверхностей кожи (в течение рабочей смены), (извлечение из НРБ-96) спецодежды и средств индивидуальной защиты, част./(см2·мин)

Помимо дозовых пределов облучения нормы устанавливают допустимые уровни мощности дозы при внешнем облучении всего тела от техногенных источников, которые составляют для помещений постоянного пребывания лиц из персонала 10 мкГр/ч, а для жилых помещений и территории, где постоянно находятся лица из населения, – 0,1 мкГр/ч, а также допустимые уровни общего радиоактивного загрязнения рабочих поверхностей, кожи (в течение рабочей смены), спецодежды и средств индивидуальной защиты. Числовые значения допустимых уровней общего радиоактивного загрязнения приведены в табл. 17.

Нормы НРБ-96 введены в действие с апреля 1996 г. Для вновь строящихся, проектируемых и реконструируемых предприятий (объектов) значения основных дозовых пределов, приведенных в табл. 3.16, уже вступили в силу.

Для действующих предприятий понятие категорий облучаемых лиц, персонала и основные дозовые пределы облучения вводятся с 1 января 2000 г. На период до 1 января 2000 г следует руководствоваться понятиями категорий облучаемых лиц и таблицей основных дозовых пределов по НРБ 76/87.

Основные дозовые пределы облучения и допустимые уровни устанавливаются для трех категорий облучаемых лиц:

- категория А облучаемых лиц или персонал – лица. которые постоянно или временно работают непосредственно с источниками ионизирующих излучений;

- категория Б облучаемых лиц. или ограниченная часть населения –лица, которые не работают непосредственно с источниками ионизирующего излучения, но по условиям проживания или размещения рабочих мест могут подвергаться воздействию радиоактивных веществ и других источников излучения; уровень облучения лиц категории Б определяется по критической группе;

- категория В облучаемых лиц или население -– население страны, края, области.

Установлены разные значения основных дозовых пределов для критических органов,

которые в порядке убывания радиочувстетельности относят к I, II или III группам (критический орган или часта тела, облучение которого в данных условиях неравномерного облучения организма может причинить наибольший ущерб здоровью данного лица или его потомства):

- I группа – все тело, гонады и красный костный мозг;
- II группа – мышцы, щитовидная железа, жировая ткань, печень, почки, селезенка, желудочно-кишечный тракт, легкие, хрусталики глаз и другие органы, за исключением тех, которые относятся к I и III группам;
- III группа–кожный покров, костная ткань, кисти, предплечья, голени и стопы

При сравнительно равномерном облучении организма ущерб здоровью рассматривается по уровню облучения всего тела, что соответствует I группе критических органов.

Для каждой категории облучаемых лиц устанавливают два класса нормативов:

- основные дозовые пределы
- и допустимые уровни, соответствующие основным дозовым пределам.

В качестве основных дозовых пределов в зависимости от группы критических органов для категории А (персонал) устанавливают предельно допустимую дозу за календарный год - – ПДД. а для категории Б (ограниченная часть населения) – предел дозы за календарный год – ПД (табл. 18). Основные дозовые пределы устанавливаются для индивидуальной максимальной эквивалентной дозы в критическом органе.

Дозовые пределы суммарного внешнего и внутреннего облучения, бэр за календарный	Группы критических органов		
	I	II	III
Предельно допустимая доза (ПДД) для категории А	5	15	30
Предел дозы (ПД) для категории Б(ПД)	0,5	1,5	3

Таблица 18. Основные дозовые пределы облучения (извлечение из НРБ-76/87)

Примечание. Распределение дозы излучения в течение календарного года не регламентируется (за исключением женщин в возрасте до 40 лет, отнесенных к категории А) 1 бэр = 1 Зв.

Вопросы для проверки:

1. Источники ионизирующих излучений на производстве. Нормирование ионизирующих излучений (НРБ-99).
2. Общие принципы защиты от ионизирующих излучений на производстве.

ЛЕКЦИЯ 3.6. СИСТЕМЫ ПРОМЫШЛЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ. Контроль светотехнических параметров в рабочей зоне (ГОСТ 23940-96).

1. *Основные характеристики света*
2. *Нормируемые уровни освещенности*
3. *Естественное освещение*
4. *Искусственное освещение. Виды искусственного освещения.*
5. *Нормирование искусственного освещения. Методы расчета*

Электромагнитные волны длиной 380-780 нм воспринимаются глазом человека как световое ощущение (1 нм – нанометр равен 10-9 м). Белый свет представляет собой смесь цветов:

- фиолетовый 380-450 нм,
- синий 450,
- зеленый 510-575,
- желтый 575-620,
- красный 620-750 нм.

Фиолетовый граничит с ультрафиолетовой частью спектра, красный – с инфракрасной.

Основными характеристиками света являются:

- *световой поток* – мощность лучистой энергии, оцениваемая по зрительному ощущению. Единица светового потока – люмен (лм). Это световой поток, излучаемый точечным источником в телесном угле в 1 стерадиан при силе света, равной 1 канделе. Стерадиан – это телесный угол с вершиной в центре сферы, вырезающий на поверхности сферы площадь, равную площади квадрата со стороной, длина которой равна радиусу сферы;
- *сила света* – пространственная плотность светового потока (часть светового потока) от источника света в данном направлении внутри определенного телесного угла (стерадиана). Единица силы света – кандела (кд) – сила света, излучаемая в перпендикулярном направлении абсолютно черным телом с площади 1/600000 м2 при температуре затвердевания платины и давлении 101325 ньютон на квадратный метр (Н/м2);
- *освещенность* – плотность светового потока, падающего на поверхность. Единица освещенности – люкс (лк) – освещенность поверхности в 1 м2 при падении на нее светового потока в 1 лм: $E = F/S$, где F – световой поток; S – освещаемая поверхность;
- *яркость* – величина светового потока, отраженного освещаемой или светящейся поверхностью по направлению к глазу. Единица яркости – кандела на квадратный метр (кд/м2) – яркость равномерно светящейся плоской поверхности, излучающей в перпендикулярном направлении с каждого квадратного метра силу света, равную 1 канделе;
- *коэффициент отражения* – отношение отраженного телом светового потока к падающему $\rho = Ф\rho/Ф$. Выражается в долях единицы или процентах;
- *коэффициент пропускания* – отношение светового потока, прошедшего через среду, к падающему $\tau=\tau a/Ф$;
- *коэффициент поглощения* – отношение светового потока к падающему $a=Фa/Ф$.

Производственное освещение может быть естественным, искусственным и совмещенным.

Естественное освещение: нормирование и расчет. Естественное освещение, источником которого является солнечный свет, наиболее благоприятно, так как спектр его наиболее адекватен человеческому глазу, ультрафиолетовая часть спектра обладает бактерицидными действиями, (ультрафиолетовые лучи значительно задерживаются обычными стеклами, попадают в помещение при открытых окнах), оно экономично.

Смешанное освещение достигается одновременным использованием естественного и искусственного освещения.

Естественное освещение – это освещение помещений прямым или отраженным светом солнца, проникающим через световые проемы в наружных ограждающих конструкциях. Оно может быть: боковым – естественное освещение через световые проемы в наружных стенах; верхним – через фонари, световые проемы в покрытиях, а также через проемы в стенах в местах перепада высот зданий, комбинированным – сочетание верхнего и бокового естественного освещения.

Естественное освещение нормируется по коэффициенту естественной освещенности (КЕО). Это отношение естественной освещенности, создаваемой в некоторой точке заданной плоскости внутри помещения светом неба (непосредственным или после отражения), к одновременному значению наружной горизонтальной освещенности, создаваемой светом полностью открытого небосвода. Выражается в процентах.

$$КЕО = \frac{E_{вн}}{E_{нар}} \cdot 100, \ \%,$$

где *Евн* – освещенность на рабочем месте, лк; *Енар* – освещенность на открытой поверхности, замеренная одновременно, лк.

Нормируемые уровни освещенности представлены в СНиП 23.05-95 «Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования».

Минимально допустимая величина КЕО определяется разрядом зрительной работы, который характеризуется размером различаемой детали.

При одностороннем боковом естественном освещении нормируется минимальное значение КЕО в точке, расположенной на расстоянии 1 м от стены, наиболее удаленной от световых проемов, на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и условной рабочей поверхности (или пола). При двустороннем боковом освещении нормируется минимальное значение КЕО в точке посередине помещения на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и условной рабочей поверхности (или пола).

КЕО нормируется с учетом характера выполняемой зрительной работы, типа освещения здания или помещения, пояса светового климата и солнечности климата, местности, где расположено предприятие.

По особенностям светового климата территория России разбита на 5 световых поясов:

- В I световом поясе расположены гг. Мурманск, Петрозаводск, Нарьян-Мар, Воркута.
- Во II световом поясе находятся гг. Санкт-Петербург, Ханты-Мансийск, Тула, Вилюйск, Верхоянск, Анадырь, Магадан, Петропавловск-Камчатский.
- В III световом поясе расположены гг. Москва, Горький, Саратов, Екатеринбург, Якутск, Охотск.
- В IV световом поясе находятся гг. Волгоград, Актюбинск, Барнаул, Чита, Комсомольск-на-Амуре, Хабаровск, Владивосток.
- В V световом поясе южных районов расположен гг. Краснодар и Сочи.

В табл. 19 нормируемой естественной освещенности представлено значение КЕО для зданий расположенных в III поясе светового климата.

Характеристика зрительной работы	Наименьший размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	$КЕО_{e_H}^{III}$,%		
			при верхнем или верхнем боковом освещении	при боковом освещении	
				в зоне с устойчивым снежным покровом	на остальной территории
Наивысшей точности	менее 0,15	I	10	2,8	3,5
Очень высокой точности	от 0,15 до 0,3	II	7	2	2,5
Высокой точности	свыше 0,3 до 0,5	III	5	1,6	2
Средней точности	свыше 0,5 до 1	IV	4	1,2	1,5
Малой точности	свыше 1 до 5	V	3	0,8	1
Грубая (очень малой точности)	более 5	VI	2	0,4	0,5
Работа со светящимися материала-	более 0,5	VII	3	0,8	1

ми и изделиями в горячих цехах					
Общее наблюдение за ходом производственного процесса постоянное периодическое при постоянном пребывании людей периодическое при периодическом пребывании людей		VIII	1 0,7 0,5	0,2 0,2 0,1	0,3 0,2 0,1

Таблица 19. Нормируемая освещенность естественным светом по СНиП23.05-95

Нормированные значения КЕО для зданий, располагаемых в I, II, IV, V световых поясах, следует определять по формуле:

$$e_н^{I,\ II,\ IV,\ V} = e_н^{III} \cdot m \cdot C,$$

где $e_н^{III}$ *– значение КЕО; m – коэффициент светового климата; С – Коэффициент солнечности климата.*

Пояс светового климата	I	II	IV	V
Коэффициент светового климата	1.2	1.1	0.9	0.8

Таблица 20. Значения коэффициента светового климата

Пояс светового климата	Световые проемы, ориентированные по сторонам горизонта в наружных стенах зданий (азимут, град)		
	136 – 225	226 – 315, 46 - 135	316 – 45
I	0,9	0,95	1
II	0,85	0,9	1
IV а) севернее 500 с. ш. б) 500 с. ш. и южнее	 0,75 0,7	 0,8 0,75	 1 0,95
V а) севернее 400 с. ш. б) 400 с. ш. и южнее	 0,65 0,6	 0,7 0,65	 0,9 0,85

Таблица 21. Значение коэффициента солнечности климата С

Нормируемый уровень естественной освещенности обеспечивается необходимой площадью световых проемов при проектировании зданий на основании расчета:

а) при боковом освещении помещений по формуле

$$\frac{100 \cdot S_0}{S_п} = \frac{e_н \cdot K_з \cdot \eta_0 \cdot K_{зд}}{\tau_0 \cdot r_0};$$

при верхнем освещении по формуле

$$\frac{100 \cdot S_ф}{S_п} = \frac{e_н \cdot K_з \cdot \eta_ф}{\tau_0 \cdot r \cdot K_{2ф}},$$

где So – площадь световых проемов при боковом освещении; Sn – площадь пола помещения; ен – нормированное значение КЕО; Кз – коэффициент запаса; η0 – световая характеристика окон; Кзд – коэффициент, учитывающий затенение окон противостоящими зданиями; τ0 – общий коэффициент светопропускания; r0 – коэффициент, учитывающий повы-

шение КЕО при боковом освещении благодаря свету, отраженному от поверхности помещения и подстилающегося слоя, прилегающего к зданию; Sф – площадь световых проемов при верхнем освещении; ηф – световая характеристика фонаря или светового проема в плоскости покрытия; r2 – коэффициент, учитывающий повышение КЕО при верхнем освещении благодаря свету, отраженному от поверхности помещения; Кф – коэффициент, учитывающий тип фонаря.

Для ориентировочных расчетов можно пользоваться световым коэффициентом *Ксв*.

$$K_{св} = \frac{S_{св}}{S_п} = \frac{1}{4} \ldots \frac{1}{5},$$

где Sсв – площадь световых проемов, м2; Sп – площадь пола, м2.

Солнце является также естественным источником ультрафиолетового излучения с длинами волн меньше 400 нм.

Для человека биологическое действие ультрафиолетовых лучей солнечного света является жизненно необходимым фактором, недостаток приводит к нарушению здоровья и световому голоданию, что возникает на Крайнем Севере, у рабочих подземных шахт, рудников и т.д. В условиях производства искусственным источником ультрафиолетового излучения могут быть газоразрядные лампы, электрические дуги и др.

В производственных условиях возможно возникновение острых и хронических заболеваний от воздействия ультрафиолетового излучения: глаз – электроофтальмия, кожи – дерматитов, онкологических заболеваний, отравления высокотоксичными веществами – озоном и оксидами азота, образующимися при сварочных работах. Нормируется этот гигиенический фактор СН 4557-88 «Санитарные нормы ультрафиолетового излучения в производственных помещениях» в соответствии с которыми допускается максимальная облученность не выше 7,5 мэр·ч/м2, максимальная суточная доза – 60 мэр·ч/м2 для диапазона УФ с длиной волны более 280 нм.

Приборы контроля – УФ дозиметры, спектрометры, УФ фотомеры, Эр –метры.

Основные средства защиты:

- экранирование источников излучения и рабочих мест,
- применение СИЗ: спецодежда, защитные очки и щитки со светофильтрами,
- кремы.

При эксплуатации загрязнение остекленных световых проемов может снизить освещенность в помещении до 70% от запроектированной. В соответствии с этим необходимо соблюдать сроки чистки световых проемов (не реже 2-4 раз в год) в зависимости от их загрязнения и характера выделяющихся вредностей (пыли, дыма). Существенное значение имеет цветовая отделка стен помещений.

Совмещенное освещение помещений производственных зданий допускается предусматривать в отдельных случаях, когда естественное освещение недостаточно и не соответствует нормам. В этих случаях оно дополняется искусственным при условии обеспечения наименьшего нормированного значения КЕО.

Разряд зрительных работ	Верхнее или верхнее боковое освещение	Боковое освещение	
		в зоне с устойчивым снежным покровом	на остальной территории
I	3	1	1,2
II	2,5	0,8	1
III	2	0,6	0,7
IV	1,5	0,4	0,5
V и VII	1	0,2	0,3
VI	0,7	0,2	0,2

Таблица 22. Наименьшее нормированное значение КЕО енIII при совмещенном освещении, %

Искусственное освещение. Искусственное освещение предусматривается для освещения в темное время суток, а также в помещениях без естественного света с помощью электрических источников света. Искусственное освещение подразделяется *на рабочее, аварийное, эвакуационное и охранное*.

Рабочее освещение используется для всех помещений производственных и вспомогательных зданий, освещения проходов людей и проездов транспорта.

Аварийное освещение применяется для возможности продолжения работы при аварийном отключении рабочего освещения.

Эвакуационное освещение предусматривается для эвакуации людей из помещений при аварийном отключении рабочего освещения.

Искусственное освещение проектируется общее и комбинированное. При общем освещении светильники размещаются в верхней зоне помещения, либо равномерно (общее равномерное освещение), либо не равномерно с учетом расположения оборудования, рабочих мест (общее локализованное освещение).

При комбинированном освещении к общему освещению добавляется *местное*. Использование только местного освещения в условиях производства не допускается.

Источниками электрического света являются электрические лампы двух основных типов: лампы накаливания и газоразрядные (люминесцентные, ртутные, лампы высокого давления типа ДРЛ, ксеноновые безбалластные лампы ДКТ, натриевые лампы типа ДНаО, эритемные лампы типа ЗУВ).

Каждая из перечисленных типов ламп имеет свои достоинства и недостатки.

Характеристика зрительной работы	Освещенность при системе общего освещения, лк	Источники света для зданий	
		целесообразные	менее эффективные
Контроль зрительный с очень высокими требованиями к цветоразличению. Например, контроль готовой продукции в производстве пива, безалкогольных напитков, водки, ликеров, вин; кабинеты врачей и т.д.	300 и более	ЛДЦ, ЛДЦ УФ	ЛХЕ
Сопоставление цветов с высокими требованиями к цветоразличению. Например, контроль на консервных заводах	300 и более	ЛДЦ, ЛДЦ УФ	ЛХЕ, ЛЕ
Различение цветных объектов без контроля и сопоставления (например, производственные цехи кондитерской и хлебопекарной промышленности, столовые и т.д.)	300 и более от 150 до 300 менее 150	ЛБ, ДРИ ЛБ ЛБ	ЛХБ ЛХБ ЛН, КГ
Работа с ахроматическими объектами (механическая обработка металлов, пластмасс, здания управления и т.д.)	500 и более от 300 до 500 от 150 до 300 менее 150	ЛБ, ДРИ ЛБ, ДРИ, ДРЛ ЛБ, ДРЛ ЛБ, ДНаТ	ЛХБ ЛХБ ЛТБ, ЛН КГ

Таблица 23. Рекомендуемые источники искусственного света в зависимости от выполняемой зрительной работы и освещенность

К достоинствам и недостаткам ламп накаливания по сравнению с газоразрядными лампами относятся:

– широкий диапазон мощностей и типов, легкость включения в сеть, почти полная независимость от условий среды, возможность эксплуатации во влажных, холодных и других условиях.

– К недостаткам этого типа ламп относится физиологически неприятный для глаза спектр, отличающийся от спектра естественного света. В спектре света преобладают инфракрасные лучи. Низкий КПД ламп, видимое излучение, составляемое около 4% от потребляемой электроэнергии, высокая температура на поверхности колбы (до 250-300°С), малый срок службы (до 1000 ч) лимитируют использование их во взрывоопасных помещениях.

Газоразрядные лампы лишены этих недостатков – свет их ближе к естественному, что физиологически более благоприятно, поверхность колбы ламп холодная, они более экономичны. К недостаткам этих ламп относится зависимость от температуры окружающей среды, при температуре ниже 10°С зажигание не гарантировано и наблюдается стробоскопический эффект. Стробоскопический эффект сводится к искажению зрительного восприятия движущихся или сменяющихся объектов. Движущиеся предметы кажутся неподвижными или движущимися в противоположном направлении, что может быть причиной травмы. Стробоскопический эффект возникает при совпадении кратности частотных характеристик движения объектов и изменения светового потока во времени в осветительных установках, исправляется при помощи специальных схем включения.

Общее (независимо от принятой системы освещения) искусственное освещение помещений, предназначенных для постоянного пребывания людей, должно обеспечиваться газоразрядными источниками света.

Для освещения помещений предприятий пищевой промышленности, как правило, предусматриваются газоразрядные лампы низкого и высокого давления, типы которых выбираются в зависимости от выполняемой работы. В случае невозможности или технико-экономической нецелесообразности применения газоразрядных источников света допускается использование ламп накаливания.

Нормирование искусственного освещения для производственных помещений осуществляется с учетом характера выполняемой зрительной работы. Предусмотрено восемь разрядов зрительной работы (I-VIII), определяемых наименьшим размером объекта различения.

Кроме того, учитывается подразряд зрительной работы (а, б, в, г), который определяется контрастом объекта различения и фоном (малый, средний, большой) и характеристикой фона (темный, средний, светлый). Наряду с вышеперечисленным учитывается принятая система искусственного освещения (общее освещение или комбинированное).

Зрительная работа	Наименьший размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта различения с фоном	Характеристика фона	освещенность, лк	
						при комбинированном освещении	при общем освещении
Наивысшей точности	Менее 0,15	I	а	Малый	Темный	5000	1500
			б	Малый Средний	Средний темный	4000	1250
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	2500	750
			г	Средний Большой Большой	Светлый Светлый Средний	1500	400
Очень высокой точности	От 0,15 до 0,3	II	а	Малый	Темный	4000	1250
			б	Малый Средний	Средний Темный	3000	750
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	2000	500

			г	Средний Средний Большой	Светлый Светлый Средний	1000	300
Высокой точности	Выше 0,3 до 0,5	III	а	Малый	Темный	2000	500
			б	Малый Средний	Средний Темный	1000	300
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	750	300
			г	Средний Большой Большой	Светлый Светлый Средний	400	200
Средней точности	Выше 0,5 до 1	IV	а	Малый	Темный	750	300
			б	Малый Средний	Средний Темный	500	200
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	400	200
			г	Средний Большой Большой	Светлый Светлый Средний	300	150
Малой точности	Выше 1 до 5	V	а	Малый	Темный	300	200
			б	Малый Средний	Средний Темный	200	150
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний темный	--	150
			г	Средний Большой Большой	Светлый Светлый средний	--	100
Грубая (очень малой точности)	Более 5	VI	--	Независимо от характеристик фона и контраста объекта с фоном		--	150
Работа со светящимися материалами и изделиями в горячих цехах	Более 0,5	VII	--	Независимо от характеристик фона и контраста объекта с фоном		--	200
Общее наблюдение за ходом производственного процесса	--	VIII	а	Независимо от характеристик фона и контраста объекта с фоном		--	75
			б			--	50
			в			--	30

Таблица 24. Нормируемая освещенность на рабочих поверхностях при искусственном освещении для производственных помещений (в соответствии со СНиП 23.05-95)

Помещение	Искусственное освещение, лк	Естественное освещение КЕО енIII, %		
		при верхнем или верхнем и боковом освещении	при боковом освещении	
			в зоне с устойчивым снежным покровом	на остальной территории
Кабинеты и рабочие комнаты, проектные кабинеты	300	--	0,8	1
Проектные залы и комнаты, конструкторские, чертежные бюро	500	5	1,6	2
Машинописные и машиносчетные бюро	400	4	1,2	1,5
Читальные залы	300	3	0,8	1
Макетные, столярные и ремонтные мастерские	300	4	1,2	1,4
Конференц-залы, залы заседаний	200	2	0,4	0,5

Аналитические лаборатории	400	--	1,2	1,5
Весовые	300	--	1,2	1,5
Моечные	300	--	0,4	0,5
Умывальные, уборные, курительные	75	--	0,2	0,3
Душевые, гардеробные, помещения для сушки, обеспыливания и обеззараживания одежды и обуви, для обогревания работающих	50	--	0,2	0,3
Кабинеты врачей, перевязочные	300*	--	0,8	1
Процедурные кабинеты	150*	--	0,4	0,5
Помещения для личной гигиены женщин	75	--	0,2	0,3
Вестибюли и гардеробные уличной одежды	150	--	0,3	0,4
Главные лестничные клетки	100	--	0,2	0,2
Остальные лестничные клетки	50	--	0,1	0,1
Главные коридоры и проходы	75	--	0,1	0,1
Остальные коридоры и проходы	50	--	0,1	0,1
Машинные отделения лифтов и помещения для фреоновых установок	30*	--	--	--

* Норма для ламп накаливания. Примечание. Для ламп накаливания норму освещенности следует понижать на две ступени шкалы освещенности.

Таблица 25. Нормируемая освещенность на рабочих местах зданий управления, конструкторских бюро, вспомогательных зданий и помещений (в соответствии со СниП 23.05-95)

Аварийное освещение предусматривается в производственных участках, на которых в случае аварийного отключения освещения могут возникнуть:

− взрыв, пожар, отравление людей, например в печных отделениях хлебобулочной промышленности, холодильно-компрессорных установках и т. д.;

− длительное нарушение технологического процесса, например в цехе полимерной тары при изготовлении из расплава полимера тары для масложировой промышленности и др.;

− нарушение работы таких объектов, как электростанции, диспетчерские пункты, насосные установки водоснабжения, канализации и теплофикации, установки вентиляции и кондиционирования воздуха для производственных помещений, в которых недопустимо прекращение работы и т. д.

Наименьшая освещенность рабочих поверхностей производственных помещений и территорий предприятий, требующих обслуживания при аварийном режиме, должна составлять 5% освещенности, нормируемой для рабочего освещения при системе общего освещения, но не менее 2 лк внутри зданий и не менее 1 лк для территории предприятий. При этом создавать наименьшую освещенность внутри зданий более 30 лк при газоразрядных лампах и более 10 лк при лампах накаливания допускается только при наличии соответствующих обоснований.

Для рационального распределения светового потока лампы по помещению используются светильники, состоящие из источников света — лампы и арматуры. Кроме того, арматура предохраняет глаза работающих от слепящего действия лампы, защищает источник света от окружающей среды (пыльной, влажной).

Исполнение	Характеристика
Открытые	Лампа не отделена от внешней среды
Защищенные	Лампы и патрон отделены от внешней среды оболочкой, которая не препятствует обмену воздуха между внутренней полостью светильника и внешней средой
Влагозащищенные	Защищающие от воздействия влаги корпус и патрон

Закрытые	Оболочка которых уплотнена, не допускает проникновения пыли в полость расположения лампы и патрона. Если уплотнение не допускает проникновения тонкой пыли в полость расположения лампы и патрона, исполнение светильника называется пыленепроницаемым
Взрывозащищенные	Осветительная арматура обеспечивает безопасность помещений и наружных установок. Взрывозащищенные светильники могут быть в исполнении взрывонепроницаемом, повышенной надежности против взрыва и специальном
Специальные	Удовлетворяющие тем или иным специальным требованиям (например, пригодные для работы под водой и т. п.)

Таблица 26. Используемые типы светильников

Одной из характеристик светильника является защитный угол светильника, в пределах которого глаз работающего защищен от слепящего действия источника света. Защитный угол светильника определяется углом, образованным линией, проходящей через центр светящегося тела лампы, и линией, соединяющей светящееся тело лампы и край светильника. Величина защитного угла светильника должна быть не менее 15°.

Источники искусственного света могут использоваться только в осветительной арматуре, которая обеспечивает необходимое направление светового потока, защиту глаз от слепящего действия ламп, предохраняет лампы от загрязнения и механического повреждения и изолирует от неблагоприятной окружающей среды. Арматуру используют открытую, закрытую, пылезащищенную, влагозащищенную, взрывозащищенную и специальную.

Эвакуационное освещение в помещениях или местах проведения работ вне зданий предусматривается:

- в местах, опасных для прохода людей;
- в проходах и на лестницах, предназначенных для эвакуации людей, при числе эвакуирующихся более 50 человек;
- по основным проходам производственных помещений, в которых работают более 50 человек;
- в производственных помещениях с постоянно работающими в них людьми, где выход людей из помещения при аварийном отключении рабочего освещения связан с опасностью травматизма из-за продолжения работы производственного оборудования;
- в помещениях общественных зданий и вспомогательных зданий промышленных предприятий, если в помещении могут одновременно находиться более 100 человек.

Эвакуационное освещение должно обеспечивать наименьшую освещенность на полу основных проходов (или на земле) и на ступенях лестниц:

В помещениях – 0,5 лк; на открытых территориях – 0,2 лк.

Для контроля освещенности используется люксметр.

Наиболее широко применяется объективный люксметр Ю-16 завода «Вибратор». Он имеет шкалы измерений: 0-25 лк 0-100 и 0-500 лк. Для расширения диапазона измерений применяется поглотитель из молочного стекла, имеющий коэффициент поглощения 100. При насадке этого поглотителя на фотоэлемент можно измерять освещенность в пределах 0-2500, 0-10000 и 0-50 000 лк.

При замерах искусственной освещенности гальванометр устанавливается горизонтально, а фотоэлемент – в плоскости поверхности, на которой надо произвести измерение освещенности. Измерения производят в нескольких, различно расположенных точках рабочей поверхности, а также в нескольких характерных точках, различно ориентированных в помещении.

Естественное освещение измеряется так же, как искусственное освещение, но оценивается не уровнем освещенности (как при оценке искусственного освещения), а по коэффициенту естественной освещенности.

При оценке освещенности рабочих мест за основу принимаются действующие строительные нормы и правила СНиП 23.05-95, Отраслевые нормы проектирования и Правила по технике безопасности и производственной санитарии.

Освещенность измеряется в ночное и дневное время суток не менее 5 раз в каждой точке обследуемого производственного помещения.

Расчет искусственного освещения может быть проведен следующими методами:

- методом коэффициента использования светового потока,
- удельной мощности,
- точечным методом.

С помощью этих методов рассчитывают:

- нужное число светильников или ламп для обеспечения нормируемой освещенности;
- необходимую мощность ламп для обеспечения нормируемой освещенности;
- освещенность на рабочем месте при проектировании для проверки.

Метод коэффициента использования светового потока применяется также для расчета общего равномерного освещения горизонтальных поверхностей любого типа.

При расчете учитывается как световой поток источника света, так и световой поток, отраженный от стен, потолка и других поверхностей.

Необходимое количество светильников рассчитывают по формуле

$$N = \frac{E_н \cdot S \cdot K_з \cdot Z}{F \cdot \eta \cdot n},$$

где Ен – нормируемая освещенность, лк; S – освещаемая поверхность, м2; n – число ламп; Кз – коэффициент запаса, учитывающий старение ламп, запыленность и загрязненность светильника (значение коэффициента запаса Кз для ламп накаливания: 1,3 – незапыленные помещения, 1,5 – средне запыленные помещения, 1,7 – сильно запыленные помещения; для люминесцентных ламп: 1,5 – незапыленные помещения; 1,7 – средне запыленные помещения, 2,0 – сильно запыленные помещения); Z – коэффициент неравномерности освещения (в зависимости от типа светильника Z = l,15-1,25); F – световой поток лампы, лм; η – коэффициент использования светового потока (определяется по светотехническим таблицам, зависит от коэффициентов отражения стен, потолка, оборудования, индекса помещения i

$$i = \frac{A \cdot B}{H_c \cdot (A + B)},$$

где А – длина помещения, м; В – ширина помещения, м; Нс – высота подвеса светильника над рабочей поверхностью, м.

По индексу помещения *i* и степени отражения светового потока от стен, потолка и рабочей поверхности по специальной таблице определяют коэффициент использования светового потока η осветительной установки. Этот коэффициент указывает, какая часть полезного светового потока падает непосредственно на рабочую поверхность.

В зависимости от типа светильника коэффициент η изменяется в пределах от 0,1 до 0,71 (для ламп накаливания) и от 0,20 до 0,97 (для люминесцентных ламп).

Точечный метод применяется для расчета локализованного и местного освещения горизонтальных и наклонных поверхностей и освещения в тех случаях когда отраженным светом можно пренебречь.

Освещенность *E* (в лк) определяют по формуле

$$E = \frac{I \cdot \cos^3 \alpha}{K_з \cdot h_p^2},$$

где I – сила света в направлении от источника на данную точку рабочей поверхности, кд; α – угол между нормалью к рабочей поверхности и направлением светового потока на источник. hp – высота подвеса светильника над рабочей поверхностью, м; Кз – коэффициент запаса.

Наиболее простым методом расчета искусственного освещения является расчет по удельной мощности. Этот метод основан на определении по светотехническим справочникам удельной мощности осветительной установки в зависимости от заданных параметров установки и числа светильников требуемая мощность лампы рассчитывается по выражению:

$$P_л = \frac{W_{уд} \cdot S}{N \cdot n},$$

где Рл – мощность одной лампы, Вт; W – удельная мощность, Вт/м2; S – площадь помещения, м2; N – число светильников; n – число ламп в 1 светильнике.

Основные требования к производственному освещению сводятся к следующему:

- достаточная освещенность, т.е. соответствие ее действующим нормативам в соответствии с характером зрительной работы;
- источник света не должен ослеплять работающего;
- равномерная освещенность без резких контрастов;
- контрастность между объектом различения и фоном, на котором рассматривается объект;
- постоянный во времени уровень освещенности;
- безопасность при обслуживании;
- эксплуатация систем освещения должна соответствовать следующим требованиям;
- систематический уход, правильная эксплуатация, контроль уровня освещенности не реже 1 раза в год;
- своевременная замена перегоревших ламп и периодическая чистка светильников от пыли и грязи не реже 1 раза в 6 месяцев;
- чистка остекленения от загрязнения не реже 2-4 раз в год;
- хранение вышедших из строя ртутных газоразрядных ламп в специально отведенных помещениях в упаковочных коробах с последующим вывозом их в специально отведенные места. Перед вывозом ртуть должна удаляться из лампы в оборудованных ртутных комнатах обученным персоналом. Так как пары ртути являются опасным ядом, для дезактивации разлитой ртути применяется 0,1% раствор марганцовокислого калия с 5мл на 1л раствора концентрированной соляной кислоты.

Вопросы для проверки:

1. Классификация систем промышленного освещения.
2. Виды искусственного освещения и их назначение.
3. Источники света и осветительные приборы.
4. Виды естественного освещения и принципы его расчета.

ЛЕКЦИЯ 3.6. АТТЕСТАЦИЯ РАБОЧИХ МЕСТ ПО УСЛОВИЯМ ТРУДА. СЕРТИФИКАЦИЯ РАБОТ ПО ОХРАНЕ ТРУДА.

1. *Цели и задачи аттестации рабочих мест по условиям труда*
2. *Порядок проведения аттестации*
3. *Оформление результатов аттестации*
4. *Сертификация работ по охране труда*

Аттестация рабочих мест по условиям труда проводится в соответствии с Постановлением Правительства ПМР №221 от 25 сентября 2013 г « Об утверждении Положения о порядке проведения аттестации рабочих мест по условиям труда»

Порядок проведения аттестации рабочих мест по условиям труда (далее - Порядок) устанавливает требования к проведению аттестации рабочих мест по условиям труда (далее - аттестация), оформлению и использованию результатов аттестации.

Результаты аттестации используются в целях:

1. Разработки и реализации мероприятий по приведению условий труда в соответствие с государственными нормативными требованиями охраны труда.
2. Установления работникам, занятым на тяжелых работах, работах с вредными и (или) опасными и иными особыми условиями труда, сокращенной продолжительности рабочего времени, ежегодного дополнительного оплачиваемого отпуска, повышенной оплаты труда.
3. Информирования работников об условиях труда на рабочих местах, о существующем риске повреждения здоровья, о мерах по защите от воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов и полагающихся работникам, занятым на тяжелых работах, работах с вредными и (или) опасными и иными особыми условиями труда, компенсациях.
4. Контроля за состоянием условий труда на рабочих местах; оценки профессионального риска.
5. Обеспечения работников средствами индивидуальной защиты, прошедшими обязательную сертификацию или декларирование соответствия, а также средствами коллективной защиты.
6. Подготовки статистической отчетности об условиях труда и компенсациях за работу во вредных и (или) опасных условиях труда.
7. Подтверждения соответствия организации работ по охране труда государственным нормативным требованиям охраны труда.
8. Подготовки контингентов и поименного списка лиц, подлежащих обязательным предварительным (при поступлении на работу) и периодическим (в течение трудовой деятельности) медицинским осмотрам (обследованиям) работников.
9. Расчета скидок (надбавок) к страховому тарифу в системе обязательного социального страхования работников от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний.
10. Решения вопроса о связи заболевания с профессией при подозрении на профессиональное заболевание, а также при установлении диагноза профессионального заболевания.
11. Рассмотрения вопросов и разногласий, связанных с обеспечением безопасных условий труда работников.
12. Санитарно-бытового и медицинского обеспечения работников в соответствии с требованиями охраны труда.
13. Обоснования ограничений труда для отдельных категорий работников.
14. Приведения в соответствие наименований должностей (профессий) с наименованиями, указанными в Общероссийском классификаторе профессий рабочих, должностей служащих и тарифных разрядов.

