

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ
СУМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

А.Ф. Денисенко

КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ
ПО КУРСУ “ОСНОВЫ ОХРАНЫ ТРУДА”
для студентов экономических специальностей
заочной формы обучения
ЧАСТЬ I

Утверждено на заседании кафедры
как конспект лекций
по дисциплине
“Основы охраны труда”
экономических специальностей.
Протокол № 1 от 28.08.2002 р.

СУМЫ ИЗД-ВО СУМДУ 2003

ЛЕКЦИЯ 1 ВВОДНАЯ ЛЕКЦИЯ ПО КУРСУ "ОСНОВЫ ОХРАНЫ ТРУДА"

Вопросы:

- 1 Значение вопросов охраны труда в обществе.
- 2 Нормирование и контроль в области охраны труда.
- 3 Предмет "Основы охраны труда" и его место среди других наук.
- 4 История развития научных основ охраны труда.

1 Значение вопросов охраны труда в обществе

Не секрет, что по производительности труда мы значительно отстаём от передовых государств. Причин этому положению много, и, как следствие, существует много путей повышения производительности труда. В 1-ю очередь значительные резервы роста производительности труда кроются в вопросах создания оптимальных условий труда на рабочем месте. От человека, работающего в запыленной, загазованной атмосфере, в не устоявшемся коллективе на травмоопасном оборудовании ожидать высокой производительности труда не приходится. Нельзя забывать также, что ежегодно в Украине от травм гибнет около 2,6 тыс. человек, инвалидами становятся более 5 тыс., травмируются более 180 тыс.

В области ежегодно гибнут 70-80 чел., 90-100 становятся инвалидами. Известно, что до 90% серийно выпускаемых машин и оборудования из-за конструктивных недостатков не соответствуют требованиям безопасности. Например, трактора: отсутствие жестких кабин, при опрокидывании, как правило, приводит к гибели тракториста (5-6 человек ежегодно). За рубежом ни одного такого трактора не выпускается.

Предмет «Основы охраны труда», который мы начинаем изучать, направлен на решение задач создания на рабочем месте безопасных и здоровых условий труда.

Охрана труда - это система законодательных актов, мероприятий и средств, обеспечивающих безопасность, сохранение здоровья и работоспособность человека в процессе труда (ГОСТ 12.0.002-80).

К сожалению, полностью безопасных и безвредных производств не существует. Задача охраны труда - свести к минимальной вероятности поражения или заболевания рабочего с одновременным обеспечением комфорта при максимальной производительности труда. Реальные производственные условия характеризуются, как правило, наличием некоторых опасных и вредных производственных факторов.

Опасным называется такой производственный фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к травме, или другому резкому ухудшению здоровья (ГОСТ 12.0.002-80).

Примерами опасных факторов могут быть: открытые токоведущие части оборудования, движущиеся детали машин и механизмов, раскаленные детали и заготовки, работа со взрывоопасными веществами и т.п.

Более полный перечень в ГОСТе 12.0.003-74. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.

Вредным называется такой производственный фактор, длительное воздействие которого на работающих в определенных условиях приводит к заболеванию или снижению трудоспособности.

Примерами вредных факторов являются технологические примеси в воздухе рабочей зоны, неблагоприятные метеорологические условия, недостаточное освещение, повышенные вибрация, шум, инфразвук, ионизирующие и лазерные излучения и т.д. В зависимости от уровня и продолжительности воздействия вредный фактор может стать опасным.

Несчастный случай на производстве - следствие воздействия на рабочего опасного производственного фактора при выполнении им трудовых обязанностей или заданий руководителя работ.

При воздействии на человека вредного производственного фактора на протяжении длительного времени может возникнуть профессиональное заболевание.

Техника безопасности - это система мероприятий и механических средств, предотвращающих воздействие на работающих **опасных** производственных факторов.

Опасная зона - это пространство, в котором возможно воздействие на работающего опасного и (или) вредного фактора.

Средство индивидуальной защиты (СИЗ) - средство, предназначенное для защиты одного работающего.

Средство коллективной защиты (СКЗ) – средство, предназначенное для защиты двух и более работающих.

Примеры: соответственно респиратор и система вытяжной вентиляции.

2 Нормирование и контроль в области охраны труда

Значительное место в вопросах создания безопасных и здоровых условий труда занимает разработка и внедрение нормативной документации в области охраны труда. Это правила по технике безопасности и нормы по производственной санитарии, требования взрыво-, пожаро-, электробезопасности и т.д.

Эти требования являются юридически обязательными как для администрации, так и для рабочих и служащих. При несоблюдении этих правил и норм виновные лица несут юридическую ответственность. Виды ответственности: дисциплинарная, административная, уголовная, материальная. Это еще одна причина, по которой вам, будущим руководителям, необходимо эти нормы и правила изучить и неукоснительно выполнять.

По сфере действия правила и нормы по технике безопасности и производственной санитарии делятся на:

- а) общие (единые);
- б) межотраслевые;
- в) отраслевые.

Общие, т.е. единые правила и нормы распространяются на все отрасли народного хозяйства и закрепляют важнейшие гарантии безопасности и гигиены труда. Например, все ГОСТы системы стандартов безопасности труда.

Межотраслевые правила и нормы закрепляют гарантии безопасности или в нескольких отраслях или на отдельных типах оборудования.

Отраслевые правила и нормы распространяются только на отдельную отрасль производства. Содержат гарантии безопасности и гигиены труда, специфичные для данной отрасли (железнодорожный, авиатранспорт и т.д.).

К числу норм по технике безопасности и производственной санитарии относятся нормы, устанавливающие меры индивидуальной защиты работающих от профессиональных заболеваний и производственных травм. Эти нормы, в частности, предусматривают следующее: на работах с вредными условиями труда, а также производимых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением, рабочим и служащим выдаются бесплатно по установленным нормам спецодежда, специальная обувь и другие средства индивидуальной защиты. Это собственность предприятия. Оно должно организовать хранение, чистку и ремонт её. В свою очередь рабочие и служащие обязаны пользоваться в рабочее время выдаваемыми им СИЗ.

На работах, связанных с загрязнением, рабочим и служащим выдается бесплатно по установленным нормам мыло (400 г в месяц). На работах, где возможно воздействия на кожу вредных действующих веществ выдаются бесплатно по установленным нормам смывающие и обезвреживающие средства.

Норм этих много. Перечислять их все сейчас мы не имеем возможности. На них подробно мы остановимся при рассмотрении разделов курса.

В настоящее время действует *система стандартов безопасности труда* (ССБТ) как основной вид нормативно-технической документации в области охраны труда. Она стала внедряться после того, как еще в 1970 г. в промышленности была проведена, комплексная проверка состояния техники безопасности.

Что она показала?

1 Имелось более 1000 документов по технике безопасности не объединенных одной системой.

2 Документы по охране труда не имели директивного характера, среди них преобладали отраслевые нормы и правила.

3 Документы по охране труда не имели свойства динамичности: изданные десятилетия назад оставались неизменными и не учитывали новые направления развития науки и техники (часто противоречили друг другу).

4 Отсутствовал единый план создания документации.

5 Отсутствовало нормативное обеспечение (что измерять, с чем сравнить и главное чем измерять).

6 Не было комплексного подхода к созданию документации по охране труда. Это была ограниченная документация только по технике безопасности - она рекомендовала как себя вести при заведомо опасном оборудовании. В проектно-конструкторской документации безопасность не учитывалась.

7 Охрана труда не имела своей терминологии. Поэтому в государственную систему стандартов был введен дополнительный класс – ССБТ № 12.

С 1977 года требования безопасности стали стандартными. В конструкторской документации стал обязательным раздел техники безопасности.

Общая структура обозначения в ССБТ имеет вид:

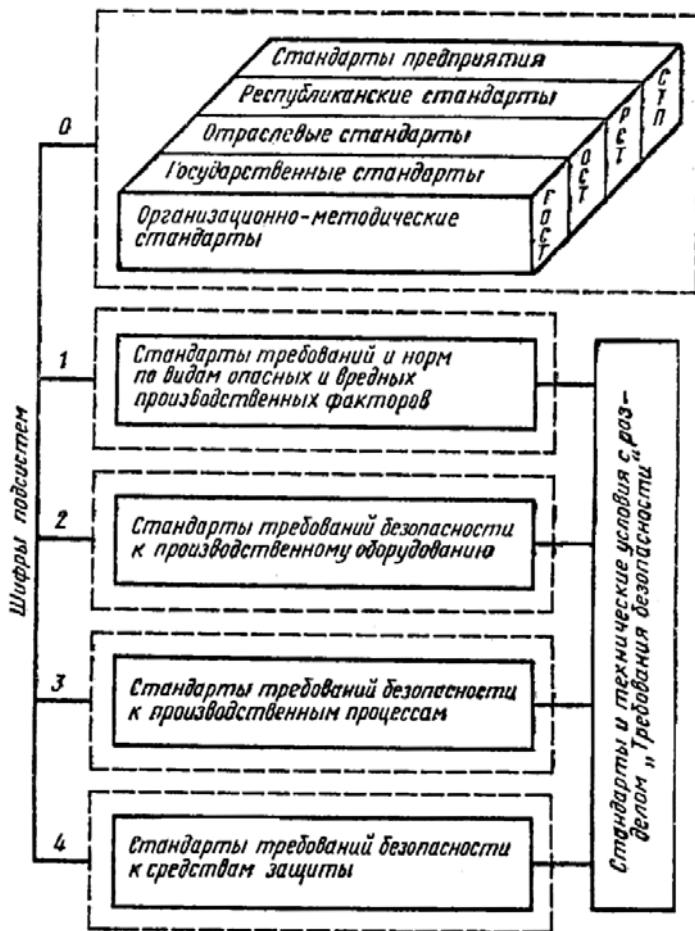


Рисунок 1.1 - Структура ССБТ (0, 1, 2, 3, 4— шифры подсистем ССБТ)



Рисунок 1.2 - Структура обозначения стандартов ССБТ

Шифр подсистемы имеет следующее значение:

О - организационно-методические стандарты, например ГОСТ 12.0.003-74;

1 - стандарты по видам опасных и вредных факторов 12.1.003-83;

2 - требования по видам производственного оборудования 12.2.003-91;

3 - требования по видам производственных процессов 12.3.002-75;

4 - требования по видам средств СИЗ и СКЗ 12.4.021.-75 - Системы вентиляционные. Общие требования безопасности.

Правила и нормы в области охраны труда выполняют свои функции лишь в том случае, если организован контроль их выполнения.

К органам, которые осуществляют надзор и контроль соблюдения законодательства о труде и правил по охране труда, относятся специально уполномоченные на то государственные организации. Среди них:

Госдепартамент Украины по надзору за охраной труда в составе министерства труда;

Госкомитет Украины по ядерной и радиационной защите;

Органы государственного пожарного надзора
Управления Пожарной охраны МВД Украины;

Органы санитарно-эпидемиологической службы
Министерства здравоохранения Украины.

В своей деятельности они не зависят от администрации предприятий (учреждений) и их вышестоящих органов.

Высший надзор за точным исполнением законов о труде, в том числе об охране труда всеми министерствами и ведомствами предприятиями и должностными лицами, осуществляет Генеральный Прокурор Украины через органы прокуратуры.

Общественный контроль за соблюдением требований охраны труда осуществляют трудовые коллективы через выбранных представителей.

3 Предмет «Основы охраны труда» и его место среди других наук

Изучаемый нами курс "Основы охраны труда" (ООТ) включает в себя 4 раздела:

- 1 Законодательство о труде.
- 2 Техника безопасности.
- 3 Производственная санитария.
- 4 Пожарная профилактика.

Раздел диплома у вас тоже будет называться "Охрана труда".

1 Трудовое законодательство регулирует отношения, возникающие в связи с применением труда. В законодательство об охране труда входит:

1.1 Правила организации охраны труда (ОТ) на предприятиях, планирования и финансирования мероприятий по ОТ.

1.2 Правила по ТБ и производственной санитарии.

1.3 Правила и нормы по спецохране труда женщин, молодежи и лиц с пониженной трудоспособностью.

2 Техника безопасности - это раздел курса, в котором рассматриваются технические решения по обеспечению безопасности конструкций всевозможного оборудования, а также условия безопасной эксплуатации, монтажа и ремонта производственного оборудования. Современное направление развития этого раздела стоит в переходе от решения вопросов техники безопасности к созданию техники без всякой опасности. Другими словами, вместо того, чтобы учить рабочих обращаться с опасной техникой, создавать безопасную технику.

3 Производственная санитария определяет санитарно-гигиенические требования по поддержанию нормальных условий труда при осуществлении производственного процесса. В этом разделе изучаются вопросы воздействия на человека и защиты в условиях производства от ряда неблагоприятных факторов (температуры, влажности, запыленности, загазованности, шума, вибрации и т.д.).

4 Пожарная профилактика включает в себя разработку технических и организационных требований по предупреждению взрывов и возгорания, которые могут быть опасны для человека в производственных условиях.

Вопросы техники безопасности должны рассматриваться в непосредственной связи с техническими науками. Это объясняется тем, что многие конкретные вопросы обеспечения здоровых и безопасных условий труда могут быть решены только при разработке технологических процессов, конструировании машин, аппаратуры.

В части вопросов производственной санитарии и гигиены труда курс базируется на биологических науках: физиологии, психологии, гигиены труда и других.

Курс "Основы охраны труда" связан с такими дисциплинами, как "Эргономика", "Инженерная психология", "Научная организация труда", "Техническая эстетика", "Правоведение", "Экономика" и др. А, в первую очередь, со всеми специальными дисциплинами по конструированию техники (оборудования).

4 История развития научных основ охраны труда

Современные научные основы техники безопасности, промышленной санитарии, противопожарной техники имеют глубокие исторические корни.

Так, ещё в начале XVIII века М.В. Ломоносов описал мероприятия по безопасности труда в горнорудном деле, сформулировал требования к спецодежде, изучал атмосферное электричество. Его коллега и соратник, профессор Рихман погиб от удара молнии при проведении опыта. В XIX веке начались научные сообщения и публикации по вопросам охраны труда.

В 1882 году на съезде русского технического общества в Москве были прочитаны два доклада по технике безопасности профессором Кирпичевым Н.В.

В 1881-1884 гг. вышли в свет три тома первого капитального труда по технике безопасности, автором которого был русский ученый, профессор Пресс Л.А. Он развил идеи профессора Кирпичева и далеко превзошел все зарубежные работы в этой области.

В 1887 г. проф. Эрисман выпустил книгу "Гигиена умственного и физического труда", которая не утратила значения и до настоящего времени.

В начале XX столетия русский ученый Сеченов И.М. своим трудом "Очерк рабочих движений человека" положил начало развитию физиологии труда. Позднее он разработал

физиологический критерий для установления продолжительности рабочего дня (8 часов).

Большое теоретическое и практическое значение в области производственной санитарии имеют работы Н.В. Лазарева и Н.С. Правдина.

Вопросами теории горения, взрыва, детонации занимались целая группа ученых: ЛеШателье, Джонсон, Бах, Семенов Н.Н.

Ученые Беккерель и Кюри впервые исследовали опасные действия радиоактивных излучений на организм человека.

В годы 1-й Мировой войны Н.О. Зеленский создал универсальный по тому времени фильтрующий противогаз и спас тысячи солдатских жизней.

ЛЕКЦИЯ 2 ПРОФИЛАКТИКА ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТРАВМАТИЗМА

Вопросы:

1 Ответственность должностных лиц за нарушения законодательства об охране труда.

2 Расследование и учет несчастных случаев и профессиональных заболеваний.

3 Классификация причин производственного травматизма, методы анализа.

4 Профилактика производственного травматизма.

1 Ответственность должностных лиц за нарушения законодательства об охране труда

В Украине ежегодно травмируется на производстве около 140 тыс. человек. Из них более 5 тыс. человек становятся инвалидами, а около 2,6 тыс. человек гибнет. В области гибнет 70-80 человек, становятся инвалидами 90-

100, всего несчастных случаев 5500. Виновные, как правило, находятся всегда.

Ответственность должностных лиц за нарушение законодательства об охране труда обусловлена законодательством Украины.

Должностные лица, виновные в нарушении законодательства об охране труда, несут юридическую ответственность (4 вида):

1 Дисциплинарную - в тех случаях, когда по вине должностных лиц допускаются нарушения правил и норм по охране труда, которые не влекут за собой тяжелые последствия и не могли повлечь их (1- выговор, 2- увольнение).