15. Обоснования планирования и финансирования мероприятий по улучшению условий и охраны труда у работодателя, в том числе за счет средств на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний.

16. Сбора и обработки информации о состоянии условий и охраны труда у работодателей.

Аттестации подлежат все рабочие места работодателя. Аттестационная комиссия, созданная работодателем, вправе принять мотивированное решение о непроведении измерений и оценок факторов рабочей среды и трудового процесса (далее - измерения и оценки), если осуществление указанных измерений и оценок угрожает безопасности работников при выполнении ими основной работы или специалистов аттестующей организации, выполняющих измерения и оценки. Указанное мотивированное решение оформляется в письменном виде, подписывается членами аттестационной комиссии и прилагается к материалам аттестации.

В случае принятия решения о непроведении измерений и оценок условия труда на данных рабочих местах относятся к опасным условиям труда.

Обязанности по обеспечению проведения аттестации возлагаются на работодателя. Аттестацию проводят совместно работодатель и аттестующая организация, привлекаемая работодателем для выполнения работ по аттестации, на основании договора гражданско-правового характера. Аттестующая организация должна быть независимым лицом по отношению к работодателю, на рабочих местах которого данной аттестующей организацией проводится аттестация.

Работодатель вправе привлечь для выполнения работ по аттестации несколько аттестующих организаций. При этом между аттестующими организациями работа по аттестации может быть распределена как по количеству рабочих мест, подлежащих аттестации, так и по видам работ, выполняемых на данных рабочих местах.

Сроки проведения аттестации устанавливаются работодателем исходя из того, что каждое рабочее место должно аттестовываться не реже одного раза в пять лет. Указанный срок отсчитывается от даты завершения проведения предыдущей аттестации.

За дату начала проведения очередной аттестации принимается дата издания приказа работодателя об утверждении состава аттестационной комиссии и графика аттестации. Аттестация вновь организованных рабочих мест должна быть начата не позднее чем через 60 рабочих дней после ввода их в эксплуатацию.

Для организации и проведения аттестации работодателем создается аттестационная комиссия, а также определяется график проведения работ по аттестации. В состав аттестационной комиссии включаются представители работодателя, специалист по охране труда, представители выборного органа первичной профсоюзной организации или иного представительного органа работников, представители аттестующей организации.

Оценка соответствия условий труда государственным нормативным требованиями охраны труда включает в себя:

1) оценку соответствия условий труда гигиеническим нормативам;

2) оценку травмоопасности рабочих мест;

3) оценку обеспеченности работников средствами индивидуальной защиты;

4) комплексную оценку условий труда на рабочих местах.

Результаты аттестации оформляются аттестационной комиссией в виде отчета об аттестации.

Аттестационная комиссия рассматривает отчет об аттестации в течение десяти календарных дней с даты его поступления, подписывает протокол заседания аттестационной комиссии по результатам аттестации рабочих мест по условиям труда (итоговый) и передает его вместе с отчетом об аттестации работодателю (его представителю).

Работодатель в течение десяти рабочих дней с даты поступления указанного протокола и отчета об аттестации подписывает приказ о завершении аттестации и утверждении отчета

об аттестации, а также знакомит работника под роспись с результатами аттестации его рабочего места.

После проведения аттестации работодатель в течение 10 календарных дней с даты издания приказа о завершении аттестации и утверждении отчета об аттестации на бумажном и электронном носителях направляет сводную ведомость результатов аттестации рабочих мест по условиям труда, а также сведения об аттестующей организации в государственную инспекцию труда в субъекте Российской Федерации.

Внеплановая аттестация проводится:

1. В случае ввода в эксплуатацию вновь организованных рабочих мест.

2. По результатам государственной экспертизы условий труда, проведенной в целях оценки качества проведения аттестации.

Ответственность за проведение аттестации, достоверность и полноту предоставления информации в государственную инспекцию труда в субъекте Российской Федерации возлагается на работодателя. Ответственность за достоверность проведения измерений и оценок возлагается на работодателя и аттестующую организацию.

В ст. 5.27 Кодекса об административных правонарушениях РФ предусмотрена административная ответственность за нарушение законодательства о труде и об охране труда, а именно влечет наложение административного штрафа:

1) на лиц, осуществляющих предпринимательскую деятельность без образования юридического лица, - от одной тысячи до пяти тысяч рублей или административное приостановление деятельности на срок до девяноста суток;

2) на юридических лиц - от тридцати тысяч до пятидесяти тысяч рублей или административное приостановление деятельности на срок до девяноста суток.

Сертификация работ по охране труда — выдача специального свидетельства (сертификата) после проверки и оценки соответствия деятельности работодателя по обеспечению охраны труда государственным нормативным требованиям ОТ с учетом проведения аттестации рабочих мест по условиям труда и особенностей организации работ по ОТ в отраслях экономики.

Система сертификации по ОТ в организациях (далее — ССОТ) создана для реализации норм ТК РФ, Федерального закона от 17 июля 1999 г. № 181-ФЗ "Об основах охраны труда в Российской Федерации" и в соответствии с постановлением Правительства РФ от 6 сентября 2001 г. № 663 "О внесении изменения в Положение о Министерстве труда и социального развития Российской Федерации". ССОТ введена в РФ постановлением Минтруда России от 24 апреля 2002 г. № 28 "О создании системы сертификации работ по охране труда в организациях" (зарегистрировано в Минюсте России 26 июля 2002 г. № 3622). ССОТ внесена Госстандартом России в государственный реестр обязательных систем сертификации, ей присвоен регистрационный номер — № РОСС RU.001.3.01ОТ00. Постановлением Минтруда России от 24 апреля 2002 г. № 28 утверждены: Положение о системе сертификации работ по охране труда в организациях, Правила сертификации работ по охране труда в организациях и Положение о знаке соответствия системы сертификации работ по охране труда в организациях.

Цель ССОТ — содействие методами и средствами сертификации поэтапному решению проблемы создания безопасных условий труда на основе их достоверной оценки, а также учета результатов сертификации при реализации механизма экономической заинтересованности работодателей в улучшении УТ. Система направлена на создание работодателями эффективной ОТ (для деятельности организаций на едином рынке труда РФ) и призвана способствовать реализации государственной социальной политики по предоставлению гарантий государства работникам организаций на безопасные УТ в соответствии с действующим законодательством.

Объектами сертификации в ССОТ являются работы по ОТ, выполняемые организациями независимо от форм собственности и организационно-правовых форм, в т. ч.:

— деятельность работодателя по обеспечению безопасных УТ в организации;
— деятельность службы охраны труда в организации;
— работы по проведению аттестации рабочих мест по УТ;
— организация и проведение инструктажа по ОТ работников и проверки их знания требований ОТ.

Органы по сертификации осуществляют непосредственное проведение сертификационных работ по ОТ в организациях в соответствии с областью аккредитации, оформляют и выдают сертификаты соответствия работ по ОТ (сертификаты безопасности), проводят инспекционный контроль за сертифицированными работами по ОТ в организациях, приостанавливают либо отменяют действия выданных ими сертификатов безопасности. Непосредственную работу в органе по сертификации ведут специалисты с обязательным участием экспертов по сертификации, аттестованных на право проведения одного или нескольких видов работ в области сертификации. Испытательные лаборатории (испытательные центры), аккредитованные в установленном порядке, осуществляют в соответствии с областью аккредитации измерения (оценку) параметров вредных и опасных производственных факторов с целью С. р. по ОТ в организациях по программам, разработанным органом по сертификации, а также выдают протоколы измерений (оценок).

Срок действия сертификата безопасности устанавливает орган по сертификации с учетом результатов С. р. по ОТ, сроков действия государственных нормативных требований ОТ и даты завершения организацией аттестации рабочих мест по УТ. В случае невыполнения условий выдачи сертификата безопасности он аннулируется органом по сертификации (выдавшим его) или Минтруда России.

Орган по сертификации, выдавший сертификат безопасности, проводит инспекционный контроль за сертифицированными работами по ОТ для установления соответствия текущих работ по ОТ требованиям, подтвержденным при С. р. по ОТ в организации.

Результаты инспекционного контроля оформляются актом произвольной формы, в котором дается заключение о возможности сохранения действия ранее выданного сертификата безопасности. По результатам инспекционного контроля за сертифицированными работами по ОТ действие сертификата безопасности может быть приостановлено либо отменено.

Внеплановый инспекционный контроль проводится в случаях поступления информации о претензиях к качеству сертифицированных работ по ОТ от работников организации, федеральных органов исполнительной власти, осуществляющих контроль за качеством и безопасностью работ, органов исполнительной власти субъектов РФ, ведающих вопросами ОТ (государственных экспертиз УТ), общественных объединений.

Вопросы для проверки:

1. Аттестация рабочих мест по условиям труда.
2. Цели, порядок организации и проведения аттестации рабочих мест по условиям труда, ее нормативно-техническая база.
3. Классификация условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса.
4. Сертификация работ по охране труда

ТЕМА 4. ЗАЩИТА ОТ ТРАВМИРОВАНИЯ

ЛЕКЦИЯ 4.1. ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ

1. *Электробезопасность.*
2. *Виды электрических сетей.*
3. *Основные методы и средства защиты от поражения током.*

Электронасыщенность современного производства формирует электрическую опасность, источником которой могут быть электрические сети, электрифицированное оборудование и инструмент, вычислительная и организационная техника, работающая на электричестве. Электротравматизм по сравнению с другими видами производственного травматизма составляет небольшой процент, однако по числу травм с тяжелым, и особенно летальным, исходом занимает одно из первых мест. Наибольшее число электротравм (60...70 %) происходит при работе на электроустановках напряжением до 1000 В. Это объясняется широким распространением таких установок и сравнительно низким уровнем подготовки лиц, эксплуатирующих их. Электроустановок напряжением свыше 1000 В в эксплуатации значительно меньше и обслуживает их специально обученный персонал, что и обусловливает меньшее количество электротравм.

Электрический ток, протекая через тело человека, производит термическое, электролитическое, биологическое, механическое и световое воздействие:

- *Термическое воздействие* характеризуется нагревом кожи, тканей вплоть до ожогов.
- *Электролитическое воздействие* заключается в электролитическом разложении жидкостей, в том числе и крови.
- *Биологическое действие* электрического тока проявляется в нарушении биологических процессов, протекающих в организме человека, и сопровождается разрушением и возбуждением тканей и судорожным сокращением мышц.
- *Механическое действие* приводит к разрыву ткани, а световое — к поражению глаз.

Различают два вида поражения организма электрическим током:

- электрические травмы
- и электрические удары.

Электрические травмы — это местные поражения тканей и органов. К ним относятся электрические ожоги, электрические знаки и электрометаллизация кожи, механические повреждения в результате непроизвольных судорожных сокращений мышц при протекании токи' (разрыва кожи, кровеносных сосудов и нервов, вывихи суставов, переломы костей), а также электроофтальмия — воспаление глаз и результате воздействия ультрафиолетовых лучей электрической дуги.

Электрический удар представляет собой возбуждение живых тканей организма проходящем через него электрическим током, сопровождающееся непроизвольным сокращением мышц.

Различают четыре степени электрических ударов:

- I — судорожное сокращение мышц без потери сознания;
- II — судорожное сокращение мышц с потерей сознания, но с сохранением дыхания и работы сердца;
- III — потеря сознания и нарушение сердечной деятельности или дыхания (либо того и другого вместе);
- IV — клиническая смерть, т.е. отсутствие дыхания и кровообращения.

Поражение человека электрическим током может произойти при прикосновениях:

– к токоведущим частям, находящимся под напряжением;

– отключенным токоведущим частям, на которых остался заряд или появилось напряжение в результате случайного включения;

– к металлическим нетоковедущим частям электроустановок после перехода на них напряжения с токоведущих частей. Кроме того, возможна электропоражение напряжением шага при нахождении человека в зоне растекания тока на землю, электрической дугой в установках с напряжением более 1000 В;

– при приближении к частям, находящимся пой напряжением, на недопустимо малое расстояние, зависящее от значения высокого напряжения.

Характер и последствия поражения человека электрическим током зависят от ряда факторов, в том числе и от:

– электрического сопротивления тела человека,
– величины и длительности протекания через него тока,
– рода и частоты тока,
– схемы включения человека в электрическую цепь,
– состояния окружающей среды
– и индивидуальных особенностей организма.

Электрическое сопротивление тела человека складывается из сопротивления кожи и сопротивления внутренних тканей. Кожа, в основном верхний ее слой толщиной 0,2 мм, состоящий из мертвых ороговевших клеток, обладает большим сопротивлением, которое определяет общее сопротивление тела человека. При сухой, чистой и неповрежденной коже сопротивление тела человека составляет 200...20 000 Ом. При увлажненной и загрязненной коже сопротивление тела снижается до 300...500 Ом, т.е. до сопротивления внутренних органов. При расчетах сопротивление тела человека принимается равным 1000 Ом.

Сила тока, протекающего через тело человека, является главным фактором, от которого зависит исход поражения: чем больше сила тока, тем опаснее последствия.

Человек начинает ощущать проходящий через него ток промышленной частоты 50 Гц относительно малого значения 0,5..Л,5 мА. Этот ток называется *пороговым ощутимым током*. Ток силой 10... 15 мА вызывает сильные и непроизвольные судороги мышц, которые человек не в состоянии преодолеть, т.е. он не может разжать руку, которой касается токоведущей части, отбросить от себя провод, оказываясь как бы прикованным к токоведущей части. Такой ток называется пороговым неотпускающим.

При силе тока 20...25 мА у человека происходит судорожное сокращение мышц грудной клетки, затрудняется и даже прекращается дыхание, что может привести к смерти вследствие прекращения работы легких.

Ток силой 100 мА является смертельно опасным, так как он в этом случае оказывает непосредственное влияние на мышцы сердца, вызывая его остановку или фибрилляцию (быстрые хаотические и разновременные сокращения волокон сердечной мышцы), при которой сердце перестает работать.

Длительность протекания тока через тело человека определяет исход поражения им, так как с течением времени резко возрастает сила тока вследствие уменьшения сопротивления тела, и также потому, что в организме человека накапливаются отрицательные последствия воздействия тока.

Род и частота тока также в значительной степени определяют степень поражения электрическим током. Наиболее опасен *переменный ток* частотой 20...1000 Гц. При частоте меньше 20 Гц или более 1000 Гц опасность поражения током значительно снижается.

Состояние окружающей среды (температура, влажность, наличие пыли, паров кислот) влияет на сопротивление тела человека и сопротивление изоляции, что в конечном итоге определяет характер и последствия поражения электрическим током. С точки зрения состояния окружающей среды производственные помещения могут быть, сухие, влажные, сырые,

особо сырые, жаркие, пыльные с токопроводящей и нетокопроводящей пылью, с химически активной или органической средой. Во всех помещениях, кроме сухих, сопротивление тела человека уменьшается.

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

1. *Помещения с повышенной опасностью*, характеризующиеся наличием одного из следующих факторов (признаков): сырости, когда относительная влажность превышает 75 %; высокой температуры воздуха, превышающей 35° С; токопроводящей пыли; токопроводящих полов; возможности одновременного прикосновения к имеющим соединение с землей металлоконструкциям зданий, технологическим аппаратам, механизмам и т.п., с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования — с другой.

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

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

Опасность трехфазных электрических цепей с изолированной нейтралью. Провода электрических сетей по отношению к земле имеют емкость и активное сопротивление — сопротивление утечки, равное сумме сопротивлений изоляции путем тока на землю (рис. 3.13). Для упрощения анализа можно принять их равными, т. е. $C_A = C_B = C_c$ и $r_A = r_B = r_C = r$.

При прикосновении человека к одному из фазных проводов (16 а) (однофазное сопротивление) исправной сети проводимость этого провода относительно земли уменьшается и происходит смещены нейтрали. Ток через человека в этом случае выражается зависимостью;

$$I_ч = \frac{U_Ф}{R_ч\sqrt{1+\dfrac{r(r+6R_ч)}{9R_ч^2(1+r^2\omega^2C^2)}}},$$

где $U_Ф$ *— фазное напряжение сети;* $R_ч$ *— сопротивление цепи человека;* $r = r_{тч} + r_{од} + r_{об} + r_{оп}$, *где* $r_{тч}$ *— сопротивление тела человека;* $r_{ОД}$ *— сопротивление одежды (0,5...1 кОм — для влажной ткани и 10... 15 кОм — для сухой);* $r_{об}$ *— сопротивление обуви (для влажной — 0,2...2 кОм, а для сухой — 25...5000 кОм);* $r_{оп}$ *— сопротивление опорной поверхности ног — пола или фунта (сопротивление сухих полов достигает 2 кОм, а влажных или пропитанных щелочами или кислотами — 4...50 Ом);*

сопротивление опорной поверхности ног на грунте зависит от удельного сопротивления грунта и может быть определено по формулам: $r_{оп} = 2{,}2q$, *если ступни расположены рядом и* $r_{оп} = 1{,}6q$ *— ступни ног расположены на расстоянии шага (где* q *— удельное сопротивление грунта, Ом·м);* $\omega = 2\pi f$ *— угловая частота сети,* f *— частота тока для промышленных сетей равна 50 Гц.*

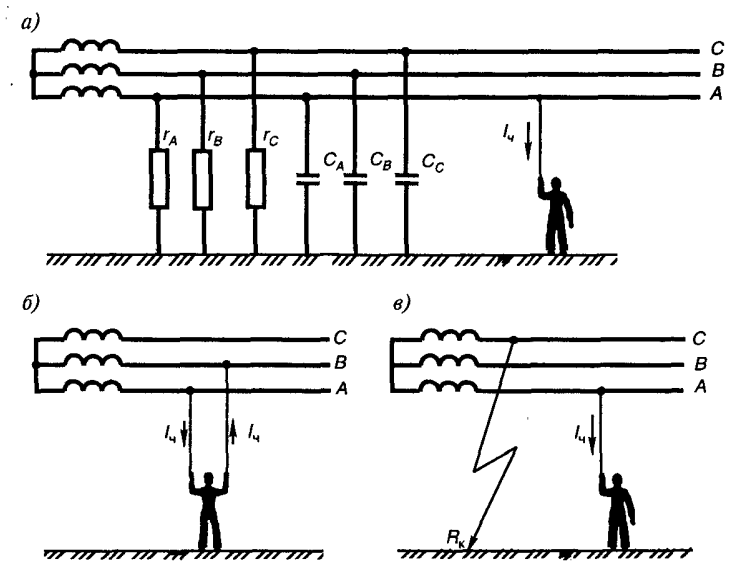


Рис. 16. Опасность трехфазных электрических цепей с изолированной нейтралью

В случае коротких электрических сетей (при малых емкостях фазных проводов относительно земли С=0) выражение для тока через человека запишется так:

$I_ч = 3U_Ф/(3R_ч + r)$.

В кабельных сетях сопротивления утечки большие ($r \to \infty$), а емкости значительны. Тогда:

$$I_ч = U_Ф \omega C \sqrt{9R_ч^2 \omega^2 C^2 + 1}.$$

При двухфазном прикосновении (рис. 3.13, 6) человек попадает под линейное напряжение и ток через человека определяется выражением:

$I_ч = U_л / R_ч$,

где $U_л$ *— линейное напряжение сети:* $U_л = \sqrt{3}U_Ф$.

В аварийном режиме работы сети при наличии замыкания на одной из фаз на землю ток, проходящий через человека, прикоснувшегося к исправной фазе, выразится зависимостью:

$I_ч = U_л/(R_ч + R_к)$.

Если переходным сопротивлением & в месте замыкания на землю можно пренебречь по сравнению с сопротивлением цепи человека, ток через человека

$I_ч \approx U_л / R_ч$

где $U_л = \sqrt{3}U_Ф$.

Таким образом, при прикосновении к одному фазному проводу сети с изолированной нейтралью в нормальном режиме ток через человека зависит от сопротивления утечки и емкости сети относительно земли. Замыкание одной из фаз на землю резко по-вышает опасность однофазного прикосновения, так как в этом случае человек попадает под напряжение, близкое к линейному. Наиболее опасным является двухфазное прикосновение.

Опасность трехфазных электрических сетей с заземленной нейтралью. Трехфазные сети с заземленной нейтралью обладают малым сопротивлением между нейтралью и землей (практически оно равно сопротивлению рабочего заземления нулевой точки трансформатора или генератора). Напряжение любой фазы исправной сети, относительно земли равно фазному напряжению, и ток через человека. прикоснувшегося к одной из фаз (рис. 17, а), определится выражением:

$I_ч = U_л/(R_ч + R_0)$,

где R_0 — сопротивление рабочего заземления нейтрали.

Пренебрегая сопротивлением рабочего заземления нейтрали ($R \leq 10$ Ом) по сравнению с сопротивлением цепи человека, можно записать:

$$I_ч = U_Ф / R_ч$$

При двухфазном прикосновении (рис. 3. 14, *б*) человек попадает поя линейное напряжение как в сетях с изолированной нейтралью и ток через человека

$$I_ч = U_л / R_ч$$

В аварийном режиме (рис. 16, *в*), когда одна из фаз сети замкнута на землю, происходит перераспределение напряжения и напряжения исправных фаз по отношению к земле отличны от фазного напряжения сети. Прикасаясь к исправной фазе, человек попадает под напряжение $U_ч$, которое больше фазного, но меньше линейного, и ток, проходящий через человека,

$$I_ч = U_x / R_ч .$$

Таким образом, прикосновение к исправной фазе при замыкании другой фазы на землю опаснее, чем прикосновение в фазе в нормальном режиме работы трехфазной сети с заземленной нейтралью, а наиболее опасно двухфазное прикосновение.

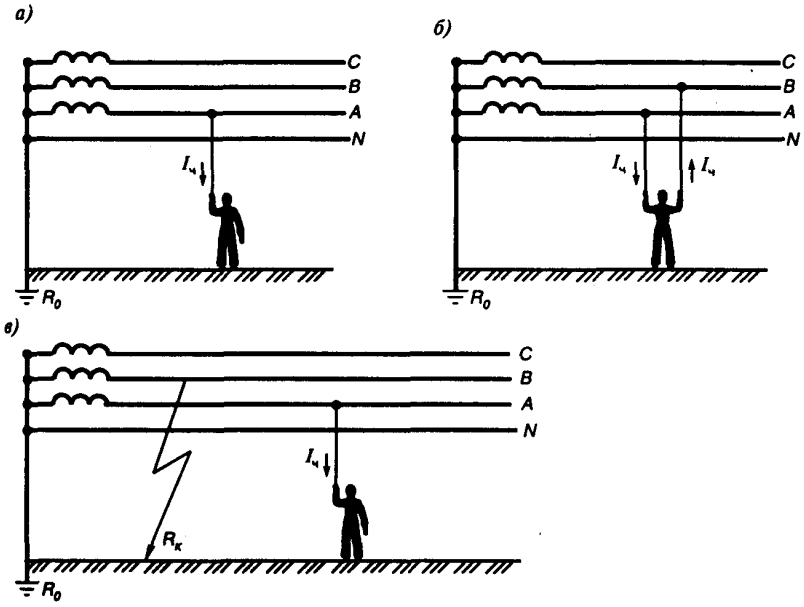


Рис. 17. Опасность трехфазных электрических цепей с заземленной нейтралью

Анализируя различные случаи прикосновения человека к проводам трехфазных электрических сетей, можно сделать следующие выводы:

1) наименее опасным является однофазное прикосновение к проводу исправной сети с изолированной нейтралью;

2) при замыкании одной из фаз на землю опасность однофазного прикосновения к исправной фазе больше, чем в исправной сети при любом режиме нейтрали;

3) наиболее опасным является двухфазное прикосновение при любом режиме нейтрали.

Режим нейтрали трехфазной сети выбирается по технологическим требованиям и по условиям безопасности. Согласно ПУЭ, при напряжении выше 1000 В применяются две схемы: трехпроводные сети с изолированной нейтралью и трехпроводные сети с эффективно заземленной нейтралью, а при напряжении до 1000 В применяются трехпроводные сети с изолированной нейтралью и четырехпроводные сети с глухозаземленной нейтралью.

Опасность сетей однофазного тока. Однофазные сети могут быть изолированными от земли, иметь заземленный полюс или среднюю точку (рис. 18).

При однополюсном прикосновении к проводу изолированной сети человек оказывается «подключенным» к другому проводу через сопротивление утечки (рис. 3.15, а). Так как од-

нофазные сети переменного тока имеют небольшую протяженность, емкостью проводов относительно земли можно пренебречь, а для сетей постоянного тока емкость не увеличивается, так как ток утечки через емкость равен нулю. Для упрощения выводов условимся, что сопротивления утечки обоих проводов одинаковы, т.е.

$$r_1 = r_2 = r .$$

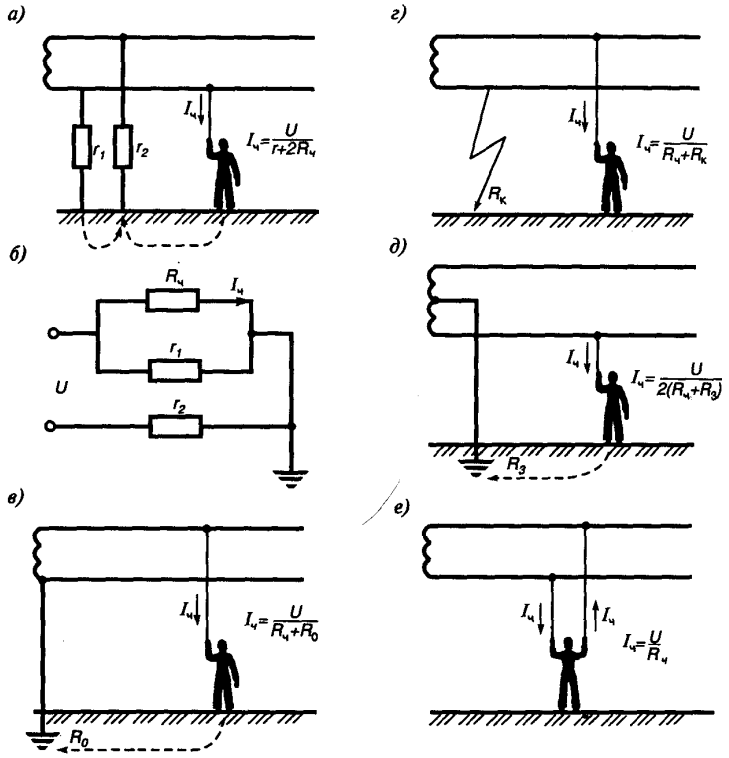


Рис. 18. Опасность сетей однофазного тока: *а* — схема прикосновения к проводу изолированной сети; *б* — эквивалентная схема; *в* — схема прикосновения к незаземленному проводу сети с заземленным полюсом; *г* — схема прикосновения к проводу неисправной сети; *д* — схема прикосновения к проводу сети с заземленной средней точкой; е — схема прикосновения к двум проводам сети

Выражение для тока, протекающего через человека, полученное из эквивалентной схемы, (рис. 18а) имеет вид:

$$I_ч = U/(r + 2R_ч) .$$

Прикосновение человека к незаземленному проводу сети с заземленным полюсом (рис. 18, *в*) вызывает протекание тока

$$I_ч = U/(R_ч + R_0),$$

а так как $R_0 << R_ч$, то можно записать, что

$$I_ч = U / R_ч$$

Прикосновение к исправному проводу при замыкании другого j провода на землю (рис. 18, *г*) вызывает ток через человека:

$$I_ч = U/(R_ч + R_к)$$

При прикосновении к одному из проводов сети с заземленной средней точкой (рис. 18, *д*) человек попадает под напряжение, равное половине напряжения сети:

$$I_ч = U / 2(R_ч + R_3)$$

где R_3 — сопротивление замыкания.

В случае прикосновения к двум проводам сети (рис. 18, *е*) человек попадает под напряжение сети и выражение для тока будет:

$$I_ч = U / R_ч$$

Анализируя эти выражения для токов, проходящих через человека при различных случаях прикосновения к однофазным сетям постоянного тока, можно сделать вывод, что наиболее опасно двухполюсное прикосновение при любом режиме сети относительно земли

(изолированной, с заземленным полюсом или средней точкой), так как в этом случае ток, протекающий через человека, определяется только сопротивлением его тела.

Наименее опасно однополюсное прикосновение к проводу изолированной сети в нормальном режиме работы.

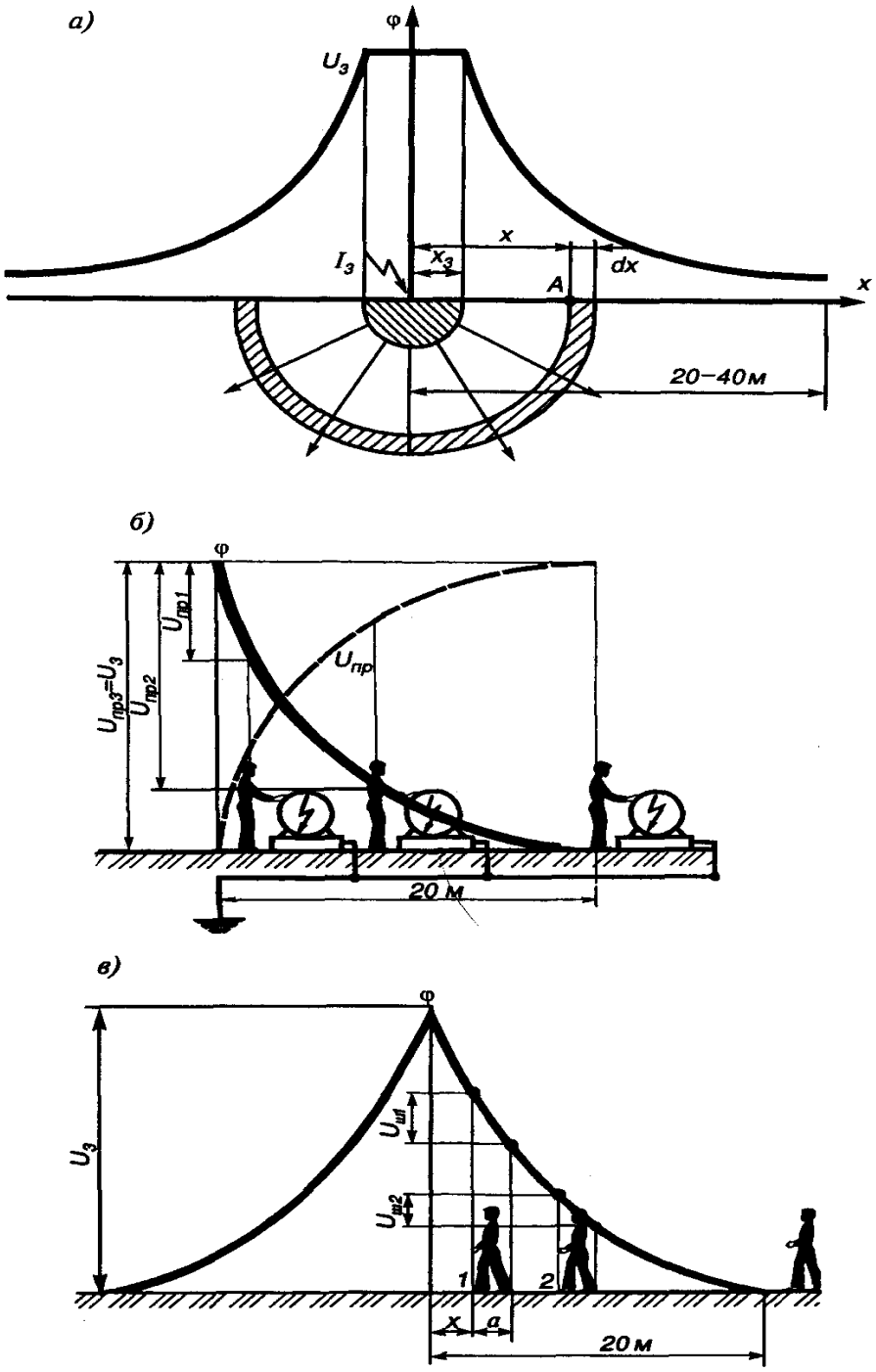


Рис. 19. Растекание тока в грунте (а); напряжение прикосновения (б) и напряжение шага (в)

Растекание тока в грунте. Схема растекания тока в фунте представлена на рис. 19, *а*. Замыкание тока происходит при повреждении изоляции и пробое фазы на корпус оборудования, при падении на землю провода под напряжением и по другим причинам. Растекание тока замыкания в фунте определяет характер распределения потенциалов на поверхности земли. Для упрощения анализа сделаем допущения, что ток стекает в грунт через одиночный заземлитель полусферической формы, что грунт однородный и изотропный и что удельное сопротивление грунта ρ во много раз превышает удельное сопротивление материала заземлителя. Тогда плотность тока в точке *А* на расстоянии *x* выразится зависимостью:

$$\delta = \frac{I_3}{S} = \frac{I_3}{2\pi x^2},$$

где I_3 — ток, стекающий с заземлителя в грунт; $S = 2\pi x^2$ — площадь поверхности полусферы радиусом *x*.

Падение напряжения в элементарном слое фунта толщиной *dx* выразится через напряженность поля *E* и толщину этого слоя:

$dU = Edx.$

Напряженность поля определяется законом Ома в дифференциальной форме $E = \delta\rho$.

Потенциал точки *А* (или напряжение в этой точке) равен падению напряжения от точки *А* до бесконечно удаленной точки с нулевым потенциалом. Поэтому

$$\varphi_A = U_A = \int_x^\infty dU = \int_x^\infty \frac{I_3\rho}{2\pi x^2} dx = \frac{I_3}{2\pi x}.$$

Обозначив $I_з = \rho / 2\pi = const = k$, получим

$$\varphi_A = U_A = k / x.$$

Таким образом, потенциал на поверхности фунта распределяется по закону гиперболы.

Напряжение прикосновения (рис. 3.16, *б*) — это напряжение между двумя точками цепи тока замыкания на землю (корпус) при одновременном прикосновений к ним человека. Численно оно равно разности потенциалов корпуса $\varphi_к$ и точек почвы, в которых находятся ноги человека $\varphi_н$ (рис.19, *б*), т. е.

$$U_{пр} = \varphi_к - \varphi_н = \frac{I_3}{2\pi}\left(\frac{1}{x_3} - \frac{1}{x}\right) = \frac{I_3\rho}{2\pi} \cdot \frac{x - x_3}{x}$$

или

$$U_{пр} = U_3\alpha.$$

Величину а называют *коэффициентом напряжения прикосно*вения (в пределах этой зоны растекания тока а меньше единицы, а за пределами этой зоны равен единице). Напряжение прикосновения увеличивается по мере удаления от заземлителя, и за пределами зоны растекания тока оно равно напряжению на корпусе оборудования.

Ток, протекающий через человека при прикосновений,

$$I_ч = U_{пр} / R_ч.$$

Напряжение шага — это напряжение между точками земли, обусловленное растеканием тока замыкания на землю при одновременном касании их ногами человека. Численно напряжение шага равно разности потенциалов точек, на которых находятся ноги человека (рис. 19, *в*).