2 Административная ответственность - выражается в наложении на виновных лиц денежных штрафов. Правом наложения штрафов пользуются Госкомитет Украины по надзору за охраной труда, Госкомитет Украины по ядерной и радиационной безопасности, органы пожарного и санитарного надзора и их региональные подразделения.

3 Уголовная ответственность наступает, когда нарушения могли повлечь или повлекли за собой несчастные случаи с людьми или иные тяжелые последствия. Уголовную ответственность могут нести лишь те виновные должностные лица, на которых в силу их служебного положения или по специальному распоряжению возложена обязанность по обеспечению безопасных и здоровых условий труда.

4 Материальная ответственность виновных должностных лиц за нарушение правил охраны труда возникает, если в результате тяжелого нарушения предприятие обязано будет выплачивать определенные денежные суммы потерпевшему от несчастного случая или органам социального страхования.

2 Расследование и учет несчастных случаев и профессиональных заболеваний

Порядок расследования и учета травм, связанных с производством, установлен Постановлением Кабинета Министров Украины от 10.08.93г. за № 623. С 01.01.94 г. введено "Положение о расследовании и учете несчастных случаев, профзаболеваний и аварий на предприятиях, в организациях и учреждениях". Новая редакция документа принята 17.06.1998 № 923, в настоящее время действует положение от 21.08.02 № 1094.

По результатам расследования на учет берутся такие виды несчастных случаев: травмы, острые профессиональные заболевания и отравления, тепловые удары, ожоги, обморожения, утопления, поражения электрическим током и молнией, повреждения в результате аварий, пожаров, стихийных бедствий, контакта с животными и насекомыми, если они произошли:

а) во время выполнения трудовых обязанностей (в том числе в командировке), а также действий в интересах предприятия без поручения собственника;

б) на рабочем месте, на территории предприятия или в ином месте работы, включая установленные перерывы;

в) на протяжении времени, необходимого для приведения в порядок орудий производства, средств защиты, одежды перед началом или по окончанию работы, а также для личной гигиены;

г) во время поездки на работу или с работы на транспорте предприятия, а также на личном транспорте, который используется в интересах предприятия;

д) во время аварий, а также во время их ликвидации на производственных объектах;

е) в рабочее время при движении пешком или на общественном транспорте с работником, работа которого связана с перемещением между объектами обслуживания.

На каждый несчастный случай (н/с), вследствие которого были утрачены трудоспособность на 1 день и

более, или возникла необходимость перевести его на другую, более легкую работу, сроком не менее 1 дня, составляется акт формы Н-1.

Если в результате расследования установлено факт самоубийства, естественной смерти или получение травмы во время совершения преступления, то акт формы Н-1 не составляется и н/с не учитывается как связанный с производством. Решение об этом может быть принято только при наличии соответствующих документов. Кроме того, такой порядок применяется:

а) если н/с произошел в результате отравления алкоголем или наркотиками, если их применение не вызвано производственным процессом;

б) если н/с произошел при движении на работу или с работы пешком, или на общественной транспорте.

Собственник предприятия, получив информацию о н/с, обязан создать комиссию для расследования его в составе:

а) специалиста отдела охраны труда (председатель);

б) руководителя структурного подразделения, где произошел н/с;

в) председателя профсоюзной организации, в которой состоит пострадавший.

Комиссия обязана в течение 3 суток расследовать обстоятельства н/с, составить акт формы Н-1 в пяти экземплярах и передать их на утверждение собственнику предприятия. Собственник предприятия в течение 1 суток обязан утвердить 5 экземпляров акта формы Н-1 и направить их:

1) пострадавшему;

2) руководителю структурного подразделения;

3) госинспекции по надзору за охраной труда;

4) профсоюзной организации;

5) отдел охраны труда.

Акт формы Н-1 вместе с материалами расследования хранится на предприятии на протяжении 45 лет.

Если пострадавший не обратился к собственнику в течение года с момента происшествия н/с, то акт формы Н-1 не составляется, а если он обратился в этот период, то собственник предприятия обязан расследовать факт н/случай на протяжении 1 месяца с момента обращения пострадавшего с заявлением.

Несчастные случаи, которые произошли в результате ухудшения состояния здоровья работника (приступ сердечной недостаточности, инсульт и т.п.), расследуются на общих основаниях.

На учет эти н/с берутся, если:

а) ухудшение здоровья работника стало в результате влияния опасных или других вредных производственных факторов;

б) работа, которая выполнялась, была противопоказана для пострадавшего в соответствии с медицинским заключением о состоянии здоровья.

Специальному расследованию подлежат:

а) групповые н/с (одновременно с двумя и более работниками);

б) со смертным исходом.

Государственный инспектор по надзору за охраной труда имеет право требовать специальное расследование каждого н/с, который может привести к тяжелым последствиям.

О каждом несчастном случае "а" или "б" собственник обязан срочно уведомить:

1) соответствующий орган госнадзора за охраной труда;

2) санстанцию (в случае острых профессиональных отравлений или заболеваний);

3) местный орган исполнительной власти;

4) профсоюзную организацию своего предприятия;

5) вышестоящий профсоюзный орган;

6) прокуратуру по месту нахождения предприятия;

7) вышестоящий орган управления (министерство, или другой орган);

8) Госнадзор по охране труда и Министерство здравоохранения (если погибло два и более человек).

Расследование проводится комиссией в составе работника соответствующего органа госнадзора за охраной труда (председатель комиссии), собственника предприятия, представителя вышестоящей организации, представителя профсоюзной организации предприятия и вышестоящего профсоюзного органа, представителя санстанции (при отравлениях).

В случае необходимости в комиссию могут привлекаться представители других заинтересованных организаций.

Комиссия создаётся в соответствии с приказом руководителя территориального органа госнадзора.

Специальное расследование проводится на протяжении не более 10 дней. При этом составляется акт специального расследования.

Акт специального расследования подписывается всеми членами комиссии. Кто не согласен с актом, должен его подписать и добавить к акту своё мнение в письменном виде.

Акт по форме Н-1 на каждого потерпевшего составляется после выводов комиссии и утверждается собственником предприятия на протяжении суток после подписи акта спец. расследования.

Следует учитывать, что в промышленности, на транспорте, в строительстве и в других отраслях народного хозяйства имеет место так называемый микротравматизм (легкие ушибы, порезы, отравления, засорение глаз), который не учитывается и потому может вызвать скрытые потери рабочего времени, т.е. временную нетрудоспособность. Как правило, обращение работника в здравпункт по этим поводам ограничивается одноразовым посещением или вообще пострадавший пользуется цеховой

аптечкой скорой помощи. Бюллетень при микротравмах не выдаётся.

Но исследования показали, что эти потери рабочего времени могут даже превышать потери производственного травматизма, поэтому их тоже надо учитывать и делать профилактику. Особенно опасны ушибы головы. Они могут о себе дать знать позже.

Первое время на травмы с потерей трудоспособности до одного дня составлялись акты произвольной формы. Это мешало делать обстоятельный анализ и обобщения, поскольку требовало выявления дополнительных, не учтенных при составлении акта данных о самом рабочем, о месте и причинах травмирования.

Поэтому сейчас рекомендовано составлять акт по форме Н-1 в двух экземплярах, но подписывать его должен мастер, общественный инспектор по охране труда и лицо, оказавшее медицинскую помощь. Утверждается такой акт начальником цеха подразделения. Один экземпляр акта остаётся в цехе, а второй сдается в отдел охраны труда.

Такое отношение к расследованию и принятию мер по любой, даже самой незначительной травме, привело к улучшению оказания медицинской помощи непосредственно в цехах, в большинстве случаев приведено в порядок аптечное хозяйство, активизировалась деятельность санпостов. Кроме того, анализ травм, систематизация порождающих их причин позволяют более точно определить участок, технологический прогресс, категорию работающих, где наиболее вероятно возникновение травмы, и принять своевременные меры к ее предупреждению.

Расследование профессиональных заболеваний

Все первично выявленные хронические заболевания и отравления подлежат расследованию.

Связь профзаболевания с условиями труда работника определяется на основании клинических данных и санитарно-гигиенической характеристики условий труда, составленных санэпидстанцией.

Такая характеристика выдается после запроса руководителя лечебно-профилактического учреждения, которое обслуживает данное предприятие. Для установления окончательного диагноза и связи профзаболевания с влиянием производственных факторов и трудового процесса специалист по профессиональной патологии направляет больного в специализированное лечебно-профилактическое учреждение в соответствии с перечнем МЗО. Если установлен факт профзаболевания, это учреждение составляет уведомление, на протяжении 3 дней это уведомление направляется предприятию, в санитарно-эпидемиологическую станцию и лечебно-профилактическому учреждению, которое обслуживает это предприятие.

Собственник предприятия обязан организовать расследование причин каждого случая профзаболевания на протяжении 7 дней после получения уведомления.

Расследование проводится комиссией, созданной приказом руководства санэпидстанции в составе:

- 1) сотрудника санэпидстанции (председатель);
- 2) представитель профсоюзной организации;
- 3) представитель трудового коллектива;
- 4) представитель лечебно-профилактического учреждения;
- 5) специалист по проф. патологии;
- 6) представитель местного органа здравоохранения.

Комиссия составляет акт расследования по спец. форме в количестве 5 экземпляров на протяжении 3 суток после окончания расследования. Акты направляются:

- 1) больному;
- 2) предприятию, где выявлено профзаболевание;
- 3) лечебно-профилактическому учреждению;

- 4) профсоюзной организации;
- 5) 1 экз. остается у санэпидстанции для анализа и контроля.

3 Классификация причин производственного травматизма, методы анализа

В общем случае можно выделить 4 группы причин:

1 Технические причины (неисправность машин, отсутствие ограждений).

2 Организационные (плохая организация труда, рабочего места, отсутствие инструктажа, надзора).

3 Санитарно-гигиенические (факторы производственной среды).

4 Психофизиологические (личные): переутомление, недисциплинированность, неприятности до работы, алкоголь.

На основании актов по форме Н-1 администрация организации ежегодно составляет отчет по установленной форме (7 Т Вр) о пострадавших от н/с, связанных с производством. Для сопоставления производственного травматизма за отдельные отрезки времени на каждом предприятии необходимо не только учитывать количество н/с, но и связывать их с числом работающих и тяжестью н/с. Для этого служат коэффициенты травматизма (показатели).

Ниже приведены формулы для их определения. К показателям производственного травматизма относятся:

1 Коэффициент частоты травматизма.

2 Коэффициент тяжести травматизма.

3 Коэффициент потерь.

Коэффициент частоты травматизма - это среднее число пострадавших при несчастных случаях, за отчетный период приходящихся на 1000 работающих:

$$K_{\text{ч}} = \frac{n}{P} 1000, \quad (2.1)$$

где n - число пострадавших за отчетный период;

P - среднесписочное число работающих.

Коэффициент тяжести травматизма - это среднее число человеко-дней нетрудоспособности, приходящееся на один несчастный случай:

$$K_T = \frac{D}{n}, \quad (2.2)$$

где D - число дней нетрудоспособности по случаям, закончившимся в отчетном периоде;

n - число пострадавших.

Коэффициент потерь - среднее число человеко-дней нетрудоспособности, приходящееся на 1000 работающих:

$$K = \frac{D}{P} 1000, \quad (2.3)$$

где n - число лиц, пострадавших при н/с в отчетном периоде (полугодие, год и т.п.) с утратой трудоспособности свыше 1 рабочего дня;

P - среднесписочное число работающих, определяется путем суммирования среднесписочного числа работающих за каждый месяц и деления этой суммы на количество месяцев отчетного периода;

D - общее число ч/дней нетрудоспособности за все время болезни (в рабочих днях у всех пострадавших, включая умерших), временная нетрудоспособность которых закончилась в отчетном периоде. Сюда включаются и дни нетрудоспособности тех пострадавших при н/с, нетрудоспособность которых началась в предыдущем периоде, а закончилась в отчетном.

Методы анализа производственного травматизма

Происшедшие на производстве несчастные случаи и профзаболевания нужно изучать и анализировать. Известны такие методы анализа:

- 1) статистический;
- 2) монографический;
- 3) топографический;
- 4) групповой;

5) экономический.

Статистический метод - основан на изучении материалов регистрации и учета н/с, собранных за продолжительное время (год, полгода). Далее осуществляется систематизация их по профессиям, стажу работы, полу, возрасту, техническим факторам, характеру травм, схожести обстановки и др. Строятся зависимости травматизма от указанных факторов, которые затем используются в профилактической работе. Этот метод наиболее распространенный.

Монографический метод описательный, наиболее полный - характеризуется тем, что опасные или вредные условия работы выявляются детальным обследованием отдельных рабочих мест, цехов, машин, установок. Изучаются н/с, имевшие место на данном объекте за прошлый год, расследуется характер технологического процесса, наличие сигнализации, спецодежды, условия производственной обстановки, т.е. случай изучается комплексно.

Топографический метод - заключается в том, что на плане предприятия графически изображаются случаи в виде условных знаков по месту их происшествия. Таким образом, в основу положен анализ мест, где происходит н/с. Этот метод наиболее наглядный, однако причин не указывает.

Групповой метод - вскрывает структуру общих показателей и выделяет наиболее значимые группы причин, вызвавших травматизм, он также устанавливает основные направления расходования средств (разновидность статистического).

Экономический метод - заключается в определении экономического ущерба от производственного травматизма, а также в оценке эффективности затрат, направленных на предупреждение н/с с целью оптимального распределения средств на мероприятия по охране труда.

Наряду с традиционными методами можно отметить новые направления:

а) системный подход к решению проблемы безопасности труда (используются комплексные приемы исследования);

б) метод научного прогнозирования безопасности труда;

в) автоматизированная система оперативного учета и предупреждения производственного травматизма.

4 Профилактика производственного травматизма

В системе мер профилактики травматизма особое место принадлежит обучению и инструктажу работающих безопасным приемам труда. Многолетней практикой установлена единая система обучения безопасным способам работы. Форма этого обучения различна и соответствует целевому назначению.

1 Вводный инструктаж - является первым этапом обучения безопасным методам труда, обязателен для всех вновь поступающих (рабочие, ИТР, студенты в период практики). Его проводит инженер по ТБ либо главный инженер. Как правило, это групповой инструктаж в течение 1,5-2 часов, а если индивидуальный 4-5 часов. Проводится в кабинете или уголке по ТБ с наглядными пособиями.

Содержание вводного инструктажа

1 Основные положения законодательства по охране труда.

2 Правила внутреннего трудового распорядка и поведения на территории предприятия в производственных помещениях.

3 Маршрут движения по территории, расположение цехов, значение предупредительных знаков, цветов безопасности, звуковой и световой сигнализации.

4 Краткая характеристика особо опасных работ и меры предупреждения н/с (перемещение грузов кранами, газопламенная обработка металла).

5 Отдельные характерные обстоятельства и причины н/с, происшедшие в результате допущенных нарушений правил, инструкции по ТБ и производственной дисциплине.

6 Общие понятия о правилах электробезопасности, методы освобождения человека, попавшего под действие электрического тока, и способы оказания ему первой помощи.

7 Требования безопасности, относящиеся к рабочей одежде, обуви и т.д.

8 Значение вентиляции в производственных помещениях и оборудования (местные вентиляционные установки).

9 Основные требования, относящиеся к самим работникам, по производственной санитарии и личной гигиене.

10 Приемы и методы оказания первой помощи при н/с и необходимости обращения в медпункт.

11 Порядок оформления и расследования н/с, связанного с производством проф. отравлением. Значение и задачи инструктажа на рабочем месте.

12 Пожарная безопасность в действующих цехах и на территории.

По окончанию вводного инструктажа рабочему выдается на руки инструкция по ТБ для работников завода. Обязательная роспись в специальном журнале!

Кроме того, заполняется личная карточка инструктажа, которая хранится в цехе в личном деле работника.

2 Инструктаж на рабочем месте.

Проводится мастером, механиком и т.д. в индивидуальном порядке. Его задача - подробно ознакомить рабочего:

а) с устройством оборудования, на котором предстоит работать;

б) с предохранительными приспособлениями, ограждениями и средствами индивидуальной защиты - их назначением и использованием;

в) с правильной и безопасной организацией рабочего места (укладка сырья, материалов, полуфабрикатов и готовой продукции);

г) с содержанием инструкции по ТБ на данном рабочем месте (она выдается на руки);

д) с безопасными приемами работы, применение которых должно предохранять рабочего от травмирования и профзаболеваний;

е) с опасными приемами работы, которые запрещается применять.

По окончании инструктажа делается соответствующая отметка в личной карточке.

3 Повторный инструктаж - не менее I раза по 0,5 ч., как правило, раз в квартал!

4 Внеплановый инструктаж – проводится, как правило, мастером при изменении вида работ или после происшедшего несчастного случая.

Форма личной карточки

Предприятие

Личная карточка инструктажа по технике безопасности №__.

1 Фамилия, имя, отчество.

2 Специальность, профессия.

3 Цех, отделение.

4 Вводный инструктаж по ТБ:

а) провел инженер по ТБ ... (подпись, дата);

б) получил рабочий ... (подпись, дата).

В системе профилактики производственного травматизма используются различные методы:

а) разработка и внедрение мероприятий по повышению безопасности труда;

б) анализ производственного травматизма;

в) обучение и проверка знаний безопасных методов труда;

г) расследования н/с на производстве;

д) моральные и материальные поощрения;

е) меры воздействия на нарушителей требований безопасности.

ЛЕКЦИЯ 3 ОЗДОРОВЛЕНИЕ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ

Вопросы:

1 Причины загрязнения и характер воздействия воздушной среды на организм человека.

2 Нормирование содержания вредных веществ в воздухе.

3 Микроклимат (метеорологические условия) в производственных помещениях.

4 Мероприятия по оздоровлению воздушной среды и улучшению условий труда.

5 Классификация систем вентиляции.

6 Принцип устройства и расчёт естественной вентиляции.

7 Принцип устройства и расчёт механической вентиляции.

8 Система отопления, методика расчёта.

1 Причины загрязнения и характер воздействия воздушной среды на организм человека

Рост промышленности и сельскохозяйственного производства, энергетических мощностей, широкая химизация, увеличение количества автотранспорта, возрастание городов способствуют быстрому нарастанию загрязнения атмосферного воздуха, водоемов, почвы, которое представляет угрозу для здоровья, а в некоторых ситуациях, которые повторяются все чаще, для жизни населения.

Проблема борьбы с загрязнением атмосферного воздуха в экономически развитых странах является в настоящее время очень актуальной.

Наибольшее количество выбросов приходится на промышленные развитые страны. В США объем вредных выбросов в атмосферу составляет свыше 20% мирового поступления.

Для сведения

В городе Сумы атмосферные выбросы составляют около 60 тыс. тонн в год, из них до 50% составляют выбросы автотранспорта.

Заметна тенденция, что чем выше уровень экономического развития страны, тем острее эта проблема. Однако такое деление условно. Выбрасываемые в атмосферу примеси индустриального происхождения быстро распространяются воздушными потоками и диффузией атмосферы, на большие расстояния, минуя национальные границы, придавая проблеме защиты атмосферного воздуха глобальный характер, так называемый трансграничный перенос кислотных дождей. Актуальность проблемы подтверждается еще и тем, что весовое количество воздуха, ежедневно проходящее через легкие человека, составляет около 20 кг/сутки, что

намного больше, чем вес потребляемой воды (около 2 кг/сутки) и пищи (менее 1 кг/сутки). Кроме того, загрязнение воздушного бассейна нередко является первичным процессом, за которым, как результат оседания загрязняющих веществ на поверхности земли, следует загрязнение водоемов и пищевых продуктов.

Атмосферный воздух в своем составе содержит (по объему): азота 78%, кислорода 21%, инертных газов около 1%, углекислого газа 0,03%. Воздух такого состава наиболее благоприятен для дыхания.

Наряду с химическим составом важно также, чтобы воздух имел определенный ионный состав. Установлено, что на жизнедеятельность человеческого организма благотворное влияние оказывают легкие отрицательные ионы кислорода воздуха. Впервые на это обстоятельство обратили внимание при эксплуатации Московского метрополитена. Здесь подготовка воздуха эти ионы нейтрализовала.

Воздух рабочей зоны редко имеет приведенный выше химический состав. Многие технологические процессы сопровождаются выделением в воздух производственных помещений вредных веществ - паров, газов, твердых и жидких частиц.

Пары и газы образуются с воздухом смеси.

Загрязнение воздушной среды пылью, газом, аэрозолем в производственных условиях происходит по многим причинам. Основными из них являются:

1 Несовершенство технологического процесса (например, производство цемента мокрым и сухим способом).

2 Прерывность технологических процессов (перегрузки, пересыпки).

3 Недостаточная герметичность оборудования.

4 Движение транспорта (так называемое вторичное загрязнение).

Последствия загрязнения

Загрязнение воздушной среды пылью, кроме неблагоприятного влияния на организм человека, может быть причиной:

- 1) взрыва (угольная, торфяная, алюминиевая);
- 2) потери исходного продукта;
- 3) порчи продукции (при изготовлении точных приборов, лакокрасочных покрытий).

Отдельные техпроцессы, например, в машиностроении (травление черных металлов кислотами, цинкование и меднение, процессы обезжиривания и нанесения лакокрасочных покрытий) сопровождаются, кроме выброса пыли, выделением в воздух вредных паров и газов.

Ядовитые вещества проникают в организм человека через дыхательные пути, пищеварительный тракт и кожу. Они могут нарушить нормальную жизнедеятельность организма и привести к стойким или патологическим изменениям.

Отравления, возникающие на производстве, называются профессиональными.

Они могут быть острыми (внезапно в больших дозах), и тогда они относятся к несчастным случаям, или хроническими (малые дозы длительное время), и тогда они относятся к категории профзаболеваний.

Опасность воздействия на организм человека ядовитых веществ определяется следующими факторами:

- 1) химический состав вещества;
- 2) степень измельчения (дисперсность);
- 3) растворимость в биологических средах (пример с ДДТ);
- 4) концентрация (змеиный яд);
- 5) время воздействия.

По степени воздействия на организм человека вредные вещества подразделяются на 4 класса:

1 Вещества чрезвычайно опасные (ртуть металлическая, свинец, гексахлоран, желтый фосфор).

2 Вещества высоко опасные (хлорофос, сероуглерод, сурьма).

3 Вещества умерено опасные (табак, спирт метиловый).

4 Вещества малоопасного действия (спирт этиловый, уайт-спирит).

По физиологическому действию ядовитые вещества могут быть разделены на четыре основные группы:

а) раздражающие - действующие на поверхностные ткани дыхательного тракта и слизистые оболочки (хлор, сернистый газ, аммиак, акролеин);

б) удушающие - действующие как вещества, нарушающие процесс усвоения кислорода тканями (окись углерода, сероводород);

в) наркотические - действуют как наркотики (азот под давлением, дихлорэтан, четыреххлористый углерод);

г) соматические яды - вызывают нарушения деятельности всего организма или его отдельных органов и систем (свинец, ртуть, бензол, мышьяк).

Степень измельчения действует так, что чем выше дисперсность, тем быстрее и глубже проникают яды в организм (опаснее паро- и газообразные вещества).

Растворимость усиливает поражение.

Концентрация и время воздействия - это решающие факторы. Для многих веществ установлена зависимость между концентрацией, временем воздействия и характером воздействия (например, сильное воздействие окись углерода (СО) оказывает при соблюдении равенства: произведение времени воздействия в часах на концентрацию в миллиграммах на 1 м^3 равно 1700).

Неядовитые производственные пары, газы и пыли оказывают на организм в основном раздражающие действия

и, проникая внутрь организма через органы дыхания, могут вызвать хронические заболевания легких и дыхательных путей (сюда относятся пыли различного происхождения).

К раздражающей пыли относятся:

- минеральная (асбестовая, кварцевая, угольная, наждачная и пр.);
- металлическая (железная, чугунная, цинковая и пр.);
- древесная.

Раздражающая (неядовитая) пыль оказывает раздражающее действие на слизистые оболочки дыхательных путей, кожу, глаза и практически не попадает в круг кровообращения вследствие плохой растворимости в биологических средах (крови, лимфе, других жидкостях). Однако продолжительная работа в условиях запыленного воздуха может привести к хроническим заболеваниям легких - пневмокониозам. Эти заболевания ведут к ограничению дыхательной поверхности легких и изменениям во всем организме человека.

Ядовитая пыль (свинец, ртуть, мышьяк и т.д.), растворяясь в биологических средах, действует как введенный в организм яд и вызывает его отравление. Например, при сварке образуется пыль, содержащая марганец, хром, фтор. В литейном производстве в ряде случаев образуется пыль, содержащая мышьяк и бериллий.

Характер воздействия на организм человека производственной пыли зависит:

- 1) от её происхождения (органическая пыль или неорганическая);
- 2) размера частиц.

Крупные частицы пыли (размером более 5-10 мкм) осаждаются на слизистых оболочках носоглотки и могут вызывать ранение их, однако глубоко в легкие не проникают.

Более мелкие (0,05-5 мкм) проникают в легкие и вызывают "пневмокониозы".

2 Нормирование содержания вредных веществ в воздухе

ГОСТ 12.1.005-88 устанавливает предельно-допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны производственных помещений.

Предельно-допустимыми концентрациями (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны являются такие концентрации, которые при ежедневном воздействии в пределах 8 часов в течение всего рабочего стажа не могут вызвать у работающих заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследования, непосредственно в процессе работы или в отдаленные сроки.

Размерность мг/м^3 (иногда ПДК уточняются). Установление ПДК. Животные. Коэффициент запаса 2-100.

ПДК вредных веществ - исходная база при проектировании новых машин и механизмов, технологических линий, промышленных предприятий, при расчетах вентиляции и т.д.

Несколько конкретных данных о ПДК вредных газов и паров в воздухе рабочей зоны производственных помещений приведено в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – ПДК вредных газов и паров

Наименование вещества	ПДК, мг/м^3	Наименование вещества	ПДК, мг/м^3
Аммиак	20	Оксид углерода	20
Ацетон	200	Ртуть металлическая	0,01
Бензин топливный	100	Серная кислота	1
Дихлорэтан	10	Тetraэтилсвинец	0,005

Информация для любителей покурить!

В дыме 20 сигарет содержится 125 мг никотина, 40 мг аммиака, до 1мг синильной кислоты, 0,5 мг угарного газа (СО).

При сгорании табака образуется еще дегтеобразное вещество, содержащее канцерогенные начала. Курение табака уносит в могилу миллионы человеческих жизней:

19 из 20 умерших от рака легких были заядлыми курильщиками. Курильщик со стажем 25 лет сокращает срок своей жизни примерно на 5 лет.

Сигареты с фильтром вреднее. Стремясь компенсировать поглощённые фильтром части вещества дыма, курильщик глубже затягивается. Оставшаяся окись углерода дольше находится в легких и успевает прореагировать с большим числом молекул гемоглобина.

Предельно допустимые концентрации неядовитой пыли также определяются в мг/м³. К примеру, ПДК:

- 1) пыль угольная - 10 мг/м³;
- 2) пыль цементная - 6 мг/м³.

Нужно иметь ввиду, что приведенные в ГОСТе 12.1.005-88 требования к содержанию вредных веществ рассматриваются с точки зрения воздействия их на организм человека.

Для ряда производств, например электровакуумного, указанные нормы недостаточны. Здесь загрязнение воздушной среды в сильной степени влияет на качество изделий. Чем сложнее прибор, тем более строгой вакуумной дисциплины необходимо придерживаться при его изготовлении. Поэтому, например, в помещениях, в которых производится сборка внутренней арматуры приборов и их герметизация, содержание пыли должно быть минимальным (не более 5- 50 частиц на 1 л воздуха).

Эти требования могут быть выполнены только специальной технологической дисциплиной, применением спецодежды, обдувающих душей перед входом в помещения и т.д.

Воздух, удаляемый системами вентиляции и содержащий пыль, вредные или неприятнопахнущие вещества, перед выбросом в атмосферу должен очищаться с тем, чтобы в атмосферном воздухе населенных мест не было вредных веществ, превышающих санитарные нормы. В воздухе, поступающем внутрь производственных помещений, концентрация вредных веществ не должна превышать величины 0,3 ПДК для рабочей зоны этих помещений.

3 Микроклимат (метеорологические условия) в производственных помещениях

Метеорологические условия или микроклимат в производственных условиях определяются следующими параметрами (ГОСТ 12.1.005-88):

- 1 Температурой воздуха, $^{\circ}\text{C}$, термометр.
- 2 Относительной влажностью, %, психрометр.
- 3 Скоростью движения воздуха на рабочем месте, м/с, анемометр крыльчатый, чашечный.
- 4 Интенсивностью теплового излучения, $\text{Вт}/\text{м}^2$, актинометр.

Необходимость учета этих параметров может быть объяснена при рассмотрении теплового баланса между организмом человека и окружающей средой.

Величина тепловыделения организма зависит от степени физического напряжения в определенных метеоусловиях и составляет от 75 ккал/час (покой) до 400 ккал/час (тяжелая работа). Для того чтобы физиологические процессы в организме протекали нормально, выделяемое организмом тепло должно отводиться в окружающую человека среду.

Отдача тепла организмом в окружающую среду происходит ($Q_{\text{орг}}$):

- а) посредством теплопроводности через одежду – $Q_{\text{т}} = 3\%$;

б) посредством конвекции в результате омывания воздухом тела человека – $Q_k = 30\%$;

в) посредством излучения на окружающие поверхности – $Q_{изл} = 32\%$;

г) испарения влаги в поверхности кожи – $Q_{исп} = 30\%$;

д) на нагрев вдыхаемого воздуха – $Q_{нагр} = 5\%$.

Таким образом,

$$Q_{орг} = Q_T + Q_k + Q_{изл} + Q_{исп} + Q_{нагр}. \quad (3.1)$$

Количество тепла, отдаваемого организмом каждым из этих путей, зависит от величины того или иного параметра микроклимата.

Нормальное тепловое самочувствие (комфорт), соответствующее данному виду работы, обеспечивается при соблюдении теплового баланса, благодаря чему температура внутренних органов человека остается постоянной (около 36.6°).

Способность человеческого организма поддерживать постоянной температуру тела при изменении параметров микроклимата и при выполнении различных по тяжести работ называется терморегуляцией.

Терморегуляция осуществляется следующими тремя путями:

1 Терморегуляция биохимическим путем.

2 Терморегуляция за счет изменения интенсивности кровообращения.

3 Терморегуляция за счет испарения влаги с поверхности тела.

Терморегуляция биохимическим путем основана на интенсификации тех или иных биохимических реакций (например, произвольное сокращение мышц - дрожание тела).

Терморегуляция за счет изменения интенсивности кровообращения. Движение крови по кровеносным сосудам

можно себе представить как движение теплоносителя в теплообменнике.

В целом для тела количество крови может изменяться более чем в 30 раз, а для конечности пальцев - 600 раз.

Терморегуляция за счет испарения влаги с поверхности человека. При наружной $t^{\circ} = +30 - +33^{\circ}\text{C}$ отдача тепла конвекцией и излучением прекращается и происходит отдача тепла путем испарения пота с поверхности кожи. Причем тем эффективнее, чем ниже относительная влажность воздуха и выше скорость движения воздуха. При этом организм теряет и соли. По этой причине в горячих цехах рабочим дают подсоленную воду.

При понижении t° воздуха реакция организма иная - сосуды сужаются и отдача тепла излучением и конвекцией замедляется.

Влажность воздуха также оказывает влияние на терморегуляцию организма, при высокой ($\varphi = 85\%$) снижается испарение пота, а при низкой ($\varphi = 20\%$) - наблюдается пересыхание слизистых оболочек дыхательных путей.

Движение воздуха увеличивает отдачу тепла и улучшает состояние организма, но в определенных пределах.

Минимальная скорость движения воздуха, ощущаемая человеком, составляет 0,2 м/с. Скорость движения воздуха влияет также на интенсивность конвекции и отдачу тепла за счет потовыделения.

Скорость движения воздуха оказывает влияние и на распределение вредных веществ в помещении, а также на перенос осевшей пыли.

При воздействии высоких температур возможен перегрев организма - тепловой удар. При резких колебаниях температуры и сильном движении воздуха возникают простудные заболевания.

В соответствии с ГОСТом 12.1.005-88 устанавливаются оптимальные и допустимые метеорологические условия для рабочей зоны помещения в зависимости от:

1) периода года: холодный (с температурой наружного воздуха ниже $+ 10^{\circ} \text{C}$) и теплый (выше $+ 10^{\circ} \text{C}$).

2) категории работ по тяжести.

Все работы по тяжести подразделяются на три категории:

а) категория легких работ (1а, 1б - затраты энергии до 150 ккал/час) – работы, производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой, но не требующие систематического физического напряжения или поднятия и переноски тяжестей (точное машиностроение);

б) категория работ средней тяжести (2а, 2б затраты энергии более 150 и до 250 ккал/час) – работа, связанная с постоянной ходьбой, переноской небольших тяжестей (до 10 кг) и выполняемая стоя (механосборочные и сварочные);

в) категория тяжелых работ (3 - затраты энергии более 250 ккал/час) – работа, связанная с постоянными передвижениями и переноской значительных (более 10 кг) тяжестей (кузнечный, литейный, термический цеха).