При расположении одной ноги человека на расстоянии x от заземлителя и ширине шага а (обычно принимается a = 80 см) получаем

$$U_ш = \varphi_1 - \varphi_2 = \frac{I_3\rho}{2\pi}\left(\frac{1}{x} - \frac{1}{x+a}\right) = \frac{I_3\rho}{2\pi} \cdot \frac{a}{x(x+a)},$$

или

$$U_ш = U_3 \frac{ax_3}{x(x+a)}.$$

Аналогично напряжению прикосновения напряжение шага:

$$U_ш = U_3 / \beta,$$

где $\beta = \dfrac{ax_3}{x(x+a)}$ *— коэффициент напряжения шага, который зависит от вида заземлителей, расстояния от заземлителя и ширины шага (чем ближе к заземлителю и чем шире шаг, тем* β *больше).*

Напряжение шага максимально у заземлителя и уменьшается по мере удаления от заземлителя; вне поля растекания оно равно нулю. Напряженность шага также увеличивается с увеличением ширины шага.

Ток, обусловленный напряжением шага,

$$I_ч = U_ш / R_ч.$$

Следует отметить, что условия поражения человека напряжением прикосновения и напряжением шага различны, так как ток протекает по разным путям: через грудную клетку — от напряжения прикосновения и по нижней петле — от напряжения шага. Значительные напряжения шага вызывают судорогу в ногах, человек падает, после чего цепь тока замыкается вдоль всего тела человека.

Защитное заземление. При эксплуатации электрооборудования возможно замыкание его токоведущих частей на корпус в результате повреждения оборудования и других причин. В этом случае прикосновение человека к металлическим корпусам электродвигателей, пускателей и т.д., или к соединенным с ними металлическим деталям технологического оборудования, становится также опасно, как и к оголенному проводу, находящемуся под напряжением. Одной из основных мер защиты от поражения электрическим током является защитное заземление.

Защитное заземление — преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом, металлических нетоковедущих частей оборудования, которые могут оказаться под напряжением. Назначение защитного заземления – устранение опасности поражения людей электрическим током при появлении напряжения на конструктивных частях электрооборудования, т.е. при замыкании на корпус.

Принцип действия защитного заземления заключается в снижении напряжения относительно земли до безопасной величины на оказавшихся под напряжением нетоковедущих частях оборудования путем создания между землей и корпусом электрического соединения большой проводимости, вследствие чего ток, проходящий через включенное параллельно этому соединения тело человека, становится не опасным для жизни человека.

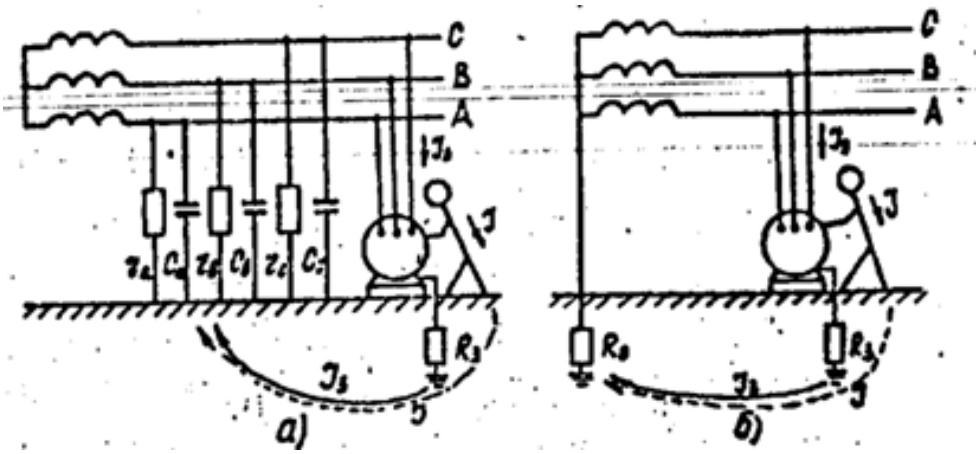
Защитное заземление применяется в трехфазных, трехпроводных сетях напряжением

до 1000 В с изолированной нейтралью и в сетях напряжением свыше 1000 В как с изолированной, так и с заземленной нейтралью.

Изолированной нейтралью называется нейтраль трансформатора или генератора, не присоединенная к заземляющему устройству, или присоединенная через большое сопротивление (трансформатор напряжения и т.п.)

Заземленной нейтралью называется нейтраль трансформатора или генератора, присоединенная к заземляющему устройству непосредственно или через малое сопротивление (трансформатор тока и т.п.)

Если человек, стоя на земле, касается незаземленного корпуса, оказавшегося под напряжением, через тело человека проходит весь ток замыкания на землю J=J3. (рис 20а), проходит часть тока заземления J=f(J3) (рис.20б).



При прикосновении к заземленному корпусу, через тело человека

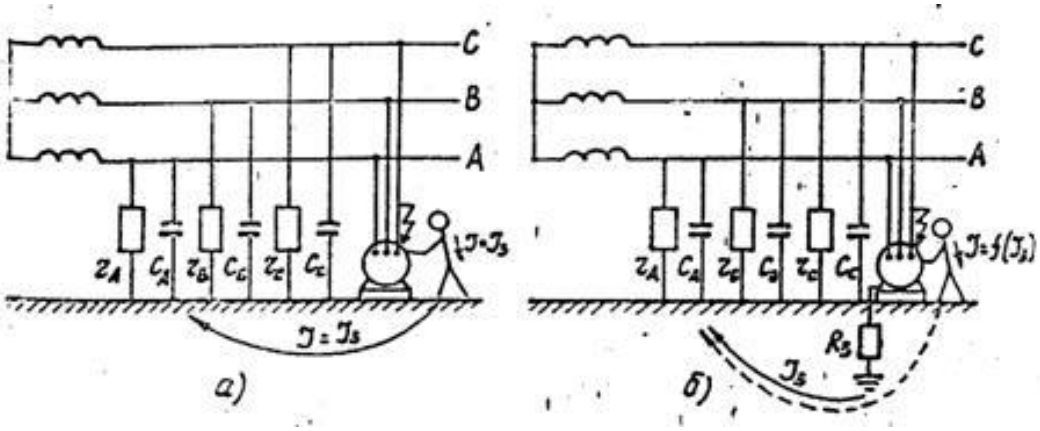
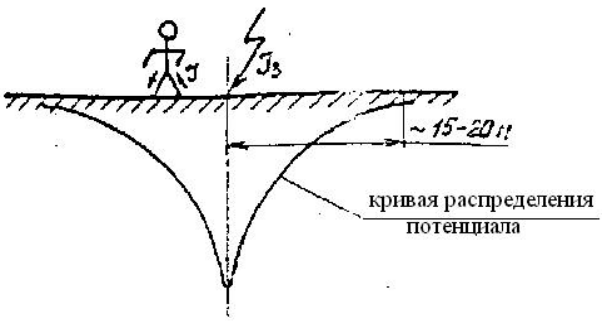


Рис. 20. Схема прикосновения к корпусу, оказавшемуся под напряжением. C, r – емкость провода относительно земли, сопротивление изоляции а, - при отсутствии изоляции; б – при наличии заземления.

При замыкании на землю, в результате электрического соединения находящихся под напряжением частей электроустановки с землей, падения на землю оборванного провода и т.п., человек может оказаться под напряжением и быть пораженным током, не соприкасаясь с оборудованием, попав в поле растекания тока в земле.

По мере растекания тока во все возрастающих объемах грунта плотность тока на единицу объема грунта уменьшается. Наибольшая плотность тока и наивысшее напряжение относительно земли будет в месте замыкания тока на землю. При удалении от места замыкания тока на землю напряжение относительно земли убывает.

Рис 21. Кривая распределения потенциала



Если при помощи вольтметра измерить величины напряжений в нескольких точках, расположенных на разных расстояниях друг от друга в зоне растекания тока, а затем соединить точки, полученные в результате этих замеров, то, получив кривую распределения потенциала, изображенную на рис.3.2.

По мере удаления от заземлителя потенциал снижается и на расстоянии 15-20 м становится столь незначительным, что его можно принять равным нулю. Поэтому в соответствии с требованиями ПУЭ за точки нулевого потенциала (потенциал, практически не отличающийся от нормального потенциала земли) принимают точки на поверхности, отдаленные от заземлителя на расстояние, превышающее 20 м.

Напряжение, под которым оказывается человек, попав в зону растекания тока в земле, называют напряжением шага, т.е. напряжением между двумя точками цепи тока, находящимися на расстоянии шага.

Ток, проходящий через человека в случае попадания под шаговое напряжение, зависит от тока замыкания на землю J=j(J3). Чем шире шаг, тем шаговое напряжение будет выше и может достигнуть опасной величины. Поэтому выходить из зоны растекания тока необходимо короткими шагами.

В правилах устройства электроустановок (ПУЭ) нормируются сопротивления заземления в зависимости от напряжения электроустановок. В электроустановках напряжением до 1000 В сопротивление заземления должно быть не выше 4 Ом. В электроустановках напряжением выше 1000 В с большими (более 500 А) токами замыкания на землю сопротивление заземления должно быть не выше 0.5 Ом. В электроустановках с малыми токами замыкания на землю (менее 500 А) сопротивление заземления должно быть не более 10 Ом.

Заземляющим устройством называется совокупность заземлителя и заземляющих проводников, соединяющих заземляемые части электроустановки с заземлителем.

Различают два вида заземляющих устройств: *выносное (или сосредоточенное) и контурное (или распределенное):*

– *Выносное заземляющее устройство* характеризуется тем, что заземлитель его вынесен за пределы площадки, на которой размещено заземляемое оборудование, или сосредоточен на некоторой части этой площадки. Недостаток выносного заземления – отдаленность заземлителя от защищаемого оборудования, вследствие чего коэффициент прикосновения α=1. Данный тип заземляющего устройства применяют лишь при малых значениях тока замыкания на землю и, в частности, в установках напряжением до 1000 В. Преимуществом такого типа является возможность выбора места размещения заземлителей с наименьшим сопротивлением грунта (сырое, глинистое, в низинах и т.п.).

– *Контурное заземляющее устройство* характеризуется тем, что его заземлители размещают по контуру (периметру) площадки, на которой находится заземляющее оборудование или распределяют по всей площадке по возможности равномерно.

Заземлитель – металлический проводник (электрод) или группа проводников, непосредственно соприкасающихся с грунтом и создающих электрическое соединение с землей, обладающей определенным сопротивлением растеканию тока.

Различают заземлители искусственные, предназначенные исключительно для целей заземления и естественные – находящиеся в земле металлические предметы для иных целей.

Для искусственных заземлителей применяют обычно вертикальные и горизонтальные

электроды. В качестве вертикальных электродов используют стальные трубы диаметром 30-50 мм, угловую сталь размером от 40х40 до 60х60 мм, длинной 2,5 –3 м и стальные прутки диаметром 10-12 мм. Для связи вертикальных электродов и в качестве самостоятельного горизонтального электрода используют полосовую сталь сечением не менее 4х12 мм и сталь круглого сечения диаметром не менее 6 мм.

Для установки вертикальных заземлений предварительно роют траншею глубиной 0,7-0,8 м, после чего с помощью механизмов забивают трубы или уголки.

В качестве естественных заземлителей можно использовать проложенные в земле металлические трубопроводы (за исключением трубопроводов горючих жидкостей, горючих взрывоопасных газов), а также трубопроводов, покрытых изоляцией для защиты от коррозии; обсадные трубы артезианских колодцев, скважин, шурфов и т.п.; металлические конструкции и арматуру железных конструкций зданий и сооружений, имеющих соединение с землей; свинцовые оболочки кабелей, проложенные в земле.

Естественные заземлители обладают, как правило, малым сопротивлением растеканию тока, поэтому использование их для целей заземления дает большую экономию. Недостатками естественных заземлителей являются доступность их неэлектротехническому персоналу и возможность нарушения непрерывности соединения протяженных заземлителей (при ремонтных работах и т.п.). Использование естественных заземлителей без предварительного расчета и испытания недопустимо.

В качестве заземляющих проводников, предназначенных для соединения заземляемых частей с заземлителями, применяют полосовую и круглую сталь. Заземляющие проводники в помещениях должны быть доступны для осмотра.

Присоединение заземляемого оборудования к магистрали заземления осуществляют с помощью отдельных проводников. При этом последовательное включение заземляемого оборудования не допускается.

Ток, проходящий через заземлитель в землю, преодолевает сопротивление, называемое сопротивлением растеканию тока. Оно имеет три слагаемых: сопротивление самого заземлителя, переходное сопротивление между заземлителем и грунтом и сопротивление грунта.

Сопротивление заземлителя и переходное, по сравнению с сопротивлением грунта, незначительны. Следовательно, на сопротивление растеканию тока будут влиять свойства и влажность грунта, в котором находятся заземлители и полосы связи, а также глубина расположения заземлителей и полос связи, форма заземлителей, их размеры и взаимное расположение.

Удельным сопротивление грунта называется сопротивление между противоположными сторонами одного кубического метра грунта со сторонами 1х1 м. Измеряется удельное сопротивление в Ом*м. Величина удельного сопротивления грунта зависит от строения грунта, его температуры, содержания влаги и солей в грунте.

Т.к. влажность грунта в разное время года бывает различной, то и удельное сопротивление грунта может значительно меняться. Для исключения погрешности при измерениях удельного сопротивления грунта, величину измеренного удельного сопротивления умножают на соответствующие коэффициенты повышения К1, К2, и К3, учитывающие изменение удельного сопротивления грунта в зоне высыхания или промерзания (таблица П.2.2.). Коэффициентом К1 пользуются при наибольшем количестве осадков, выпавших в предшествующее измерению в течение года по данным метеорологической станции, К2 – при среднем количестве осадков и коэффициентом К3 – при незначительном количестве осадков.

Сопротивление заземляющего устройства со временем может увеличиваться вследствие высыхания грунта и других причин, превосходя установленные нормы. Поэтому ПУЭ предусмотрено, что измерение сопротивления заземляющих устройств цеховых электроустановок должно проводиться не реже 1 раза в год, а именно, один год – летом при наибольшем высыхании почвы и другой год – зимой в период наибольшего ее промерзания.

Внеплановые измерения сопротивления заземляющего устройства проводятся после

реконструкции или капительного ремонта электросети. Измерению подлежат все элементы заземления, находящиеся в земле: искусственные и естественные заземлители и полосы связи, соединяющие их в земле.

Все наружные присоединения к заземляющему устройству на время измерений отсоединяются от проверяемого заземлителя. В случае, если сопротивление заземляющего устройства превышает нормативное, принимают меры к его снижению, присоединяя к групповому заземлителю дополнительные электроды, заменяя поврежденные коррозией заземлители новыми, или обрабатывая грунт поваренной солью, вводя ее непосредственно у заземлителей. После этого вторично измеряют сопротивление заземляющего устройства.

Результаты измерения сопротивления заземляющего устройства оформляют протоколом, а заключение заносят в паспорт заземляющего устройства.

Измерение удельного сопротивления грунта производится методом контрольного электрода или методом четырех электродов.

Измерение методом контрольного электрода производится аналогично измерению сопротивления заземления. При этом к зажимам 1 и 2 вместо Rx присоединяется дополнительный электрод в виде металлического стержня или трубы вышеуказанных размеров.

В местах забивки контрольного электрода, вспомогательного заземления и зонда растительный или насыпной слой должен быть удален.

Удельное сопротивление грунта на глубине забивки контрольного заземлителя рассчитывают по формуле сопротивления растекания тока заземления, верхний конец которого выходит на поверхность земли.

$$R=(0{,}366*r / l)* \lg(4* l / d), \qquad (3.1)$$

*где R – сопротивление тока контрольного заземлителя, Ом; r – удельное сопротивление грунта , Ом*м; l – длина заземлителя в земле, м; d – наружный диаметр заземлителя, м.*

Откуда можно определить удельное сопротивление грунта

$$r = 2{,}73*(R*l/[\lg(4*l/d)]), \qquad (3.2)$$

где R – измеренное сопротивление растеканию тока с контрольного заземлителя, Ом.

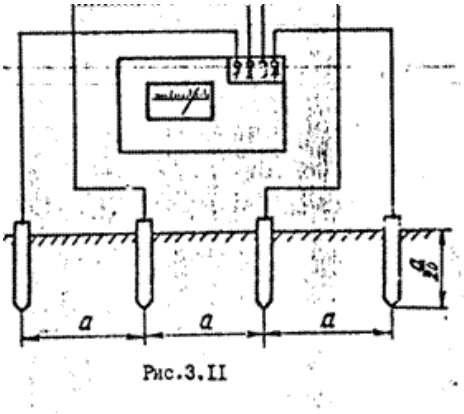


Рис. 22. Схема измерения удельного сопротивления грунта

При измерении удельного сопротивления грунта методом четырех электродов электроды устанавливают на равных расстояниях друг от друга по прямой линии .

Глубина забивки стержней не должна превышать 1/20 расстояния а.

Удельное сопротивление грунта определяется по формуле:

$r=2paR,$ (3.3)

где a – расстояние между стержнями, м; R – показание прибора, Ом.

Расчет заземления должен быть основан на предварительных измерениях удельного сопротивления грунта в месте расположения заземлителей.

Расчетное удельное сопротивление грунта принимают

$r_{расч}= Kn*r_{изм}$ (3.4)

где Kn — повышающий коэффициент (таблица П.2.2.);

*rизм — измеренное удельное сопротивление грунта, Ом*м.*

Сопротивление растеканию тока одиночного заземлителя, верхний конец которого находится ниже поверхности земли, можно определить по формуле:

$R=(0,366)*r_{расч}/l*[lg(2*l/d)+1/2/*lg[(4*t+l)/(4*t-l]],$ (3.5)

где t- расстояние от середины заземлителя до поверхности земли, м; l - длина заземлителя, м.

Расстояние t определяется длиной заземлителя l и расстоянием от верхнего конца заземлителя до поверхности земли h:

$t=l/2+h$ (3.6)

Вертикальные заземлители обычно забивают на расстоянии h = 0.5-0.8 м от поверхности земли.

Если вместо трубы или стержня применяют угловую сталь сопротивление растеканию тока рассчитывают по той же формуле (3.5) подставляя вместо d эквивалентный диаметр dэ.

$d_э=0,95*s,$ (3.7)

где s -- ширина стороны уголка, м.

Ориентировочное число электродов в групповом заземлителе n0 можно определить из соотношения:

$n0 = R / R_{з.д.}$ (3.8)

где Rз.д. — предельно – допустимое сопротивление заземляющего устройства (согласно требований ПУЭ в установках напряжением до 1000 В Rз.д = 4 Ом).

Групповое расположение электродов в заземляющем устройстве приводит к взаимному влиянию полей растекания тока заземлителей и соединительной полосы связи и, в конечном счете, увеличивает сопротивление растеканию тока, что учитывается коэффициентами использования (экранирования) заземлителей h3 и полосы связи hn.

Для нахождения коэффициентов использования заземлителей предварительно задаются расположением электродов в групповом заземлителе (в ряд или по контуру) и далее прини-

мают расстояние между электродами. Зная это, а также ориентировочное число электродов для группового заземлителя n0, определяют коэффициент использования заземлителей h3 (таблица П.2.3.). После этого находят число электродов n с учетом найденного коэффициента использования:

$$n = hb / h3 \qquad (3.9)$$

В соответствие с найденным числом электродов коэффициент использования h3 уточняется по той же таблице.

Сопротивление растеканию тока всех электродов в групповом заземлителе R3 определяют из выражения:

$$R3 = R / n*h3' \qquad (3.10)$$

где h3' — уточненный коэффициент использования заземлителей.

Сопротивление растеканию тока полосы связи определяется по формуле:

$$Rn=[0,366*rрассч/ln]*lg(2*l2n/(b*h1)) \qquad (3.11)$$

где h1 – расстояние от поверхности земли до полосы связи, м; ln – длина полосы связи, м; b – ширина полосы связи, м;

Длину полосы связи, объединяющую все отдельные заземлители в один общий заземлитель, можно найти из выражения:

$$ln = 1,05*a*n \qquad (3.12)$$

где a – принятое расстояние между заземлителями, м; n – число электродов в заземлителе.

По таблице П.2.4. находят коэффициент использования полосы связи hn и определяют сопротивление растеканию тока полосы связи R'n с учетом коэффициента использования:

$$R'n = Rn / hn \qquad (3.13)$$

Общее сопротивление растеканию тока заземляющего устройства определяется по формуле:

$$Rз.у. = 1/ (1/ R3 + 1/ R'n) \qquad (3.14)$$

где R3 — расчетное сопротивление растеканию тока всех заземлителей, Ом; R'n — расчетное сопротивление растеканию тока соединительной полосы связи, Ом.

Таким образом, методика расчета заземляющего устройства будет сводиться к следующему алгоритму:

1. Взять измеренное значение удельного сопротивления заданного грунта rизм.
2. Из выражения (3.4) найти расчетное значение удельного сопротивления грунта rрасч.
3. По формуле (3.5) определить сопротивление растеканию тока одиночного заземлителя R.
4. Из выражения (3.8) найти ориентировочное число электродов в групповом заземлителе n0.

5. По таблице П.2.3 найти коэффициент использования заземлителей h3.

6. Из выражения (3.9) найти число электродов n с учетом коэффициента использования.

7. По таблице П.2.3 уточнить коэффициент использования заземлителей h3 в соответствии с числом электродов.

8. По формуле (3.10) определить сопротивление растеканию тока всех электродов в групповом заземлителе R3.

9. По формуле (3.11) определить сопротивление растеканию тока полосы связи Rn.

10. Найти коэффицент использования полосы связи hn (таблица П.2.4).

11. Из выражения (3.13) найти сопротивление растеканию тока полосы связи Rn с учетом коэффициента использования.

12. По формуле (3.14) определить общее сопротивление растеканию тока заземляющего устройства Rз.у.

13. Сравнить полученное расчетное значение сопротивления заземляющего устройства с предельно допустимым согласно требованиям ПУЭ и сделать выводы.

Зануление состоит в преднамеренном соединении металлических нетоковедущих частей оборудования, которые могут оказаться под напряжением вследствие пробоя изоляции, с нулевым защитным проводником. При замыкании любой фазы на корпус образуется контур короткого замыкания, характеризуемый силой тока весьма большой величины, достаточной для «выбивания» предохранителей в фазных питающих проводах. Таким образом электроустановка обесточивается. Предусматривается повторное заземление нулевого проводника на случай обрыва нулевого провода на участке, близком к нейтрали. По этому заземлению ток стекает на землю, откуда попадает в заземление нейтрали, по нему во все фазные провода, включая имеющий пробитую изоляцию, далее на корпус. Таким образом образуется контур короткого замыкания.

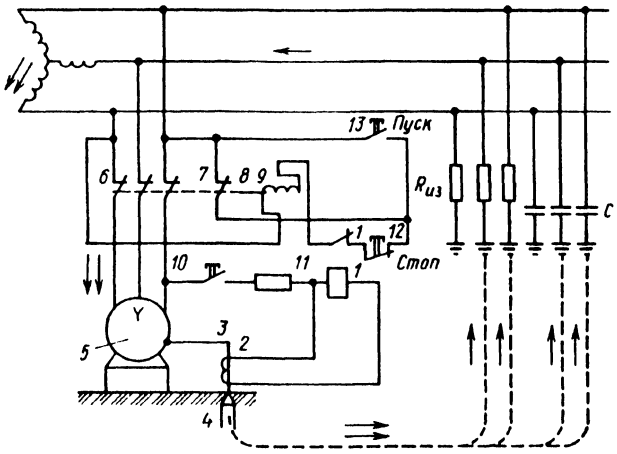


Рисунок 23. Принципиальная схема устройства защитного отключения: 1–реле максимального тока, *2*–трансформатор тока. *3*–проводник, *4*–заземлитсль; 5– электродвигатель. *6*–пускатель, 7–блок-контакты. *8*–сердечник. 9–катушка пускателя; 10, 12, 13 – кнопки, 11 – вспомогательное сопротивление

Защитное отключение электроустановок обеспечивается путем введения устройства, автоматически отключающего оборудование – потребитель тока при возникновении опасности поражения током. Схемы отключающих автоматических устройств весьма разнообразны. Во всех случаях система срабатывает на превышение какого-либо параметра в электрических цепях технологического оборудования (силы тока, напряжения, сопротивления изоляции). На рис. 5.12 представлена схема защитного отключения с использованием реле максимального тока.

Повышение электробезопасности достигается также путем применения изолирующих, ограждающих, предохранительных и сигнализирующих средств защиты.

Изолирующие электрозащитные средства делятся на основные и дополнительные. Основные изолирующие электрозащитные средства способны длительное время выдерживать рабочее напряжение электроустановки, и поэтому ими разрешается касаться токоведу-

щих частей, находящихся под напряжением, и работать на этих частях. К таким средствам относятся: в электроустановках напряжением до 1000 В – диэлектрические резиновые перчатки, инструмент с изолирующими рукоятками и указатели напряжения до 1000 В (ранее назывались токоискателями); в электроустановках напряжением выше 1000 В – изолирующие штанги, изолирующие и электроизмерительные клещи, а также указатели напряжения выше 1000 В.

Дополнительные изолирующие электрозащитные средства обладают недостаточной электрической прочностью и поэтому не могут самостоятельно защищать человека от поражения током. Их назначение – усилить защитное действие основных изолирующих средств, вместе с которыми они должны применяться. К дополнительным изолирующим средствам относятся: в электроустановках напряжением до 1000 В –диэлектрические галоши, коврики и изолирующие подставки; в электроустановках напряжением выше 1000 В –диэлектрические перчатки, боты, коврики, изолирующие подставки.

Ограждающие средства защиты предназначены для временного ограждения токоведущих частей (временные переносные ограждения, щиты, ограждения-клетки, изолирующие накладки, изолирующие колпаки).

Сигнализирующие средства включают запрещающие и предупреждающие знаки безопасности, а также плакаты: запрещающие, предостерегающие, разрешающие, напоминающие. Чаще всего используется предупреждающий знак «Проход запрещен».

Предохранительные средства защиты предназначены для индивидуальной защиты работающего от световых, тепловых и механических воздействий. К ним относят: защитные очки, противогазы, специальные рукавицы и т. п.

Средства защиты от статического электричества. Величина потенциалов зарядов искусственного статического электричества на ременных передачах и лентах конвейеров может достигать 40 кВ, при механической обработке пластмасс и дерева до 30 кВ, при распылении красок до 12 кВ. При соответствующих условиях происходит пробой воздушной прослойки, сопровождающийся искровым разрядом (пробивное сопротивление абсолютно сухого воздуха составляет 3000 кВ/м), что может инициировать взрыв или пожар.

Основные мероприятия, применяемые для защиты от статического электричества производственного происхождения, включают методы, исключающие или уменьшающие интенсивность генерации зарядов, и методы, устраняющие образующиеся заряды. Интенсивность генерации зарядов можно уменьшить соответствующим подбором пар трения или смешиванием материалов таким образом, что в результате трения один из смешанных материалов наводит заряд одного знака, а другой –другого. В настоящее время создан комбинированный материал из найлона и дакрона, обеспечивающий защиту от статического электричества по этому принципу.

Изменением технологического режима обработки материалов также можно добиться снижения количества генерируемых зарядов (уменьшение скоростей обработки, скоростей транспортирования и слива диэлектрических жидкостей, уменьшение сил трения).

При заполнении сыпучими веществами или жидкостями диэлектриками резервуаров на входе в них применяют релаксационные емкости, чаще всего в виде заземленного участка трубопровода увеличенного диаметра, обеспечивающего стекание всего заряда статического электричества на землю.

Образующиеся заряды статического электричества устраняют чаще всего путем заземления электропроводных частей производственного оборудования. Сопротивление такого заземления должно быть не более 100 Ом. При невозможности устройства заземления практикуется повышение относительной влажности воздуха в помещении. Возможно увеличить объемную проводимость диэлектрика, для чего в него вносят графит, ацетиленовую сажу, алюминиевую пудру, а в жидкие диэлектрики – специальные добавки. Для ряда машин и агрегатов нашли применение нейтрализаторы статического электричества (коронного разряда, радиоизотопные, аэродинамические и комбинированные). Во всех типах этих устройств пу-

тем ионизации воздуха вблизи элемента конструкции, накапливающего заряд статического электричества, образуются ионы, в том числе со знаком, противоположным знаку заряда, что и вызывает его нейтрализацию.

К средствам индивидуальной защиты от статического электричества относятся электростатические халаты и специальная обувь, подошва которой выполнена из кожи либо электропроводной резины, а также антистатические браслеты.

Значительно большую опасность представляет *атмосферное статическое электричество,* эффективным средством защиты от которого является молниезащита. Она включает комплекс мероприятий и устройств, предназначенных для обеспечения безопасности людей, предохранения зданий, сооружений, оборудования и материалов от взрывов, загораний и разрушений, возможных при воздействии молний.

Для всех зданий и сооружений, не связанных с производством и хранением взрывчатых веществ, а также для линий электропередач и контактных сетей проектирование и изготовление молниезащиты должно выполняться согласно «Инструкции по устройству молниезащиты зданий и сооружений» РД 34.21.122–87.

По степени защиты зданий и сооружений от воздействия атмосферного электричества молниезащита подразделяется на три категории. Категория молниезащиты определяется назначением зданий и сооружений среднегодовой продолжительностью гроз, а также ожидаемым числом поражений здания или сооружения молнией в год.

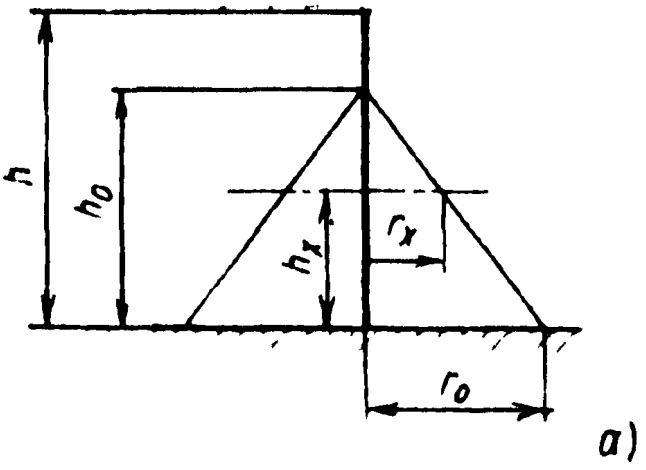
Ожидаемое годовое число поражений молнией прямоугольных зданий и сооружений

N= *(S*+ 6hзд)(L-6hзд)-7,7h2здn10-6,

для сосредоточенных зданий и сооружений (башен, вышек, дымовых труб и т. д.)

N= 9πh2здn10-6,

где S, L–ширина и длина зданий, м (для зданий и сооружений сложной конфигурации в плане при расчете N в качестве S и L принимают ширину и длину наименьшего описанного прямоугольника); h^ –наибольшая высота здания или сооружения, м; п –среднегодовое число ударов молний в 1 км2 земной поверхности (удельная плотность ударов молний в землю) в месте расположения зданий или сооружений.



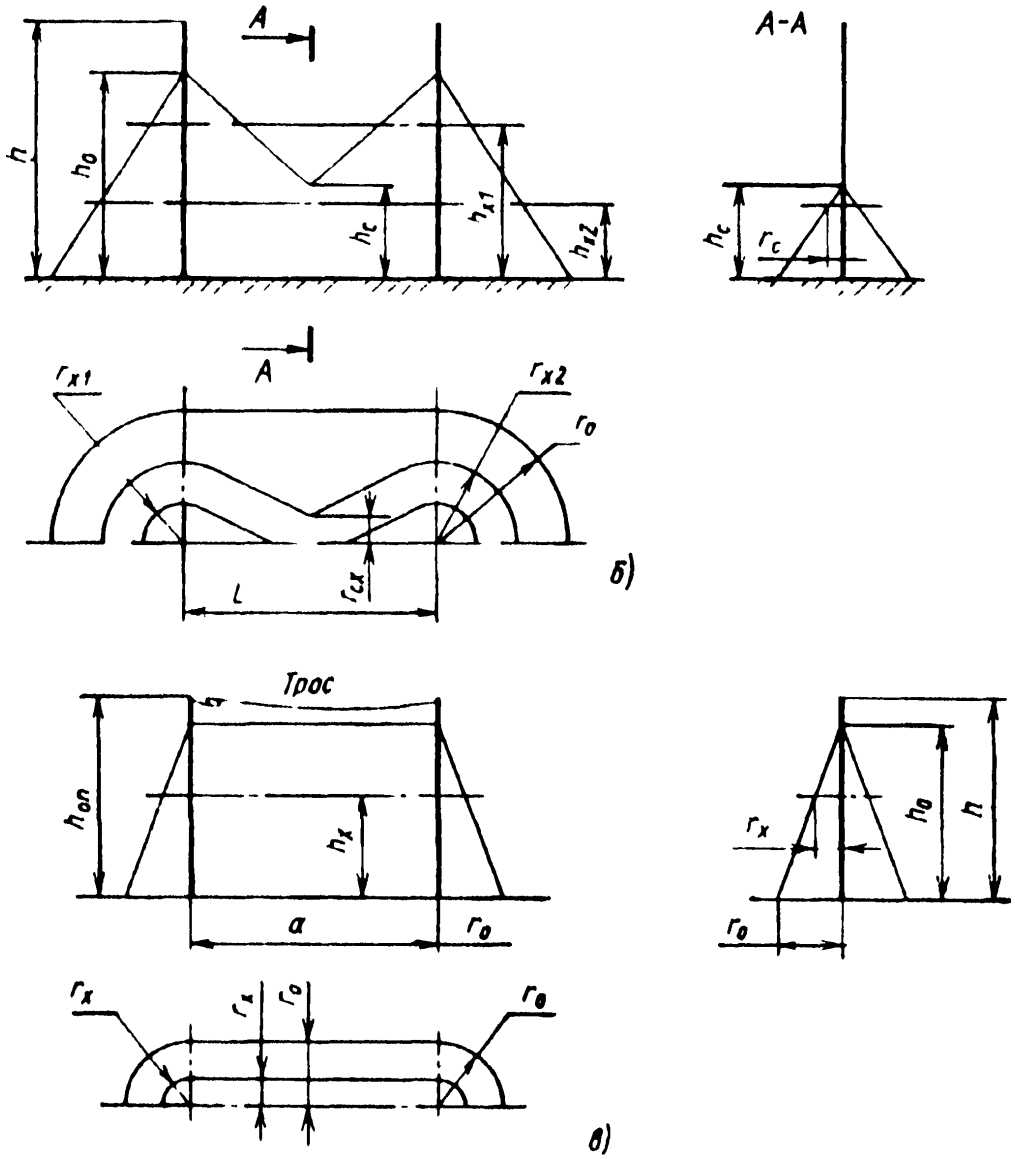


Рисунок 24. Зоны защиты различных видов молниеотводов: *а*–одиночный стержневой; *б*–двойной стержневой; *в*–тросовый

Информацию о средней за год продолжительности гроз можно получить в местном отделении Росгидромета либо воспользоваться картой, представленной в РД 34.21.122–87.

Здания и сооружения, отнесенные к I и II категориям молниезащиты, должны быть защищены от прямых ударов молнии, вторичных проявлений молнии и заноса высокого потенциала через наземные (надземные) и подземные металлические коммуникации. Здания и сооружения, отнесенные к III категории молниезащиты, должны быть защищены от прямых ударов молнии и заноса высокого потенциала через наземные (надземные) металлические коммуникации.

Для создания зон защиты применяют одиночный стержневой молниеотвод; двойной стержневой молниеотвод; многократный стержневой молниеотвод; одиночный или двойной тросовый молниеотвод. В качестве примера на рис. 24 приведена конфигурация и размеры зон защиты некоторых типов молниеотводов.

Контроль за средствами обеспечения электробезопасности, и в частности за соответствием их требованиям безопасности, возложен на службу главного энергетика и электриков подразделений.

Оказание первой помощи лицам, пострадавшим от электрического тока. Оказывающий помощь должен прежде всего освободить пострадавшего от действия на него тока, затем от одежды, стесняющей дыхание (расстегнуть воротник, пояс), осмотреть полость рта, удалить 'вставные челюсти, если они есть, слизь и немедленно приступить к оказанию первой помощи. Если в этом может принять участие не один, а несколько человек, то все меры по освобождению пострадавшего от тока и оказанию ему помощи должны выполняться четко, по указаниям одного лица— старшего по должности и наиболее опытного работника. При этом одновременно с указанными выше мерами лица, не участвующие в оказании помощи пострадавшему, должны немедленно:

—вызвать врача медсанчасти предприятия или скорую помощь;

—известить о происшествии начальника смены электроцеха;

—удалить с места оказания помощи посторонних;

—создать максимальное освещение, а также приток свежего воздуха.

Освобождение пострадавшего от воздействия на него электротока. В случае, если пострадавший после поражения током все еще прикасается к токоведущим частям, необходимо как можно быстрее освободить его от них. Если пострадавший находится на высоте и может при этом упасть, надо принять меры предупреждения падения или, • если это неизбежно, обеспечить его безопасность. Если напряжение быстро отключить нельзя, пострадавшего отделяют от источника тока следующими способами.

При напряжении до 1000 В. Использовать только сухие предметы и обязательно непроводники: палки, доски, веревки, Тот, кто отделяет пострадавшего от токоведущих частей, должен изолировать себя диэлектрическими перчатками или галошами. Нельзя, пытаясь таким образом оттащить пострадавшего, касаться окружающих металлических предметов. При необходимости следует перерубить или перерезать провода (каждый в отдельности) топором с сухой деревянной ручкой или инструментом с изолированными рукоятками.

При напряжении свыше 1000 В. Необходимо надеть боты, перчатки и отделить пострадавшего от источника электропоражения с помощью. изолирующих штанг или клещей, отвечающих напряжению.

Во всех случаях независимо от состояния пострадавшего, на место происшествия обязательно должны быть экстренно вызваны медработники, которые окажут пострадавшему первую помощь и примут решение о его лечении.

Если по какой-то причине врач или другой медицинский работник отсутствуют, пострадавшему без промедления оказывается первая помощь.

Опасность поражения электрическом током заключается в нарушении деятельности дыхательных органов и сердечно-сосудистой системы. Указанные нарушения организма человека можно предотвратить своевременной помощью.

Прежде всего необходимо, сделать следующее: уложить пострадавшего на спину на твердую поверхность; проверить, есть ли у него дыхание и пульс; осмотреть зрачок .(узкий или широкий). Широкий значок указывает на резкое ухудшение кровоснабжения мозга. После этого нужно приступить к оказанию первой помощи:

— если пострадавший находится в сознании, но до этого находился в обмороке или продолжительное время под током, его нужно осторожно уложить в удобное положение, тепло укрыть, обеспечить полный покой до прибытия врача. и, не теряя бдительности, непрерывно наблюдать за дыханием и пульсом;

— если пострадавший находится в бессознательном состоянии, но сохранились устойчивое дыхание и пульс, его нужно удобно уложить, расстегнуть ворот, пояс и одежду, обеспечить приток свежего воздуха и полный покой, давать пострадавшему нюхать нашатырный спирт и обрызгивать его водой;

— если пострадавший плохо дышит — редко, судорожно, как бы всхлипывая,— необходимо делать искусственное дыхание и массаж сердца.

При отсутствии признаков жизни (дыхания, сердцебиения, пульса) нельзя считать пострадавшего мертвым, так как смерть часто бывает мнимой. В этом случае также надо делать искусственное дыхание и массаж сердца.

При искусственном дыхании («рот в рот», «рот в нос») голова пострадавшего должна быть запрокинута назад, рот раскрыт.

Для лучшего вдувания воздуха в легкие через рот следует пострадавшему зажать нос пальцами, а при вдувании через нос — закрыть рот. При выдохе рот и нос должны быть открытыми. Частота искусственного дыхания не должна превышать 10 — 12 вдохов в минуту. Искусственное дыхание продолжается до появления у пострадавшего глубокого и ритмичного дыхания.

В случае прекращения деятельности сердца одновременно с искусственным дыханием необходимо поддерживать у пострадавшего искусственное кровообращение. Для этого оказывающий помощь накладывает верхний край ладони на нижнюю левую часть груди пострадавшего, вторую руку накладывает на первую. Корпусом наклоняется вперед для создания большего усилия при надавливании и создает толчок. Толчки повторяются каждую секунду. После нескольких толчков делается перерыв. Нельзя надавливать на мягкие ткани ниже груди, чтобы не повредить внутренние органы пострадавшего.

Если оказывающий помощь имеет помощника, то можно поочередно делать искусственное дыхание и массаж, сменяя друг друга через 5 — 10 минут. При этом массаж и вдувание воздуха в рот проводятся одновременно.

Если помощь оказывает один человек, то он делает 2 — 3 вдувания воздуха в рот или нос пострадавшему, затем 15 — 20 надавливаний на грудь, снова вдувает воздух и т. д. — до появления дыхания и пульса.

Признаками эффективности искусственного дыхания и кровообращения являются сужение зрачков, появление самостоятельного дыхания, уменьшение синюшности кожи и губ.

После появления признаков оживления массаж и вдувание должны продолжаться еще 5 — 10 минут в такт собственному вдоху пострадавшего.

Вопросы для проверки:

1. Электробезопасность. Электротравматизм, его удельный вес среди других несчастных случаев на производстве.
2. Виды поражений электрическим током.
3. Классификация помещений по степени электрической опасности.
4. Первая помощь пострадавшим от электрического тока.
5. Причины поражения электрическим током.
6. Напряжение шага. Напряжение прикосновения.
7. Виды электрических сетей. Однофазные сети. Трехфазные сети с глухозаземленной и изолированной нейтралью.
8. Основные методы и средства защиты от поражения током.
9. Защитное заземление. Область применения, принцип действия, конструктивное исполнение, контроль.
10. Зануление. Область применения, принцип действия, контроль.
11. Отключающие защитные устройства (ОЗУ). Область применения, принцип действия.
12. Организационно-технические мероприятия при работе на электроустановках.

ЛЕКЦИЯ 3.2. ЗАЩИТА ОТ МЕХАНИЧЕСКОГО ТРАВМИРОВАНИЯ

1. *Источники механического травмирования на производстве.*
2. *Защита от механического травмирования. Опасные зоны оборудования.*
3. *Средства защиты от механического травмирования (ГОСТ 12.4.123-83).*

К средствам защиты от механического травмирования относятся: предохранительные тормозные, оградительные устройства, средства автоматического контроля и сигнализации, знаки безопасности, системы дистанционного управления.

Системы дистанционного управления и автоматические сигнализаторы на опасную концентрацию паров, газов, пылей применяют чаще всего во взрывоопасных производствах и производствах с выделением в воздух рабочей зоны токсичных веществ.

Предохранительные защитные средства предназначены для автоматического отключения агрегатов и машин при отклонении какого-либо параметра, характеризующего режим работы оборудования, за пределы допустимых значений. Таким образом, при аварийных режимах (увеличении давления, температуры, рабочих скоростей, силы тока, крутящих моментов и т. п.) исключается возможность взрывов, поломок, воспламенений. В соответствии с ГОСТ 12.4.125–83 предохранительные устройства по характеру действия бывают блокировочными и ограничительными.

Блокировочные устройства по принципу действия подразделяют на механические, электронные, электрические, электромагнитные, пневматические, гидравлические, оптические, магнитные и комбинированные.

Ограничительные устройства по конструктивному исполнению подразделяют на муфты, штифты, клапаны, шпонки, мембраны, пружины, сильфоны и шайбы.

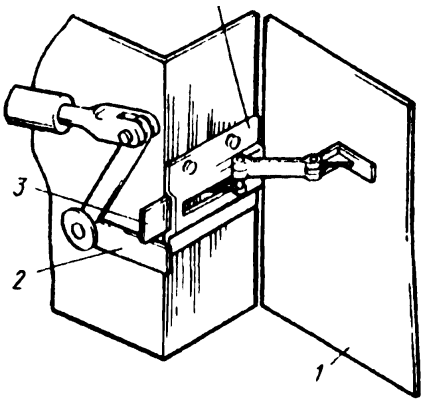
Блокировочные устройства препятствуют проникновению человека в опасную зону либо во время пребывания его в этой зоне устраняют опасный фактор.

Особенно большое значение этим видам средств защиты придается на рабочих местах агрегатов и машин, не имеющих ограждений, а также там, где работа может вестись при снятом или открытом ограждении.

Механическая блокировка представляет собой систему, обеспечивающую связь между ограждением и тормозным (пусковым) устройством. При снятом ограждении агрегат невозможно растормозить, а следовательно, и пустить его в ход (рис.5.6).

Электрическую блокировку применяют на электроустановках с напряжением от 500 В и выше, а также на различных видах технологического оборудования с электроприводом. Она обеспечивает включение оборудования только при наличии ограждения. Электромагнитную (радиочастотную) блокировку применяют для предотвращения попадания человека в опасную зону. Если это происходит, высокочастотный генератор подает импульс тока к электромагнитному усилителю и поляризованному реле. Контакты электромагнитного реле обесточивают схему магнитного пускателя, что обеспечивает электромагнитное торможение привода за десятые доли секунды. Аналогично работает магнитная блокировка, использующая постоянное магнитное поле.

Оптическая блокировка находит применение в кузнечно-прессовых и механических цехах машиностроительных заводов. Световой луч, попадающий на фотоэлемент, обеспечивает постоянное протекание тока в обмотке блокировочного электромагнита. Если в момент нажатия педали в рабочей (опасной) зоне штампа окажется рука рабочего, падение светового тока на фотоэлемент прекращается, обмотки блокировочного магнита обесточиваются, его якорь под действием пружины выдвигается и включение пресса педалью становится невозможным.



Р и с. 25. Схема механической блокировки: 7–ограждение; *2*–рычаг; тормоза; *3*–запорная планка; *4*–направляющая

Электронную (радиационную) блокировку применяют для защиты опасных зон на прессах, гильотинных ножницах и других видах технологического оборудования, применяемого в машиностроении (рис. 5.7).

Излучение, направленное от источника 5, улавливается трубками Гейгера 1. Они воздействуют на тиратронную лампу 2, от которой приводится в действие контрольное реле *3*. Контакты реле либо включают, либо разрывают цепь управления, либо воздействуют на пусковое устройство. Контрольное реле *4* работает при нарушении системы блокировки, когда трубки Гейгера не работают в течение 20 с. Преимуществом блокировки с радиационными датчиками является то, что они позволяют производить бесконтактный контроль, так как не связаны с контролируемой средой. В ряде случаев при работе с агрессивными или взрывоопасными средами в оборудовании, находящемся под большим давлением или имеющем высокую температуру, блокировка с применением радиационных датчиков является единственным средством для обеспечения требуемых условий безопасности.

Пневматическая схема блокировки широко применяется в агрегатах, где рабочие тела находятся под повышенным давлением: турбинах, компрессорах, воздуходувках и т. д. Ее основным преимуществом является малая инерционность. На рис. 5.8 приведена принципиальная схема пневматической блокировки. Аналогична по принципу действия гидравлическая блокировка.

Примерами ограничительных устройств являются элементы механизмов и машин, рассчитанные на разрушение (или несрабатывание) при перегрузках. К слабым звеньям таких устройств относятся: срезные штифты и шпонки, соединяющие вал с маховиком, шестерней или шкивом; фрикционные муфты, не передающие движения при больших крутящих моментах; плавкие предохранители в электроустановках; разрывные мембраны в установках с повышенным давлением и т. п. Слабые звенья делятся на две основные группы: звенья с автоматическим восстановлением кинематической цепи после того, как контролируемый параметр пришел в норму (например, муфты трения), и звенья с восстановлением кинематической цепи путем замены слабого звена (например, штифты и шпонки). Срабатывание слабого звена приводит к останову машины на аварийных режимах.

Тормозные устройства подразделяют: по конструктивному исполнению – на колодочные, дисковые, конические и клиновые; по способу срабатывания – на ручные, автоматические и полуавтоматические; по принципу действия –на механические, электромагнитные, пневматические, гидравлические и комбинированные; по назначению –на рабочие, резервные, стояночные и экстренного торможения.

Оградительные устройства – класс средств защиты, препятствующих попаданию человека в опасную зону. Оградительные устройства применяют для изоляции систем привода машин и агрегатов, зоны обработки заготовок на станках, прессах, штампах, оголенных токове-дущих частей, зон интенсивных излучений (тепловых, электромагнитных, ионизирующих), зон выделения вредных веществ, загрязняющих воздушную среду и т. п. Ограждают также рабочие зоны, расположенные на высоте (леса и т. п.).

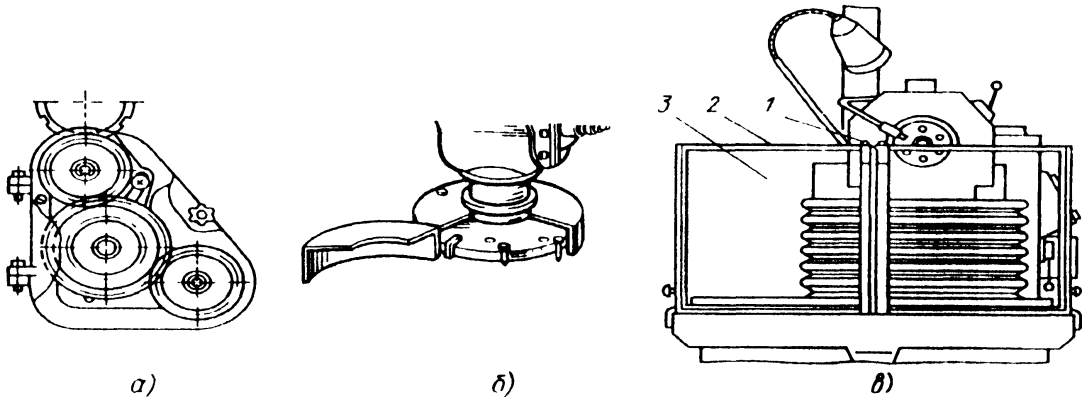


Рис 27. Конструкции стационарных ограждений станков: *а*–полное ограждение; *б*–частичное ограждение режущего инструмента; *в*–частичное ограждение зоны резания; 1–поворотная ось экрана; *2*–рамка, *3*–прозрачный экран

Конструктивные решения оградительных устройств весьма разнообразны. Они зависят от вида оборудования, расположения человека в рабочей зоне, специфики опасных и вредных факторов, сопровождающих технологический процесс.

В соответствии с ГОСТ 12.4.125–83, классифицирующим средства защиты от механического травмирования, оградительные устройства подразделяют:

— по конструктивному исполнению – на кожухи, дверцы, щиты, козырьки, планки, барьеры и экраны;

— по способу изготовления– на сплошные, несплошные (перфорированные, сетчатые, решетчатые) и комбинированные;

— по способу установки–на стационарные и передвижные. Примерами полного стационарного ограждения служат ограждения распределительных устройств электрооборудования, кожуха галтовочных барабанов, корпуса электродвигателей, насосов и т. п.; частичного–ограждения фрез или рабочей зоны станка .

Возможно применение подвижного (съемного) ограждения. Оно представляет собой устройство, сблокированное с рабочими органами механизма или машины, вследствие чего закрывает доступ в рабочую зону при наступлении опасного момента. Особенно широкое распространение получили такие ограничительные устройства в станкостроении (например, в станках с ЧПУ ОФЗ–36).

Переносные ограждения являются временными. Их используют при ремонтных и наладочных работах для защиты от случайных прикосновений к токоведущим частям, а также от механических травм и ожогов. Кроме того, их применяют на постоянных рабочих местах сварщиков для защиты окружающих от воздействия электрической дуги и ультрафиолетовых излучений (сварочные посты). Выполняются они чаще всего в виде щитов высотой 1,7 м.

Конструкция и материал ограждающих устройств определяются особенностями оборудования и технологического процесса в целом. Ограждения выполняют в виде сварных и литых кожухов, решеток, сеток на жестком каркасе, а также в виде жестких сплошных щитов (щитков, экранов). Размеры ячеек в сетчатом и решетчатом ограждении определятся в соответствии с ГОСТ 12.2.062–81*. В качестве материала ограждений используют металлы, пластмассы, дерево. При необходимости наблюдения за рабочей зоной кроме сеток и решеток применяют сплошные оградительные устройства из прозрачных материалов (оргстекла, триплекса и т. д.).

Чтобы выдерживать нагрузки от отлетающих при обработке частиц и случайные воздействия обслуживающего персонала, ограждения должны быть достаточно прочными и хо-

рошо крепиться к фундаменту или частям машины. При расчете на прочность ограждений машин и агрегатов для обработки металлов и дерева необходимо учитывать возможность вылета и удара об ограждение обрабатываемых заготовок. Расчет ограждений ведется по специальным методикам .

Средства автоматического контроля и сигнализации. Наличие контрольно-измерительных приборов – одно из условий безопасной и надежной работы оборудования. Это приборы для измерения давления, температур, статических и динамических нагрузок, концентраций паров и газов и др. Эффективность их использования повышается при объединении их с системами сигнализации, как это имеет место в газосигнализаторах, срабатывающих при определенных уровнях концентрации паров, газов, пыли в воздухе.

Устройства автоматического контроля и сигнализации подразделяют:

— по назначению – на информационные, предупреждающие, аварийные и ответные;

— по способу срабатывания – на автоматические и полуавтоматические;

— по характеру сигнала – на звуковые, световые, цветовые, знаковые и комбинированные;

— по характеру подачи сигнала – на постоянные и пульсирующие.

Информативную сигнализацию используют для согласования действий работающих, в частности крановщиков и стропальщиков. Такую же сигнализацию применяют в шумных производствах, где нарушена речевая связь. Подвидом информативной сигнализации являются всякого рода схемы, указатели, надписи. Как правило, надписи делают непосредственно на оборудовании либо в зоне его обслуживания на специальных табло.

Устройства предупредительной сигнализации предназначены для предупреждения об опасности. Чаще всего в них используют световые и звуковые сигналы, поступающие от различных приборов, регистрирующих ход технологического процесса, в том числе уровень опасных и вредных факторов. Большое применение находит предупредительная сигнализация, опережающая включение оборудования или подачу высокого напряжения. К предупредительной сигнализации относятся указатели и плакаты: «Не включать –работают люди», «Не входить», «Не открывать – высокое напряжение» и др.

Указатели желательно выполнять в виде световых табло с переменной по времени (мигающей) подсветкой.

Подвидом предупредительной сигнализации является сигнальная окраска. Травмоопасные элементы оборудования выделяют чередующимися (под углом 45° к горизонтали) полосами желтого и черного цвета. На станках в красный цвет окрашивают обратные стороны дверец, ниш для электрооборудования, а также поверхности схода стружки.

Знаки безопасности установлены ГОСТ 12.4.026–76*. Они могут быть запрещающими, предупреждающими, предписывающими и указательными и отличаются друг от друга формой и цветом. В производственном оборудовании и в цехах применяют предупредительные знаки, представляющие собой желтый треугольник с черной полосой по периметру, внутри которого располагается какой-либо символ (черного цвета). Например, при электрической опасности –это молния, при опасности травмирования перемещаемым грузом – груз, при опасности скольжения – падающий человек, при прочих опасностях – восклицательный знак.

Запрещающий знак – круг красного цвета с белой каймой по периметру и черным изображением внутри. Предписывающие знаки представляют собой синий круг с белой каймой по периметру и белым изображением в центре, указательные –синий прямоугольник.

Предупреждающий знак радиационной опасности имеет символ и кайму красного цвета. Указательные знаки средств пожаротушения имеют символ красного цвета на белом фоне, остальные черного.

Защита от РТК. Она обеспечивается прежде всего технологией проведения работ. Для периодической смены инструмента, регулировки и подналадки станков с ЧПУ и автоматов,

их смазывания и чистки, а также для мелкого ремонта в цикле работы автоматической линии должно быть предусмотрено специальное время. Все перечисленные работы должны выполняться на обесточенном оборудовании. Требования безопасности к промышленным работам и робототехническим комплексам установлены ГОСТ 12.2.072–82.

Контроль за обеспечением оборудования средствами защиты от механического травмирования и за их исправностью возложен на службу главного механика предприятий и на механиков подразделений.

Вопросы для проверки:

1. Источники механического травмирования на производстве.
2. Опасные зоны оборудования.
3. Средства защиты от механического травмирования (ГОСТ 12.4.123-83).

ЛЕКЦИЯ 3.3. БЕЗОПАСНОСТЬ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГРУЗОПОДЪЁМНЫХ МАШИН.

1. Грузоподъемные машины и механизмы. Классификация
2. Обеспечение безопасности труда при применении грузоподъемных машин.
3. Требования к персоналу, обслуживающему грузоподъёмные машины:

Грузоподъёмные машины – машины циклического действия, предназначенные для подъёма и перемещения грузов на небольшие расстояния в пределах определённой площади промышленного предприятия.

По целевому применению грузоподъёмные машины (ГПМ) делятся на машины общего и специального назначения.

Грузоподъёмные машины общего назначения являются универсальными и предназначены для выполнения многообразных подъёмно-транспортных операций.

Грузоподъёмные машины специального назначения предназначены для выполнения подъёмно-транспортных работ при осуществлении конкретных технологических операций и процессов.

По конструктивному исполнению грузоподъёмные машины классифицируются на:

– подъёмные механизмы;
– подъёмники;
– грузоподъёмные краны;
– погрузчики;
– манипуляторы.

Подъёмные механизмы (домкраты, тали, лебёдки) – предназначены для подъёма грузов небольшой массы (до 10 т) на небольшую высоту (домкраты и тали), а также перемещения грузов на небольшие расстояния (лебёдки). Силовой привод у этих машин может быть ручным, пневматическим, гидравлическим и электрическим. Подъёмные механизмы применяются, как правило, при производстве строительно-монтажных работ.

Подъёмники – используются для подъёма груза и людей в специальных грузонесущих устройствах, движущихся по жёстким вертикальным (наклонным) направляющим или рельсовому пути. По способу передачи силового воздействия от привода к грузонесущим устройствам различают канатные, цепные, реечные, винтовые и плунжерные подъёмники. Подъёмники имеют, как правило, электрический привод, реже – гидравлический.

По назначению подъемники подразделяются на:

– лифты – подъёмники непрерывного действия с вертикальным движением кабины или платформы по жёстким направляющим, установленным в ограждённой со всех сторон шахте;

– фуникулеры – подъёмники для перевозки грузов или пассажиров в вагонах, движущихся по наклонному рельсовому пути с канатной тягой;

– скиповые подъёмники – передвижные или стационарные установки для подъёма сыпучих грузов в скипах (специальных ковшах) по наклонным или вертикальным направляющим. Находят применение в шахтах, рудниках, карьерах и др.;

– строительные подъёмники – перемещающиеся по вертикальным направляющим платформы (кабины) с грузом (людьми) для доставки их на этажи строящихся зданий или сооружений.

Грузоподъемные краны. Грузоподъемные краны (ГК) являются наиболее распространенным средством механизации погрузочно-разгрузочных работ на промышленных предприятиях. ГК классифицируются:

– по конструктивному исполнению (мостового типа, стрелового типа, самоходные и др.);
– по конструкции захватного устройства (крюковые, грейферные (для сыпучих материалов), магнитные и др.);
– по виду перемещения (стационарные и передвижные);
– по конструкции ходового устройства (рельсовые, гусеничные, канатные, шагающие, плавучие);
– по виду привода механизмов (ручные, электрические, гидравлические, пневматические и др.);
– по степени поворота стрелы (полноповоротные, неполноповоротные, неповоротные);
– по способу опирания (опорные и подвесные).

Погрузчики. Используются преимущественно для погрузки, разгрузки и транспортирования штучных и насыпных грузов. Погрузчики могут быть периодического действия (штучные и насыпные грузы) и непрерывного действия (для насыпных грузов). Наиболее распространены погрузчики, смонтированные на автомобильном шасси. При работах внутри помещений применяются электропогрузчики.

Роботы и манипуляторы. Робот – автоматическая машина, выполняющая двигательные и управляющие функции, заменяющие аналогичные функции человека при перемещении грузов. Грузоподъёмность роботов может достигать несколько тонн.

Манипуляторы – машины, используемые для механизации складских работ, при монтаже оборудования, для операций по установке тяжёлых деталей на металлообрабатывающие станки и в др. случаях.

При эксплуатации грузоподъёмных машин могут возникать следующие опасности:

— обрыв груза и его падение с высоты при неудовлетворительном состоянии грузозахватных устройств, при нарушении целостности тросов и канатов;

— падение поднятого груза и самой ГПМ (например, грузоподъёмного крана) при потере устойчивости системы (за счёт ветрового напора, несбалансированности масс, схода с рельсового пути, превышения нормативной грузоподъёмности, при перерывах в подаче электроэнергии).

Все грузоподъёмные машины относятся к опасным производственным объектам.

Для предотвращения доступа людей в опасную зону работы ГПМ устраиваются *защитные ограждения*. Ограждаются также все движущиеся доступные для прикосновения людьми органы и системы ГПМ (тросы и др.).

Для предотвращения падения груза при отказе приводных устройств (например, электродвигателей) применяются *тормозные механизмы* (стопорные, спусковые и др). Тормоз-

ные устройства используются также для предотвращения неконтролируемого перемещения ГПМ, например, по подкрановому рельсовому пути.

Для остановки неконтролируемого движения и их органов в крайних точках (по высоте, длине и др.) применяются *концевые выключатели*, отключающие энергоисточник при приближении ГПМ к опасной точке.

Широко применяются *ограничители грузоподъёмности*, автоматически отключающие механизм подъёма груза, масса которого более предельной на 10 %.

Кроме перечисленных применяются и другие специальные устройства, обеспечивающие безопасную эксплуатацию грузоподъёмных машин.

Наряду с предохранительными устройствами применяются также *приборы безопасности*, сигнализирующие персоналу о наличии или возникновении соответствующей опасности: указатели грузоподъёмности, сигнализаторы опасного электрического напряжения в близи ГПМ, анемометры, предупреждающие об опасной скорости ветра и др.

Все грузоподъёмные машины подведомственны органам Ростехнадзора, также как и сосуды, работающие под давлением.

Стационарно установленные на предприятиях ГПМ подлежат регистрации, текущему надзору и техническому освидетельствованию.

Безопасная эксплуатация и техническое освидетельствование грузоподъёмных машин регламентируются следующими нормативными документами:

— ПБ 10-382–00 «Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъёмных кранов»;

— ПБ 10-518–02 «Правила устройства и безопасной эксплуатации строительных подъёмников»;

— ПБ 10-6–03 «Правила устройства и безопасной эксплуатации подъёмников»;

— ПБ 10-558–03 «Правила устройства и безопасной эксплуатации лифтов»;

— ПОТ РМ 00–98 «Правила по охране труда при погрузочно-разгрузочных работах и размещении грузов» и др.

В соответствии с указанными документами приводится полное или частичное техническое освидетельствование ГПМ.

Полное техническое освидетельствование – внешний осмотр, статическое и динамическое испытания ГПМ под нагрузкой.

Частичное техническое освидетельствование – только внешний осмотр ГПМ.

Полному техническому освидетельствованию подвергаются все ГПМ перед вводом в работу (первичное), а также периодически не реже 1 раза в 3 года.

Частичному техническому освидетельствованию ГПМ подвергаются каждые 12 месяцев.

Отдельно технически освидетельствуются грузозахватные приспособления.

Требования к персоналу, обслуживающему грузоподъёмные машины:

— специальное обучение и аттестация;

— наличие удостоверения на право эксплуатации ГПМ.

Вопросы для проверки:

1. Грузоподъемные машины и механизмы. Классификация
2. Обеспечение безопасности труда при применении грузоподъемных машин.
3. Требования к персоналу, обслуживающему грузоподъёмные машины:

ЛЕКЦИЯ 3.4. ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ СОСУДОВ, РАБОТАЮЩИХ ПОД ДАВЛЕНИЕМ (СРПД).

1. *Виды систем, работающих под давлением.*
2. *Регистрация сосудов и техническое освидетельствование*
3. *Надзор, содержание, обслуживание и ремонт сосудов*
4. *Аварийная остановка работы сосудов, работающих под давлением*
5. *Ремонт сосудов*

Под *сосудом* понимается геометрически замкнутая ёмкость, предназначенная для ведения химических, тепловых и других технологических процессов, а также для хранения и транспортировки газообразных, жидких и других веществ. Границей сосуда являются входные и выходные штуцера для подключения различных коммуникаций и устройств.

В зависимости от условий эксплуатации сосуды могут быть передвижными (для временного использования в различных местах или во время их перемещения) и стационарными (постоянно установленные в одном определённом месте).

Рабочее давление в сосуде может быть как избыточное (по отношению к атмосферному) внутреннее, так и избыточное наружное, возникающее при нормальном протекании рабочего процесса.

Чаще всего используются сосуды следующих видов:

— баллон – сосуд, имеющий одну или две горловины для установки вентилей, фланцев или штуцеров, предназначенный для транспортировки, хранения и использования сжатых, сжиженных или растворённых под давлением газов;

— бочка – сосуд цилиндрической или другой формы, который можно перекатывать с одного места на другое и ставить на торцы без дополнительных опор, предназначенный для транспортировки и хранения веществ, указанных выше;

— цистерна – передвижной сосуд, постоянно установленный на раме ж/д вагона, на шасси автомобиля (прицепа) или других средствах передвижения, предназначенный для транспортировки и хранения веществ, указанных выше;

— резервуар – стационарный сосуд, предназначенный для хранения веществ, указанных выше;

Конструкция сосуда должна обеспечить надёжность и безопасность эксплуатации в течение расчётного срока службы и предусматривать возможность проведения технического освидетельствования, очистки, промывки, полного опорожнения, продувки газом или паром, ремонта, эксплуатационного контроля состояния металла и соединений. Сосуд должен иметь необходимое количество люков и смотровых лючков для осмотра, очистки, ремонта, монтажа и демонтажа разборных внутренних устройств.

Сосуд должен быть изготовлен цельнокованным или сварным способом. Отверстия в стенках сосуда должно быть вне сварных соединений.

Материалы, применяемые для изготовления сосудов должны обеспечивать их надёжную работу в течение расчётного срока службы с учётом заданных условий эксплуатации (по величине давления, температуры, составу и др.).

В качестве материала для сосудов, работающих под давлением, используется сталь (углеродистая и легированная), цветные металлы и их сплавы. Неметаллические материалы могут применяться только с разрешения органов «Федеральной службы по технологическому, экологическому и атомному надзору РФ» (Ростехнадзор, РТН) на основании заключения специализированной организации.

Все сварные соединения сосудов, работающих под давлением, должны быть подвержены неразрушающему контролю на наличие в них дефектов.

Основная опасность при эксплуатации сосудов заключается в возможности их разрушения при внезапном адиабатическом расширении газов и паров (физический взрыв). При

физическом взрыве потенциальная энергия сжатой среды в течение малого промежутка времени реализуется в кинетическую энергию осколков разрушенного сосуда и ударную волну.

Особенно опасны взрывы сосудов, содержащих горючие вещества, так как при этом возникает химический взрыв, являющийся причиной пожара.

При взрывах сосудов развиваются большие мощности, что и является причиной сильных разрушений. Так, например, при разрыве сосуда V = 1 со сжатым до P = 1,2 МПа воздухом с длительностью физического взрыва 0,1 с развивается мощность, равная 28 МВт.

Наиболее частыми причинами аварий сосудов, работающих под давлением, являются:

– несоответствие конструкции максимально допустимым давлению и температуре;
– превышение давления сверх предельного для данного сосуда;
– потеря механической прочности в результате внутренних дефектов, коррозии, местных перегревов и др.;
– несоблюдение установленного режима работы;
– низкая квалификация обслуживающего персонала;
– отсутствие технического надзора.

Так как наиболее часто на производствах топливно-энергетического комплекса используются баллоны для транспортирования, хранения и использования сжатых, сжиженных и растворённых газов, рассмотрим подробнее опасности, возникающие при их эксплуатации.

Взрывы баллонов возможны при повреждении корпуса в случае падения или удара по баллону, особенно при температуре < –30 оС, т. к. при этом повышается хрупкость стали. Взрыв может произойти и при повышении температуры из-за роста давления среды в баллоне.

Причиной взрыва может быть также переполнение баллона сжиженными газами из-за резкого повышения давления при росте температуры, что объясняется следующим образом. При повышении температуры баллона, полностью заполненного сжиженным газом, величина возросшего при этом давления рассчитывается по формуле

$$p = \Delta t \cdot \alpha/\beta \quad (15)$$

где: Δt – диапазон повышения температуры содержимого баллона, град.; α – коэффициент объёмного теплового расширения газа, содержащегося в баллоне; β – коэффициент объёмного теплового сжатия сжиженного газа, содержащегося в баллоне;

Для большинства газов, использующихся в промышленности, величина α больше β на порядок, что при повышении Δt на 10 градусов даёт прирост давления на 100 атм.

Взрывы баллонов, содержащих сжатый кислород возможны при попадании масел и других жировых веществ во внутреннюю полость вентиля или баллона за счёт применения, например, необезжиренных уплотняющих прокладок. В кислородной среде масла и жиры окисляются до пероксидов, которые разлагаются взрывным способом, кроме того масла и жиры в струе кислорода способны самовоспламеняться, что также приводит к взрыву баллонов.

Баллоны с водородом представляют опасность при загрязнении водорода, содержащегося в них, кислородом в количестве > 1 % об., т. к. при этом образуется взрывоопасная смесь, воспламеняющаяся в взрывной форме при наличии соответствующего импульса.

Баллоны с ацетиленом представляют опасность из-за возможности этого вещества разлагаться со взрывом в отсутствии кислорода при давлении > 0,2 МПа. Из-за этого обстоятельства баллоны с ацетиленом заполнены активированным углём, который пропитан ацетоном, что позволяет повысить давление газа в баллоне до 1,6 МПа.

Аварии баллонов происходят также по причине отсутствия сведений о веществе, содержавшемся в них при полном расходовании его, а также отсутствия опознавательной окраски поверхности баллона и соответствующих надписей, в результате чего внутрь балло-

на может быть закачан или воздух или горючее вещество, что приведёт к образованию взрывоопасной смеси и взрыву при наличии соответственного импульса воспламенения.

Поскольку в баллонах могут содержаться и токсические вещества, при их разгерметизации существует также опасность отравления персонала токсическими веществами.