Оптимальные условия воздушной среды установлены для нормально одетых людей при длительном пребывании в помещениях (более 3 час.) Нормы устанавливаются для рабочей зоны.

Рабочей или обслуживаемой зоной считается пространство высотой до 2 м над уровнем пола или площадки, на которых находятся люди или имеются рабочие места.

Постоянным рабочим местом считается место, на котором рабочий находится большую часть своего времени.

Например:

1) для категории работ средней тяжести (2 а);

2) для холодного периода года (температура наружного воздуха ниже +10°C);

3) на постоянных рабочих местах.

Оптимальные и допустимые параметры микроклимата представлены в таблице 3.2.

Интенсивность теплового облучения рабочих от нагретых поверхностей технологического оборудования не должна превышать:

35 Вт/м² – при облучении более 50% поверхности тела человека;

70 Вт/м² – более 25%;

100 Вт/м² - при облучении не более 25% поверхности тела.

Таблица 3.2

Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
18-20	60-40	0.2	15-23	Не > 75	0.3
Для теплого периода					
21-23	40-60	Не > 0.3	27-17	65% при 27° С	0.2-0.4

4 Мероприятия по оздоровлению воздушной среды и улучшению условий труда

Требуемое состояние воздушной среды может быть обеспечено выполнением определенных мероприятий, основными из которых являются:

1 Механизация и автоматизация производственных процессов, дистанционное управление ними. Это

мероприятие имеет большое значение для защиты от воздействия вредных веществ, лучистого тепла, особенно при выполнении тяжелых работ (внедрение автоматической сварки вместо ручной).

2 Применение технологических процессов и оборудования, исключающих образование вредных веществ или попадание их в рабочую зону:

а) обеспечение непрерывности производственных процессов;

б) замена токсичных веществ не токсичными;

в) переход с твердого и жидкого топлива на газообразное (но в последнее время стала заметна обратная тенденция, т.к. очень уменьшились запасы нефти и газа);

г) применение пылеподавления водой (мокрый помол, увлажнение) при транспортировке и измельчении;

д) надежная герметизация оборудования.

3 Устройство эффективно действующей вентиляции (следующая лекция).

Рассмотрим ряд специальных мер защиты.

Защита от источников тепловых излучений. В результате поглощения телом человека падающей энергии (от печей, раскаленных слитков) повышается температура кожи и глубже лежащих слоев на облучаемом участке. Под влиянием облучения в организме происходят биохимические сдвиги, наступает нарушение сердечно-сосудистой и нервной системы, могут возникнуть заболевания глаз (катаракта), т.к. излучение наиболее неблагоприятно для органов с плохим кровообращением (хрусталик глаза).

Лучистое тепло нагревает окружающие конструкции и повышает температуру воздуха.

Порядок расчета теплового облучения на рабочем месте следующий:

интенсивность теплового облучения, Вт/м², определяется по формуле:

$$\text{а) для } r \geq \sqrt{S} \quad q_n = \frac{0,91S \left[\left(\frac{T}{100} \right)^4 - A \right]}{r^2}; \quad (3.2)$$

$$\text{б) для } r < \sqrt{S} \quad q_n = \frac{0,91\sqrt{S} \left[\left(\frac{T}{100} \right)^4 - A \right]}{r}, \quad (3.3)$$

где r - расстояние от источника излучения до облучаемого объекта, м;

S - площадь излучающей поверхности;

A - коэффициент, учитывающий защитные функции спецодежды; $A=85$ для кожного покрова человека и х/б ткани; $A=110$ для сукна.

Допустимая величина интенсивности излучения составляет от 35 до 140 Вт/м² (ГОСТ 12.1.005-88) - такое тепловое излучение переносится человеком неограниченно долго.

Для сравнения: примеры интенсивности тепловых излучений:

- 1) солнечный полдень – 700-800 Вт/м²;
- 2) заливка стали в формы - 12000 Вт/м².

Средства защиты:

1 Теплоизоляция (войлок, минеральная вата). Толщина теплоизоляции должна быть такой, чтобы температура снаружи ее была не более 45° С (СН 245-71).

2 Экранирование тепловых излучений (кварцевое стекло, металлическая сетка, цепные завесы, водяные завесы).

3 Применение защитной одежды.

4 Организация рационального отдыха.

Приборы для исследования метеорологических условий:

1 Температура воздуха:

а) ртутные термометры (спиртовые);

б) термографы (самопишущие приборы);

в) парные термометры - в цехах, где имеется тепловое излучение. В одном термометре резервуар с ртутью зачернен, во втором термометре резервуар с ртутью покрыт слоем серебра. Первый поглощает, второй отражает тепловое излучение. Истинная температура определяется по формуле

$$t_b = t_c - k(t_q - t_c), \quad (3.4)$$

где t_c - показания посеребренного термометра;

t_q - показания почерненного термометра;

k - константа прибора (в паспорте).

2 Относительная влажность воздуха:

а) психрометр стационарный (Августа);

б) психрометр аспирационный (Ассмана) (два термометра - сухой и влажный в аспирационном - в верхней части вентилятора, протягивающий через прибор исследуемый воздух - более точен);

в) гигрометры;

г) гигрографы.

3 Скорость движения воздуха:

а) крыльчатые анемометры;

б) чашечные анемометры.

Работа с крыльчатым анемометром - определяют направление движения воздуха и устанавливают его так, чтобы ось колеса крыльчатки была расположена параллельно потоку воздуха. Через 0,5-1 мин. после одновременного включения анемометра и секундомера их включают и путем деления разницы показаний анемометра до и после замеров на время проведения замера определяют число оборотов в секунду, затем по графику поверки анемометра определяют скорость в м/с. Пределы измерений 0,5-10 м/с.

В чашечных анемометрах вместо крыльчатки -

четыре полушария.

Для замера малых скоростей (до 2 м/с) движения воздуха могут быть использованы кататермометры, представляющие собой спиртовой термометр с цилиндрическим или шаровым резервуаром внизу, который переходит в капилляр с расширением его в верхней части. Применение основано на зависимости скорости охлаждения резервуара от скорости движения обдувающего воздуха.

Кроме того, для определения скорости движения воздуха служат электроанемометры (Осипова и Рагозина).

4 Интенсивность теплового излучения измеряется актинометрами. Их действие основано на поглощении лучистой энергии и превращении её в тепло; количество его регистрируется различными способами. В частности с помощью термометров сопротивления.

Методы определения наличия газов, паров, пыли в воздухе производственных помещений

По требованиям производственной санитарии в каждом рабочем помещении должен проводиться систематический контроль воздушной среды.

Такой контроль осуществляется газоаналитической лабораторией или специалистами СЭС.

Для контроля воздушной среды применяются:

- а) лабораторные методы;
- б) методы быстрого анализа (экспрессные, индикационные и др.).

Лабораторные методы (титрование, калориметрические, нефелометрические) дают точные результаты, но применение их требует работы специалистов-химиков в лабораторных условиях и длительное время.

Для быстрого решения вопроса о степени загрязнения воздушной среды разработаны экспрессные методы. В их основе лежат быстро протекающие реакции с

изменением цвета реагирующих веществ. Применяют небольшие объемы высокочувствительной жидкости или твердого вещества (носителя), пропитанного индикатором.

В качестве твердых носителей применяют силикагель или фарфоровый порошок. Им заполняют стеклянную трубочку и затем через трубочку пропускают определенный объем исследуемого воздуха. О количестве вредного вещества в воздухе судят по длине окрашенного столбика индикаторной трубки, сравнивая его со шкалой.

Для отбора проб воздуха пользуются также прибором, именуемым универсальным газоанализатором.

В отношении ряда токсичных веществ (ртуть, цианистые соединения), присутствие которых в воздухе недопустимо и требуется принятие особых срочных мер (пуск аварийной вентиляции, нейтрализация участка, применение индивидуальной защиты) применяют индикационные методы анализа. Так с помощью бумаги, предварительно пропитанной уксуснокислым свинцом можно быстро определить присутствие в воздухе сероводорода. Бумага чернеет.

Основным методом оценки запыленности воздуха промышленных предприятий есть весовой метод в сочетании с определением размеров частиц (дисперсности) пыли.

Весовой метод основан на принципе пропускания через фильтр определенного объема воздуха и определение привеса ваты, находящейся в аллонже (стеклянной трубочке). Пробы воздуха отбирают на рабочих местах со скоростью 15-20 л/мин.

Просасывают около 1 м³ воздуха и вычисляют концентрацию пыли.

Для определения не только концентрации, но и размеров частиц, их количества в единице объема пользуются счетным методом.

Применение средств индивидуальной защиты

Защита тела человека обеспечивается применением спецодежды, спецобуви, головных уборов и рукавиц. Для защиты от брызг расплавленного металла применяют спецодежду из льняных, брезентовых и шерстяных тканей; для защиты от кислот и щелочей - из резиновых перхлорвиниловых тканей. Органы зрения защищаются от тепловых излучений очками со стеклами марки ТС-3. При работе с кислотами применяются герметичные очки ПО-3 с резиновой полумаской.

Защита органов дыхания - фильтрующий и изолирующий прибор. К фильтрующим относятся респиратор и противогаз. Марки респираторов Ф-62 Ш (противопылевой), У-2К.

Универсальный респиратор - РУ-60 - от пыли, газов, но при небольших концентрациях.

Фильтрующие противогазы защищают только от какого-либо одного ядовитого вещества. Они имеют особую маркировку и различаются по цвету фильтрующих коробок.

При высоких концентрациях ядовитых веществ или при содержании кислорода в воздухе менее 16% используются изолирующие противогазы (ППШ-1, ППШ-2).

Прежде чем перейти к следующему вопросу нашей лекции, ещё раз обратите ваше внимание на важность решения вопросов, связанных с очисткой воздуха, особенно в бурный век научно-технического прогресса. Дело в том, что научно установлено: человек без пищи может прожить около 5 недель, без воды – около 5 дней, без воздуха – около 5 минут. За сутки он потребляет: ≈ 20 кг воздуха, ≈ 2 кг воды, ≈ 1 кг пищи.

Кроме того, надо учесть, что кислород как составная часть воздуха необходим индустрии, транспорту, является

сырьём. Так, например, автомобиль «Жигули» за пробег 900 км сжигает количество O_2 , которое достаточно человеку для дыхания в течение года.

Отсюда и жизненная важность вопросов охраны природы, проблемы зелёного строительства. Для сведения США потребляет кислорода больше, чем вырабатывается растениями на их территории. Другими словами они дышат за счёт других территорий.

5 Классификация систем вентиляции

Задачей вентиляции является обеспечение чистоты воздуха и заданных параметров метеорологических условий в производственных помещениях путём удаления загрязнённого или нагретого воздуха из помещения и подачи в него свежего воздуха.

1 По способу перемещения воздуха вентиляция бывает естественной и механической. Возможно также сочетание естественной и механической вентиляции (смешанная вентиляция) в различных вариантах.

2 По назначению в зависимости от того, для чего служит система вентиляции, для подачи – приточная, для удаления – вытяжная, для того и другого одновременно - приточно-вытяжная.

3 По месту действия вентиляция бывает общеобменной и местной.

Действие общеобменной вентиляции основано на разбавлении выделяющихся вредных веществ свежим воздухом до предельно-допустимых концентраций или температур. Эту систему вентиляции наиболее часто применяют в тех случаях, когда вредные вещества выделяются равномерно по всему помещению. При такой

вентиляции обеспечивается поддержание необходимых параметров воздушной среды во всём его объёме.

Если помещение очень велико, а количество людей, находящихся в нём, мало, причём место их нахождения фиксировано, не имеет смысла (по экономическим соображениям) оздоравливать все помещения полностью. Можно ограничиться оздоровлением воздушной среды, только в местах нахождения людей. Примером такой организации вентиляции могут служить кабины наблюдения и управления в прокатных цехах, в которых устраивается местная приточно-вытяжная вентиляция, рабочие места в горячих цехах, оборудованных установками воздушного душирования, и т.д.

Воздухообмен можно резко сократить, если улавливать вредные вещества в местах их выделения, не допуская распространения по помещению. С этой целью технологическое оборудование, являющееся источником выделения вредных веществ, снабжают специальными устройствами, от которых производится отсос загрязнённого воздуха. Такая вентиляция называется местной вытяжной или локализирующей.

Местная вентиляция по сравнению с общеобменной вентиляцией требует значительно меньших затрат на устройство и эксплуатацию.

4 По времени действия вентиляция бывает рабочая при нормальном режиме работы и аварийная, включается вручную или автоматически от датчиков концентрации. Устанавливается там, где возможно внезапное поступление в воздух рабочей зоны большого количества вредных паров или газов.

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

Основные требования к устройству вентиляции

Для успешной работы системы вентиляции важно, чтобы ещё на стадии проектирования были выполнены следующие санитарно-гигиенические и технические требования:

1 Объём притока воздуха в помещение $V_{\text{пр}}$ должен соответствовать объёму вытяжки $V_{\text{выт}}$; разница между этими объёмами не должна превышать 10-15%.

В ряде случаев необходимо так организовывать воздухообмен, чтобы один из них обязательно был больше другого. Например, при проектировании вентиляции двух смежных помещений, в одном из которых выделяются вредные вещества, объём вытяжки из этого помещения делается больше объёма притока, т.е. $V_{\text{выт}} > V_{\text{пр}}$, в результате чего в этом помещении создаётся небольшое раздражение и безвредный воздух из помещения 2 с небольшим избыточным давлением ΔP будет подсасываться в помещение 1, не давая возможности вредным веществам попадать в помещение 2.

Возможны и такие случаи организации воздухообмена, когда во всём помещении поддерживается избыточное, по отношению к атмосферному, давление. Например, в цехах электровакуумного производства, для которого особенно важно отсутствие пыли, проникающей через различные неплотности и ограждения, объём притока воздуха делается больше объёма вытяжки, за счёт того и создаётся некоторый избыток давления ($P_{\text{пом}} > P_{\text{атм}}$).

2 Свежий воздух необходимо подавать в те части помещения, где количество вредных выделений минимально (или нет их вообще), а удалять, где выделения максимальны.

6 Принцип устройства и расчёт естественной вентиляции

В вентиляции с естественным побуждением воздухообмен происходит вследствие разного объёмного веса воздуха внутри и вне помещения или под воздействием ветра, т.е. за счёт теплового или ветрового напора.

Естественная вентиляция может быть:

а) неорганизованной, осуществляемой через неплотности в строительных конструкциях;

б) организованной (канальной или без канальной).

Неорганизованная, или нерегулируемая, естественная вентиляция помещений осуществляется за счёт неплотностей конструкций (притворы окон, дверей), а также через поры стен и перегородок.

В организованной естественной вентиляции удаление загрязнённого воздуха из помещения и подача свежего может осуществляться через специальные проёмы, сделанные в стенах и фонарях или по специальным воздуховодам.

В первом случае её называют бесканальной (аэрация), а во втором – канальной (дефлекторами).

При аэрации естественный обмен воздуха в зданиях осуществляется за счёт теплового напора. Рассмотрим, как он образуется.

Изобразим разрез производственного помещения, имеющего нижние и верхние проёмы.

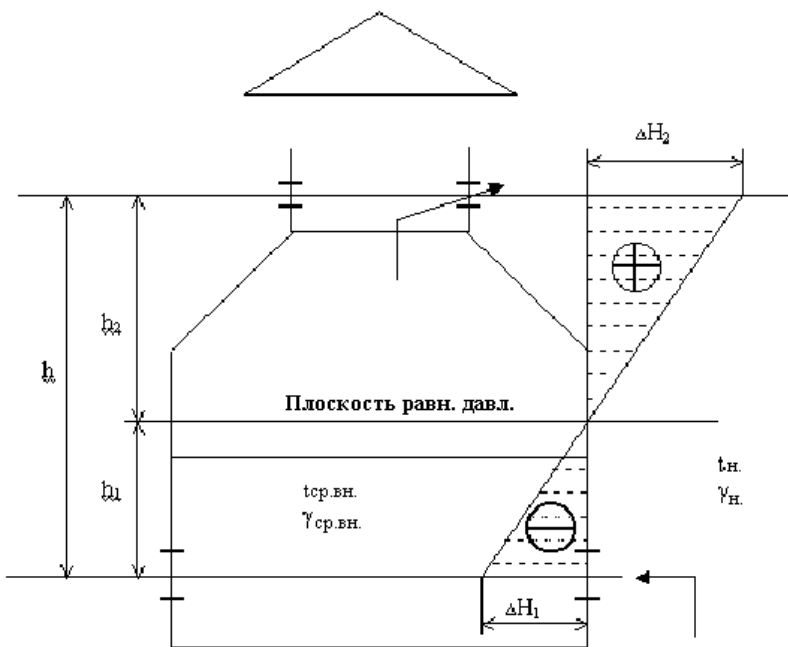


Рисунок 3.1 - Схема образования теплового напора

Температура воздуха внутри цеха ($t_{\text{ср.вн.}}$) вследствие выделения избытков явной теплоты бывает, как правило, выше температуры наружного воздуха $t_{\text{н.}}$. Следовательно, объёмный вес наружного воздуха больше объёмного веса воздуха внутри цеха. Это обуславливает наличие разности давлений наружного и внутреннего воздуха.