Основные способы и средства безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением регламентируются нормативным документом «Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением» (ПБ 03-576–03), которые распространяют своё действие на:

— сосуды, работающие под давлением воды с температурой выше 115 оС или других нетоксичных, невзрывопожароопасных жидкостей при температуре, превышающей температуру кипения при давлении 0,07 МПа;

— сосуды, работающие под давлением пара, газа или токсичных взрывопожароопасных жидкостей свыше 0,07 МПа;

— баллоны, предназначенные для транспортировки и хранения сжатых, сжиженных и растворённых газов под давлением свыше 0,07 МПа;

— цистерны и бочки для транспортировки и хранения сжатых и сжиженных газов; давление паров которых при температуре до 50 оС превышает давление 0,07 МПа;

— цистерны и сосуды для транспортировки и хранения сжатых, сжиженных газов, жидкостей и сыпучих тел, в которых давление выше 0,07 МПа создаётся периодически для их опорожнения;

— барокамеры.

Для управления работой и обеспечения безопасной эксплуатации сосуда в зависимости от назначения в соответствии с требованиями ПБ 03-576–03 должны быть оснащены:

— запорной или запорно-регулирующей арматурой;

— приборами для измерения давления;

— приборами для измерения температуры;

— предохранительными устройствами;

— указателями уровня жидкости.

Запорная и запорно-регулирующая арматура должна устанавливаться на штуцерах, присоединённых непосредственно к сосуду или на трубопроводах, подводящих и отводящих из него рабочую среду. На маховике запорной арматуры должно быть указано направление его вращения при открывании или закрывании прохода для содержимого сосуда с соответствующей надписью. Сосуды для горючих веществ и токсических веществ 1 или 2 класса опасности по ГОСТ 12.1.007-76, испарителей с огневым или газовым обогревом должны иметь обратный клапан на линии между запорной арматурой сосуда и насосом (компрессором), автоматически закрывающимся давлением из сосуда, например, при отказе компримирующего устройства.

На каждом сосуде или его самостоятельной полости, имеющей другое давление, устанавливаются манометры прямого действия. Манометр устанавливается на штуцере сосуда или трубопроводе между сосудом и запорной арматурой. Между манометром и сосудом устанавливается трехходовой кран для периодической поверки прибора контрольным манометром. Манометры защищаются от воздействия агрессивной среды сосуда буферными жидкостями в сифонной трубке (например, маслом). Поверка манометра проводится не реже одного раза в год специализированными организациями (с последующим опломбированием), а не реже одного раза в шесть месяцев – владельцем сосуда с записью в соответствующий журнал.

Каждый сосуд (полость комбинированного сосуда) снабжается предохранительными устройствами от повышения давления выше допустимой величины. Такими устройствами являются:

— пружинные предохранительные клапаны;

— рычажно-грузовые клапаны;

— импульсные предохранительные устройства (ИПУ), состоящие из главного предохранительного клапана (ГПК) и управляющего импульсного клапана (ИПК) прямого действия;

— предохранительные устройства с разрушающимися мембранами (мембранные предохранительные устройства – МПУ);

— другие устройства, применение которых согласовано с Ростехнадзором.

Установка рычажно-грузовых клапанов на передвижных сосудах не допускается из-за нарушения работы их механизма за счёт инерционных эффектов, возникающих при неравномерном движении.

Отбор газов из сосудов на технологические и другие нужды производится через редуцирующие устройства, снижающие исходное давление до необходимой величины.

Для группы сосудов, работающих при одном и том же давлении, допускается установка одного редуцирующего устройства с манометром, предохранительным клапаном на общем, подводящем трубопроводе до первого ответвления к одному из сосудов. В этом случае установки предохранительного устройства на самих сосудах необязательна, если в них исключена возможность повышения давления.

Количество предохранительных клапанов, их размеры и пропускная способность должны быть выбраны по расчёту так, чтобы в сосуде не создавалось давление, превышающее расчётное более, чем на 0,05 МПа для сосудов с давлением до 0,3 МПа; на 15% – для сосудов с давлением от 0,3 до 6 МПа и на 10% – для сосудов с давлением > 6 МПа.

Сбрасываемые при срабатывании предохранительных устройств токсичные, взрыво- и пожароопасные технологические среды направляются в закрытые системы для дальнейшей утилизации.

Мембранные предохранительные устройства устанавливаются в следующих случаях:

— вместо рычажно-грузовых и пружинных предохранительных клапанов, когда последние в рабочих условиях не могут быть применимы вследствие их инерционности;

— перед предохранительными клапанами в случаях, когда они не могут работать надёжно, например, из-за коррозии, примерзания и др. причин или при возможных утечках через клапаны токсичных, горючих и др. опасных веществ;

— параллельно с предохранительными клапанами для увеличения пропускной способности системы сброса избыточного давления.

В сосудах, имеющих границу раздела фаз различных сред, устанавливаются указатели их уровня.

Установка сосудов. Устанавливаться сосуды должны на открытых площадках, где нет скопления людей или в отдельно стоящих зданиях. При невозможности обеспечения этих условий допускается установка сосудов:

— в помещениях, примыкающих к производственному зданию при разделении их капитальной стеной;

— заглублением в грунт при условии обеспечения доступа к арматуре и защиты стенок сосуда от почвенной и электрохимической коррозии.

Не допускается установка сосудов, работающих под давлением в жилых, общественных и бытовых зданиях, а также в примыкающих к ним помещениях.

Регистрация сосудов. Сосуды, на которые распространяются Правила ПБ 03-576–03, до пуска в работу регистрируются в органах Ростехнадзора. Регистрации не подлежат следующие сосуды:

— сосуды, работающие при давлении > 0,07 МПа с рабочей средой, состоящей из взрывоопасных, пожароопасных или токсических веществ первого или второго класса опасности, у которых произведение давления в МПа (кг/см) на вместимость в м3 (л) не превышает 0,05 (500), а также сосуды с иной рабочей средой, у которых произведение давления на ёмкость 1,0 (10000);

— резервуары воздушных электрических выключателей;

— бочки для перевозки сжиженных газов, баллоны ёмкостью до 100 л включительно, установленные стационарно, а также перемещающиеся в процессе эксплуатации;

— сосуды, для хранения или транспортировки сжиженных газов, жидкостей и сыпучих веществ, находящихся под давлением периодически при их опорожнении;

— сосуды со сжатыми и сжиженными газами, предназначенные для обеспечения топливом двигателей транспортных средств, на которых они установлены;

— сосуды, установленные в подземных горных выработках.

Регистрация сосудов производится на основании письменного заявления владельца сосуда с предоставлением следующих документов:

— паспорта, установленной формы;

— удостоверения о качестве монтажа;

— схемы включения сосуда в технологическую линию, утвержденной руководителем организации, с указанием источника давления и величины его, температуры, рабочей среды, арматуры, контрольно-измерительных приборов (КИП), средств автоматического управления, предохранительных и блокирующих устройств.

— паспорта предохранительного клапана с расчётом его пропускной способности.

Удостоверение о качестве монтажа предоставляется организацией его производившей и подписывается руководителями обеих сторон (монтажной организацией и организацией владельцем) с соответствующими печатями. В удостоверении должны быть приведены следующие данные:

— наименования обеих организаций (монтажной и владельца);

— наименование организации изготовителя;

— заводской номер сосуда;

— сведения о материалах, примененных монтажной организацией, дополнительно указанных в паспорте сосуда;

— сведения о сварке, включающие вид сварки, тип и марку электродов, о термообработке и её режиме;

— фамилия, имя, отчество сварщиков, термистов и номера их квалификационных удостоверений;

— результаты испытаний контрольных стыков и их неразрушающего контроля;

— заключение о соответствии выполненных монтажных работ сосудов Правилам ПБ 03-576–03, проекту, техническим условиям, руководству по эксплуатации и пригодности к эксплуатации при указанных в паспорте параметрах.

Орган Ростехнадзора обязан в течение 5-ти дней рассмотреть представленную документацию. Если документация соответствует требованиям Правил ПБ 03-576–03, орган РТН в паспорте сосуда ставит штамп о регистрации, пломбирует документы и возвращает их владельцу сосуда. Отказ о регистрации сообщается владельцу сосуда в письменном виде с указанием причин отказа и ссылкой на соответствующие пункты Правил ПБ 03-576–03.

Если сосуд переустанавливается на новое место или вносятся изменения в схему его включения в технологическую линию, или сосуд передаётся другому владельцу, то до пуска в эксплуатацию сосуд должен быть перерегистрирован в органах Ростехнадзора.

Для снятия с учёта зарегистрированного сосуда его владелец предоставляет в орган РТН заявление с указанием соответствующих причин и паспорт сосуда.

Для регистрации сосудов, не имеющих технической документации изготовителя, паспорт сосуда может быть составлен специализированной организацией, имеющей лицензию Ростехнадзора на проведение экспертизы промышленной безопасности технических устройств.

Техническое освидетельствование. Сосуды, на которые распространяется действие Правил ПБ 03-576-03, подвергаются техническому освидетельствованию (ТО) после монтажа, до пуска в работу, периодически в процессе эксплуатации и в необходимых случаях – внеочередному освидетельствованию.

Объём, методы и периодичность технического освидетельствования сосудов (за исключением баллонов) определяются изготовителем и указываются в руководстве по эксплуатации. Если таких сведений нет, то техническое освидетельствование проводится в соответствии с требованиями ПБ 03-576-03.

Техническое освидетельствование включает в себя:

— наружный и внутренний осмотры с целью проверки соответствия установки и оборудования сосудов требованиям Правил ПБ 03-576–03 и другой нормативной документации, а также обнаружения визуально определяемых повреждений (трещины, вздутия и т.п.);

— гидравлическое испытание, осуществляемое с целью проверки прочности элементов сосудов и плотности соединений (проводится с установленной арматурой).

Перед техническим освидетельствованием сосуд останавливается, охлаждается (отогревается), освобождается от рабочей среды, отключается заглушками от всех коммуникаций. Металлические сосуды очищаются до металла.

Если в сосуде находились токсические вещества 1 или 2 класса опасности, перед внутренним осмотром проводится их нейтрализация и дегазация. Футеровка, изоляция и другие виды защиты сосуда от коррозии должны быть частично или полностью удалены, если имеются признаки их разрушения. Сосуды также отключаются от электрической сети.

В целом периодичность технического освидетельствования определяется условиями эксплуатации (например, передвижной или стационарный сосуд, постоянное избыточное давление или периодическое и др.), параметрами рабочей среды (сжатый или сжиженный газ, агрессивность по отношению к материалу сосуда и др.), свойствами материала, из которого он изготовлен (скорость коррозии по толщине материала в мм/г, металл или неметалл и др.)

Например, периодичность ТО для баллонов, не подлежащих регистрации в органах Ростехнадзора, составляет 5 лет, если скорость коррозии материала сосуда $\leq$ 0,1 мм/г и 2 года, если скорость коррозии > 0,1 мм/г; если баллоны установлены стационарно, в том числе и на передвижных средствах, и в них хранятся некорродирующие газы (воздух, азот, аргон, гелий, обезвоженный углекислый газ и т.п.), то техническое освидетельствование проводится не реже 1 раза в 10 лет.

Внеочередное техническое освидетельствование сосудов, находящихся в эксплуатации, проводится в следующих случаях:

— если сосуд не эксплуатировался больше 1 года;

— если сосуд был демонтирован и установлен на новом месте;

— если произведены ремонт или реконструкция сосуда;

— перед наложением защитного покрытия на стенки сосуда;

— после аварии сосуда или его элементов, работающих под давлением;

— по требованию инспектора Ростехнадзора или ответственного лица по надзору за осуществлением производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности при эксплуатации сосудов, работающих под давлением.

Техническое освидетельствование сосудов, не регистрируемых в органах РТН, проводится лицом, ответственным за осуществление производственного контроля по соблюдению требований промышленной безопасности при эксплуатации сосудов, работающих под давлением.

Первичное, периодическое и внеочередное техническое освидетельствование сосудов, зарегистрированных в органах РТН, проводится специалистом организации, имеющей лицензию Ростехнадзора на проведение экспертизы промышленной безопасности технических устройств опасных производственных объектов.

На сосудах, признанных по результатам ТО годными к дальнейшей эксплуатации наносятся при выдаче разрешения на эксплуатацию следующие сведения (на специальной табличке краской):

– регистрационный номер;
– разрешённое давление;
– число, месяц, год следующих наружного и внешнего осмотров и гидравлического испытания.

Если при техническом освидетельствовании обнаружены дефекты, снижающие прочность сосуда, то эксплуатация его может быть разрешена при пониженных параметрах (давление и температура), при подтверждении этой возможности соответствующими расчётами. Если при техническом освидетельствовании установлено, что сосуд имеет дефекты, создающие опасные условия эксплуатации, то его эксплуатация запрещается.

Органам Ростехнадзора в исключительных случаях предоставляется право на продление до 3-х месяцев срока очередного технического освидетельствования, по обоснованному письменному ходатайству владельца сосуда.

Разрешение на ввод сосуда в эксплуатацию. После регистрации сосуда инспектором РТН выдаётся разрешение на ввод его в эксплуатацию на основании результатов технического освидетельствования и проверки организации обслуживания и надзора, при которой контролируется:

— соответствие установки сосуда требованиям правил безопасности;
— правильность включения сосуда в технологическую схему;
— наличие аттестованного рабочего персонала и специалистов;
— наличие должностных инструкций для лиц, ответственных за осуществление производственного контроля по соблюдению требований промышленной безопасности при эксплуатации сосудов, работающих под давлением, лиц, ответственных за исправное состояние и безопасную эксплуатацию конкретного сосуда;
— наличие инструкции по режиму работы и безопасному обслуживанию, сменных журналов другой документации, предусмотренной Правилами ПБ 03-576–03.

Разрешение на ввод в эксплуатацию сосуда, не подлежащего регистрации в органах РТН, выдаётся лицом, назначенным приказом по организации (предприятию) для осуществления производственного контроля по соблюдению требований промышленной безопасности при эксплуатации сосудов, работающих под давлением, на основании документации изготовителя после технического освидетельствования и проверки организации обслуживания.

Разрешение на ввод в эксплуатацию сосуда записывается в его паспорте. Сосуд может быть включён в работу только после реализации рассмотренных выше требований.

Надзор, содержание, обслуживание и ремонт сосудов. Организация надзора. Владелец сосуда обязан обеспечить исправное состояние и безопасные условия его работы. Для этого на предприятии проводятся следующие организационные работы:

— назначается приказом лицо, ответственное за исправное состояние и безопасную работу сосуда из числа специалистов, прошедших проверку знаний Правил ПБ 03-576–03, а также лиц, ответственных за осуществление производственного контроля по соблюдению требований промышленной безопасности при эксплуатации сосудов, работающих под давлением, число которых зависит от количества сосудов, условий их эксплуатации и др. факторов;
— назначается необходимое количество обслуживающего персонала, обученного и имеющего удостоверения на право работы с сосудами, работающими под давлением;
— обеспечивается проведение технического освидетельствования и диагностики сосуда в установленные сроки;
— определяется периодичность и порядок проверки знаний Правил ПБ 03-576–03 руководящими работниками и специалистами;

— организуется периодическая проверка знаний персоналом инструкций по безопасному обслуживанию сосудов;

— специалисты обеспечиваются Правилами ПБ 03-576–03 и руководящими указаниями по безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением, а обслуживающий персонал – соответствующими инструкциями;

— разрабатываются и утверждаются инструкции для ответственного за исправное состояние и безопасную эксплуатацию сосуда и ответственного за осуществление производственного контроля по соблюдению требований промышленной безопасности при эксплуатации сосудов, работающих под давлением.

Содержание и обслуживание сосудов. К обслуживанию сосудов допускаются лица обученные, аттестованные и имеющие соответствующие удостоверения. Подготовка и проверка знаний персонала, обслуживающего сосуды, проводятся в учебных заведениях, а также на курсах, специально создаваемых на предприятии. Лицам, успешно сдавшим экзамен, выдаются удостоверения с указанием наименования и параметров рабочей среды сосуда, к обслуживанию которых они допускаются.

Аттестация персонала, обслуживающего сосуды с быстросъёмными крышками (реакторы), а также сосудов с токсическими веществами 1…4 классов опасности, проводится комиссией с участием инспектора Ростехнадзора, в остальных случаях его участие необязательно.

Периодическая проверка знаний персонала проводится не реже 1 раза в год.

Внеочередная проверка знаний персонала проводится в следующих случаях:

– при переходе на работу в другую организацию;
– при внесении изменений в инструкцию по режиму работы и безопасному обслуживании сосуда;
– по требованию инспектора РТН.

При перерыве в работе по специальности больше 1 года персонал после проверки знаний перед допуском к работе проходит стажировку для восстановления практических навыков.

Результаты проверки знаний персонала оформляются протоколом с отметкой в удостоверении.

Допуск персонала к самостоятельной работе оформляется приказом по предприятию или распоряжением по цеху.

Предприятием разрабатывается и утверждается инструкция по режиму работы и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением. Инструкция выдаётся персоналу под расписку и находится на рабочем месте.

Схемы включения сосудов в технологический процесс вывешиваются на рабочих местах.

Аварийная остановка работы сосудов, работающих под давлением. Сосуды, работающие под давлением, немедленно останавливаются в следующих случаях:

– давление в сосуде поднялось выше разрешённой величины и не снижается при принятии соответствующих мер персоналом;
– выявлены неисправности предохранительных устройств от повышения давления;
– обнаружены неплотности, выпучины и т.п. нарушения нормального состояния сосуда;
– неисправен рабочий манометр и невозможно определить величину давления в сосуде по другим приборам;
– снижен уровень жидкости ниже допустимой величины в сосуде с огневым обогревом;
– вышли из строя все указатели уровня жидкости;
– неисправны дополнительные блокировочные устройства;
– возник пожар, угрожающий нормальному состоянию сосуда;

Кроме этого аварийная остановка сосуда производится в случаях, указанных в инструкции по его безопасной эксплуатации, в которой также регламентируется порядок остановки.

Ремонт сосудов. Для поддержания сосуда в исправном состоянии владелец его обязан своевременно в соответствии с утверждённым графиком проводить ремонт. Ремонт с применением сварки проводится по технологии изготовителя, конструкторской или ремонтной организацией, разработанной до начала работ. Результаты этой работы заносятся в паспорт сосуда.

До начала ремонтных работ сбрасывается (до атмосферного) давление, отсоединяются коммуникации с соответствующими заглушками, сосуд опорожняется.

При работе внутри сосуда для освещения его пространства применяются светильники, питающиеся переменным электрическим током с напряжением не больше 12 В, а если рабочая среда взрывоопасная, то и во взрывобезопасном исполнении. Если в сосуде рабочая среда – токсическое или взрывоопасное вещество, то после его удаления сосуд продувается инертным газом. Ремонтные работы внутри сосуда выполняется по наряду-допуску.

Вопросы для проверки:

1. Виды систем, работающих под давлением.
2. Регистрация сосудов и техническое освидетельствование
3. Надзор, содержание, обслуживание и ремонт сосудов
4. Аварийная остановка работы сосудов, работающих под давлением
5. Ремонт сосудов

ЛЕКЦИЯ 3.5. БЕЗОПАСНОСТЬ ЭКСПЛУАТАЦИИ КОМПРЕССОРНЫХ УСТАНОВОК, КОТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК И ГАЗОВОГО ХОЗЯЙСТВА ПРЕДПРИЯТИЯ

1. Безопасность эксплуатации компрессорных установок
2. Безопасность эксплуатации котельных установок
3. Безопасность эксплуатации газового хозяйства.

Компрессор представляет собой машину для повышения давления и перемещения газа. Компрессоры относятся к классу воздухо- и газодувных машин также как газодувки и вентиляторы.

В отличие от вентиляторов и газодувок в компрессоре газ в процессе сжатия охлаждается, а величина отношения давления нагнетания к давлению всасывания превышает 3,5.

По принципу сжатия компрессоры делятся на объёмные и динамические.

В объёмном компрессоре сжатие происходит в результате периодического уменьшения объёма, занимаемого газом. По виду рабочего органа объёмные компрессоры делятся на поршневые, мембранные и роторные.

В динамическом компрессоре сжатие происходит в результате непрерывного создания ускорений в потоке газа. По принципу действия динамические компрессоры делятся на турбинные (турбокомпрессоры) и струйные.

В зависимости от величины рабочего давления все компрессоры делятся на:

— вакуумные – начальное давление ниже атмосферного;
— низкого давления – конечное давление ≤ 1 МПа;

— среднего давления – конечное давление 1…10 МПа;
— высокого давления – конечное давление 10…100 МПа;
— сверхвысокого давления – конечное давление > 100 МПа.

Конечное давление может создаваться одной ступенью или последовательно несколькими ступенями сжатия. Под ступенью компрессора понимается совокупность элементов, обеспечивающих повышение давления и перемещение газа в определённых направлениях и интервале давлений. Ступень или группу ступеней компрессора, после которых газ направляется на охлаждение или потребителю, называется секцией компрессора.

Величиной рабочего давления, создаваемого компрессором обусловлены характеристики прочности ступени, конструкция клапанов, конструкционные материалы.

Компрессоры могут быть стационарными и передвижными, а в зависимости от компримируемой среды – воздушными, газовыми и холодильными.

В компрессорную установку наряду с компрессором входят:
– электропривод (как правило);
– межступенчатая и концевая теплообменная аппаратура;
– влагомаслоотделители;
– трубопроводы обвязки ступеней;
– средства автоматического контроля и регулирования параметров сжатия;
– средства защиты.

Поршневые компрессоры. Поршневые компрессоры являются машинами объёмного действия, в которых изменение объёма осуществляется поршнем, совершающим прямолинейное возвратно-поступательное движения в цилиндре.

Поршневые компрессоры могут быть одно-, двух- и многоцилиндровыми, а по расположению осей цилиндров в пространстве горизонтальными, вертикальными и угловыми (V-образные, W-образные, прямоугольные).

Горизонтальные поршневые компрессоры в зависимости от расположения цилиндров по отношению к оси коленчатого вала могут быть односторонними и оппозитными.

Поршневой компрессор состоит из следующих основных групп деталей: цилиндровой; механизма движений; вспомогательного оборудования.

В цилиндровую группу входят узлы цилиндра, поршня и уплотнения.

Группа деталей механизма движения включает в себя картер, коренной вал, крейцкопфы и шатуны.

Группа деталей вспомогательного оборудования состоит из узла смазки, фильтров, холодильников, влагомаслоотделителей, ресиверов, системы регулирования и защиты.

Вертикальные поршневые компрессоры занимают меньшую площадь, чем горизонтальные, а фундамент, воспринимающий вертикальные нагрузки, имеет меньшую массу.

Угловые поршневые компрессоры получили наибольшее распространение, благодаря лучшей компактности и меньшей массе по сравнению с предыдущими компрессорами. Поршневые компрессоры наиболее часто применяются для получения сжатого воздуха.

Мембранные компрессоры. Мембранные компрессоры являются машинами объёмного действия, в которых изменение объёма достигается мембраной, совершающей колебательные движения. Мембрана полностью изолирует сжимаемый газ от окружающего пространства, предотвращая попадание масла и воды в компримируемую среду. Мембранные компрессоры применяются там, где требуется получение сжатого газа высокой чистоты (например, при компримировании O2, F2, CI2 и др. газов).

Недостатками мембранных компрессоров являются: малая частота вращения вала; большие габариты и масса; малая долговечность мембран.

Роторные компрессоры. Роторные компрессоры также являются машинами объёмного действия. Изменение объёма в них осуществляется ротором, совершающим вращательное движение.

В зависимости от конструкций рабочей камеры роторные компрессоры подразделяются на пластинчатые, жидкостно-кольцевые, винтовые, шестерёнчатые и роторно-поршневые.

Рабочая камера в пластинчатом компрессоре, например, образуется корпусом и эксцентрично расположенным по отношению к нему ротором, в котором имеются подвижные или гибкие пластины.

Турбокомпрессоры. В компрессорах этого типа ускорение газового потока происходит в результате его взаимодействия с вращающейся решёткой лопаток.

По направлению потока в меридиональной плоскости колеса турбокомпрессоры делятся на радиальные, осевые, диагональные и вихревые.

Если в радиальном компрессоре поток газа направлен от центра к периферии, его называют центробежным; если от периферии к центру – центростремительным.

В радиальных центробежных компрессорах давление газа создаётся действием центробежных сил, возникающих во вращающемся газовом потоке. По сравнению с поршневыми компрессорами центробежные турбокомпрессоры имеют следующие преимущества:

— газ не загрязняется смазочным маслом, т. к. оно подаётся только в подшипники;
— благодаря большей частоте вращения вала достигается большая производительность;
— практическое отсутствие вибрации позволяет сооружать облегченный фундамент;
— из-за равномерной подачи газа отпадает необходимость в ресиверах.

К недостаткам центробежных компрессоров можно отнести ухудшение технико-экономических показателей при увеличении степени сжатия, а также меньшая по сравнению с поршневыми компрессорами величина достигаемого давления газа (до 35 МПа).

Для достижения большей производительности турбокомпрессора по сжимаемому газу (> 25 м3/с) применяются осевые компрессоры, принцип действия которых заключается в превращении кинетической энергии движущегося газа в энергию давления на лопатках ротора и статора. Осевые компрессоры имеют больший коэффициент полезного действия (КПД), меньшие массу и габариты по сравнению с радиальными компрессорами.

Струйные компрессоры. В струйных компрессорах ускорение газового потока происходит в результате смешения потоков разных удельных энергий. Сжатие пассивного газа, подаваемого под низким давлением, происходит за счёт кинетической энергии активного газа, подаваемого под высоким давлением. Таким образом, запас энергии активного газа используется для сжатия пассивного газа, в результате получается поток, расход которого больше, а давление меньше, чем у активного газа.

Экономичность струйного сжатия газов значительно ниже, нежели механического.

При сопоставлении технико-экономических показателей воздушных компрессоров различных типов одинаковой производительности следует, что поршневые компрессоры более экономичны, чем машины других типов, но уступают им по металлоёмкости, габаритам и надёжности.

Компрессоры двух основных типов – поршневые и турбинные – не конкурируют, а дополняют друг друга. Однако применение турбокомпрессоров предпочтительнее при производительности 15 м3/с и выше.

Основными источниками опасностей при эксплуатации компрессорных установок являются:

— повышенное (по сравнению с атмосферным) давление газа;
— разрежение (пониженное по сравнению с атмосферным давление газа) на всасывающий линии (всасе);
— повышение температуры сжигаемого газа;
— возвратно-поступательное и вращательное движение рабочих органов;
— возможность ожижения отдельных компонентов сжимаемых газовых смесей;
— наличие в объёме сжатия горючих и токсичных веществ.

Высокое давление газа, создаваемое компрессором, способствует нарушению прочности материалов, из которых изготовлены детали ступеней. В результате нарушения прочности деталей возможно появление вздутий, трещин и т.п., что неизбежно приводит к физиче-

скому взрыву. Повышение давления газа происходит практически адиабатически, что ведет к нагреванию сжимаемого газа и машины до высокой температуры (400 0С и >).

На всасывающей линии компрессорных установок давление газа стремится быть ниже атмосферного (разрежение), что при разгерметизации трубопроводов может привести к попаданию кислорода воздуха в компримируемый горючий газ, или горючих газов в компримируемый воздух. Данное обстоятельство способствует образованию взрывоопасной смеси в цилиндрах и полостях компрессоров, что при наличии высокой температуры приведёт к химическому взрыву.

Высокая температура сжимаемого газа кроме вышеуказанного явления приводит к уменьшению вязкости смазочного масла, что инициирует его распыление и усиление термического разложения. При этом выделяются водород, предельные и непредельные лёгкие углеводороды, в т.ч. ацетилен, а это способствует образованию взрывоопасных смесей, если компримируется воздух. Смазочное масло, разлагаясь при высокой температуре, способствует образованию так называемого нагара на стенках цилиндров, клапанных устройств и нагнетательных трубопроводов, представляющего собой твёрдые продукты разложения (углерод, смолы, кокс, асфальтены и др.). Нагар ведет к увеличению трения между движущимися деталями, местным перегревам, заклиниванию поршней в цилиндрах поршневых компрессоров.

Возвратно-поступательное и вращательное движение рабочих органов компрессорных установок из-за неуравновешенности движущихся масс являются главной причиной генерирования вибрации. При этом вибрация представляет опасность как для самой компрессорной установки, так и для обслуживающего персонала. Для компрессорной установки вибрация опасна за счёт того, что уменьшает прочность материала и соединений деталей друг с другом во всех узлах машины. Для обслуживающего персонала вибрация опасна тем, что вызывает повышенное отложение солей в суставах, сужение кровеносных сосудов и, как следствие, повышение кровяного давления и др. опасные для человека явления. Вибрация является также главной причиной генерирования шума с высокими уровнями звука (80 дБА и >), который приводит к нарушению нормального функционирования практически всех систем организма человека (тугоухость, снижение остроты зрения, гипертония, неврозы и др.).

При компримировании легкосжижаемых газов (NH3, CI2, SO2, CO2 и др.) возможно образование капель сжиженного газа, которые инициируют гидравлические удары, что вызывает эрозию и разрушение поршня и головки поршневого компрессора.

При компримировании горючих газов, кроме указанных выше опасностей, при разгерметизации ступеней компрессора и нагнетательных трубопроводов возможно образование взрывоопасных газовоздушных смесей в объёме помещения, где размещается машина, что приводит к взрыву и разрушению не только компрессорной установки, но и помещения (здания).

При компримировании токсических веществ вышеуказанные неисправности в работе компрессорной установки могут привести к массовым отравлениям обслуживающего персонала и населения, т.к. концентрации этих веществ в воздухе могут превышать соответствующие ПДК.

При внезапной остановке компрессорной установки, например, при отключении электроэнергии, возможно поступление указанных выше веществ из ёмкостей, аппаратов и т.п. обратно в машину, а из неё в помещение, вызывая рассмотренные выше явления.

Безопасная эксплуатация компрессорных установок регламентируется следующими нормативными документами:

— «Правила устройства и безопасной эксплуатации стационарных компрессорных установок, воздуховодов и газопроводов» (ПБ 03-581-03);

— «Правила устройства и безопасной эксплуатации компрессорных установок с поршневыми компрессорами, работающими на взрывоопасных и вредных газах» (ПБ 03-582-03).

Для предотвращения аварий, связанных с превышением рабочего давления, на всех ступенях сжатия устанавливаются предохранительные клапаны. В тех случаях, когда предохранительный клапан не может работать надежно (например, низкая пропускная способность) перед предохранительным клапаном устанавливается разрывная мембрана. Те и другие предохранительные устройства устанавливаются до запорной арматуры и до обратного клапана.

Для обеспечения надежной смазки (особенно поршневых компрессорных установок) предусматривается подача масла под давлением специальными циркуляционными системами с циклической фильтрацией его в фильтрах. Все линии подачи масла в системе смазки цилиндров и сальников снабжаются обратными клапанами. На каждой ступени компримирования газа установлены манометры для контроля давления масла. Для смазки цилиндров и сальников газовых компрессорных установок применяются масла с температурой вспышки паров не менее, чем на 20 0С выше температуры нагнетаемого газа. Как правило, температура вспышки паров компрессорных смазочных масел > 200 0С, а температура самовоспламенения не менее 400 0С.

Для смазки кислородных компрессорных установок смазочные масла не применяются, а смазка таких машин осуществляется водно-глицериновой эмульсией (глицериновое мыло, 10 % раствор глицерина в воде).

Для смазки хлорных компрессорных установок применяется концентрированная серная кислота, которая в отличие от других веществ не подвергается хлорированию.

Многоступенчатые компрессорные установки имеют систему охлаждения сжимаемого газа после каждой ступени в специальных холодильниках-сепараторах, что предотвращает повышение температуры и газа и машины, а также попадание в цилиндры сниженных газовых компонентов.

Для сглаживания пульсаций давления сжатого газа между поршневым компрессором и магистралью устанавливаются буферные ёмкости и обратный клапан (между ёмкостью и компрессором). При этом буферные емкости (ресиверы) устанавливаются на отрытой и ограждённой площадке и снабжены арматурой для спуска воды и масла, манометрами, предохранительными клапанами, лазами и люками.

В целях предотвращения образования взрывоопасных газовых смесей в цилиндрах и полостях компрессорных установок давление на всасе поддерживается выше атмосферного, а система энергоснабжения машины сблокирована с состоянием линии всаса таким образом, что происходит отключение энергопитания электропривода при снижении давления на всасе ниже атмосферного или при наличии кислорода в поступающем газе.

Снижение генерируемой компрессорными установками вибрации достигается путём установки их на массивные фундаменты, а между ними – виброизоляторов.

На случай нарушения герметичности компрессорной установки предусматривается рабочая и аварийная вентиляция, включающаяся автоматически при превышении ПДК или НКРП в воздухе рабочей зоны.

Для контроля загазованности по ПДК и НКПРП в производственных помещениях (рабочей зоне открытых наружных установок) предусматриваются средства автоматического газового анализа с сигнализацией о приближении концентраций опасных веществ к критическим значениям.

Для обеспечения безаварийной работы компрессорные установки снабжаются необходимыми контрольно-измерительными приборами (термометры, манометры, расходомеры и др.), а также звуковой и световой сигнализацией о нарушении эксплуатационных параметров.

Для обслуживающего персонала в помещении компрессорной устраивается звукоизолированная кабина, обеспечивающая необходимый обзор окружающего пространства. Уровень звука в кабине не должен превышать 80 дБА. Кабина должна быть оборудована средствами связи с технологически сопряженными с машиной помещениями. В кабине, как правило, размещаются щиты управления работой компрессорных установок.

Компрессорные установки размещаются в отдельно стоящих зданиях с подветренной стороны по отношению к другим зданиям предприятия. При этом в сторону других зданий должна быть ориентирована глухая стена компрессорной.

В целях предупреждения разрушения здания компрессорной при возможном взрыве крыша выполняется легкосбрасываемой, а остекление–ленточным. При этом должно соблюдаться условие: суммарная площадь окон, дверей и легкосбрасываемых панелей покрытий должна составлять не менее 0,05 м2 на 1 м3 объёма помещения компрессорной.

К обслуживанию компрессорных установок допускаются машинисты и аппаратчики, прошедшие специальную подготовку, аттестованные и имеющие соответствующие удостоверения на право эксплуатации этих опасных машин.

Безопасность эксплуатации котельных установок. *Котельная установка* – комплекс устройств для получения водяного пара под давлением (или горячей воды). Котельная установка (КУ) состоит из следующих основных систем:

— котлоагрегата;
— газо- и воздухопроводов;
— трубопроводов пара и воды;
— арматуры (отключающие, регулирующие, соединительные и т.п. устройства);
— тягодутьевых устройств;
— сооружений водоподготовки и др.

Мощные котельные установки занимают помещения объёмом в сотни тысяч м3 и вырабатывают до 4 тысяч т пара в сутки.

Основным сооружением любой котельной установки является *парогенератор* – аппарат для производства водяного пара.

Парогенератор, в котором пар получают за счёт тепла сжигаемого органического топлива, называется паровым котлом, а при использовании электрической энергии – электрокотлом.

Паровой котел – устройство, имеющее топку для сжигания углеводородного топлива, предназначенное для получения пара с давлением выше атмосферного.

Современный паровой котел представляет собой агрегат, конструктивно объединяющий в себе комплекс устройств для получения пара под давлением или горячей воды за счёт сжигания топлива. Главной частью такого котлоагрегата является топочная камера с газоходами, в которых размещены поверхности нагрева, воспринимающие тепло продуктов сгорания топлива (пароперегреватель, водяной экономайзер, воздухоподогреватель). Элементы котлоагрегата опираются на каркас и защищены от потерь тепла обмуровкой и теплоизоляцией.

В топочной камере происходит частичное сгорание топлива и частичное охлаждение продуктов сгорания, за счёт нагрева труб, покрывающих стены топочной камеры (топочные экраны), по которым циркулирует вода или пар. На выходе из топки газы имеют температуру ~ 1000 0С и на пути их движения устанавливаются пароперегреватели (трубчатые змеевики). После пароперегревателей температура газов составляет 700…600 оС и далее тепло от них отбирается в водяном экономайзере и воздухоподогревателе. Температура газов, после рассмотренных устройств снижается до 170…130 оС. Дальнейшее снижение температуры отходящих газов путём полезного использования их тепла препятствует конденсация паров воды и серной кислоты на рабочих поверхностях, приводящих к осаждению на них золы и коррозии.

Охлаждённые газы через систему золоулавливания и сероочистки выбрасываются из дымовой трубы в атмосферу. Твёрдые продукты сгорания топлива периодически или непрерывно удаляются из котлоагрегата и направляются в золошламонакопители.

Котлоагрегат, например, для энергоблока мощностью 300 МВт представляет собой постройка высотой > 50 м и в плане занимает площадь ~ 1000 м2. На сооружение такого агре-

гата, расходуется ~ 4500 т металла, из которых ~ 33 % приходится на трубные системы, работающие под давлением > 2,5 МПа.

В качестве топлива в котлоагрегатах используются:

— природный газ;
— мазут;
— каменный уголь;
— горючие сланцы;
— торф.

Котельные установки относятся к опасным производственным объектам т.к. при их эксплуатации возможна реализация следующих потенциальных опасностей (основных):

— неконтролируемые взрывы газовоздушных и аэрозольных горючих систем;
— физические взрывы систем, работающих под давлением;
— разрушение трубопроводов с паром и горячей водой за счёт температурных градиентов, обусловленных отложением солей жёсткости (накипи) из нагреваемой воды на нагретых поверхностях;
— генерирование вибрации и шума за счёт работы дробильных, размольных и транспортных агрегатов, а также тягодутьевых устройств;
— опасность термических ожогов при контакте работающих с нагретыми поверхностями и паром;
— загрязнение атмосферы, гидросферы и литосферы газообразными, аэрозольными, жидкими и твердыми отходами;
— загрязнение окружающей природной среды неиспользованной теплотой отходящих газов, охлаждающей воды и твердофазных отходов.

С целью безопасной эксплуатации котельных установок применяется следующая арматура безопасности:

— манометры, для контроля давления среды (воды, пара и др.);
— предохранительные устройства для сброса избыточного давления рабочей среды (разрывные мембраны, предохранительные клапаны, и др.);
— парозапорные вентили для отключения КУ от паровой магистрали;
— водозапорные вентили (задвижки) для впуска воды в КУ и регулирование её количества;
— обратный питательный клапан, предотвращающий пропуск воды из КУ обратно в питательную магистраль при аварии на питательном трубопроводе;
— воздушные клапаны для удаления из КУ воздуха и др. газов.

Вся арматура должна иметь сертификаты (паспорта), где отражаются параметры эксплуатации, схемы включения в технологическую систему и др. сведения.

Соединения трубопроводов котельных установок выполняются фланцевыми или сварными.

Котельные установки оборудуются также необходимой гарнитурой безопасности:

— заслонки и шиберы для регулирования тяги и дутья;
— лазы в обмуровке для осмотра топочной камеры, газоходов и др. поверхностей нагрева и футеровки;
— предохранительные взрывные клапаны для защиты обмуровки и каркаса КУ от разрушений при взрывах горючей смеси в топке и газоходах;
— затворы на шлаковых и золовых бункерах для удаления шлака и золы из топки, газоходов и др. мест.

В целях предупреждения взрывов автоматически контролируется температура топочных газов, пара и воды, причём системы контроля блокируются с питательными системами (по топливу и воде), которые отключаются при превышении критических величин температур.

Для обеспечения безопасности процесса розжига КУ предусматриваются автоматические системы контроля и регулирования подачи горючего на запальник и в топку.

Особое значение для безопасной эксплуатации КУ являются, умягчение питательной воды с целью предупреждения образования накипи на нагретых поверхностях. При умягчении (обессоливании) воды из неё удаляют соли жесткости ($Ca(HCO3)2$; $Mg(HCO3)2$; $CaSO4$; $MgSO4$; $MgCI2$) обеспечивающие карбонатную и некарбонатную жёсткость воды.

Умягчение питательной воды производится при помощи ионообменных смол (катиониты и аниониты), а также реагентными методами (обработка кислотами с выпадением солей жёсткости в осадок).

Проектирование, эксплуатация, содержание и т.п. котельных установок подведомственны органам Ростехнадзора (котлонадзор).

Безопасная эксплуатация котельных установок регламентируется рядом нормативных документов:

— ПБ 10-574–03 «Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов»;
— ПБ 10-575–03 «Правила устройства и безопасной эксплуатации электрических котлов и электрокотельных»;
— ПБ 10-573–03 «Правила устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды»;
— ПБ 03-576–03 «Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением» и др.

Газовое хозяйство предприятия предназначено для обеспечения топливом котельных установок в целях отопления помещений и получения электроэнергии на тепловых электростанциях.

В качестве топлива могут использоваться природные газы газовых и нефтяных месторождений и сжиженные углеводородные газы (СУГ).

Газопроводы систем газоснабжения в зависимости от давления транспортируемого газа подразделяются на:

— газопроводы высокого давления 1-ой категории (0,6…1,2 МПа для природного газа; 0,6…1,6 МПа для СУГ);
— газопроводы высокого давления 2-ой категории (0,3…0,6 МПа);
— газопроводы среднего давления (0,005…0,3 МПа);
— газопроводы низкого давления (≤ 0,005 МПа).

Газопроводы на территории промышленного предприятия прокладываются, как правило, надземно. Подземная прокладка газопроводов должна быть обоснована с учётом коррозионной активности грунта, наличия блуждающих токов и др. факторов. Ввод газопроводов в здание должен производиться непосредственно в помещение, где находятся агрегаты, потребляющие газ, или ли в смежное с ним помещение при условии соединения этих пространств открытым проёмом. Вводы не должны проходить через фундаменты и под ними, через подвалы, вентиляционные камеры, трансформаторные подстанции, складские помещения, помещения, имеющие категории А и Б по пожаровзрывоопасности.

В системах газоснабжения для снижения давления газа устраиваются газорегуляторные пункты (установки) (ГРП, ГРУ). На газопроводах перед вводом в здание и газорегуляторным пунктом (ГРП) устанавливаются отключающие устройства (задвижки, вентили и т.п.). Газорегуляторные пункты оснащаются средствами автоматического контроля и регулирования расхода, температуры, давления и др. параметров, обеспечения бесперебойного газоснабжения производственных объектов.

Обращающиеся в системе газового хозяйства предприятия вещества являются токсичными и пожаровзрывоопасными. Природный газ представляет собой смесь различных веществ (метан, диоксид углерода, азот, сероводород и др.), сжиженные углеводородные газы

чаще всего представлены пропаном. В природном газе всех месторождений России превалирует метан (~ 90 % об.). Функциональное токсическое действие на организм человека основных компонентов природного и сжиженного углеводородного газов заключается в угнетении функций центральной нервной системы.

Особая опасность природного и сжиженного углеводородного газов заключается в их горючих свойствах, т.к. их смеси с воздухом легко взрываются при наличии импульса воспламенения. Взрывы таких смесей в помещениях могут создавать избыточное давление воздуха значительно более 5 кПа, что приводит разрушениям оборудования, зданий, а также человеческим жертвам.

При эксплуатации газового хозяйства возможны также и физические взрывы за счёт повышенного давления транспортируемых по газопроводам веществ.

Поскольку описанные выше опасные вещества содержатся в трубопроводах, оборудовании, приборах и т. п. газового хозяйства, необходимо обеспечивать их герметизацию. Наиболее предпочтительным способом герметизации в этом случае являются неразъёмные соединения элементов трубопроводов и оборудования путём сварки. При использовании разъёмных соединений предпочтение следует отдавать фланцевым соединениям. Для защиты оборудования газового хозяйства, расположенного на открытом воздухе или под землёй, от коррозии применяются специальные покрытия (краски, мастики и т.п.).

На случай аварийной ситуации в газовом хозяйстве, например, разгерметизация газового отопительного прибора, на питательных газопроводах устанавливаются быстродействующие отсечные клапаны, отключающие поток топлива за время не превышающее 3 с. Отсечные клапаны устанавливаются после запорного устройства (на входе газопровода в систему) перед газораспределительным пунктом и на отводах газопровода к потребителям после ГРП.

Для предотвращения физических взрывов, инициируемых высоким давлением газа, в газораспределительном пункте устанавливается 2 и более предохранительных сбросных клапана (ПСК). Сбросные трубопроводы от ПСК выводятся наружу на высоту не менее 2 м от конька крыши здания и не менее 5 м от поверхности земли.

На газопроводах перед каждым потребителем последовательно устанавливаются 2 запорных устройства, а между ними – продувочный трубопровод (свеча безопасности).

В целях предупреждения проявления импульсов воспламенения всё электрооборудование газорегуляторных устройств, газораспределительных пунктов, средств автоматического контроля и регулирования параметров изготавливается во взрывобезопасном исполнении.

Вопросы для проверки:

1. Компрессоры.
2. Виды компрессорных установок.
3. Безопасная эксплуатация компрессорных установок
4. Котельные установки, их особенности.
5. Безопасность эксплуатации котельных установок
6. Безопасность эксплуатации газового хозяйства

ЛЕКЦИЯ 3.6. ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

1. *Пожарная безопасность предприятий и система противопожарной защиты*
2. *Пожарная опасность производственных зданий и категории взрывопожароопасности производств.*
3. *Огнестойкость зданий и возгораемость строительных материалов*
4. *Виды пожарной техники*

5. *Автоматические средства пожаротушения*
6. *Первичные средства пожаротушения*

Пожарная безопасность предусматривает обеспечение безопасности людей и сохранения материальных ценностей предприятия на всех стадиях его жизненного цикла (научная разработка, проектирование, строительство и эксплуатация).

Основными системами пожарной безопасности являются системы предотвращения пожара и противопожарной защиты, включая организационно-технические мероприятия.

Требуемый уровень обеспечения пожарной безопасности людей с помощью указанных систем должен быть не менее 0,999999 предотвращения воздействия опасных факторов в год в расчете на каждого человека.

Систему предотвращения пожара составляет комплекс организационных мероприятий и технических средств, направленных на исключение возможности возникновения пожара. Предотвращение пожара достигается: устранением образования горючей среды; устранением образования в горючей среде (или внесения в нее) источника зажигания; поддержанием температуры горючей среды ниже максимально допустимой; поддержание в горючей среде давления ниже максимально допустимого и другими мерами.

Систему противопожарной защиты составляет комплекс организационных и технических средств, направленных на предотвращение воздействия на людей опасных факторов пожара и ограничение материального ущерба от него.

Противопожарная защита обеспечивается: максимально возможным применением негорючих и трудногорючих веществ и материалов вместо пожароопасных; ограничением количества горючих веществ и их размещения; изоляцией горючей среды; предотвращением распространения пожара за пределы очага; применением средств пожаротушения; применением конструкции объектов с регламентированными пределами огнестойкости и горючестью; эвакуацией людей; системами противодымной защиты; применением средств пожарной сигнализации и средств извещения о пожаре; организацией пожарной охраны промышленных объектов.

Ограничение горючих веществ и их размещения достигается регламентацией: количества (массы, объема) горючих веществ и материалов, находящихся одновременно в помещении; наличия аварийного слива пожароопасных жидкостей и аварийного стравливания горючих газов из оборудования; противопожарных разрывов и защитных зон; периодичности очистки помещений, коммуникаций, оборудования от горючих отходов, отложений пыли и т.п.; числа рабочих мест, на которых используются пожароопасные вещества; выноса пожароопасного оборудования в отдельные помещения и на открытые площадки, а также наличия системы аспирации отходов производства.

Изоляция горючей среды обеспечивается одним или несколькими из перечисленных средств: максимальной автоматизацией и механизацией технологических процессов, связанных с обращением пожароопасных веществ; применением для пожароопасных веществ герметизированного и герметичного оборудования и тары; применением устройств защиты производственного оборудования с пожароопасными веществами от повреждений и аварий; применением изолированных отсеков, камер, кабин и т.п.

Предотвращение распространения пожара обеспечивается: устройством противопожарных преград (стен, зон, поясов, защитных полос, занавесов и т.п.); установлением предельно допустимых площадей противопожарных отсеков и секций; устройством аварийного отключения и переключения аппаратов и коммуникаций; применением средств, предотвращающих разлив пожароопасных жидкостей при пожаре; применением огнепреграждающих устройств (огнепреградителей, затворов, клапанов, заслонок и т.п.); применением разрывных предохранительных мембран на агрегатах и коммуникациях.

Применяемые на производстве средства пожаротушения должны максимально ограничивать размеры пожара и обеспечивать его быстрое тушение. При этом для конкретного производства должны быть определены: виды средств пожаротушения, допустимые и недопустимые для применения на пожаре; вид, количество, размещение и содержание первичных

средств пожаротушения (огнетушители, асбестовые полотна, ящики с флюсом или песком, емкости с огнетушащими порошками и т. п.); порядок хранения веществ, тушение которых недопустимо одними и теми же средствами; источники и средства подачи воды при пожаротушении; максимально допустимый запас специальных средств пожаротушения; необходимая скорость наращивания подачи средств пожаротушения; виды, количество, быстродействие и производительность установок пожаротушения; помещения для размещения стационарных установок пожаротушения и хранения запаса средств тушения; порядок обслуживания установок пожаротушения и хранения средств тушения.

Все перечисленные выше меры, составляющие системы предотвращения пожара и пожарной защиты, отражаются в нормах строительного проектирования и отраслевых нормативных документах в виде соответствующих нормативных положений и требований, на основе которых разрабатываются те или иные инженерно-технические решения в области противопожарной защиты при проектировании и строительстве промышленных зданий.

При определении огнестойкости зданий и его элементов, а также при планировочных решениях внутри здания учитывается вероятность возникновения пожара для данного типа производства.

Пожарная опасность производственных зданий определяется пожарной опасностью технологического процесса и конструктивно-планировочными решениями здания. Исходя из пожароопасных свойств веществ и условий их применения или обработки строительные нормы и правила делят все производства и склады по взрыво- и пожароопасности на пять категорий, которые обозначают буквами: А и Б — взрывопожароопасные; В, Г и Д — пожароопасные.

Категории взрывопожароопасности производств указаны в нормах технологического проектирования или в специальных перечнях производств, которые составляются и утверждаются отраслевыми министерствами.

К взрывопожароопасной категории А относятся производства, связанные с применением веществ, способных взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом; горючих газов, нижний предел воспламенения кото-рых равен 10° С и менее по отношению к объему воздуха; жидкостей с температурой вспышки паров до 28° С включительно, при условии, что указанные газы и жидкости могут образовывать взрывоопасные смеси в объеме, превышающем 5 % от объема по-мещения. В литейном производстве к этой категории относятся отделения нанесения лакокрасочных покрытий на изделия и др.

К взрывопожароопасной категории Б относятся производства, связанные с применением горючих газов, нижний предел воспламенения которых более 10 % по отношению к объему воздуха; жидкостей; с температурой вспышки паров 28...61° С включительно; горючих, пылей или волокон, нижний предел воспламенения которых равен 65 г/м2 и менее при условии, что эти газы, жидкости и пыли могут образовывать взрывоопасные смеси в объеме, превышающем 5 % объема помещения. В литейном производстве к этой категории относятся помещения, в которых шлифуются и полируются изделия из магниевых сплавов, а также проводится подготовка и рассев порошков магния, алюминия и их сплавов, и ряд других помещений.

К пожароопасной категории В относятся производства, связанные с применени-ем жидкостей с температурой вспышки паров выше 61° С; горючих пылей, нижний предел воспламенения которых более 65 г/м2; веществ, способных гореть при взаимо-действии с водой, кислородом воздуха или одного с другим; твердых сгораемых ве-ществ и материалов. К таким производствам относятся плавильные отделения для по-лучения фасонных отливок, слитков; заливочные отделения, участки термической обра-ботки и механической обработки, склады готовой продукции из магниевых сплавов.

К пожароопасной категории Г относятся производства, связанные с применением негорючих (несгораемых) веществ и материалов в горячем, раскаленном или расплав-ленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистой теплоты, искр

или пламени; твердых, жидких или газообразных веществ, которые сжи-гаются или утилизируются в качестве топлива. К категории Г относится большая часть подразделений литейных цехов.

К пожароопасной категории Д относятся производства, связанные с применением несгораемых веществ и материалов в холодном состоянии. В литейном производстве — это смесеприготовительные, стержневые, формовочные и ряд других отделений.

Пожарная безопасность здания в значительной мере определяется степенью его огнестойкости, которая зависит от возгораемости и огнестойкости основных конструктивных элементов здания.

Строительные материалы по возгораемости в соответствии со СНиП разделяются на три группы: несгораемые, трудносгораемые, сгораемые.

Несгораемые — материалы, которые под воздействием огня или высокой температуры не воспламеняются, не тлеют и не обугливаются. К ним относятся все неорганические материалы, применяемые в строительстве, металлы, гипсовые и минераловатные плиты.

Трудносгораемые — материалы, которые под воздействием огня или высокой температуры воспламеняются, тлеют или обугливаются и продолжают гореть или тлеть только в присутствии источника зажигания, а после его удаления горение или тление прекращается. К ним относятся материалы, состоящие из несгораемых и сгораемых составляющих, например гипсовые и бетонные материалы, содержащие наполнители, минераловатные плиты на битумном связующем, некоторые полимерные материалы. К трудносгораемым относятся конструкции, выполненные из трудносгораемых материалов, а также из сгораемых материалов, защищенных от огня и высоких температур несгораемыми материалами, например противопожарная дверь, изготовленная из дерева и защищенная от огня асбестовым полотном и листом железа.

Сгораемые — материалы, которые под воздействием огня или высокой темпе-ратуры воспламеняются или тлеют и продолжают гореть или тлеть после удаления ис-точника огня. К ним относятся все органические материалы, не отвечающие требовани-ям, предъявляемым к несгораемым и трудносгораемым материалам.

Огнестойкость строительных конструкций проявляется в способности их сопротивляться воздействию огня или высокой температуры и сохранять при этом свои эксплуатационные функции. Огнестойкость относится к числу основных характеристик конструкций и регламентируется строительными нормами и правилами. Время, по ис-течении которого конструкция теряет несущую или ограждающую способность, назы-вается *пределом огнестойкости* и измеряется в часах от начала испытаний конструк-ции на огнестойкость до возникновения одного из следующих признаков: появление в конструкции сквозных отверстий или трещин, через которые проникает пламя или про-дукты сгорания; потеря конструкцией несущей способности, т.е. ее обрушение; повы-шение температуры на необогреваемой поверхности конструкции в среднем больше чем на 140° С, или в любой точке этой поверхности больше чем на 180° С по сравне-нию с температурой конструкции до испытания, или больше чем на 220° С независимо от температуры конструкции до испытания.

Требуемые пределы огнестойкости конструкций строительных материалов определяются степенью огнестойкости проектируемого здания. Степень огнестойкости производственных зданий промышленных предприятий устанавливается по таблицам СНиП в зависимости от назначения здания, категории взрывопожароопасности производства, площади цеха или участка, этажности здания и наличия в нем систем пожаротушения.

Важное значение в обеспечении пожарной безопасности принадлежит противопожарным преградам и разрывам. Противопожарные преграды предназначены для ограничения распространения пожара внутри здания. К ним относятся противопожарные стены, перекрытия, двери. Противопожарные стены опираются на фундамент, изготовляются из несгораемых материалов и имеют огнестойкость не менее 2,5 ч. Противопожарные стены могут возвышаться над крышей, что предотвращает распространение пожара на соседние помещения.

Если здание имеет несгораемые покрытия с несгораемым утеплителем или несгораемыми крышами, то противопожарные стены не возвышаются над крышами.

Противопожарные двери изготовляются из несгораемых или трудносгораемых материалов и должны иметь огнестойкость не менее 1,2ч.

Противопожарные разрывы между соседними производственными зданиями зависят от их огнестойкости, а для складов — от пожарной опасности хранящихся веществ, назначения складов, их вместимости и расположения. При определении противопожарных разрывов исходят из того, что наибольшую опасность в отношении возможности воспламенения соседних зданий представляет действие лучистой энергии, в то время как контактное действие пламени и искр проявляется не во всех случаях.

При строительстве здания предусматривают меры, предупреждающие возникно-вение взрыва, а также уменьшающие ущерб от взрывной волны. Для защиты от взры-вов в наружной части ограждения здания устраивают легкосбрасываемые конструкции (окна, двери, распашные ворота, облегченные конструкции). Легкосбрасываемые огра-ждения разрушаются при взрыве, в результате чего давление внутри здания уменьшает-ся и основные несущие строительные конструкции не разрушаются.

При проектировании зданий важным является обеспечение организованного движения людей по цеху или участку в нормальных и аварийных условиях.

Нормы проектирования путей эвакуации рассчитаны на типовые компоновки оборудования в цехах. Однако время эвакуации людей из цехов может быть рассчитано с учетом плотности и пропускной способности людского потока, скорости и продолжи-тельности движения, а также числа людей, участвующих в движении в течение короткого времени, которое определяется кратчайшим расстоянием от места их нахождения до выхода наружу. При этом движение людей во время пожара должно быть безопас-ным.

Допустимые расстояния от наиболее удаленного рабочего места до эвакуационного выхода нормируют в зависимости от категории производства, степени огнестойкости здания, объема помещения и числа работающих. В производственных помещениях должно быть предусмотрено не менее двух эвакуационных выходов.

Организационно-технические мероприятия включают организацию пожарной охраны предприятия; паспортизацию веществ, материалов, изделий, технологических процессов, зданий и сооружений в части обеспечения пожарной безопасности; привле-чение общественности к вопросам обеспечения пожарной безопасности; организацию обучения работающих правилам пожарной безопасности; разработку инструкций о по-рядке обращения с пожароопасными веществами и материалами; изготовление средств наглядной агитации; нормирование численности людей на объекте по условиям безо-пасности их при пожаре; разработку мероприятий по действиям администрации и рабо-тающих на случай возникновения пожара и организацию эвакуации людей; обеспече-ние необходимых количеств и видов пожарной техники.

Виды пожарной техники. Пожарная техника, предназначенная для защиты промышленных предприятий, классифицируется на следующие группы: пожарные машины, установки пожаротушения, средства пожарной и охранной сигнализации, огнетушители, пожарное оборудование, ручной инструмент, инвентарь и пожарные спасательные устройства.

К автомобилям, используемым при пожаротушении промышленных предприятий, относятся пожарные автоцистерны, насосно-рукавные автомобили, автолестницы, автонасосные станции, автомобили пенного и порошкового тушения и т.п. Число и виды автомобильных средств, необходимых для тушения пожара на предприятии, определяют в зависимости от категории производства по взрывной, взрывопожарной и пожарной опасности; пожароопасных свойств материалов, используемых в производстве; особенностей развития возможного пожара и времени возможного прибытия автомобилей на объект.

На предприятиях широко применяют установки водяного, пенного, парового, газового и порошкового пожаротушения. Тушение пожара водой является наиболее дешевым и рас-

пространенным средством. Попадая в зону горения, вода нагревается и испаряется, отнимая большое количество теплоты от горящих веществ. При испарении воды образуется большое количество пара, который затрудняет доступ воздуха к очагу горения. Кроме того, сильная струя воды может сбить пламя, что облегчает тушение пожара. Вода используется в виде компактных или распыленных струй, в тонкораспыленном состоянии со смачивателями, которые применяют при тушении веществ, плохо смачивающихся водой. В виде компактных и распыленных струй, подаваемых из лафетных и ручных пожарных стволов, вода применяется для тушения большинства твердых горючих веществ и материалов, за исключением расплавленного металла и ряда других веществ, которые при взаимодействии с водой усиливают реакцию горения. Вода используется также для создания водяных завес и охлаждения объектов, находящихся вблизи очага пожара. Тонкораспыленная вода эффективно тушит твердые материалы, горючие и легковоспламеняющиеся жидкости.

Спринклерные установки представляют собой автоматические устройства тушения пожара водой. Их применяют в отапливаемых помещениях. Спринклерные установки состоят из системы водопроводных труб, проложенных под потолком, в которые ввинчиваются специальные головки (рис. 4.20). Головка закрыта клапаном, который удерживается легкоплавким припоем. Повышением температуры до 70...80° С приводит к расплавлению припоя и открытию головки, из которой поступает, разбрызгиваясь, вода на очаг пожара. На каждые 12 м площади помещения устанавливается одна головка. Когда из спринклера начинает поступать вода, на пожарном посту появляется сигнал, указывающий место пожара. Спринклерные установки применяют для автоматического пожаротушения здания и различного технологического оборудования в случаях, когда в качестве огнегасящего вещества допустимо применение воды и пены.

Дренчерные установки представляют собой также систему трубопроводов, но головки этих установок, в отличие от спринклерных, постоянно открыты. Вода поступает при срабатывании специальных клапанов или при открывании задвижек ручным способом. Дренчерные установки используют на открытых площадях, в неотапливаемых помещениях для орошения больших площадей. Их применяют также для создания водяных завес.

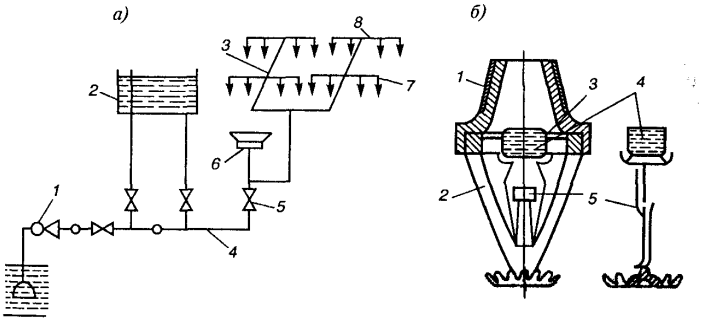


Рис. 28. Спринклерная установка:

а — схема установки; *1* — центробежный насос; *2* — водонапорный бак; *3* — питательный водопровод; *4* — магистральный водопровод; *5* — контрольный сигнальный клапан; 6 — сигнальное устройство; *7* — спринклерные оросители; *8* — распределительный водопровод; *б* — спринклерный ороситель; *1* — нарезной штуцер; *2* — рамка с розеткой; *3*—диафрагма; *4* — клапан; *5* — замок диафрагмы

Пены, применяемые для тушения пожара, представляют собой массу пузырьков газа, заключенных в тонкие оболочки жидкости. Растекаясь по горящей поверхности, пена изолирует ее от пламени, вследствие чего прекращается поступление паров в зону горения и охлаждение верхнего слоя. По составу пена может быть химической и воздушно-механической.

Химическую пену применяют для тушения легковоспламеняющихся и горючих жидкостей и других веществ, которые можно, тушить водой. Используют ее главным образом в огнетушителях. Химическая пена образуется при смешивании растворенной в воде щелочи (с пенообразующими добавками) с кислотой. Разрушаясь при нагревании, она выделяет углекислый газ, который снижает концентрацию кислорода в зоне горения. Химическая пена

значительно легче огнеопасных жидкостей, и поэтому, плавая на поверхности, она преграждает выход паров горящей жидкости в зону горения и тушит пожар.

Воздушно-механическую пену используют для тушения закрытых объемов (маслоподвалы, насосно-аккумуляторные станции) благодаря ее способности длительно сохранять свою структуру и быстроте подачи в очаг пожара. Она представляет собой коллоидную систему, состоящую из пузырьков воздуха, оболочки которых состоят из воды с добавкой специального пенообразующего вещества. Пожаротушащий эффект воздушно-механической пены основан на охлаждении очага пожара, а также на изоляции зоны горения от доступа воздуха извне. Воздушно-механическую пену получают с помощью генераторов пены. Вода поступает по магистралям в генератор, куда также поступает небольшое количество пенообразующего вещества. В вихревой камере генератора происходит смешивание и вовлечение воздуха из атмосферы. На выходе из пеногенератора в сопле происходит расширение подаваемой смеси и ее вспенивание. Генераторы пены выпускают различной производительности и с различной кратностью пены (20...200 и выше). Воздушно-механическая пена безвредна для людей, не вызывает коррозии металлов, почти неэлектропроводна и экономична. Специальные дозирующие устройства с головками для получения пены применяют в спринклерных и дренчерных автоматических установках тушения пожара воздушно-механической пеной.

Водяной пар широко используют на промышленных предприятиях для тушения пожара в помещениях объемом до 500 м3. В установках пожаротушения паром используют перегретый насыщенный или отработанный водяной пар. Чтобы потушить огонь водяным паром в помещении, где произошел пожар, необходимо создать концентрацию пара 35 %. На трубопроводе, подающем пар в защищаемое помещение, устанавливают задвижки или вентили с ручным приводом, расположенным вне защищаемого помещения. Автоматические устройства для тушения паром не применяются, поскольку внезапная подача пара может вызвать ожоги людей. Необходимо следить, чтобы в помещении, где смонтирована система пожаротушения, не было открытых проемов, так как в этом случае не удастся создать необходимую концентрацию пара. Расчетное время пожаротушения паром примерно 3 мин.

Установки газового пожаротушения предназначены для автоматического пожаротушения различного технологического оборудования в тех случаях, когда применение других веществ недопустимо. Такие установки используют на крупных агрегатах и установках, где в технологических целях применяют масло. В установках газового пожаротушения используют инертные газы, главным образом углекислый, азот, аргон, фреоны и другие составы. Огнетушащее действие инертных газов заключается в понижении концентрации кислорода в очаге горения и торможении интенсивности горения, а также в отбирании значительного количества теплоты при контакте с очагом горения.

Основными элементами установок газового пожаротушения являются: сосуды или баллоны с огнетушащим составом, распределительные трубопроводы, дренчерные оросители или специальные насадки для подачи огнегасящего вещества в помещение, пожарные датчики и пусковое устройство. Установки газового пожаротушения подраз-деляются на установки объемного и установки локального пожаротушения по объему и по площади. Установки объемного пожаротушения применяют для помещений объе-мом до 3000 м3 при тушении углекислым газом, азотом, аргоном и объемом до 6000 м при тушении фреоном при условии, что площадь открываемых проемов в этих помеще-ниях составляет не более 10 % площади ограждающих конструкций помещения. Учи-тывая, что при объемном способе пожаротушения необходимо создавать огнетушащую концентрацию состава по всему объему помещения, в помещениях большого объема применяют локальный способ тушения с подачей огнетушащего состава непосредст-венно в зону горения. Установки локального пожаротушения по площади помещения применяют для тушения отдельных очагов пожара с помощью шланга или раструба и размещают таким образом, чтобы к каждому месту возможного очага пожара огнегася-щее вещество могло быть подано по двум шлангам.

Для ликвидации небольших загораний, не поддающихся тушению водой и другими огнетушащими средствами, в том числе расплавленного металла, используют порошковые составы. К ним относятся: хлориды щелочных и щелочноземельных металлов (флюсы), карнолит, двууглекислый и углекислый натрий, поташ, квасцы и т.п. Огнетушащее действие сухих порошкообразных веществ заключается в том, что они своей массой, особенно при расплавлении, изолируют зону горения от окислителя, образуя плотную пленку. Порошковые составы подаются в зону горения от специальных пожарных автомобилей, стационарных установок или от пунктов хранения, где они хранятся в баллонах, ящиках или ведрах. Отрицательным свойством порошков является то, что они не охлаждают, как правило, зону горения, а при длительном хранении могут слеживаться.

К числу средств тушения пожаров, которые могут быть эффективно использованы в начальной стадии пожара, относятся внутренние пожарные краны, огнетушители, кошмы, песок. Внутренние пожарные краны являются элементами противопожарного водоснабжения и предусматриваются в доступных и видных местах (у входов, на лестничных клетках, в коридорах). Пожарные краны устанавливают в специальных ящиках и к ним подсоединяют пожарные шланги длиной до 20 м с пожарными стволами. Количество кранов определяется из расчета, чтобы каждая точка пространства внутри здания могла орошаться не менее чем двумя струями.

В качестве первичных средств пожаротушения наибольшее распространение получили различные огнетушители: химические пенные ОХП-10, газовые углекислотные ОУ-2, ОУ-5, ОУ-8, порошковые ОПС-10 и специальные огнетушители типа ОУБ. Газовые огнетушители предназначены для тушения небольших очагов горения веществ и электроустановок, за исключением веществ, горение которых происходит без доступа кислорода воздуха. В качестве огнетушащего средства в основном используют углекислоту. При быстром испарении углекислоты образуется снегообразная масса, которая, попадая в зону горения, снижает концентрацию кислорода, охлаждает горящее вещество. Ручные огнетушители типа ОУ конструктивно различаются вместимостью баллонов (соответственно 2,5 и 8 л). Они приводятся в действие вручную открыванием запорного вентиля путем вращения его против часовой стрелки. Через раструб газ подается на очаг пожара. Промышленностью выпускаются передвижные углекислотные огнетушители одно- и двухбаллонные вместимостью 40 и 80 л.

Порошковые огнетушители предназначены для тушения небольших очагов заго-рания щелочных металлов и других соединений. Работа порошковых огнетушителей основана на принципе выбрасывания огнетушащего порошка под действием сжатого воздуха, заключенного в баллончике, который присоединен к корпусу огнетушителя.

Углекислотно-бромэтиловые огнетушители типа ОУБ предназначены для тушения небольших очагов горения волокнистых и других твердых металлов, а также электроустановок. Для обеспечения надежности огнетушителей при пожаре их необходимо подвергать периодической проверке и перезарядке.

Успех ликвидации пожара на производстве зависит прежде всего от быстроты оповещения о его начале. Поэтому цехи, склады и административные помещения оборудуют пожарной сигнализацией. Пожарная сигнализация может быть электрическая и автоматическая. Электрическая сигнализация состоит из извещателей, которые установлены на видных местах в производственных помещениях, а также и вне их, для того чтобы возникший вблизи пожар не мог препятствовать подходу к извещателю. В автоматической пожарной сигнализации используют датчики, реагирующие на повышение температуры до определенного уровня, на излучение открытого пламени, дым. Применение того или иного извещателя определяется характером возможного пожара, контролируемой площадью, условиями производства.

Вопросы для проверки:

1. Пожарная опасность предприятий и система противопожарной защиты

2. Пожарная опасность производственных зданий и категории взрывопожароопасности производств.
3. Огнестойкость зданий и возгораемость строительных материалов
4. Виды пожарной техники
5. Автоматические средства пожаротушения
6. Первичные средства пожаротушения

МАТЕРИАЛ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

ПРИЛОЖЕНИЕ 1.1.

Классификация вредных и опасных производственных факторов.

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ. СИСТЕМА СТАНДАРТОВ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.

Дата введения 1976-01-0:

1. Классификация опасных и вредных производственных факторов

1.1. Опасные и вредные производственные факторы подразделяются по природе действия на следующие группы:

–физические;

–химические;

–биологические;

–психофизологические.