На основании чего мы так говорим? Известно, что объёмный вес воздуха можно найти по формуле

$$\gamma = 0,465 \frac{P_6}{T}, \quad (3.5)$$

где P_6 – барометрическое давление в мм рт. ст.;
 T – абсолютная температура воздуха ОК.

На определённой высоте помещения, примерно на середине высоты здания цеха, находится плоскость равных

давлений. Здесь давление воздуха внутри и снаружи помещения равны.

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

$$\Delta H_1 = h_1 (\gamma_n - \gamma_{\text{ср.вн}}), \quad (3.6)$$

где $\gamma_{\text{ср.вн}}$ – средний объёмный вес воздуха в помещении, кг/м^3 , соответствующий средней температуре воздуха в помещении:

$$t_{\text{ср.вн}} = (t_{\text{р.з}} + t_{\text{выт}})/2; \quad (3.7)$$

h_1 – расстояние от середины нижних отверстий до плоскости равных давлений, м.

Выше плоскости равных давлений существуют избыточные давления, которые на уровне центра верхних отверстий составляет

$$\Delta H_2 = h_2 (\gamma_n - \gamma_{\text{ср.вн}}), \quad (3.8)$$

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

Это давление направлено наружу цеха, вызывает вытяжку. Общая величина гравитационного давления, под влиянием которого происходит воздухообмен в помещении, равна сумме давлений на уровне нижних и верхних проёмов:

$$H = \Delta H_1 + \Delta H_2 = h (\gamma_n - \gamma_{\text{ср.вн}}). \quad (3.9)$$

Величина H – сумма давлений на уровне нижних и верхних проёмов называется **тепловым напором**. Он зависит от расстояния между нижними и верхними проёмами и разности объёмного веса воздуха снаружи и внутри здания.

Скорость движения воздуха – V_v , например, в верхнем проёме рассчитывается по формуле

$$V_B = \sqrt{\frac{2g\Delta H_2}{\gamma_{BH}}}, \quad (3.10)$$

где g – ускорение земного притяжения, м/с^2 ;

ΔH_2 – разность давлений внутри здания и вне его, $\text{кг}\cdot\text{с}/\text{м}^2$;

γ_{BH} – объёмный вес воздуха внутри помещения.

Объём воздуха, проходящего через верхний проём, определяется по формуле

$$L_b = F \times V_B \times \mu \times 3600, \text{ м}^3/\text{час}, \quad (3.11)$$

где F – площадь проёма, м^2 ;

μ – коэффициент расхода, зависящий от конструкции створок переплёта в проёме и угла открытия створки (0,3 + 0,8), для створных переплётов открытых на 90° - $\mu = 0,65$, на 30° - $\mu = 0,32$;

V – скорость движения воздуха, м/с .

Приведённые формулы справедливы лишь для зданий, хорошо защищённых от ветра или для условий безветренной погоды.

При обдувании здания ветром с наветренной стороны образуется повышенное давление воздуха, а на заветренной стороне здания – разрежение. Ниже показан незадуваемый вытяжной фонарь.

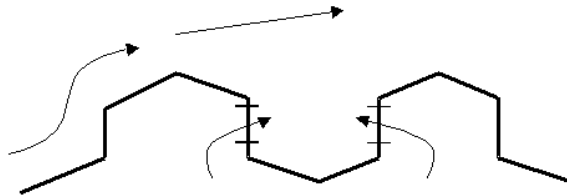


Рисунок 3.2 - Незадуваемый фонарь

Величина давления, образующегося на наветренной стороне здания, и величина разрежения, которое образуется

на заветренной стороне здания – могут быть подсчитаны по формуле

$$H_B = a * \frac{V_B^2 \gamma_H}{2g}, \quad (3.12)$$

где H_B – ветровое давление или разрежение, кг*с/м²;

V_B – скорость движения ветра, м/с;

A – аэродинамический коэффициент, зависящий от конфигурации здания и определяемый опытным путём (0,7 – 0,85 – на наветренной стороне; 0,3 – 0,45 на заветренной стороне).

Преимущества естественной вентиляции: экономичность, простота устройства и эксплуатации.

Недостатки: невозможность подготовки поступающего воздуха; очистки удаления воздуха.

7 Принцип устройства и расчёт механической вентиляции

Вентиляция с механическим побуждением может быть общеобменной и местной (локальной). Механическая общеобменная вентиляция бывает бесканальной и канальной.

Механическая вентиляция осуществляется принудительно за счёт:

1) механической тяги осевыми или центробежными вентиляторами;

2) эжекторными установками, перемещающими воздух по специальным каналам (воздуховодам), применяются во взрыво- и пожароопасных производствах, где искрение недопустимо.

Коротко об эжекторном побуждении

Эжекторное побуждение основано на следующем: воздух, создающий побуждение, нагнетается от

вентиляторов, расположенных вне здания к соплу. Выходя из сопла с большой скоростью, создаёт разрежение в вытяжной камере, вызывающее подсос воздуха из вытяжного воздуховода. В основном этот способ применяется в вытяжных системах для удаления из помещения взрывоопасных газов и паров, где не должно быть искрения, там, где нельзя применить традиционные воздуходувки.

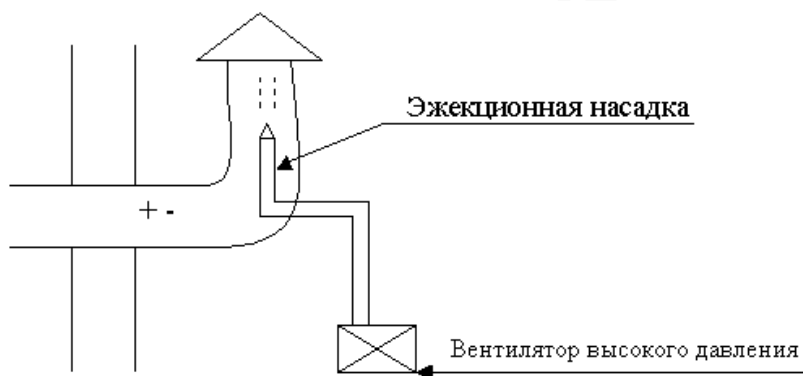


Рисунок 3.3 - Схема эжекторной вентиляции

Основными элементами механической вентиляции являются:

- 1) воздухозаборник;
- 2) воздуховоды;
- 3) вентиляторы;
- 4) циклоны;
- 5) воздухоочистители;
- 6) калориферы;
- 7) увлажнители;
- 8) насадки.

Местная приточная вентиляция (воздушные души, завесы и др.)

Воздушные души устраиваются для уменьшения вредного влияния теплового излучения от оборудования и

установок, нарушающего нормальный теплообмен организма (рабочие места кузнечных, термических, литейных, сушильных цехов). Они могут осуществляться стационарными, переносными, передвижными установками. Струя воздуха направляется на верхнюю часть туловища горизонтально или наклонно, но с учётом соседних рабочих мест.

Воздушные завесы устраивают для защиты рабочих от переохлаждения при проникновении в помещения большого количества холодного воздуха.

Если вентиляция устроена таким образом, что в помещении поддерживаются постоянные заранее определённые условия (температура, влажность, чистота воздуха), независимо от наружных условий и колебаний технологического режима, – такие вентиляционные системы называются кондиционерами воздуха.

Расчёт механической вентиляции прежде всего сводится к определению необходимого воздухообмена.

Возможны следующие конкретные условия:

1 При нормальном микроклимате и отсутствии вредных веществ

$$L=N \times L_1 \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (3.13)$$

где N – число работающих в наиболее многочисленной смене;

L_1 – расход воздуха на одного рабочего в час, принимаемый в зависимости от объёма помещения, приходящегося на каждого работающего (при объёме на одного работающего менее 20 м^3 расход воздуха должен быть не менее $L_1 = 30 \text{ м}^3/\text{ч}$). При объёме более 40 м^3 на одного работающего и наличии окон и дверей воздухообмен не рассчитывается.

2 При выделении паров или газов в помещении необходимый воздухообмен определяется исходя из условия разбавления их до допустимых концентраций:

$$L=G/(q_{\text{выг}}-q_{\text{пр}}), \quad (3.14)$$

где G – количество выделяющихся паров, газов, пыли, мг/ч;

$q_{\text{пр}}$ – концентрация вредных веществ в приточном воздухе, $\text{м}^2/\text{м}^3$;

$q_{\text{выг}}$ – концентрация вредных веществ в удаляемом воздухе, $\text{м}^2/\text{м}^3$.

3 При борьбе с избыточным теплом воздухообмен определяется из условий ассимиляции тепло избытков объёмом приточного воздуха, $\text{м}^3/\text{ч}$:

$$L=Q/0,24\rho(t_1-t_2), \quad (3.15)$$

где Q – избыточное тепловыделение, ккал/ч;

0,24 – теплоёмкость сухого воздуха, ккал/кг*град.;

ρ – плотность приточного воздуха, $\text{кг}/\text{м}^3$;

t_1 – температура уходящего воздуха;

t_2 – температура приточного воздуха.

4 При влаговыведениях воздухообмен определяется по формуле

$$L=W/(d_1-d_2), \quad (3.16)$$

где W – масса водяных паров, выделяющихся в помещении, г/ч;

d_1 – влагосодержание воздуха, уходящего из помещения, $\text{г}/\text{м}^3$;

d_2 – влагосодержание наружного воздуха, $\text{г}/\text{м}^3$.

5 Метод определения воздухообмена по кратности применяется для ориентировочных расчётов (инспекторский метод):

$$L = V \times K, \quad (3.17)$$

где V – объём помещения;

K – кратность воздухообмена показывает количество смен воздуха в помещении за час.

В зависимости от назначения помещения воздух, вводимый туда, подвергается подготовке:

1 Очистке.

2 Нагреванию, охлаждению, сушке или увлажнению.

3 Озонированию.

Некоторые газы имеют неприятный запах. В результате окисления газов озоном запах исчезает. Однако продолжительное пребывание человека в атмосфере с высокой концентрацией озона сопровождается головными болями и раздражением дыхательных путей.

4 Ионизации.

Для искусственной ионизации воздуха используют ионизирующую способность альфа-лучей, излучаемых радиоактивными веществами. Лёгкие ионы кислорода в воздухе придают ему положительное гигиеническое свойство. При нагревании, охлаждении и фильтрации резко уменьшается состав ионов в воздухе.

Ультрафиолетовая радиация осуществляется с помощью специальных ртутных бактерицидных электрических ламп. Эти лампы ставят внутри воздуховодов.

5 Дезинфекции, для очистки воздуха от бактерий применяют наполненные масляные фильтры, в которых к маслу добавляют вещества, обладающие бактерицидными свойствами.

Воздух, удаляемый из помещений и подаваемый в помещения, очищают в устройствах различных конструкций.

Для очистки воздуха от твердых и жидких примесей применяют пыле- и туманоуловители.

Важным показателем работы этого оборудования является степень очистки воздуха, которую определяют по формуле

$$\eta = (q_1 - q_2) / q_1, \quad (3.18)$$

где q_1 и q_2 – содержание примеси, соответственно до и после очистки, $\text{м}^2/\text{м}^3$.

Универсальных пылеулавливающих устройств, пригодных для любых видов пыли и для любых начальных концентраций, не существует.

Очистка воздуха может быть:

- 1 - грубой (пыль > 50 мкм);
- 2 - средней (от 10 до 50 мкм);
- 3 - тонкой (менее 10 мкм).

Для грубой и средней очистки применяют пылеуловители, действие которых основано на использовании для осаждения частиц пыли сил тяжести или инерционных сил.

1 Осадительные камеры простого действия

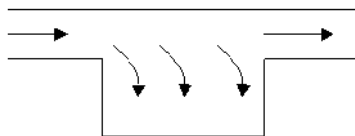


Рисунок 3.4 - Схема пылеосадительной камеры

2 Лабиринтные пылеотделители

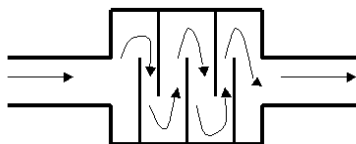


Рисунок 3.5 - Схема лабиринтного пылеотделителя

3 Центробежные устройства

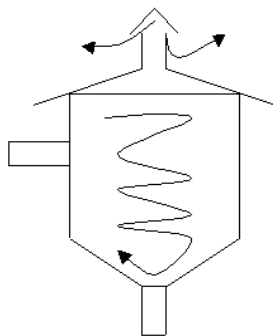


Рисунок 3.6 - Схема циклона

1 Применяют для осаждения тяжёлой пыли размером более 0,001 мм. Принцип – резкое уменьшение скорости движения загрязнённого воздуха на выходе (0,5 м/с).

2 Принцип – за счёт внезапного резкого изменения направления движения запылённого воздуха. Степень очистки – 0,8 – 0,98.

3 Принцип – за счёт центробежной силы, под влиянием которой взвешенные частицы прижимаются к стенкам, теряют скорость и опускаются вниз.

Мультициклоны – циклоны малых размеров. У них большой коэффициент очистки, но ограничена производительность. Их ставят в группы или батареи (мультициклоны).

Для тонкой очистки применяют:

- а) сухие фильтры (бумажные, тканевые, сетчатые);
- б) гидравлические фильтры (масляные, сетчатые и кассетные, водяные фильтры);
- в) электрофильтры (ДВП – дымовые, вертикально пластичные);
- г) ультразвуковой (акустический) фильтр.

8 Системы отопления, методика расчета

Отопление производственных, вспомогательных и других помещений можно подразделить по радиусу его действия на следующие системы:

- а) районные; б) центральные; в) местные.

Местной системой отопления называется печное отопление без искусственной передачи тепла на расстоянии (огневые, газовые, электрические печи).

Центральной системой отопления называется отопление, обслуживающее от одного генератора (центра тепловой энергии), одного или несколько зданий в целом путём передачи тепла по трубопроводам с помощью теплоносителя.

По виду теплоносителя различают системы водяного, парового и воздушного отопления.

Системы водяного отопления подразделяются на системы:

- а) с нормальной нагретой водой – до 100°C ($70 - 95^{\circ}\text{C}$);

- б) с перегретой водой – выше 100°C ;

Системы парового отопления в зависимости от давления могут быть:

- а) низкого давления – до $0,7 \text{ кг}\cdot\text{с}/\text{см}^2$;

- б) высокого давления – свыше $0,7 \text{ кг}\cdot\text{с}/\text{см}^2$.

Воздушные системы отопления могут быть с огневыми, паровыми, водяными и электрическими воздухоподогревателями (калориферами), совмещаемыми обычно с приточными системами вентиляции здания.

Пожарная опасность систем отопления определяется температурой на поверхности подогревательных приборов – при температуре, меньшей 100°C , опасность воспламенения обычных сгораемых материалов не возникает.

В качестве нагревательных приборов применяют чугунные ребристые трубы или регистры из гладких труб и в отдельных случаях радиаторы.

Применение ребристых батарей в пыльных помещениях категорий А, Б, В по пожарной опасности не допускается.

Этапы проектирования системы отопления следующие:

1 Устанавливается степень пожарной и взрывной опасности сырья, вспомогательных материалов, готовой продукции.

2 Дают характеристику паров, газов и пыли, выделяемой в помещениях, а затем определяют допустимые концентрации этих загрязнений с точки зрения пожарной и взрывной опасности.

3 Дают характеристику проектируемому зданию, определяют отрицательную температуру, устанавливают необходимые гигиенические и технологические температуры в производственных помещениях согласно ГОСТу.

Расчёт системы отопления сводится к определению тепловых потерь, которые необходимо компенсировать.

Системы отопления должны компенсировать:

1) тепловые потери через строительные ограждения и конструкции – $Q_{огр}$;

2) расход тепла на нагрев воздуха, поступающего через открытые ворота, двери и другие проёмы и неплотности в ограждениях – $Q_{возд}$;

3) расход тепла на нагрев поступающих из вне материалов, оборудования и транспорта – $Q_{мат} = 10\%$;

4) расход тепла на нагрев воздуха, поступающего в помещения из вне для замены воздуха, удаляемого вытяжными системами, в случаях, когда этот воздух не компенсируется приточной вентиляцией – $Q_{вент}$ до 30%:

$$Q_{отоп} = Q_{огр} + Q_{воз} + Q_{мат} + Q_{вент} + Q_{исп}. \quad (3.18)$$

Тепловые потери через ограждения определяют суммированием тепловых потерь через отдельные ограждения конструкции, подсчитанных по формуле

$$Q = F (t_1 - t_2) \times R_{огр}, \quad (3.19)$$

где F – поверхность ограждения, m^2 ;

$R_{огр}$ – сопротивление теплопередачи конструкций ограждения, $Вт/м^2 \cdot град.$;

t_1, t_2 – расчётные температуры внутреннего и наружного воздуха для холодного периода, $^{\circ}C$;

n – поправочный коэффициент расчётной разности температур.

Потери тепла рассчитывают отдельно для каждой конструкции, и затем данные суммируют. Сравнивают данные между потерями тепла и тепло притоками. Разница должна быть компенсирована теплогенерирующими установками.

Этапы расчёта механической вентиляции:

1 Выбрать или задаться необходимыми исходными данными:

а) размер помещения; б) вид выделяющейся вредности.

2 Определить нормативные значения по ГОСТу (требуемая температура, ПДК вредных веществ и т.д.).

3 Рассчитать количество выделяемых вредностей в помещении.

4 Определить необходимый воздухообмен для создания требуемых метеоусловий или чистоты воздуха рабочей зоны.

5 В случае нескольких вредностей дальнейший расчёт вести по большему воздухообмену.

6 Составить расчётную схему сети воздуховодов учётом геометрических размеров вентилируемых помещений.

7 Рассчитать сопротивление сети воздуховодов H .

8 По воздухообмену L и сопротивлению сети H подобрать вентилятор.

Подобрать требуемые электродвигатели.

ЛЕКЦИЯ 4 ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОСВЕЩЕНИЕ

Вопросы:

- 1 Значение рационального освещения.
- 2 Нормирование и расчет естественного освещения.
- 3 Нормирование и расчет искусственного освещения.

1 Значение рационального освещения

Зрение - один из главных осведомителей, информаторов человека. Около 90% всей информации о внешнем мире поступает в наш мозг именно через глаза. Физиологи называют глаза частью головного мозга, вынесенного на периферию для контакта с внешней средой.

Неправильно устроенное освещение причиняет большой вред зрению работающих.

Наоборот, при хорошем освещении устраняется напряжение глаза, облегчается различение обрабатываемых изделий, ускоряется темп работы.

Свет возбуждает деятельность всего организма.

Правила гигиены труда требуют максимального использования естественной освещенности, так как солнечный свет оказывает биологическое оздоравливающее воздействие на организм.

Действие это вызывается не только ультрафиолетовыми излучениями (большая часть их через обычное стекло в помещении не проходит), но и излучениями видимого спектра, к которым в течение тысячелетий приспособился глаз человека. Естественный свет создает у людей ощущение непосредственной связи с окружающим миром, природой и успокаивающе действует на нервную систему.

Обеспечение гигиенически рациональных условий освещения в производственных помещениях способствует

длительному сохранению работоспособности, приводит к росту производительности труда и к улучшению качества выпускаемой продукции.

Проведенные исследования влияния вибрации, низкой освещенности, запыленности, шума, воздействующих совместно, показали, что наибольшее воздействие на производительность труда оказывают вибрации (38,9%) и освещенность (33,4%), меньше - запыленность (21,4%) и шум (5,4%). Результаты хронометрических наблюдений за процессом бурения перфоратором типа ПР-ЗОК в условиях проходческого забоя Березовского рудника показали, что увеличение освещенности забоя с 1-2 до 20 лк ведет к сокращению времени бурения на 15% а до 40 лк на 18 % и позволяют увеличить продолжительность проветривания забоя после взрывных работ и тем самым улучшить условия труда.

Поэтому следует уделять внимание рациональному освещению.

Задачами рационального освещения являются:

- 1 Улучшение зрительных условий работы.
- 2 Создание благоприятной производственной обстановки.
- 3 Уменьшение опасности производственного травматизма.

Основные светотехнические понятия и определения

Они делятся на количественные и качественные. К количественным относятся следующие понятия:

Световой поток (F) – ток лучистой энергии, оцениваемой по зрительному ощущению, характеризует мощность светового потока. Единица светового потока - люмен (лм).

1 лм - световой поток, излучаемый точечным источником в телесном угле в 1 стерадиан при силе света, равной 1 канделе.

Стерадиан - телесный угол с вершиной в центре сферы, вырезающий на поверхности сферы площадь, равную площади квадрата со стороной, длина которой равна радиусу сферы.

Сила света (I) - характеризует пространственную плотность светового потока в определенном направлении. Единица силы света кандела – кд.

1кд - сила света, излучаемая в перпендикулярном направлении абсолютно черным телом с площади $1/600000 \text{ м}^2$ при температуре затвердения платины и давлении 101325 ньютонов (Н) на квадратный метр.

Яркость поверхности L (кд/м²) - поверхностная плотность силы света. Единица яркости - кандела на квадратный метр (кд/м²). Яркость равномерно светящейся плоской поверхности, излучающей в перпендикулярном направлении с каждого квадратного метра силу света, равную одной канделе. Для этой же единицы применяется второе наименование - нит (нт), который равен 0,0001 стильба (сб).

Освещенность (E) - поверхностная плотность светового потока, падающего на элемент поверхности, к площади освещаемой поверхности. Единица освещенности - люкс (лк). Это освещенность поверхности площадью 1 квадратный метр при световом потоке падающего на него излучения, равном 1 люмен.

Коэффициент отражения (ρ) представляет собой отношение отраженного телом светового потока F_o к падающему F_{Π} :

$$\rho = \frac{F_o}{F_{\Pi}}. \quad (4.1)$$

Отражение светового потока поверхностями зависит от их окраски и строения. В зависимости от свойств тела отражение световых лучей может быть зеркальным (от

полированных и шлифованных поверхностей) или рассеянным. Практически все тела отражают падающий на них световой поток по смешанному принципу.

К качественным показателям относятся следующие показатели:

1 Характеристика фона.

Фон - это поверхность, прилегающая к рассматриваемому объекту в процессе проведения зрительной работы. Фон различают темный ($\rho < 0,2$), средний ($\rho \leq 0,4$), светлый ($\rho > 0,4$).

2 Контраст объекта с фоном K - характеризует отношение яркости рассматриваемого объекта и фона:

$$K = \frac{L_o - L_\phi}{L_\phi}, \quad (4.2)$$

где L_o - яркость объекта;

L_ϕ - яркость фона.

3 Видимость V - характеризует способность глаза воспринимать объект. Зависит от освещенности, размера объекта, его яркости и контраста. Она выражает отношение контраста действительного к контрасту пороговому:

$$V = \frac{K_{\text{действ}}}{K_{\text{пор}}}, \quad (4.3)$$

где $K_{\text{пор}}$ - пороговый контраст, т.е. наименьший различимый глазом контраст, при небольшом уменьшении которого объект становится неразличимым.

4 Показатели ослепленности характеризует совершенство осветительной установки (системы):

$$КП = \frac{E_{\max} - E_{\min}}{2E_{\text{ср}}}. \quad (4.4)$$

5 Коэффициент пульсации освещенности (для люминесцентных ламп).

6 Показатель дискомфорта (оценивает дискомфорт блеклости).

Классификация систем производственного освещения

Производственное освещение может быть классифицировано:

1 По виду источника света:

- а) естественное освещение;
- б) искусственное освещение.

2 По конструкции: естественное - боковое, верхнее, комбинированное.

Совмещенное освещение – это когда к естественному добавляется искусственное.

Искусственное освещение - общее (равномерное, локализованное), комбинированное (общее и местное); устройство одного местного освещения запрещается.

При комбинированной системе освещения доля общего должна составлять 10% нормы для комбинированного освещения, но не менее 50 лк при использовании ламп накаливания и не менее 150 лк для газоразрядных ламп.

3 По назначению:

а) рабочее освещение (для нормальной деятельности);

б) аварийное (для продолжения работы, где может быть авария при прекращении работы освещения. При этом наименьшая освещенность должна составлять 5% от рабочего освещения при системе общего освещения, но не менее 2 лк внутри помещения и 1 лк - для территории предприятия;

в) эвакуационное освещение - устраивается в местах, опасных для прохода людей. Наименьшая освещенность - 0,5 лк на границах основных проходов внутри помещения и 0,2 лк на открытых территориях.

г) специальное: охранное, дежурное, эритемное облучение, бактерицидное облучение.

2 Нормирование и расчет естественного освещения

Естественное освещение в любой точке характеризуется коэффициентом естественного освещения (КЕО). КЕО представляет собой выраженное в процентах отношение освещенности, создаваемой в некоторой точке помещения светом неба, к одновременной освещенности точки, находящейся снаружи помещения на открытом пространстве и освещаемой рассеянным светом всего небосвода. Аналитически КЕО выражается формулой

$$\text{КЕО} = \frac{E_n}{E_m} 100\%, \quad (4.5)$$

где E_n - освещенность внутри помещения, лк;

E_m - освещенность наружная на горизонтальной поверхности, лк.

Следовательно, КЕО показывает, какую долю от одновременной горизонтальной освещенности на открытом месте при диффузном свете небосвода составляет освещенность в рассматриваемой точке помещения.

Введение удельной единицы - коэффициента естественной освещенности - связано с непостоянством в помещениях естественного, освещения во времени, которое объясняется природными особенностями солнечного и небесного излучений (время дня, время года, метеофакторы - облачность и отражающие свойства земного покрова).

Наименьшая расчетная освещенность, создаваемая естественным светом в помещении, определяется при наружной освещенности, равной 5000 лк.

Нормирование естественного освещения

В соответствии со СНИП II-4-79 нормированное значение КЕО - для зданий, расположенных в I, II, IV, V поясах светового климата, определяется по формуле

$$e_{\text{н}}^{\text{I,II,IV,V}} = e^{\text{III}} * m * c, \quad (4.6)$$

где: e^{III} - значение КЕО, определяемое по СНИП в зависимости от характеристики зрительной работы; колеблется от 10% до 0/1% соответственно для I-VIII разрядов зрительной работы;

m - коэффициент светового климата, определяемый в зависимости от географического района расположения здания (для V пояса - 0,8; для I пояса - 1,2) (город Сумы находится в IV световом поясе, Украина тоже);

c - коэффициент солнечности климата, определяемый по таблице норм в зависимости от ориентации здания относительно сторон света (0,65-1,0) и географического района расположения здания на территории страны.

Расчет естественного освещения

Существует несколько методов определения значения КЕО, в том числе точечный, метод Данилюка, приближенный метод.

Приближенно-требуемую площадь световых проемов можно определить из формулы в зависимости от площади пола. Для бокового освещения

$$100 \frac{S_o}{S_{\text{п}}} = \frac{e_{\text{min}} * \eta_0 * K_3 * K_{\text{зд}}}{\tau_0 * \Gamma_1}, \quad (4.7)$$

где S_o - площадь оконных проемов;

$S_{\text{п}}$ - площадь пола;

η_0 - световая характеристика окна зависит от конфигурации и размеров окон и помещений;

K_3 - коэффициент запаса (30-50%) ($K_3 = 1,3-1,5$);

$K_{\text{зд}}$ - коэффициент, учитывающий затемнения окон противостоящими зданиями;

τ_0 - общий коэффициент светопропускания состоит из произведения 5 коэффициентов, учитывающих

$$\tau_0 = \tau_1 * \tau_2 * \tau_3 * \tau_4 * \tau_5, \quad (4.8)$$

- где
- 1 - светопропускающий материал;
 - 2 - конструкции переплетов;
 - 3 – загрязненность;
 - 4 - несущие конструкции;
 - 5 - наличие солнцезащитных устройств;

γ_1 - коэффициент, учитывающий влияние отраженного света, зависит от размеров помещения и коэффициентов отражения потолка стен рабочей поверхности. Эта формула может быть использована в двух вариантах:

1 Зная разряд работы и площадь пола, можно найти требуемую площадь окон.

2 Имея цех, имея окна, узнать соответствие площади окон разряду зрительных работ, т.е. найти:

$$e_{\phi} = \frac{100 * S_0 * \tau_0 * \gamma_1}{S_{\Pi} * \eta_0 * K_3 * K_{зд}}. \quad (4.9)$$

Допускается отклонение фактической освещенности от нормируемой на 5-10%.

Основные санитарные требования к проектированию и устройству естественного освещения:

1 Во всех зданиях должны быть приняты меры к максимальному использованию естественного освещения.

2 Целесообразно устраивать одно большое окно, чем несколько небольших той же суммарной площади.

3 Окна должны располагаться на равном расстоянии друг от друга и от углов здания (не превышающей двукратной ширины окна).

4 Верхний край окна должен располагаться, возможно, ближе к потолку.

5 Свет должен падать на рабочее место с левой стороны.

6 Желательно использовать окна без переплетов.

3 Нормирование и расчет искусственного освещения

В СНИП записано, что при устройстве искусственного освещения, как правило, используют газоразрядные лампы. При невозможности или экономической целесообразности можно, как исключение, пойти на лампы накаливания.

Источники света искусственного освещения характеризуются:

- 1) напряжением питания, потребляемой мощностью;
- 2) экономическими характеристиками (срок службы в часах, светоотдачей);
- 3) светотехнической характеристикой (общий световой поток);
- 4) конструкционной характеристикой (размеры ламп, форма и размеры цоколя).

Преимущества и недостатки существующих источников искусственного освещения

Газоразрядные лампы.

Преимущества:

- 1) более долговечны (5000 тысяч часов горения);
- 2) больше светоотдача (50- 130 лм/Вт);
- 3) удовлетворительный спектральный состав света.

Недостатки:

- 1) сложнее в эксплуатации;
- 2) устройстве (дороже).

Стробоскопический эффект - это когда человек воспринимает состояние предмета неправильно вследствие пульсации освещения, вращающиеся предметы кажутся неподвижными (методы борьбы: применение светильников с несколькими лампами, причем соседние лампы включают

в разные фазы с помощью индукционных и емкостных сопротивлений, то есть искусственно смещают фазы);

4) время загорания до 10 мин;

5) присутствует эффект старения (к концу срока работы начальный световой поток уменьшается до 50%);

Лампы выпускаются мощностью до 120 ватт марки:

ЛД - лампы дневного света;

ЛБ - лампы белого света;

ЛХБ - лампы холодно-белого света;

ЛТБ - лампы тепло-белого света;

ЛДЦ - с улучшенной цветопередачей.

Лампы накаливания

То, что положительно для газоразрядных, отрицательно для ламп накаливания, и наоборот: не экономичны, плохой спектральный состав, но нет пульсации, простота конструкции, эксплуатация по мощности до 1500 Вт. Срок службы до 1000 часов.

Светильники.

Светильники - это комплект, состоящий из источника света, осветительной арматуры и проводящих проводов. Они классифицируются:

1 По распределению светового потока в пространстве (прямого света, рассеянного, отраженного);

2 По форме кривой силы света (равномерного, концентрированного, косинусного, синусного);

3 В зависимости от исполнения, назначения, способа установки.

Светильники характеризуются коэффициентом использования светового потока ($\eta=0.5-1$).

Существуют щелевые световоды.

Световод - это цилиндрическая труба большой протяженности. Часть внутренней поверхности трубы по всей длине покрыта зеркально отражающим слоем.

Мощные лампы установлены в торцах световода - за пределами освещаемого помещения (очень важно для взрывопожароопасных производств). Нижняя часть трубы

выполнена из материала, пропускающего и рассеивающего свет.

Измерение освещенности

Измерение освещенности осуществляется люксметром типа Ю-16, Ю-17, Ю-117.

Люксметр состоит из селенового элемента и стрелочного гальванометра, проградуированного в ЛК.

Принцип работы - под действием света в фотоэлементе (селеновая пластинка) возникает фототок, измеряемый гальванометром.

Допускается отклонение фактической освещенности от нормируемой в нижнюю сторону не более 10%.