1.1.1. Физические опасные и вредные производственные факторы подразделяются на:

–движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы; разрушающиеся конструкции; обрушивающиеся горные породы;

–повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;

–повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов;

–повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны;

–повышенный уровень шума на рабочем месте;

–повышенный уровень вибрации;

–повышенный уровень инфразвуковых колебаний;

–повышенный уровень ультразвука;

–повышенное или пониженное барометрическое давление в рабочей зоне и его резкое изменение;

–повышенная или пониженная влажность воздуха;

–повышенная или пониженная подвижность воздуха;

–повышенная или пониженная ионизация воздуха;

–повышенный уровень ионизирующих излучений в рабочей зоне;

–повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека;

–повышенный уровень статического электричества;

–повышенный уровень электромагнитных излучений;

–повышенная напряженность электрического поля;

–повышенная напряженность магнитного поля;

–отсутствие или недостаток естественного света;

–недостаточная освещенность рабочей зоны;

–повышенная яркость света;

–пониженная контрастность;

–прямая и отраженная блесткость;

–повышенная пульсация светового потока;

–повышенный уровень ультрафиолетовой радиации;

–повышенный уровень инфракрасной радиации;

–острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования;

–расположение рабочего места на значительной высоте относительно поверхности земли (пола);

–невесомость.

1.1.2. Химические опасные и вредные производственные факторы подразделяются:

по характеру воздействия на организм человека на:

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

1.1.3. Биологические опасные и вредные производственные факторы включают следующие биологические объекты:

– патогенные микроорганизмы (бактерии, вирусы, риккетсии, спирохеты, грибы, простейшие) и продукты их жизнедеятельности.

– 1.1.4. Психофизиологические опасные и вредные производственные факторы по характеру действия подразделяются на следующие:

а) физические перегрузки;

б) нервно-психические перегрузки.

1.1.4.1. Физические перегрузки подразделяются на:

– статические;
– динамические.

1.1.4.2. Нервно-психические перегрузки подразделяются на:

– умственное перенапряжение;
– перенапряжение анализаторов;
– монотонность труда;
– эмоциональные перегрузки.

1.2. Один и тот же опасный и вредный производственный фактор по природе своего действия может относиться одновременно к различным группам, перечисленным в п. 1.1.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1.2.

ПРИНЦИПЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ.

Принципы обеспечения безопасности можно разделить на 4 класса:

Ориентирующие принципы подразделяются на:

1. *Системности.* Этот принцип состоит в том, что любое явление, действие, объект рассматриваются с позиций системности. Чтобы достичь правильного результата, желаемой цели при создании системы, необходимо иметь четкое представление об образующих ее элементах.

К элементам системы относятся материальные объекты, отношения, связи, существующие между ними. Так, например, пожар, как физическое явление, возможен при совмещении трех условий в пространстве и времени: наличии горючего вещества, кислорода в воздухе не менее 14% по объему и источника воспламенения определенной мощности. Устранение хотя бы одного элемента исключает возможность загорания и, следовательно, разрушает систему.

Если взаимодействие совокупности элементов дает однозначный результат, систему называют *определенной*. Если же совокупность элементов взаимодействует так, что возможны различные результаты, систему называют *неопределенной*, причем уровень неопределенности тем выше, чем больше различных результатов может появиться. *Неопределенность системы обуславливается неполным знанием и учетом элементов, а также характером взаимодействия между ними*.

2. *Деструкции*. Принцип деструкции состоит в разрушении системы, приводящей к опасному результату, за счет исключения из нее одного или несколько элементов. Этот принцип органически связан с принципом системности.

Известно, что смесь горючего и окислителя горит в определенном интервале концентраций. Минимальная и максимальная концентрации, при которых возможен взрыв, называются нижним и верхним концентрационными пределами взрываемости. Чтобы избежать взрыва, надо тем или иным способом снизить концентрацию ниже нижнего предела или поднять ее выше верхнего концентрационного предела взрываемости.

Воспламенение горючей смеси возможно только в том случае, если количество энергии, сообщенной смеси, достаточно для протекания реакции. Нарушив это условие, можно предотвратить возгорание.

3. *Ликвидации опасности*. Устранить, ликвидировать опасность – это самый естественный и самый прогрессивный путь при решении вопросов безопасности. Форма реализации принципа ликвидации разнообразны: изменение технологического процесса, внедрение более безопасной техники, замена опасных веществ и т.д.

Так, при обезжиривании деталей, применяют бензин. Замена его на негорючие растворители повышает пожарную безопасность.

4. *Снижение опасности*. В тех случаях, когда полностью устранить опасность не удается, прибегают к мерам, обеспечивающим некоторое снижение опасности.

Так, для снижения опасности поражения электрическим током, применяют так называемые безопасные напряжения (12, 24, 36 В). Однако считать эти напряжения абсолютно безопасными все же нельзя. К этому же принципу относится ограничение скорости движения автотранспорта в населенных пунктах.

5. *Замены оператора*. До сих пор мы рассматривали различные принципы обеспечения безопасности человека. А что если убрать человека из опасных условий? Принцип замены оператора (человека) в том и состоит, чтобы функции оператора передать промышленным роботам, либо изменить технологический процесс так, чтобы выполнение его протекало без участия человека.

Технические принципы подразделяются на:

1. *Защиты расстоянием*. Защита расстоянием предполагает установление такого расстояния между человеком и источником опасности, при котором обеспечивается заданный уровень безопасности. Этот принцип основан на том, что действие опасных и вредных факторов ослабевает или полностью исчезает в зависимости от расстояния.

Принцип защиты расстоянием реализуется с помощью:

- Противопожарных разрывов. Чтобы избежать возможности распространения пожара, здания, сооружения и другие объекты располагают на определенном расстоянии друг от друга. Эти расстояния называют противопожарными разрывами.
- Санитарно-защитных зон. Для защиты людей, живущих вблизи промышленных зон, от вредных и неприятно пахнущих веществ, повышенных уровней шума, вибрации и т.д. предусматриваются санитарно-защитные зоны – пространства между границей жилой застройки и объектами, являющимися источниками вредных факторов. Размеры санитарно-защитных зон соответственно могут быть 1000, 500, 300, 100, 50 метров.

2. *Экранирования.* Принцип экранирования предполагает установку экранов (преград) между источником опасности и человеком. Такие экраны должны препятствовать попаданию опасных воздействий в гомосферу или ограничить возможность попадания человека в ноксосферу. Как правило, применяются разнообразные по конструкции экраны.

- *Защита от тепловых излучений*. Для защиты от тепловых излучений служат экраны отражения, поглощения и теплоотвода. Экраны обычно изготавливают из светлых материалов: алюминия, белой жести, алюминиевой фольги, оцинкованного железа. *Теплоотводящие экраны* представляют собой конструкции со змеевиком, по которому проходит теплоотводящая жидкость. Теплопоглощающие экраны изготавливают из материалов с большой степенью черноты.
- *Защита от электромагнитных излучений* осуществляется при помощи экранов из материалов с высокой электрической проводимостью: медь, алюминий, латунь в виде листов или сеток. Электромагнитное поле ослабляется металлическим экраном при создании в нем поля противоположного направления.
- *Защита от вибрации*. Эффективный способ защиты от вибрации, вызываемой работой машин и механизмов, - виброизоляция. Роль своеобразного экрана при этом выполняют амортизаторы (виброизоляторы), представляющие собой упругие элементы, размещенные между машиной и ее основанием. Энергия вибрации поглощается амортизаторами, что уменьшает передачу вибрации на основание.
- *Защита от шума.* Для защиты работающих от прямого воздействия шума также используют экраны. Акустический эффект экрана основан на образовании за ним области тени, куда звуковые волны проникают лишь частично. Чем больше длина звуковой волны – тем меньше при данных размерах экрана область тени. Следовательно, применение экранов наиболее эффективно для защиты от средне- и высокочастотных шумов.

3. *Прочности.* Подсознательно мы связываем безопасность с прочностью элементов окружающей нас среды, конструкций и т.д.: лишь убедившись в прочности льда, мы осторожно станем на него. Потрескивание льда – свидетельство его непрочности – сигнал об опасности. Естественная зависимость безопасности от прочности воплотилась в принципе прочности. Идея этого принципа проста: чем прочнее, тем безопаснее. Разумеется, это утверждение имеет технические и экономические границы целесообразности.

4. *Слабого звена*. Рассмотрим этот принцип на примере кастрюли-скороварки. Скороварки плотно закрываются, пар создает повышенное давление, поэтому процесс варки идет при более высокой температуре. Внутреннее давление вызывает необходимость защиты посуды от разрыва. Можно было бы, исходя из принципа прочности, усилить стенки посуды – сделать их более толстыми. Но тогда потребуется много металла, кастрюля будет тяжелой и дорогой. Поступили иначе. Небольшое отверстие в кастрюле-скороварке закрывается пластиной (мембраной), имеющей меньшую прочность, чем весь остальной материал. Если давление внутри кастрюли достигает опасной величины, мембрана разрушается, избыток давле-

ния выходит в образовавшееся отверстие и разрыва стенок скороварки не происходит. В этом и заключается принцип слабого звена. Этот принцип широко используется в технике для защиты от опасностей в случае разрушения конструкций и устройств. Создавая ослабленные элементы, которые разрушаются при определенных, предварительно рассчитанных факторах, обеспечивают сохранность конструкций в целом, а следовательно, гарантируют безопасность обслуживающего их персонала.

В качестве слабого звена, защищающего элементы от неминуемого разрушения, используют предохранительные клапаны, мембраны, легко разрушаемые элементы здания, плавкие предохранители и т.д.

5. *Недоступности.* Принцип недоступности означает разделение тем или иным способом ноксосферы от гомосферы. Частный случай этого принципа – защита расстоянием. Принцип недоступности реализуется, например, в таких средствах защиты, как изоляция токоведущих частей или ограждения. Ограждения должны быть простыми, удобными, безопасными, прочными и надежными.

Ограждения подразделяются на:

- частичные (щитки, экраны абразивных и токарных станков), которые применяются в тех случаях, когда по условиям работы опасная зона не может быть закрыта полностью;
- полные, которые полностью закрывают опасную зону (например, защитные кожухи на оборудовании);
- общие, служащие для обеспечения недоступности нескольких опасных зон.

Недоступность к токоведущим частям обеспечивается устройством механических ограждений, блокировок и расположением токоведущих частей в недоступном месте.

6. *Блокировки.* Принцип блокировки заключается в обеспечении механического, электрического или другого принудительного взаимодействия между частями оборудования или параметрами технологического процесса, при котором достигается требуемая степень безопасности. Блокировочные устройства делятся на запретно-разрешающие и аварийные. *Запретно-разрешающие устройства* исключают неправильное включение и выключение аппаратов и механизмов, не допускают вскрытия оборудования, работающего под давлением, или включение машины при отсутствии ограждения и т.д. *Аварийные* блокировочные устройства срабатывают в тех случаях, когда нарушается заданный ход процесса, предотвращая тем самым развитие аварии.

По принципу действия блокировочные устройства подразделяются на:

1. механические
2. электрические
3. фотоэлектрические
4. радиочастотные
5. радиационные
6. гидравлические
7. пневматические
8. комбинированные

К блокировочным устройствам относятся концевые выключатели, ограничители грузоподъемности. Блокировочные устройства повышают безопасность обслуживания и надежность работы оборудования, обеспечивают требуемую последовательность включения механизмов и элементов устройств. Принцип блокировки широко применяется на транспорте, в энергосистемах, на промышленных предприятиях, в быту и во многих других случаях.

7. *Флегматизации*. В основе этого принципа – применение флегматизаторов или ингибиторов (веществ, снижающих скорость протекания различных процессов) и инертных компонентов с целью замедления скорости реакций или превращения горючих веществ в негорючие и невзрывоопасные. Например, ингибиторы коррозии снижают скорость коррозии, поэтому их используют для антикоррозийной защиты металлов. Добавление в горючую смесь веществ, обладающих высокой теплоемкостью, увеличивает теплоемкость смеси, в результате чего замедляется рост температуры, снижается скорость реакции. При высокой теп-

лопроводности добавляемых веществ увеличивается отвод тепла из зоны возможного разогрева, а следовательно, уменьшается опасность воспламенения.

8. *Резервирования (дублирования*) состоит в одновременном применении нескольких устройств, способов, приемов обеспечения безопасности. В таком случае, если отказывает одно устройство, срабатывает другое – дублирующее. Своеобразной формой реализации данного принципа является так называемое двурукое включение, при котором машина включается только при нажатии одновременно двух пусковых устройств двумя руками. В соответствии с правилами на особо опасных работах (например, работой в замкнутых пространствах, на высоковольтных установках, в удаленных местах) следует использовать не менее двух работников.

9. *Герметизации*. Чтобы исключить утечку опасных и вредных веществ, воспрепятствовать жидкостному или газовому обмену между средами, герметизируют соединения отдельных частей оборудования. Соединения могут быть неподвижными (неразъемными и разъемными) и подвижными. Наибольшее распространение получили фланцевые разъемные соединения.

10. *Вакуумирования*. При вакуумировании технологические процессы проводятся пр пониженном, по сравнению с атмосферным, давлении. Вакуумирование применяется при перекачке жидких агрессивных материалов, транспортировке сыпучих пылеобразующих материалов, транспортировке горючих веществ. При использовании вакуума возможен подсос наружного воздуха внутрь емкостей и образование взрывоопасных сред. Поэтому вакуумирование требует постоянного контроля за герметичностью.

11. *Компрессии.* Иногда безопасность обеспечивается проведением технологических процессов при повышенном (по сравнению с атмосферным) давлении. Обдуваемые, например, под повышенным давлением электродвигатели могут применяться во взрывоопасных средах. Нагнетание сжатого воздуха позволяет предотвратить поступление воды в рабочую камеру (кессон) при выполнении подземных работ в обводненных условиях.

Организационные принципы подразделяются на:

1. *Защиты временем*. Этот принцип основан на сокращении до безопасных значений длительности нахождения людей в условиях воздействия вредных факторов. На основании данного принципа для работников вредных производств устанавливаются продолжительность рабочего дня, производственный стаж, дополнительные отпуска и другие льготы. К принципу защиты временем также относится не превышение допустимых сроков хранения некоторых веществ, так как при превышении сроков эти вещества могут разлагаться на опасные составляющие. Наоборот, увеличение периода хранения вредных веществ может привести к снижению опасности от них.

2. *Информации*. Принцип информации состоит в отображении в той или иной форме свойств объективной реальности, необходимых для принятия решений, направленных на обеспечение безопасности. Значение этого принципа заключается в том, что он характеризует уровень наших знаний о потенциальных опасностях, с одной стороны, и применяемых средств обеспечения безопасности – с другой. На основании информации об опасностях, свойствах веществ, характеристиках человека, производственных процессов и других данных разрабатываются мероприятия по созданию безопасных условий труда, издаются законы, разрабатывается нормативная и другая документация по вопросам охраны труда, организация обучения и инструктирования и т.д.

3. *Классификации.* Принцип классификации состоит в делении объектов, явлений, материалов, предметов, средств труда, свойств и качеств на группы, категории, степени и другие множества по признакам, непосредственно или косвенно связанным с обеспечением безопасности. Классификация упрощает процесс изучения явлений окружающего мира и принятия решений по созданию безопасных условий жизнедеятельности человека. Так, например, помещения классифицируются по опасности поражения электрическим током, характеру окружающей среды, пожароопасности, взрывоопасности и т.д.

4. *Нормирования*. Чтобы создать благоприятные условия труда, необходимо обеспечить наибольший комфорт, снизить до минимума воздействие вредных и опасных факторов на работающих. Однако, полностью устранить опасные и вредные факторы невозможно. Даже в горном воздухе, который принято считать эталоном чистоты, всегда есть некоторое количество пыли. Но количество вредных и опасных веществ в среде обитания человека не должно превышать определенных величин – норм, иначе может быть создана опасная ситуация.

Принцип нормирования состоит в регламентировании условий, соблюдение которых обеспечивает заданный уровень безопасности. При нормировании учитываются психофизические характеристики человека, а также технические и экономические возможности обеспечения безопасности. Лимитирующим показателем при нормировании вредных факторов является отсутствие патологических изменений в состоянии здоровья человека. Нормы служат исходными данными при разработке мероприятий по охране труда.

Примеры нормирования: концентрация вредных веществ; параметры микроклимата; допустимые уровни шума; нормы освещенности; нормирование рабочего времени и времени отдыха; требования к средствам защиты и т.д.

5. *Несовместимости.* Этот принцип широко распространен в различных областях. Для того, чтобы исключить возникновение опасных ситуаций, порождаемых взаимодействием различных объектов (веществ, материалов, оборудования, помещений, людей), объекты разделяют в пространстве и времени с учетом характера их взаимодействия. Так принцип несовместимости реализуется путем зонирования заводской территории (выделение производственной, бытовой, подсобной, складской и других зон), изоляцией зон хранения различных вредных и опасных веществ, раздельным хранением несовместимых материалов и т.д.

6. *Компенсации.* Компенсация – значит возмещение. Принцип компенсации состоит в предоставлении работающим различного рода льгот с целью восстановления нарушенного равновесия психических и психофизиологических процессов или предупреждения нежелательных изменений в состоянии здоровья. *Компенсации применяются в тех случаях, когда полностью не устранены вредные условия труда*. Компенсации могут предоставляться в виде повышения тарифных ставок, бесплатного лечебно-профилактического питания т.д.

7. *Эргономичности.* При проектировании оборудования, рабочих мест и других производственных объектов учитываются антропометрические, психофизические и психические свойства человека. Это позволяет создать благоприятные условия труда, при которых человек работает с наибольшей производительностью, не переутомляясь и не подвергаясь опасностям.

8. *Подбора кадров*. Только специалист, хорошо знающий специфику производства, может предотвратить опасные ситуации и найти выход из сложившейся опасной ситуации. Особенность подготовки кадров в области охраны труда – интегрированность знаний. Это значит, что специалисты в этой области должны обладать знаниями не одной, а нескольких дисциплин (техника, экономика, психология и др.). Охрана труда – это одна из немногих дисциплин, основы которых должен знать каждый работник.

9. *Последовательности*. Проведение соответствующих мероприятий в определенной последовательности позволяет исключить возникновение опасных ситуаций.

Управленческие принципы подразделяются на:

1. *Рациональной организации труда*. В обеспечении безопасности на производстве большую роль играет рациональная организация труда, предусматривающая применение прогрессивных средств и методов труда, рациональное размещение оборудования, внедрение новейших средств защиты, проведение планово-предупредительных ремонтов и другие мероприятия.

2. *Управления безопасностью*. Этот принцип реализуется путем разработки систем управления безопасностью, построенных на строго научной основе с учетом новейших

научно-технических достижений. В последнее время широкое развитие получило программно-целевое управление.

Под управлением понимают организованный процесс целенаправленного воздействия управляющей системы на управляемую. Управляемая система состоит из трех взаимосвязанных блоков: человек, окружающая среда, последствия взаимодействия человека с окружающей средой. Безопасность труда определяется состоянием параметров безопасности человека и окружающей среды. При надежном информационном обеспечении управление возможно путем воздействия на первых два блока. В реальных условиях имеются отрицательные последствия взаимодействия этих блоков: травмы, заболевания, аварии, пожары, образующие третий блок управляемой системы. Анализ информации, получаемой от этого блока, позволяет формировать дополнительные управляющие воздействия на человека и окружающую среду.

Принцип управления безопасностью лежит в основе профилактической работы по охране труда, проводимой на предприятиях. В управлении реализуются принципы плановости, обратной связи, ответственности и эффективности.

3. *Плановости.* В основе охраны труда лежит профилактическое начало. Профилактика (предупреждение) проводится в соответствии с планом и предполагает осуществление системы мероприятий в заранее предусмотренные сроки и в определенных объемах. Реализация намеченных мероприятий требует соответствующего материального обеспечения. Таким образом, профилактика предопределяет плановый подход к организации всей работы по охране труда. Принцип плановости и означает установление на определенные периоды направлений и количественных показателей деятельности в области охраны труда.

В планомерном повышении безопасности на производстве важная роль принадлежит комплексным планам экономического и социального развития, предусматривающим, в частности, улучшение техники безопасности, санитарно-оздоровительные и другие мероприятия, направленные на создание условий для высокопроизводительного и безопасного труда.

4. *Адекватности.* Адекватный – означает вполне соответствующий реальному объекту. Принцип адекватности состоит в том, чтобы обеспечить полное соответствие организации работы по охране труда реальным условиям производства.

Для проведения работы по обеспечению безопасных условий труда на предприятиях создаются службы охраны труда. Структура и штаты таких должны зависеть от размеров предприятий, числа работающих, степени опасности производства. Принцип адекватности предусматривает определенные требования к компетентности, деловым и организаторским качествам работников служб охраны труда.

5. *Обратной связи*. Под обратной связью понимают воздействие результатов какого-либо процесса на управляющий орган. В охране труда принцип обратной связи имеет фундаментальное значение. В соответствии с этим принципом осуществляются контроль условий труда, проверка результатов работы службы охраны труда, вносятся необходимые коррективы с целью повышения безопасности работы.

Принцип обратной связи обуславливает необходимость организации системы получения объективной информации об условиях труда и выработки механизма воздействия на их изменения.

6. *Эффективности.* Эффективность – важнейший показатель в любом виде деятельности. В области безопасности труда различают социальную, инженерно-техническую и экономическую эффективность. Принцип эффективности предполагает сопоставление фактических результатов с плановым, оценку достигнутых показателей по критериям затрат и выгод.

7. *Стимулирования*. Принцип стимулирования требует учета количества и качества затраченного труда и полученных результатов при распределении материальных благ и моральном поощрении.

8. *Контроля.* В соответствии с этим принципом создается система надзора и проверок объектов на соответствие их регламентированным требованиям безопасности. При

этом проверяется выполнение должностными лицами своих обязанностей. Надзор и проверки осуществляют специальные органы и лица.

9. *Ответственности.* Для обеспечения безопасных условий труда должны быть регламентированы права, обязанности и ответственность лиц, участвующих в управлении безопасностью: рабочих, служащих, инженерно-технических работников и администрации. Принцип ответственности означает, что каждому требованию безопасности должно соответствовать конкретное ответственное лицо, а каждый работник должен четко знать и выполнять свои функции. За нарушение трудового законодательства виновные должностные лица несут дисциплинарную, административную, материальную и уголовную ответственность.

Итак, принципов обеспечения безопасности труда довольно много. Но ведь и опасностей много. Каждый принцип имеет конкретные пределы применения. Каким принципам отдать предпочтение при организации работы по охране труда на предприятии? Прежде всего это зависит от достигнутого уровня безопасности, а также соответствующих технических и организационных средств.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1.3.

СРЕДСТВА ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ. Содержащиеся в воздухе вредные примеси или отсутствие достаточного количества кислорода представляют опасность для органов дыхания. Частицы, газы или пары могут попадать в воздух в результате различных процессов

Кислород - необходимый для жизни элемент окружающей среды. С физиологической точки зрения дефицит кислорода проявляется в уменьшении его содержания ниже величины, необходимой для жизнедеятельности тканей человеческого организма. Мерой дефицита может служить процентное содержание кислорода в воздухе или его парциальное давление. (Парциальное давление выражается, как отношение концентрации соответствующего газа к сумме парциальных давлений всех компонентов атмосферы). Обычно дефицит кислорода в замкнутых производственных помещениях наблюдается, если его процентное содержание уменьшается за счет увеличения концентрации другого газа.

Наиболее эффективный метод предотвращения заболеваемости - снижение загрязненности воздуха производственных помещений. Это достигается с помощью технических средств контроля, например, изоляцией или ограждением технологических операций, применением местной вытяжной или общеобменной вентиляции, использованием менее вредных веществ.

Однако, такие меры часто бывают дорогостоящими, и их применение может оказаться неосуществимым. В этом случае для защиты здоровья рабочего персонала можно использовать респираторы.

Типы респираторов. Респираторы можно классифицировать по типу маски (устанавливаемой на входе дыхательной системы) и по типу механизма защиты от вредных примесей или дефицита кислорода. Механизмы защиты в свою очередь подразделяются на фильтрующие или основанные на подаче воздуха.

Маски. «Входными воротами» дыхательной системы являются нос и рот. При использовании респиратора на нос и рот надевают маску, которая герметично отделяет дыхательную систему от вредного воздействия находящихся в воздухе примесей, но обеспечивает поступление достаточного количества воздуха для дыхания. Различают маски с крепежной оснасткой и без нее.

Маски с крепежной оснасткой представляют собой четверть - маски, полумаски, полные маски или ротовой мундштук. Четверть-маска закрывает нос и рот, от переносицы до верхней части подбородка (закрывает четвертую часть лица). Под полумаской остаются переносица и подбородок (половина лица). Полная маска закрывает все лицо, от надбровий (но ниже линии волос) до подбородка.

Четверть - маски, полумаски и полные маски входят в комплект фильтрующих респираторов и респираторов с подачей воздуха. Аппарат с мундштуком выпускается только в фильтрующем варианте.

Маски без крепежной оснастки в соответствии с названием не предназначены для герметизации дыхательных путей, они скорее обеспечивают защиту лица, головы и плеч от неблагоприятного воздействия окружающей среды. К этой группе аппаратов относятся защитные костюмы, которые закрывают все тело (сюда входят не только средства защиты кожи, как например костюмы для предохранения от брызг). Указанные средства защиты используются только в системах с подачей воздуха, в которых поддерживается небольшое избыточное давление для предотвращения попадания вредных веществ в пространство под маской.

Фильтрующие респираторы. В данных аппаратах воздух проходит через элемент очистки воздуха - фильтр, который предназначен для отделения из воздуха вредных примесей. Воздух проходит через фильтр в результате усилия для совершения вдоха (респираторы отрицательного давления) или принудительно (фильтрующие респираторы с принудительной подачей воздуха).

Тип фильтрующего элемента зависит от вида загрязняющего вещества. Для защиты от аэрозолей используются различные фильтры, но их выбор зависит от одной из наиболее важных характеристик - размера частиц. Защиту от паров или вредных газообразных примесей обеспечивают химические патроны с материалом, который поглощает вредные вещества или взаимодействует с ними.

Респираторы с подачей воздуха. Данные аппараты обеспечивают автономную подачу пригодного для дыхания воздуха. Например, один из таких аппаратов, обычно называемый шланговым респиратором, выпускается в трех модификациях: с подачей воздуха по мере необходимости, с непрерывной подачей воздуха и с избыточным давлением. Респираторы с подачей воздуха и с подачей воздуха при избыточном давлении могут быть оснащены полумасками и полными масками. В комплект аппаратов с непрерывной подачей воздуха входят шлем/капюшон или маска без крепежной оснастки.

Второй тип респиратора с подачей воздуха, который называют автономный дыхательный аппарат, оснащен автономным источником воздуха. Эти аппараты используются при необходимости выхода или входа и выхода в зону опасного загрязнения. Подача воздуха осуществляется из баллона со сжатым воздухом, либо в результате химической реакции.

В комплект отдельных моделей респираторов с подачей воздуха входит дополнительный баллон с воздухом, который можно использовать в случае выхода из строя основного источника подачи воздуха.

При выборе респиратора следует руководствоваться информацией о пределе возможностей данной модели и об условиях ее эксплуатации. Выбирая респиратор, необходимо принимать во внимание вид деятельности и местоположение рабочего в опасной зоне. Например, большое значение имеет, какую часть рабочей смены рабочий находится в опасной зоне, а также трудоемкость выполняемой работы - легкая, средняя или тяжелая работа. При постоянной работе в опасной зоне и выполнении трудоемкой работы предпочтительно пользоваться облегченными респираторами

На срок службы респиратора оказывают влияние состояние окружающей среды и трудоемкость выполняемой работы. Например, при выполнении тяжелой физической работы ресурс действия источника воздуха автономного дыхательного прибора может снизиться в два или более раз.

Большое значение имеет период времени, на протяжении которого обеспечивается защита органов дыхания. При этом следует учитывать характер работы респиратора - для выполнения обычной работы, специальной работы, в аварийных условиях или для выполнения спасательных работ.

При выборе респиратора следует принимать во внимание относительное расположение опасной и безопасной зоны, в которой ношение респиратора не обязательно. Эти данные пригодятся при планировании эвакуационных мероприятий в аварийных условиях, а также при выполнении профилактических и спасательных работ в опасной зоне. Если безопасная зона находится на значительном удалении или рабочий вынужден идти пешком, преодолевать препятствия, карабкаться вверх или подниматься по лестнице, использование респиратора с подачей воздуха не целесообразно.

Атмосфера в производственном помещении представляет прямую опасность для жизни и здоровья, если не установлен вид выделяющегося потенциально опасного вещества. В этом случае необходимо использовать автономные дыхательные аппараты или шланговые аппараты, оснащенные дополнительным баллоном с воздухом. Также, если отсутствуют данные о пределе воздействия, оценки токсичности или другая справочная информация, окружающую среду рассматривают, как опасную для жизни и здоровья при первом контакте и пользуются автономными дыхательными аппаратами.

Фильтрующие аппараты применяют для защиты от аэрозолей. Выбор фильтра зависит от его эффективности при определенном размере частиц аэрозоля. В комплект фильтра входит руководство по эксплуатации. Например, при работе с красками, лаками и эмалями следует пользоваться фильтром, предназначенным для защиты от паров краски. Другие специальные фильтры защищают от дымов или пыли, размер частиц которой превышает определенную величину. Следует иметь в виду, что химические патроны могут пропускать некоторые газы и пары. Запах, неприятный привкус или раздражение являются признаком того, что химический патрон не обеспечивает полной защиты. Но в любом случае концентрация, соответствующая появлению запаха, привкуса или раздражения, должна быть меньше предела воздействия. Если контроль содержания паров или газов некоторых веществ затруднен, рекомендуется пользоваться респираторами с подачей атмосферного воздуха.

Иногда применение респираторов с подачей атмосферного воздуха недопустимо, т.к. они не обеспечивают достаточное количество воздуха, к тому же шланг, который тянется за рабочим, ограничивает его перемещение. В подобных случаях можно пользоваться респираторами с химическими патронами. Указанные аппараты должны быть оснащены индикатором, который подает сигнал об окончании срока действия патрона и, тем самым, предупреждает о возможном попадании загрязняющего вещества. В подобных ситуациях следует обращать внимание на график замены патрона. Замену патрона осуществляют с учетом даты окончания срока службы, предполагаемой концентрации, характера выполняемой работы и длительности воздействия вредного вещества.

Ограниченные пространства представляют особую опасность. Малое содержание кислорода в ограниченных помещениях является причиной многочисленных смертельных случаев и серьезных несчастных случаев. В любом случае недостаток кислорода является показателем отсутствия надлежащей вентиляции в ограниченном пространстве. При наличии веществ опасных для жизни и здоровья и нормальном атмосферном давлении применяют либо автономные дыхательные аппараты с избыточным давлением или указанные аппараты сочетают с респираторами с подачей воздуха, которые оснащены дополнительным баллоном с воздухом. Если используются респираторы, в безопасной зоне должен находиться, по меньшей мере, один человек, который при необходимости может оказать соответствующую помощь.

СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ГОЛОВЫ. Травмы головы происходят относительно часто и составляют от 3 до 6% всех несчастных случаев. Нередко они бывают тяжелыми и приводят к значительным, до трех недель, потерям рабочего времени по нетрудоспособности. Причиной

травм являются падение предметов с острыми углами, например инструмента или крепежных болтов с высоты нескольких метров, а также удары головой о землю или о какие-либо фиксированные предметы во время падения.

Другие виды травм случаются реже, но их также следует учитывать. К таким травмам относятся ожоги от брызг горячих или агрессивных жидкостей, расплавленных металлов, а также травмы, полученные в результате случайного прикосновения головой к токопроводящим элементам.

Защитные каски. Основное назначение защитной каски заключается в том, чтобы предохранять голову рабочего от удара, а также обеспечивать дополнительную защиту от других механических воздействий, тепла и электрического тока. Для снижения последствий удара защитная каска должна соответствовать следующим требованиям.

1. Каска должна ограничивать силу давления от удара, распределяя ее по возможно большей площади поверхности головы. Для этого каски оснащают амортизатором, который повторяет форму головы, и твердым корпусом, достаточно крепким, чтобы предохранить голову от непосредственного контакта с падающим предметом или от удара о твердую поверхность (рис. 52). При выборе материала для изготовления корпуса нужно помнить о том, что он должен быть устойчив к деформации и перфорации.

2. Поверхность корпуса каски должна быть гладкой, округлой формы. Каски с выступами не столько отталкивают, сколько задерживают предметы, поэтому накапливают большую кинетическую энергию, чем каски с гладкой поверхностью.

3. Каска должна распределять энергию удара таким образом, чтобы воздействие не приходилось целиком на голову и шею. Это достигается с помощью специальной внутренней оснастки, надежно прикрепленной к твердому корпусу с тем, чтобы при амортизации удара не нарушалась ее фиксация.

Необходимо, чтобы оснастка была достаточно эластичной и выдерживала достаточную деформацию, не касаясь при этом внутренней поверхности корпуса каски.

Снижение энергии удара зависит от степени деформации оснастки в ограниченном свободном пространстве между корпусом и головой, а также от максимальной величины относительного удлинения перед разрушением.

Таким образом, жесткость или прочность внутренней оснастки должны определяться с учетом максимальной поглощаемой энергии удара и максимально допустимого ускорения, придаваемого каской голове.

При выполнении специальных работ к каскам могут предъявляться дополнительные требования: например, защита металлургов от брызг расплавленного металла, а также лиц, обслуживающих электроустановки, от травм при соприкосновении с токопроводящими элементами. Каски и оснастку необходимо изготавливать из материалов, длительное время сохраняющих защитные свойства в любых климатических условиях (солнце, дождь, повышенные температуры, морозы и т.п.). Эти материалы, также, должны быть огнестойкими, не разрушаться при падении на твердую поверхность с высоты нескольких метров.

Универсальная каска, обеспечивающая эффективную защиту и удобство в эксплуатации, еще не создана. Поэтому при выборе защитной каски следует учитывать защитные свойства и удобство в использовании различных моделей. Защитные свойства каски должны соответствовать характеру потенциального производственного риска и условиям их эксплуатации.

Общие требования. 1. Каска общего назначения должна иметь прочный корпус, устойчивый к деформации и проколам (толщина стенок корпуса из пластмассы не менее 2 мм); необходимо, чтобы вертикальный безопасный зазор между верхней частью оснастки и внутренней поверхностью купола корпуса составлял 40-50 мм, а несущая внутренняя лента обеспечивала плотность прилегания и фиксацию каски на голове.

2. Наиболее устойчивыми к перфорации являются каски из термопластичных материалов (полиэфиров угольной кислоты, пластика АВС, полиэтилена или армированного стекло-

волокном поликарбоната) с удобной внутренней оснасткой. Каски из легких металлических сплавов не обеспечивают защиту от проколов острыми предметами.

3. Не рекомендуется использовать каски с выступами на внутренней поверхности корпуса, так как при боковом ударе они могут стать причиной тяжелой травмы головы. Каска должна быть оснащена боковыми амортизирующими элементами из негорючего, тугоплавкого материала шириной 4 см и толщиной 10-15 мм. Высокая степень амортизации достигается за счет использования вспененного достаточно жесткого и огнестойкого материала.

4. Каски из полиэтилена, полипропилена или пластика теряют механическую прочность под действием нагревания, охлаждения, длительного воздействия солнечных лучей или ультрафиолетового облучения. Если каски из указанных материалов регулярно используются для работ на открытом воздухе, срок их эксплуатации не должен превышать трех лет. В подобных условиях рекомендуется использовать каски из материалов стойких к старению - поликарбоната, полиэфира или армированного стекловолокном поликарбоната. Необходимо заменять каску в любом случае появления на ней видимых повреждений: выцветания, трещин, растрескивания волокна, характерного скрипа при изгибе с кручением.

5. Каску после сильного удара, даже при отсутствии видимых повреждений, необходимо заменять.

На работах, где существует опасность попадания брызг расплавленного металла, нельзя использовать каски из легких сплавов или каски с полями. Для таких случаев рекомендуются каски из армированного стекловолокном полиэфира, фенольных текстильных материалов, армированного стекловолокном поликарбоната или обычного поликарбоната.