Увеличение освещенности (по сравнению с нормами) до любой практически достижимой величины - желательно. Ограничивает, в первую очередь, перерасход электроэнергии и стоимость осветительной техники.

При проектировании искусственного освещения допускается превышение фактической освещенности над нормируемой не более чем на 20%.

Требования по устройству искусственного производственного освещения

1 Освещенность на рабочем месте должна соответствовать характеру выполняемой работы.

Согласно СНиП II-4-79 "Естественное и искусственное освещение" все работы по зрительским условиям подразделяется на разряды в зависимости от размера объекта различения.

1 Размер объекта различения меньше 0,15 мм.

VIII - общее наблюдение за ходом технологического процесса.

2 Создание равномерного распределения яркости на рабочей поверхности за счет выбора соответствующей системы освещения и типа светильников.

3 Оптимальная направленность светового потока.

4 Равномерная освещенность во времени (телевизор включается через стабилизатор). Специальное включение газоразрядных ламп.

5 Необходимый спектральный состав излучений.

6 Сведение к min факторов: тепловыделений, излучения, шума, уменьшение взрыво-, пожаро- и электроопасности.

7 Удобство и надежность эксплуатации.

Расчет искусственного освещения. Методы расчета

Существуют несколько методов расчета искусственного освещения:

1) по методу коэффициента использования светового потока;

2) расчет точечным методом ;

3) расчет методом удельной мощности. Метод приближенный, увязывает мощность и площадь Вт/м² (инспекторский). Имеются таблицы, где от разряда работы указывается Вт/м².

1 Расчет по методу коэффициента использования светового потока:

$$F_{\text{л}} = \frac{E_{\text{min}} * S * K_3 * Z}{\eta * N * n}, \quad (4.10)$$

где $F_{\text{л}}$ - необходимый расчетный световой поток одной лампы для обеспечения требуемой по СНИП освещенности. Требуемая освещенность принимается по СНИП. Она зависит от разряда, подразряда зрительной работы, вида источника света, системы освещения, лк;

S - площадью пола, м²;

K_3 - коэффициент запаса ($K_3 = 1,5-2$);

Z - коэффициент учитывает неравномерность освещения (отношение средней освещенности к минимальной);

η - коэффициент использования светового потока (КПД светильника) (от 20% до 80%), он зависит:

а) от типа светильника;

б) коэффициента отражения потолка, стен и рабочей поверхности;

в) индекса помещения I :

$$I = \frac{A * B}{H_p(A + B)}; \quad (4.11)$$

N - количество светильников, допускается округление - 10% + 20% ;

$F_{л}$ - световой поток одного светильника.

2 Точечный метод расчета

$$F_{л} = \frac{1000E_{\min} * K_3}{\mu * \Sigma E}, \quad (4.12)$$

где $F_{л}$ - требуемый расчетный световой поток одной лампы;

μ - коэффициент, учитывающий влияние удаленных источников света;

ΣE - суммарная условная освещенность определяется по графикам пространственных изолукс.

Для каждого типа светильника построены графики пространственных изолукс.

Точечный метод расчета предусматривает и второй вариант - увязывает освещенность и силу света:

$$E = \frac{I_{\alpha} * \cos \alpha}{r^2}, \quad (4.13)$$

где I_{α} - сила света в направлении от источника на данную точку рабочей поверхности, кд;

r - расстояние от светильника до расчетной точки, м;
 α - угол между нормалью к рабочей поверхности и направлением светового потока от источника.

Расчет освещенности от световых рядов применим при расчете освещенности от рядов газоразрядных ламп.

Расчетная формула имеет вид

$$\Phi' = \frac{1000 * E * K * h_p}{\mu * \Sigma E}, \quad (4.14)$$

где Φ' - требуемая плотность светового потока светового ряда;

E - минимальная освещенность по СНИП;

K - коэффициент запаса;

h_p - высота подвеса светильника над рабочей плоскостью;

μ - коэффициент, учитывающий удаленные источники света;

ΣE - сумма условных освещенностей от всех полу рядов, определяется по графикам линейных изолукс для каждого типа светильника (в зависимости от L' и P').

Размещение светильников

Желательно располагать их по сторонам квадрата с длинной стороны $L=1,4-1,6 H_p$.

Для светящихся линий тоже расстояние между линиями должно быть равно L .

Расстояние от стены до светильника или до светящейся линии должно составлять $l=0,3-0,5 L$.

Порядок расчета искусственного освещения:

1 Задаться или выбрать исходные данные: размеры помещения, вид выполняемой работы, вид источника света, система освещения.

2 Выбрать тип светильника в зависимости от категории производства по пожарной опасности и от метеоусловий.

3 Составить в масштабе планировку помещения.

4 Разместить светильники на планировке.

5 Выбрать норму искусственной освещенности СНИП П-4-79.

6 Выбрать метод расчета.

7 Рассчитать требуемый световой поток одной лампы.

8 Подобрать ближайшую стандартную лампу.

9 Проверить значение фактической освещенности (отклонение фактической освещенности от нормы допускается $-10 +20\%$)

Особенности расчета аварийного освещения, эвакуационного, местного освещения определяются их назначением и требованиям к ним.

ЛЕКЦИЯ 5 ЗАЩИТА ОТ ШУМА, ИНФРАЗВУКА, УЛЬТРАЗВУКА

Вопросы:

1 Характеристика шума.

2 Действие шума на организм человека.

3 Нормирование шума.

4 Защитные мероприятия от возникновения шума.

5 Ультразвук.

6 Инфразвук.

1 Характеристика шума

Человек живёт в мире звуков от самого рождения на протяжении всей жизни. На лекции об освещении мы говорили, что 90% информации об окружающей среде

человек получает от органов зрения. А из оставшихся 10% 5% приходится на органы слуха. В нашей лекции будут встречаться два понятия: звук и шум. Они в принципе однозначны, но понятие звук более широкое. Это музыка, шелест листьев, шум прибора. Кроме того, это живая речь, которая отводит человеку особое место в природе. Понятие шум немного уже.

1 Шум – это неритмичное звукообразование, беспорядочное смешение звуков.

2 Шум – это всякий мешающий человеку звук.

Статистика показывает, что в последние годы шумность как в быту, так и на рабочих местах постоянно возрастает на 1-3 дБ в год.

В качестве примера увеличение шумности в быту можно вспомнить почти все бытовые устройства и приспособления: стиральные машины, пылесосы, бритвы, мопеды, электродрели.

Поэтому в настоящее время наряду с термином загрязнение воздушной среды, под которым понимается в основном химическое и механическое загрязнение вводится понятие «Шумовое загрязнение». Учёными ещё не доказано что опаснее: дышать воздухом, содержащим вредные примеси, или в течение всех суток находится под воздействием сильного шума. Абсолютная тишина – тоже плохо (космонавты, подводники и т.д.).

Из истории борьбы с шумом

В некоторых городах древней Греции в целях борьбы с шумом запрещалось держать петухов. В Англии в XVII веке был принят закон, который запрещал сориться с жёнами с 9 часов вечера до 6 утра, чтобы шум не мешал окружающим.

Шум - это зло. В связи с тем, что тишина на планете стала дефицитной, борьба за тишину стала актуальной задачей.

По физической сущности шум - это волнообразно распространяющееся механическое колебательное движение частиц упругой (газовой, жидкой или твёрдой) среды, которое носит, как правило, беспорядочный, случайный характер.

Непосредственно примыкающие к источнику колебания частицы среды вовлекаются в колебательный процесс и смещаются, приходя в состояние ритмического сгущения и разряжения. Этот процесс в силу упругости среды распространяется последовательно на смежные частицы в виде волны.

Источниками шума могут быть:

1 Колебания тел или их поверхностей – вызывает механический шум (эффект используется в театре).

2 Нестационарные процессы в жидкости или газе, сопровождающиеся возникновением звуковых волн – аэрогидродинамический шум.

3 Переменные магнитные силы, приводящие к колебаниям рабочие органы электрических машин и аппаратов, – электромагнитный шум (стабилизатор напряжения к телевизору).

Основными параметрами, характеризующими шум, являются:

1 Амплитуда колебания – максимальное смещение от исходного положения частиц среды, проводящей звук, в результате вовлечения их в колебательный процесс источником колебания (например, ножками камертона).

2 Звуковое давление – это переменное давление, возникающее дополнительно к атмосферному давлению, в той среде, через которую происходят звуковые волны. Оно выражается в ньютонах на квадратный метр (Н/м^2) или динах на квадратный сантиметр (дин/см^2). В фазе сжатия

звуковое давление положительно, в фазе разрежения – отрицательно. Обозначается буквой p (строчкой).

3 Скорость звука – это расстояние, на которое в течении одной секунды может распространяться волновой процесс. В воздухе при $t = 20^\circ\text{C}$ и нормальном атмосферном давлении она равна 334 м/с, при повышении температуры – скорость звука увеличивается примерно на 0,71 м/с на каждый градус. Для сравнения:

в стали – 5000 м/с,

в резине – 40/60 м/с.

4 Длина волны – это расстояние между двумя соседними сгущениями или разрежениями в звуковой волне:

$$\frac{C}{\lambda} = f, \quad (5.1)$$

где C – скорость звука, м/с;

f – частота герц.

5 Сила звука (интенсивность) – это количество энергии, проходящее в результате распространения звука через площадь 1м^2 , расположенную перпендикулярно направлению распространения звуковой волны в единицу времени. Интенсивность звука связана со звуковым давлением зависимостью

$$I = \frac{p^2}{\rho c}, \quad \text{Вт/м}^2, \quad (5.2)$$

где ρ – плотность среды, Н/м^3 ;

c – скорость распространения звука, м/с;

P – звуковое давление, Н/м^2 .

Единица измерения силы звука - Вт/м^2 .

Несколько слов о наглядности силы звука.

1 В старину была казнь «под колоколом».

2 Самолетам запрещалось переходить звуковой барьер над населёнными пунктами. Почему? Могут быть серьёзные разрушения и вылететь стёкла из окон.

3 В США большое значение придаётся рекламе. В этих целях над 10 добровольцами на высоте 10-20м

пролетел на сверхзвуковой скорости самолёт. Сила звука была такой, что 6 человек погибли на месте, 4 - скончались в госпитале.

Частотный состав шума - это совокупность входящих в него частот. По ширине спектра шум распределяется:

а) узкополосные, состоящие из ограниченного числа смежных частот;

б) широкополосные, включающие почти все частоты звукового диапазона.

По частоте преобразующих звуков шум делится на:

низкочастотный – до 400 Гц;

среднечастотный – от 400 до 1000 Гц;

высокочастотный – свыше 1000 Гц.

В процессе эволюции человек привык к звукам средней частоты, т.к. эти частоты в природе самые распространённые (пение птиц, шум леса и моря). Поэтому на человека шум такой частоты действует более благоприятно, чем такой же силы, но более высокой частоты. Это обстоятельство нужно учитывать при проектировании новых машин при выборе числа оборотов или частоты колебаний рабочих органов (вибросита, виброгрохоты, уплотнение формовочных смесей).

По величине интервалов между составляющими его звуками различают:

а) дискретный (линейный) шум – с интервалами;

б) сплошной шум – без интервалов;

в) смешанный шум.

По характеру изменений общей интенсивности во времени различают:

а) стабильные звуки – энергия звука во времени меняется незначительно;

б) прерывистые звуки – быстрое периодическое нарастание и спад энергии с паузами (ткацкие, швейные цехи).

При измерении производственных шумов спектр определяется в диапазоне 31,5 - 8000 Гц.

Этот интервал разбит на полосы, которые назвали октавами.

Октава – это такая полоса спектра, в которой верхняя граничная частота отличается от нижней граничной частоты в 2 раза. Тогда весь слышимый спектр примет вид

45-90(63), 90-180(125), 180-355(250), 355-710(500), 710-1400(1000), 1400-2800(2000), 2800-5600(4000), 5600-11200(8000).

Распространение звуковых волн сопровождается появлением ряда акустических явлений.

Наложение звуковых волн одинаковой частоты называется **интерференцией**.

Процесс огибания звуковой волной препятствий конечных размеров называется **дифракцией**.

Возникающие внутри замкнутых помещений звуковые волны, распространяясь от источника, многократно отражаются от перекрытий, создавая условия для появления гулкости помещения. Этот процесс называется **реверберацией**.

При совпадении частоты колебаний внешней среды с собственными колебаниями системы, амплитуда резко возрастает. Это явление называется **резонансом**.

В понятии шум в акустике заложен не только физический, но и физиологический смысл.

С физиологической точки зрения не каждое колебательное движение звукопроводящей среды воспринимается организмом как звуковое раздражение. Ухо человека способно улавливать механические колебательные движения среды, с частотой от 20 до 20000 Гц. Ниже 20 Гц и выше 20 тыс. Гц находятся соответственно области неслышимых человеком инфразвуков и ультразвуков.

В этом слышимом диапазоне (20-20000 Гц) выделяют два порога звуковой энергии, воспринимаемой человеком как звук.

Минимальная величина звуковой энергии воспринимаемая человеком как звук, называется слуховым порогом. Порог слышимости составляет $I_0 = 10^{-12}$ Вт/м². Звуковое давление, соответствующее этой величине равно $P = 2 \times 10^{-5}$ Н/м².

Звуковая энергия, при которой воспринимаемый звук вызывает уже болевые ощущения – называется болевым порогом, она соответствует силе $I = 10^2$ Вт/м² и звуковому давлению более $P = 20$ Н/м².

Диапазон большой: по силе (интенсивности) 10^{14} ;
по давлению -10^6 .

Оперировать такими цифрами неудобно, кроме того, ухо человека способно реагировать на относительные измерения интенсивности, а не на абсолютное значение параметра.

Для органов слуха важен не сам параметр звука, а изменение фактического параметра звука относительно значения принятого за пороговый отсчёт. Поэтому в акустике введено понятие уровень параметра как отношение фактического значения параметра к пороговому значению.

Международным соглашением в качестве порогового отсчёта принято звуковое давление $P = 2 \times 10^{-5}$ Н/м² (это порог слышимости). Тогда уровень параметра по звуковому давлению можно представить в виде

$$L = \lg(P_{\text{фак}} / P_{\text{пор}}), \quad (5.3)$$

где \lg – символ, который вводится для того, чтобы не оперировать большими цифрами: 10^{14} , а $\lg 10^{14} = 14$.

Логарифм отношения параметра звука над принятым пороговым значением в акустике называется белом (Б).

По аналогии

$$L_I = \lg(I_{\text{фак}} / I_{\text{пор}}).$$

Но пользоваться показателем «Б» неудобно, т.к. диапазон слишком мал, поэтому пользуются величиной в 10

раз меньше – «дБ». Т.к. $I = P^2/\rho c$, то $L_\eta = 10 \lg I/I_0 = 20 \lg P/P_0$ дБ. Тогда весь улавливаемый человеком диапазон укладывается в 14 Б или 140 дБ.

Несколько цифр для сравнения: взрыв атомной бомбы 200 дБ – смертельный порог, ход часов 30 дБ, тихий разговор 30дБ, для наших учебных помещений нормальные условия работы 60 дБ, громкая музыка 110 дБ, токарный станок до 100 дБ.

Громкость

Звуки одной интенсивности на разных частотах субъективно человек воспринимает по-разному (с разной громкостью). Поэтому вводится понятие громкость звука, шума. Единица громкости - фон.

Только на частотах 1000 Гц единицы в фонах и дБ совпадают.

Звуковая мощность

Звуковая мощность источника P – это общее количество звуковой энергии, изучаемой источником шума в окружающую среду за единицу времени, Вт:

$$P = \oint i_n ds ,$$

где i_n – нормальная к поверхности интенсивности звука, Вт/м²;

S - площадь замкнутой поверхности, на которую распространяется звук, м².

Уровень звуковой мощности определяется по формуле

$$L_p = 10 \lg \frac{P'}{P'_0} ,$$

где P' – звуковая мощность, Вт;

P'_0 – пороговая звуковая мощность, равная 10^{-12} Вт.

Акустический расчет

Его проводят для оценки ожидаемых уровней звукового давления, которые будут в расчётных точках на рабочих местах при проектировании новых цехов.

В задачу акустического расчёта входит:

1 Определение уровней звукового давления в расчётной точке по известному источнику шума и его шумовой характеристике.

Для каждой машины в технической документации указывается:

а) уровень звуковой мощности источника в октавных полосах частот;

б) характеристика направленности шума излучаемого машиной.

2 Определение необходимого снижения шума.

3 Разработка мероприятий по снижению шума до допустимых величин.