Если существует опасность контакта с токопроводящими элементами, следует применять каски только из термопластичного материала без вентиляционных отверстий и металлических деталей на внешней поверхности, таких как заклепки. При работе на высоте, особенно при выполнении монтажа стальных конструкций, необходимо использовать защитные каски с подбородным ремнем шириной около 20 см, который обеспечивает надежную фиксацию на голове.

Для работы в условиях повышенных температур не рекомендуется использовать каски из полиэтилена. В этом случае предпочтение отдают таким материалам, как поликарбонат, армированный стекловолокном поликарбонат, фенольный текстильный материал или армированный стекловолокном полиэфир. Внутренняя оснастка выполняется из тканого материала.

Каски, используемые на работах, где нет опасности получения электротравм, могут иметь вентиляционные отверстия. При наличии опасности раздавливания необходимо применять каски из упрочненного стекловолокном полиэфира или поликарбоната с полями шириной не менее 15 мм.

Защитная каска может быть оснащена прикрепленными к ней щитками из пластмассы или металлической сетки для защиты глаз или лица, а также светофильтрами. В комплект каски входят средства защиты органов слуха, приспособления для фиксации каски в определенном положении, а также шерстяные пелерины или подшлемники для защиты от ветра и холода. Каски для работы в шахтах и на подземных выработках оснащаются приспособлениями для крепления головного светильника.

Применяют и другие средства защиты головы от грязи, пыли, царапин и ударов. Такие защитные средства часто называют «ударозащитными кепками», которые изготавливают из легких пластмасс или тканей.

Для лиц, работающих вблизи сверлильных и токарных станков, намоточных барабанов и другого подобного оборудования, где существует опасность захвата волос движущимися частями машин, необходимо пользоваться матерчатыми шапочками с сеткой, сетками для волос, повязками и другими подобными средствами при условии, что они не имеют развевающихся концов

.Все средства защиты головы необходимо регулярно чистить и проверять. Если на каске видны сколы или трещины, либо появились признаки износа корпуса или внутренней оснастки, каску следует заменить.

СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ НОГ. Травмы ног очень распространены во многих отраслях производства. К повреждению ступни, особенно пальцев часто приводит падение тяжелых предметов. Чаще, чем на других производствах, несчастные случаи такого рода происходят на предприятиях тяжелой, горной, металлообрабатывающей промышленности, в машиностроении, промышленном и гражданском строительстве.

В литейных, чугунно- и сталеплавильных, а также химических цехах распространены случаи ожогов ног брызгами расплавленного металла, искрами, активными химическими веществами. Дерматиты и экземы возникают в результате воздействия кислот, щелочей и других веществ.

Ступню можно повредить, ударившись о твердый предмет или наступив на острый предмет, что, например, характерно для строительства.

Улучшение условий работы привело к снижению частоты случаев колотых и рваных ран ступней, причиненных торчащими из пола гвоздями или другими острыми предметами; влажный или мокрый пол является причиной несчастных случаев, особенно при использовании несоответствующей обуви.

Вид защиты зависит от характера существующей на производстве опасности. На некоторых производствах, где степень опасности невысока, достаточно обязать рабочих носить обычную добротную обувь. Необходимо запретить работающим, особенно женщинам, ходить в старой, разношенной обуви, например в сандалиях или шлепанцах. Причиной несчастных случаев могут быть слишком высокие или сношенные каблуки, а также обувь без задников. Иногда достаточно использовать защитные ботинки, в других случаях необходимы защитные сапоги или краги

Выбор высоты голенища сапога (до лодыжки, колена или бедра) зависит от вида производственной опасности, однако при этом необходимо принимать во внимание удобство обуви и обеспечение необходимой свободы движения. Поэтому в некоторых случаях ботинки в сочетании с крагами предпочтительнее, чем сапоги с высокими голенищами.

Защитные ботинки и сапоги изготавливают из кожи, натурального или синтетического каучука, а также из пластмассы прошивным способом, методом вулканизации или формовки.

Поскольку травмирующий удар чаще всего приходится на носок, последний часто делают металлическим. Носок должен быть удобным, достаточно тонким и легким, поэтому его изготавливают из углеродистой инструментальной стали. Такие защитные носки могут использоваться в различных видах сапог и ботинок. На работах, где существует опасность падения предметов с высоты, поверх ботинка укрепляют защищающие подъем металлические пластины.

Для предупреждения скольжения, особенно на мокрых и скользких полах, используют обувь с резиновой или синтетической подошвой с различными рисунками рифления. Материал подошвы имеет более важное значение по сравнению с типом рифления, поскольку он определяет высокий коэффициент трения с полом. Для работы на строительных площадках необходима обувь с армированной, устойчивой к проколам подошвой; можно использовать любые другие виды специальной обуви, если внутри ее находится металлическая стелька.

При потенциальной опасности поражения электрическим током используют обувь, изготовленную прошивным или клеевым способом, без применения гвоздей или других проводящих электричество креплений. Для защиты от статического электричества носят защитную обувь на подошве из электропроводящей резины, в результате чего достигается предотвращение накопления электрического заряда.

Для защиты от действия химических веществ применяют сапоги из синтетического каучука. При испытаниях этого материала на разрыв и растяжение снижение прочности не

должно превышать 10% после 48-часового погружения в 20% раствор соляной кислоты при комнатной температуре.

Там, где существует опасность ожогов от брызг расплавленного металла или химических веществ, следует использовать модели обуви без язычков с удобными, простыми в обращении застежками, расположенными сверху, а не внутри.

Гетры, гамаши и краги из каучука или металла защищают голень выше ботинка, они особенно эффективны для защиты от ожогов. Если рабочему приходится во время работы становиться на колени (например, в литейных цехах на операциях формовки), ему следует носить защитные наколенники. При работе вблизи источников интенсивного теплового излучения необходимы специальные ботинки, сапоги, покрытые слоем алюминия для защиты от повышенных температур.

Защитную обувь следует хранить в сухом и чистом виде и при необходимости заменять. Если одно и те же резиновые сапоги используют несколько человек, для предупреждения инфекционных заболеваний ног необходимо проводить обязательную дезинфекцию обуви после каждого использования.

Применение тесных и тяжелых моделей ботинок и сапог может привести к грибковым заболеваниям ног - микозу. Эффективность использования защитной обуви во многом зависит от отношения к этому вопросу рабочего персонала, поэтому в последнее время большое внимание уделяется внешнему виду обуви.

Удобство средств индивидуальной защиты является обязательным условием. Обувь должна быть максимально облегченной, насколько это позволяет ее прямое назначение: следует избегать использования обуви массой свыше 2 кг пара. В некоторых случаях закон обязывает обеспечивать рабочих средствами индивидуальной защиты ног.

ЗАЩИТНАЯ ОДЕЖДА. Защитная одежда предназначена для защиты от воздействия различных факторов. К ним относятся воздействие факторов химической, физической и биологической природы.

Защитная одежда представляет собой обычные средства контроля за уменьшением степени воздействия на рабочий персонал токсичных и опасных химических веществ, если другие методы защиты не дают положительных результатов. Многие химические вещества оказывают различные виды воздействия (например, бензол является токсичным и горючим).

При рассмотрении воздействия химических веществ следует учитывать, по меньшей мере, три аспекта:

–потенциальный результат воздействия токсичного вещества,

–возможный путь проникновения химического вещества в организм

–степень воздействия с учетом характера выполняемой работы.

Среди указанных аспектов наиболее важным является токсичность. В отдельных случаях проблему можно просто решить, выполняя требования чистоты (например, при наличии масел и смазки), тогда как другие вещества могут представлять прямую опасность для жизни и здоровья (например, контакт с цианистым водородом). Большое значение имеет токсичность и степень опасного воздействия химических веществ, оказывающих дерматологический эффект, включая разъедание, создание благоприятных условий для возникновения рака кожи и физические травмы, например ожоги и порезы.

Многие вещества не являются токсичными в общем смысле, но, обладая определенными свойствами, оказывают разъедающее и другое неблагоприятное воздействие на кожу. Воздействие через кожу фактически является наиболее опасным для отдельных веществ даже по сравнению с известными канцерогенами.

Примером высокотоксичного вещества с низким дерматологическим эффектом является свинец. Свинец, попадая на кожу или одежду, может затем проникать внутрь организма с едой или при вдыхании, но в твердом состоянии не может проникать в организм через кожу.

Воздействие физических факторов - воздействие температуры, вибраций, излучений, а также травмы, которые могут быть причиной неблагоприятного воздействия на кожу.

Крайне высокие и низкие температуры оказывают вредное воздействие на кожу. Свойства теплозащитной одежды зависят от ее назначения, тогда как одежда для защиты от вспышек пламени или короткого замыкания должна обладать огнестойкими свойствами.

Ограниченная защита от некоторых видов ионизирующего и неионизирующего излучения достигается при использовании специальной одежды. Защитные свойства одежды против ионизирующего излучения основаны на принципе экранирования (как в случае фартуков и перчаток со свинцовым покрытием), тогда как принцип защиты от неионизирующего излучения, например, от высокочастотного излучения, заключается в заземлении или изоляции.

Чрезмерные вибрации могут оказывать вредное воздействие на части тела человека, особенно на руки. Например, в процессе добычи полезных ископаемых (с использованием ручного бурения) или ремонтных дорожных работ (с использованием пневматических отбойных молотков или долота) воздействие интенсивной вибрации на руки может привести к разрушению костей и нарушению циркуляции крови в руках.

При выполнении различных видов работ часто возникают травмы (порезы, ссадины и т.п.), причиненные физическими объектами, примером которых может служить строительная отрасль и операция разделки мяса. В данном случае используется специальная одежда (включая перчатки) - стойкая к воздействию режущих инструментов, которая находит применение при разделке мяса и в производстве пиломатериалов (цепные пилы). Эти защитные материалы либо обладают собственными свойствами, определяющими стойкость к воздействию режущих инструментов, либо в их состав входят волокна, сопротивляющиеся воздействию движущихся частей (например, цепных пил).

Для изготовления защитной одежды можно использовать природные материалы (хлопчатобумажные и шерстяные ткани, кожа), искусственные волокна (например, нейлон) и различные полимеры (например, пластмассы или каучук - бутиловый каучук, поливинилхлорид и хлорзамещенный полиэтилен).

Для защиты от жидкостей и газов нельзя использовать тканные или прошитые изделия, пористые материалы с высокой проницаемостью и пенетрацией.

Одежду для защиты от огня и электрической дуги - короткого замыкания, как например в нефтехимической промышленности, изготавливают из импрегмированного материала или огнестойкого, пористого волокна. Однако эта одежда не обеспечивает защиты от длительного воздействия источника высокой температуры.

Следует отметить, что для тушения пожара необходима специальная огнестойкая (негорючая) одежда, использование водяных экранов и изоляция от воздействия тепла (защита от высокой температуры).

В отдельных случаях требуется защита от инфракрасного излучения с помощью материалов с алюминизированным покрытием (например, в очагах возгорания нефти).

Конструкция защитной одежды в значительной степени зависит от условий ее использования. Тем не менее, отдельные ее компоненты аналогичны обычной одежде (например, брюки, куртки, капюшоны, обувь и перчатки).

В специальных случаях, например, при работе с расплавленными металлами, когда необходимы материалы стойкие к воздействию пламени, можно пользоваться кожаными брюками, нарукавниками и фартуками, изготовленными из обычных природных и синтетических волокон и материалов (например, из асбестовой ткани).

Перчатки для защиты от воздействия химических веществ обычно изготавливают из различных полимеров, сочетая разнообразные материалы, например, перчатки из хлопчатобумажной ткани с покрытием из соответствующего полимера, которые получают методом окунания.

Отдельные современные виды перчаток с металлизированным покрытием или из многослойного материала представляют собой двумерные конструкции (плоские), которые неудобны в эксплуатации, но отличаются высокой эффективностью защиты.

Оптимальный вариант достигается, когда поверх этих плоских перчаток обычно надевают полимерные перчатки соответствующей формы (метод двойных перчаток), которые повторяют форму руки. Полимерные перчатки изготавливают из материала различной толщины, начиная от очень легких (толщина менее 2 мм) до тяжелых (толщина более 5 мм), причем они не имеют внутреннего слоя или подложки (и называются маскировочными).

Кроме того, перчатки имеют различную длину, от приблизительно 30 см для защиты рук до 80 см, что позволяет защищать всю руку рабочего до плеча. Правильный выбор длины зависит от необходимой степени защиты, но в любом случае перчатки должны закрывать запястье для предотвращения проникновения опасного вещества. Защитные ботинки выпускаются в различных вариантах, с их помощью можно защищать ногу от бедра до подошвы. Обувь для защиты от воздействия химических веществ изготавливают из ограниченного набора полимеров, поскольку в данном случае необходима высокая стойкость к износу.

Для этой цели обычно используют полимеры и каучуки, обладающий высокой химической стойкостью, включая поливинилхлорид, бутиловый и неопреновый каучук. Можно также использовать специальные ботинки из слоистого материала, изготовленные из других полимерных материалов, но они отличаются высокой стоимостью и в настоящее время не находят широкого применения.

Одежду для защиты от воздействия химических веществ изготавливают из единого куска материала (герметичного), в комплект которой входят перчатки, ботинки и другие компоненты (например, брюки, куртка, капюшон и т.п.).

Для изготовления защитной одежды можно использовать отдельные виды защитных материалов слоистой структуры или со слоем специального защитного покрытия. Нанесение слоев обычно осуществляется на полимерные основы, которые не обладают достаточной стойкостью к износу и прочностью, чтобы их можно было использовать в производстве или для изготовления одежды или перчаток (например, бутиловый каучук в сочетании с материалом «Тефлон»). В качестве основы применяют волокно из нейлона, полиэфирных смол, стекловолокно. Подложки из указанных материалов покрывают слоем полимерного материала, например, поливинилхлорида, материалом «Тефлон», полиуретана или полиэтилена, на их основе также изготавливают материалы слоистой структуры. В последнее десятилетие защитную одежду стали изготавливать из нетканого полиэтилена или микропористых материалов. Защитные костюмы из штапельного материала иногда ошибочно называют «бумажными», хотя они изготовлены по специальной технологии изготовления нетканых материалов. Такая защитная одежда отличается низкой стоимостью и малым весом. Микропористые материалы без покрытия (называют «дышащими», поскольку они нагреваются в меньшей степени за счет выделения паров воды во внешнюю среду) и одежда на их основе хорошо защищает от воздействия различных частиц, но не пригодна для защиты от воздействия химических веществ и жидкостей. Одежду из нетканых материалов обычно покрывают, например, слоем полиэтилена и материала «Серенекс». В зависимости от свойств покрытия указанная одежда обеспечивает удовлетворительную защиту от большинства химических веществ.

Возможности организма и необходимая степень защиты. В отдельных случаях использование защитной одежды и средств защиты может привести к снижению производительности и дискомфорту. По причине увеличения частоты ошибок при работе в защитной одежде возможно снижение качества продукции. Для обеспечения комфортных условий работы, высокой производительности и степени защиты при использовании одежды для защиты от воздействия химических веществ или теплозащитной одежды целесообразно учитывать следующие соображения.:

Во-первых, чем толще материал, тем эффективнее его защита (увеличивается время пробоя и степень защиты от воздействия тепла). Однако, с увеличением толщины материала возникают затруднения при перемещении рабочего и дискомфорт. С ростом толщины увеличивается тепловая нагрузка на организм.

Во-вторых, защитные материалы, обладающие превосходными свойствами защиты от воздействия химических веществ, характеризуются повышенной степенью дискомфорта и тепловой нагрузки, так как они препятствуют выделению паров воды в окружающее пространство (например, паров воды, выделяющихся при дыхании).

В-третьих, чем выше общая степень защиты специальной одежды, тем большее время необходимо для выполнения конкретной задачи, увеличивается вероятность ошибок. Кроме этого, при выполнении отдельных видов работы использование защитной одежды может привести к увеличению определенных видов производственного риска (например, вблизи движущихся частей оборудования риск воздействия тепловой нагрузки выше по сравнению с опасностью воздействия химических веществ).

При выборе защитной одежды всегда следует учитывать характер выполняемой работы. В оптимальном варианте для обеспечения безопасности работы следует пользоваться защитной одеждой и средствами защиты, которые обеспечивают минимальный необходимый уровень защиты.

МАТЕРИАЛ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ К ТЕМЕ 3.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3.1.

ВОЗДУШНЫЕ И ВОЗДУШНО-ТЕПЛОВЫЕ ЗАВЕСЫ: РАСЧЕТ

В холодное время года через открываемые двери, а в производственных зданиях через ворота в помещения врывается холодный наружный воздух. Этот воздух охлаждает помещение, создает отрицательного воздействия токи и вызывает простудные заболевания.

Мерами защиты помещения от проникания холодного наружного воздуха являются тамбуры, шлюзы, вращающиеся двери. В тех случаях, когда названные способы по разным причинам неприемлемы, следует устраивать воздушные завесы.

Воздушные или воздушно-тепловые завесы устраивают:

1. У ворот, открывающихся чаще 5 раз или не менее чем на 40 мин в смену, расположенных в районах с расчетной температурой наружного воздуха для холодного периода года – 15°С и ниже, если исключена возможность устройства тамбуров или шлюзов.

2. У ворот или технологических проемов при любых наружных температурах и любой продолжительности открывания при соответствующем обосновании.

3. В тамбурах и шлюзах у входных дверей вестибюлей общественных зданий и вспомогательных зданий промышленных предприятии.

4. В тамбурах и шлюзах у входных дверей общественных и производственных зданий и помещений, оборудованных системами кондиционирования воздуха.

Завесы должны обеспечить во время открывания ворот в помещениях температуру на рабочих местах не ниже 14°С при легкой работе, 12°С – при средней и 8°С – при тяжелой работе. При отсутствии вблизи ворот рабочих мест допускается понижение температуры до 5°С, в вестибюлях общественных зданий – до 12°С.

Температуру воздуха завесы, как правило, принимают не выше 50°С. Скорость выхода воздуха из устройств завесы не более 25 м/с (в производственных зданиях).

Воздушные завесы устраиваются с подачей воздушной (шиберирующей) струи: а) снизу вверх; б) сверху вниз; в) сбоку ворот. По режиму работы завесы делят на периодически и

постоянно действующие.

Воздушная завеса – это результат взаимодействия двух потоков: воздушной струи и набегающего на нее горизонтального потока воздуха. Воздушная струя, не препятствуя движению людей и транспорта, как правило, существенно уменьшает количество проникающего в помещение наружного воздуха. При этом воздушная завеса может быть устроена по месту воздухозабора и температуры подаваемого воздуха: 1 – с забором внутреннего воздуха с температурой tв и подогревом его перед подачей в завесу до tз; 2 – с забором внутреннего воздуха и подачей его в завесу без подогрева (tз=tв); 3 – с забором наружного воздуха и подогревом его перед подачей в завесу (tз > tв); 4 – с забором наружного воздуха и подачей его в завесу без подогрева (tз=tв).

По варианту 1 устраиваются завесы, если необходимо сохранить неизменными параметры микроклимата производственных помещений, обычно если в последних вблизи ворот расположены рабочие места. По варианту 2 устраиваются завесы, если допустимо понижение температуры в зоне ворот или при устройстве завес в проемах внутренних стен, разделяющих два помещения. По варианту 3 воздушные завесы могут быть использованы в качестве агрегата приточной вентиляции, в этом случае воздушная завеса может работать постоянно; по варианту 4 воздушная завеса как бы преграждает полностью доступ наружного воздуха в помещение.

Следует отметить, что воздушные завесы в зависимости от местных условий устраиваются с подачей воздуха через горизонтальную щель, расположенную внизу проема; с подачей воздуха через горизонтальную щель, расположенную вверху проема; как правило, с боковой подачей воздуха через вертикальные щели по обеим сторонам проема.

При устройстве завесы с боковой подачей воздуха следует обеспечить усиленную подачу воздуха в нижнюю часть проема (в нижнюю треть по высоте ворот). С этой целью нижнюю часть щели следует делать шире верхней. По эффекту действия лучшими являются двусторонние боковые завесы. При их действии не наблюдается уменьшения температуры воздуха в районе ворот в момент прохождения транспорта.

Расчет воздушных завес.

Воздушную завесу можно рассматривать как плоскую неизотермическую струю, действие которой развивается на границе двух сред: наружного и внутреннего воздуха.

При открывании ворот в открытый проем направляется поток воздуха снаружи. Причинами, вызывающими движение воздуха через ворота, являются: ветер, разрежение в нижней части здания вследствие различных плотностей внутреннего и наружного воздуха и разрежение в здании вследствие преобладания объема воздуха вытяжной вентиляции над приточной. Слишком большое разрежение вследствие превышения вытяжки над притоком может свести на нет действие воздушной завесы, т. е. в открытые ворота будет поступать воздух наружный в количестве намного больше расчетного. Поэтому при эксплуатации завесы нужно обязательно устранить излишние объемы вытяжного воздуха.

Расчет набегающего потока. Скорость набегающего потока*:*

$$v = \sqrt{2\Delta p g / \rho} \qquad (1)$$

где Δp – разность между наружным и внутренним давлениями по обе стороны ворот (наружное давление учитывается как комбинированное действие трех причин).

Однако в расчет удобнее вводить не разность давлений, а геометрическую высоту z, т. е. высоту расположения нейтральной зоны (на которой внутреннее и внешнее давления равны).

Разность давлений на высоте x от пола вычисляется по формуле:

$$\Delta p = \Delta\rho(z - x), \qquad (2)$$

где Δρ – разность плотностей внутреннего и наружного воздуха.

Местная скорость на высоте x будет

$$v_x = \sqrt{2\Delta\rho g(z-x)/\rho_н}, \qquad (3)$$

При x = 0 скорость будет максимальной:

$$v_x = \sqrt{2\Delta\rho gz/\rho_н}, \qquad (4)$$

(пограничный слой вблизи пола не учитывается).

Разделив формулу (3) на формулу (4), получим

$$v = v_{макс}\sqrt{1-x/z}, \qquad (5)$$

Выражение для скорости vx может быть записано в виде

$$v = \sqrt{2g\Delta t(z-x)/T_B}, \qquad (6)$$

где Δt – разность температур внутренней tв и наружной tн. Так как числовое значение радикала мало меняется с изменением Tв, то для 10°C < tв < 30°C формулу (6) можно упростить:

$$v \approx 0{,}26\sqrt{\Delta t(z-x)}, \qquad (7)$$

Тогда максимальная скорость у пола (при x = 0)

$$v \approx 0{,}26\sqrt{z\Delta t}, \qquad (8)$$

Характеристика завесы определяется по формуле

(Lв – Lн) / Lo = R, (9)

где Lв – расход воздуха через ворота при бездействии вентиляции; Lн – расход наружного воздуха, допускаемого к прорыву в помещение; Lo – расход воздуха на завесу.

Для завес с нижней подачей характеристика завесы следующая:

$$R_H = \varphi_H\sqrt{H/b}+1, \qquad (10)$$

для завес с боковой подачей характеристика завесы

$$R_B = \varphi_B\sqrt{B/b}+1, \qquad (11)$$

Функции φн и φв определяются графически.

Физический смысл характеристики завесы R: она показывает количество задержанного завесой воздуха, приходящегося на 1 м3 воздуха завесы. Характеристика зависит и от конструктивного оформления завесы.

Величина η = (Lв – Lн) / Lо называется коэффициентом полезного действия завесы.

Расчет боковой двусторонней завесы шиберирующего типа.

1. Расчет ведут на параметры наружного воздуха Б (средняя температура наиболее холодной пятидневки), не учитывая ветрового давления.

2. Общий расход воздуха для завесы шиберирующего типа

$$G_з = 16000 g \mu_{пр} F_{пр} \sqrt{\Delta p \rho_{см}}, \quad (12)$$

где q – отношение расхода воздуха завесы к расходу воздуха, проходящего через проем при работе завесы; μ пр – коэффициент расхода проема при работе завесы, зависит от типа и конструкции завесы, вида проема, величины q; Fпр – площадь открываемого проема, оборудованного завесой, м2; Δр – разность давлений воздуха снаружи и внутри помещения на уровне проема; ρсм – плотность смеси воздуха завесы и наружного (при температуре, нормируемой в районе ворот).

3. Значение относительной площади F = Fпр/Fщ (щели); в первом приближении следует принимать F = 20 – 30 и относительный расход для боковых завес q = 0,6 – 0,7, а для нижних завес q = 1.

4. Расчетная разность Δр = h(ρн – ρв) (h – расстояние по вертикали от центра проема до нейтральной зоны уровня равных давлений; ρн и ρв – плотность воздуха соответственно при наружной и внутренней температурах).

5. Значение h определится по формуле

h = h1 + h2 / [0,25(lп / lв)2 + 1], (13)

где h1 – расстояние от центра проема, оборудованного завесой, до центра приточных проемов; h2 – расстояние между центрами приточных и вытяжных проемов; ln – длина открываемых в теплый период года притворов приточных проемов; lв – то же, вытяжных проемов.

6. Требуемая температура воздуха завесы tз определяется на основании уравнения теплового баланса.

tз = tн + (tсм – tн) / [q(1 – Q)], (14)

где tн – температура наружного воздуха (для холодного периода; tсм – температура смеси воздуха, проходящего через открытый проем (обычно нормируемая в районе ворот); Q – отношение количества теплоты, теряемой с воздухом, уходящим через проем наружу, к тепловой мощности калориферов.

7. Тепловая мощность калориферов

Qз = C Gз (tз – tнач), (15)

где C – теплоемкость воздуха; tнач – температура воздуха, забираемого для завеса; tз – температура завесы.

8. Дополнительное количество теплоты для догрева воздуха, проходящего через ворота, от температуры смеси tсм до температуры tв

Qдоп = 0,004 n Gз (tв – tсм) / q, (16)

где n – продолжительность открывания проема в течение часа, мин.

Расчет и устройство воздушно-тепловых завес у входных дверей общественных зданий в три и более этажей.

При расчете воздушно-тепловых завес у входных дверей учитываются число проходящих людей, конструкция входа (одинарные, двойные, тройные или вращающиеся), месторасположение забора воздуха.

Входные двери рассматриваются как приточный проем, а действие завесы – как отопительное устройство для нагрева наружного воздуха, поступающего через вход в здание.

Устройство завесы: воздух рекомендуется подавать при воздухозаборе внутри здания в тамбур (внутренний при тройных дверях), а при воздухозаборе снаружи – в вестибюль. Раздачу воздуха следует принимать двустороннюю через боковые отверстия воздуховода высотой 1,2 м, как можно ближе к открываемым дверям через отверстия не ниже 0,1 м от пола; скорость воздуха, поступающего из воздушно-тепловой завесы, 4–5 м/с.

Количество наружного воздуха, поступающего через вход в здание при сбалансированных расходах приточной и вытяжной вентиляции, определяется по формуле

$$Q_{вх} = K \cdot 3600 F_{вх} \mu_{вх} \sqrt{9{,}81(h_{л.х.} + 2h_{эт} - H_{дв})(\rho_н - \rho_в)\rho_н}, \quad (15)$$

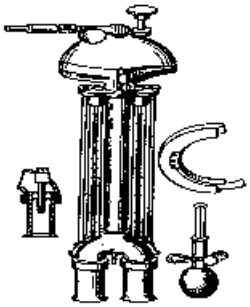
где К – поправочный коэффициент в зависимости от числа проходящих людей, места забора воздуха для агрегата завесы и конструкции входа; Fвх – площадь одной открываемой створки наружных входных дверей, м2; μвх – коэффициент расхода (для одинарных дверей μвх = 0,7, для двойных μвх = 0,65, для двойных с тамбуром μвх = 0,6, для вращающихся дверей μвх = 0,1); h л.к. – высота лестничной клетки от уровня земли, м; h эт – полная высота одного этажа, м; Ндв – высота входных дверей, м.

Производительность воздушной завесы при заборе внутри или снаружи здания
Qз = Gвх (tв – tн) / (tз – tв)

ПРИЛОЖЕНИЕ 3.2

Приборы ДЛЯ измерения:

1. Показателей микроклимата помещений:
   - Для определения влажности воздуха пользуются двумя видами психрометров: стационарным и аспирационным . Психрометр аспирацилнный :

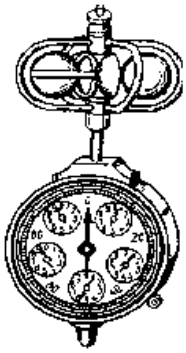


Показания аспирационного психрометра более точны, так как корпус его заключен в металлический футляр, защищающий заключенные в него термометры (два) от воздействия лучистой энергии. Движение воздуха внутри футляра обеспечивается вентилятором, что гарантирует постоянную скорость перемещения его вокруг термометров. Ртутный резервуар одного из психрометров покрыт тонкой тканью (марлей, батистом), увлажняемой перед за-

мерами с помощью пипетки. Сухой термометр показывает температуру воздуха. Показания влажного термометра зависят от влажности воздуха. По разности показания сухого и влажного термометров по специальной таблице высчитывается относительная влажность. (крыльчатыми А СО-3, АП – 1м, чашечными МС-13)

− Скорость движения воздуха. Замеряется анемометрами, электротермоанемометрами и кататермометрами. Выбор прибора для измерения обусловлен целями замеров.

Анемометры используются крыльчатые (для замеров скоростей от 1 до 10 м/с), чашечные (для замеров скоростей от 1 до 30 м/с) и электроанемометры (для замера скоростей воздуха от 0 до 5 м/с) (рис. 2). Анемометр состоит из вращающегося под действием воздушного потока воспринимающего механизма (крыльчатки и чашечки) и счетчика, снабженного тремя стрелками, указывающими на соответствующих шкалах величину пути, пройденного воздушным потоком.



Анемометр чашечный

Измерения параметров микроклимата проводятся в холодный и теплый периоды года в течение одного дня в начале, середине и в конце рабочей смены. При колебаниях микроклиматических условий, связанных с технологическими и другими причинами, измерения проводятся также при наибольших и наименьших величинах термических нагрузок на работающих в течение рабочей смены.

Оценка полученных величин проводится путем сравнения их с нормативными величинами. Электротермоанемометр предназначен для измерения температуры (10 до 600С) и скорости движения воздуха в пределах от 0,03 до 5 м/с.

Кататермометр используется для измерения малых скоростей движения воздуха от 10,1 до 1,5 м/с. Он представляет собой спиртовой термометр, шкала которого разделена на три градуса (35 – 380С).

Параметры микроклимата оказывают совместное воздействие на человека: на его самоощущение, работоспособность и здоровье. Так, действие низких температур, приводящих к охлаждению организма, резко усиливается при повышенной влажности. В этих условиях большая скорость движения воздуха вызывает увеличение теплопотерь конвекций и испарением и ведет к охлаждению организма. На этом основании используются интегральные показатели микроклимата: эффективная температура, учитывающая одновременное воздействие температуры и подвижности воздуха, и эффективно-эквивалентная температура (ЭЭТ), учитывающая воздействие температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха. Определение ЭЭТ проводится простыми и доступными приборами (психрометр и анемометр). Показания сухого и влажного термометров и замеренная скорость движения воздуха накладываются на номограмму, которая позволяет определить основные характеристики микроклимата, зоны комфорта, дискомфорта и недопустимую

2. Вредные вещества:

Определение содержания вредных веществ в воздухе как правило проводится в зоне дыхания при характерных производственных условиях с учетом технологических процессов, источников выделения вредных веществ и функционирования технологического оборудования.

Методы контроля содержания химических веществ в воздухе производственных помещений делятся на три группы.

1. Экспресс-методы химического анализа с использованием газоанализаторов УГ-1, УГ-2, ГХ-4 и «Прибора СО» и прилагаемых к ним наборов индикаторных трубок, растворов со стандартными шкалами, реактивной бумаги, ШИ-40 (шахтного интерферометра) и др.

Достоинством этих методов является быстрота и простота проведения химического анализа непосредственно в цехе. Методы используются для оперативного контроля.

Определение веществ с помощью «Прибора СО» и универсальных газоанализаторов УГ-1 и УГ-2 основано на цветной реакции между индикаторным порошком, помещенным в стеклянную трубку, через которую протягивают анализируемый воздух, и исследуемым веществом. В «Приборе СО» оксид углерода взаимодействует с желтым силикомолибденовым комплексом, переводя его в синий (чувствительность метода 10 мг/м3, пределы определяемых концентраций 10-1000 мг/м3). Универсальные газоанализаторы УГ-1 и УГ-2 применимы для определения бензола, ксилола, сероводорода, хлора, аммиака, оксида углерода и др. Для разных веществ подобраны различные реагенты, но принцип является общим: в зависимости от концентрации вещества при протягивании анализируемого воздуха столбик твердого сорбента в стеклянной трубке окрашивается на большую или меньшую высоту.

Газоанализатор УГ-2 имеет внутри резиновый мешочек (сильфон) с установленной в нем пружиной, благодаря которой он может растягиваться. Если нажать на шток, происходит сжатие резинового мешочка. При этом возможны большая или меньшая степени сжатия, чему соответствуют два углубления на штоке (для фиксации его в этих положениях имеется стопор).

Резиновый мешочек через соединительную трубку может быть соединен с индикаторной трубкой. При отборе пробы столбик в индикаторной трубке окрашивается, причем длина окрашенной части пропорциональна концентрации токсического вещества. На крышке прибора имеется шкала для каждого из двух возможных объемов протянутого воздуха. На ней указано, какой длине окрашенного столбика соответствует определенная концентрация.

При использовании приборов УГ-1 и УГ-2 учитывают пределы определяемых ими концентраций токсических веществ, необходимое время определения, а также возможное наличие в воздухе мешающих определению паров и газов. Например, при анализе на хлор определению мешают фтор и бром, при анализе на бензин – углеводороды, оксид углерода и т.д. Для определения в воздухе диоксида углерода используется газоиндикатор ШИ-10 (рис. 4).

2. Санитарно-химические методы – колориметрический, фотоколориметрический, хроматографический, нефелометрический и др. Для анализа каждого вещества используются специфические методы. Эти методы трудоемки, требуют большого времени исследования, однако обладают большой точностью.

Для отбора проб воздуха используется комплекс приборов, включающий прибор для протягивания проб воздуха (аспираторы, воздуходувки, эжекторы), снабженные реометрами (сухими или влажными), и поглотителя с поглотительным раствором, специфичным для исследуемого вещества.

Для отбора проб воздуха используются также газовые пипетки, бутыли.Концентрацию вещества в воздухе рассчитывают по формуле: $X = \frac{ab \cdot 1000}{бV_0}$,

где X – концентрация вещества в воздухе, мг/м3;

a – количество вещества в анализируемом объеме жидкости, мг;

b – объем жидкости, взятой для анализа, мл;

$б$ – объем жидкости во всей пробе, мл;

$V0$ – объем воздуха, отобранный для анализа, л.

Полученные результаты содержания вредного вещества в воздухе производственного помещения сравниваются с его предельно-допустимой концентрацией содержания в воздухе производственных помещений.

Рис. 4. Газоиндикатор ШИ-10

3. Непрерывная автоматическая регистрация содержания в воздухе вредных химических веществ с использованием газоанализаторов и газосигнализаторов. К ним относятся ФЛ-5501 (универсальный газоанализатор), ПГФ-1 («Прибор СО»), КУ-1,3 («Прибор СО», бензин), ФК-560 (сероводород), ФК-450, 4502 (оксиды азота), ГПК-1 (сернистый газ).