Ожидаемый уровень звукового давления, создаваемый в расчётной точке источником шума известной звуковой мощности, зависит от того, где расположена расчётная точка: на открытом пространстве или в замкнутом помещении, рисунок 5.1 а или б.

Для открытого пространства

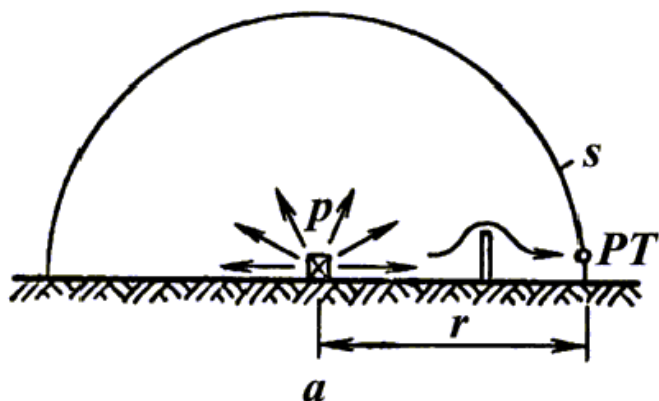


Рисунок 5.1 а - Схема акустического расчета

Ожидаемый уровень звукового давления можно определить по формуле

$$L_p = L_p + 10 \lg \Phi - \Delta L_p - \Delta L_p \text{ (дБ)}, \quad (5.4)$$

где L_p – уровень звуковой мощности источника, дБ;

Φ – фактор направленности, определяется по формуле

$$\Phi = I_n / I_{nn}, \quad (5.5)$$

где I_n – интенсивность звука, создаваемая направленным источником в расчётной точке;

I_{nn} – интенсивность, которую развил бы не направленный источник той же звуковой мощности;

S – площадь поверхности, на которую распространяется излучение (принимают $S = 2\pi r^2$ (полсферы)), m^2 ;

r – расстояние между источником и расчётной точкой, м;

ΔL_p – величина снижения звуковой мощности источника на пути распространения шума. Частота $\Delta L_p = 0$ для r до 50 м.

Расчёт проводят в каждой из девяти октавных полос. Сравнивают с допустимыми значениями по ГОСТ 12.1.003.83* и определяют необходимое снижение шума (дБ).

При работе источника шума в помещениях звуковые волны многократно отражаются от стен, потолка и различных предметов.

Ориентировочно это увеличивает шум в помещениях на 10-15 дБ по сравнению с шумом того же источника на открытом воздухе.

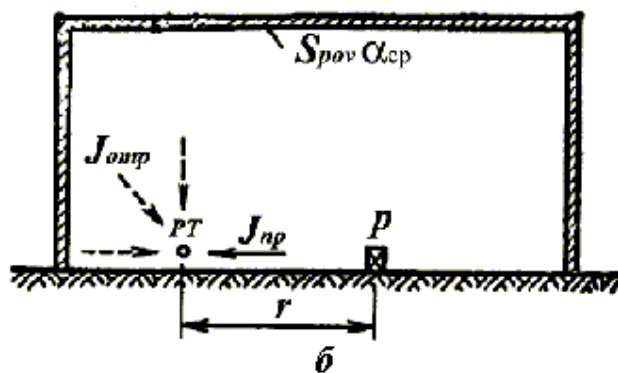


Рисунок 5.1 б - Схема акустического расчета

Для рассматриваемого случая ожидаемый уровень звукового давления в расчётной точке рассчитывается по формуле

$$L_p = L_e + 10 \lg (\Phi/S + 4/B), \quad (5.6)$$

где B – т.н. постоянная помещения,

$$B = \frac{A}{1 - \alpha_{ср}}, \quad (5.7)$$

где A – эквивалентная площадь поглощения,

$$A = \alpha_{ср} \times S_{пов}. \quad (5.8)$$

Здесь $\alpha_{\text{ср}}$ – средний коэффициент звукопоглощения внутренних поверхностей помещения площадью $S_{\text{пов}}$.

Он определяется как отношение интенсивности поглощенного и падающего звука

$$\alpha = \frac{I_{\text{погл}}}{I_{\text{пад}}}.$$

В производственных помещениях

$$\alpha_{\text{ср}} \approx 0,3 - 0,4.$$

2 Действие шума на организм человека

Воздействие шума на организм человека может проявляться как в виде специфического поражения органов слуха, так и нарушенный со стороны многих органов и системы. Причина болезни каждого пятого пациента психиатрических больниц – чрезмерный шум.

В Англии каждая третья женщина и каждый четвёртый мужчина из-за шума страдают неврозом.

Терапевт академик Мясников считает, что избыточные децибелы могут быть источником гипертонии.

Австрийский учёный Гриффт пришёл к выводу, что шум – причина преждевременного старения, он сокращает жизнь в крупных городах на 8-12 лет.

Длительное воздействие интенсивного шума может приводить к перераздражению клеток звукового анализатора и его утомлению, а затем и стойкому снижению остроты слуха (тугоухость). Установлено, что утомляющее действие шума пропорционально его частоте (высоте). На частоте 4000 Гц шум наиболее не желателен. Наблюдаются выраженные ранние изменения слуха.

Импульсный шум действует более неблагоприятно, чем стационарный. Шум так же действует на центральную нервную систему (раздражительность, ослабление памяти, изменение кожной чувствительности, расстройство сна),

изменяется деятельность функций желудочно-кишечного тракта, сердечно-сосудистой системы.

Сочетание профессиональной тугоухости с расстройством центральной нервной системы, сердечно-сосудистой системы у работающих в условиях шума приводит к профзаболеванию – шумовой болезни.

Кроме того, воздействуя на кору головного мозга, шум оказывает раздражающее действие, ускоряет процесс утомления, ослабляет внимание и замедляет психические реакции. По этим причинам шум в условиях производства может способствовать возникновению травматизма.

Эти вредные воздействия тем больше, чем сильнее шум, и тем продолжительнее его воздействие.

При действии шума очень высоких уровней (более 130 дБ) возможен разрыв барабанной перепонки.

3 Нормирование шума

При нормировании шума используют два метода:

1 Нормирование по предельному спектру шума.

2 Нормирование уровня звука в дБ.

Первый метод нормирования является основным для постоянных шумов. В соответствии с ГОСТом 12.1.003–83 нормируются уровни звуковых давлений в 9 октавных полосах со среднегеометрическими частотами:

31,5 63 125 250 500 1000 2000 4000 8000 Гц,

а

107 95 87 82 78 75 73 71 69 80 дБ.

в зависимости от вида выполняемой работы.

Совокупность девяти допустимых уровней звукового давления в октавных полосах называется предельным спектром (ПС).

С увеличением частоты шума (более неприятный шум) допустимые уровни уменьшаются.

Второй метод: нормирование общего уровня шума, измеренного по шкале А* шумомера (называемого уровнем звука), используется для ориентировочной оценки постоянного и непостоянного шума, т.к. в этом случае мы не знаем спектра шума.

Уровень звука (дБ) связан с предельным спектром зависимостью

$$L_A = [L_{ПС} + 5] \text{ дБ.}$$

4 Защитные мероприятия от возникновения шума

Генерация шума в производственных условиях обусловлена многообразными причинами. Поэтому борьба с шумом требует одновременного применения комплекса мероприятий. Мероприятия могут быть технического и медицинского характера.

Возвратимся к формуле акустического расчёта

$$L_p = L_p + 10 \lg \Phi - 10 \lg S - \Delta L_p.$$

1 Уменьшение шума в источнике возникновения, $L_p \downarrow$.

1.1 Борьба с механическим шумом:

- а) замена устаревшего оборудования;
- б) замена ударных процессов безударными (клепки сваркой и т.д.);
- в) применение вместо прямозубых шестерён косозубых и др. (уменьшается шум на 5-10 дБ);
- г) повышение класса точности;
- д) замена зубчатых и цепных передач клиноременными;

- е) применение деталей из пластмасс и других «незвучных» материалов;
- ж) применение слоистых материалов;
- з) применение средств виброизоляции и вибродемпфирования;
- и) своевременный ремонт и правильная эксплуатация оборудования.

1.2 Борьба с шумом аэродинамического происхождения:

а) вихревой шум (обтекание).

Звуковое давление p пропорционально V^6 , D^6 ,

где V – скорость набегающего потока;

D – геометрия тела (основной размер);

б) шум струи при истечении потока. С таким шумом бороться трудно: устанавливают глушители, снижают скорость струи.

2 Шум электромагнитного происхождения.

Он возникает вследствие воздействия переменных во времени и пространстве электромагнитных полей на ферромагнитные массы.

Единственный путь борьбы – повышение качества изготовления изделий.

3 Гидродинамический шум насосных установок (шум кавитации). Борьба – улучшение характеристик насосов, правильная эксплуатация гидросистем.

3.1 Метод: изменение направленности излучения, $10 \lg \Phi \downarrow$.

3.2 Метод: акустическая планировка предприятий и цехов: $S \uparrow = 2\pi r^2$.

С увеличением расстояния от источника шума до рабочего места в 2 раза уровень звука снижается на 6 дБ.

3.3 Акустическая обработка помещений: $\Delta L_p \uparrow$.

Облицовочные материалы:

- 1) стекловолокно;
- 2) базальтовое волокно;

3) минеральная вата и др.

Выбор звукопоглощающего материала и конструкции зависит от спектра шума и типа помещения.

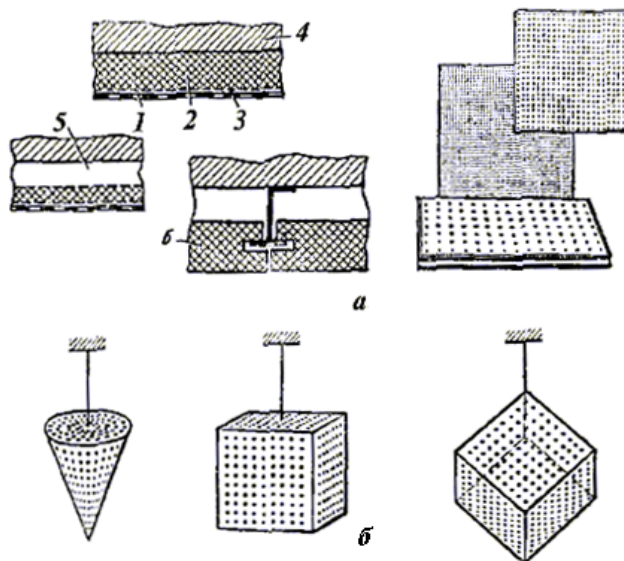


Рисунок 5.2 - Акустическая обработка помещений:

1 - защитный перфорированный слой; 2 - звукопоглощающий материал; 3 - защитная стеклоткань; 4 - стена или потолок; 5 - воздушный промежуток; 6 - плита из звукопоглощающего материала

3.4 Уменьшение шума на пути распространения посредством звукоизоляции.

Звукоизолирующие свойства ограждения, установленного на пути распространения звука, характеризуется коэффициентом звукопроницаемости

$$\tau = \frac{P_{\text{пр}}}{P_{\text{пад}}},$$

где $P_{\text{пр}}$ - звуковая мощность, прошедшая через ограждение;

$R_{\text{пад}}$ - падающая звуковая мощность.
Звукоизолирующая способность однородной перегородки может быть определена:

$$R=20\lg(G\times f)-47,6 \text{ дБ}, \quad (5.9)$$

где G – масса 1 м^2 ограждения, кг;

F – частота, Гц.

Отсюда вывод:

1 Звукоизолирующая способность ограждения тем, выше, чем оно тяжелее (массивнее).

2 Звукоизолирующая способность одного и того же ограждения возрастает с увеличением частоты.

Звукоизоляция многослойных ограждений, как правило, бывает выше.

Иногда понятие «изоляция» и «поглощение» звука отождествляет друг с другом, хотя между ними есть принципиальные отличия.

Звукоизолирующая конструкция служит для того, чтобы не пропускать звук из шумного помещения – т.е. эффект звукоотражения (материалы, плотные, твёрдые, массивные).

Звукопоглощающие материалы и конструкции предназначены для поглощения звука, как в помещениях с источником звука, так и в соседних помещениях. Для этих целей используют пористые материалы, где большие потери на трение.

Кроме отмеченного выше, на производстве для борьбы с шумом используют звукоизолирующие кожухи, экраны, кабины – это локальный метод борьбы. Ослаблению производственного шума способствуют планировочные мероприятия, учитывающие целесообразное взаимное расположение помещений и объектов с учётом их шумности. Шумные цехи должны быть сконцентрированы в глубине территории, удалены от производств и ограждены зоной древесных и кустарниковых ограждений.

Учитывают «розу ветров» при расположении агрегатов с интенсивным шумом.

Помимо мероприятий технологического и технического характера применяются средства индивидуальной защиты:

а) антифоны в виде наушников и вкладышей, из смесей волокон органической бактериальной ваты и ультратонких полимерных волокон (снижают на 15-30 дБ);

б) шлемы – при воздействии шума с уровнем >120 дБ.

Приборы для измерения шума – шумомеры.

Современные приборы для измерения шума (параметров шума) преобразуют звуковые колебания в электрический ток, величину которого измеряют стрелочными индикаторами (дБ). Для измерения шума используются шумомеры типа ШУМ-1М, RFT-ГДР, Брюль и Кьер (Дания).

В комплекте с соответствующими шумомерами используются частотные анализаторы шума для определения уровней шума по частотам.

Измерения шума на рабочих местах промышленных предприятий на уровне уха работающего при включении не менее 2/3 установочного оборудования.

Для однотипного оборудования – замер в центре каждой группы.

Суммарный уровень силы шума равен

$$L = L_1 + 10 \lg n, \quad (5.10)$$

где n – количество станков одного типа.

В случае смешанного размещения разнотипного оборудования шумовая характеристика снимается не менее, чем на трёх рабочих местах для каждого типа оборудования. По формуле суммарный уровень силы шума в этом случае может быть равен

$$L = L_1 + \Delta L_1, \quad (5.11)$$

где L_1 – уровень звукового давления источника с наивысшим уровнем;

ΔL_1 – добавка прироста, зависящая от разности максимального и минимального значений складываемых уровней.

5 Ультразвук

К ультразвуку относятся колебания с частотой выше 16-20 тыс. Гц, которые не воспринимаются человеческим ухом. С увеличением частоты ультразвуковых колебаний увеличивается их поглощение средой и, как следствие, её нагревание.

В промышленности ультразвуки используются:

а) для анализа и контроля (дефектоскопия, структурный анализ веществ, определение физико-химических свойств материалов);

б) в медицине для лечения суставов, нервной системы. Для этих целей используют ультразвуковые колебания большой частоты 500 кГц до 5 МГц и малой мощности – 0,1; 0,2 Вт/см².

Вследствие малой длины волны в воздухе высоко частотный ультразвук не распространяется, а воздействует при контакте источника с поверхностью тела человека:

в) очистка и обезжиривание деталей;

г) механическая обработка твёрдых материалов;

д) сварка, пайка, лужение.

Здесь – колебания низких частот 18-30 кГц и высокой мощности до 6-7 кВт/см².

Низкочастотный ультразвук вместе с высокочастотным шумом (реактивные двигатели, газовые турбины) распространяются через воздух, но в отличие от шума затухает по мере удаления от источника.

Воздействие ультразвука от мощных установок на человека: поражение нервного периферического и сосудистого аппарата, в местах контакта. Это очень опасно

в момент выгрузки деталей из ультразвуковых ванн. У работающих на низкочастотных ультразвуковых установках при систематическом воздействии могут наблюдаться функциональные изменения нервной системы, сердечно-сосудистой системы, слухового и вестибулярного аппарата, головные боли, нарушение сна.

Допустимые нормы звукового давления для рабочих у ультразвуковых установок следующее:

16000 Гц	85 дБ
20000 Гц	110 дБ

Профилактические мероприятия:

- а) создание автоматического ультразвукового оборудования и установок с дистанционным управлением;
- б) использование маломощного оборудования;
- в) установка звукоизолирующих устройств из листовой стали, дюралюминия, покрытого резиной;
- г) применение рабочего инструмента с виброизолирующей рукояткой и резиновых перчаток.

6 Инфразвук

Инфразвук - это механические колебания, распространяющиеся в упругой среде с частотой менее 20 Гц, он отличается от слышимых звуков значительно большей длиной волны. Распространение инфразвука от источника на большие расстояния. Чем больше амплитуда, тем больше инфразвуковое давление и соответственно сила звука.

Воздействию инфразвуков человек может подвергаться во время работы, в период отдыха. Многие явления природы (извержение вулканов, землетрясение, морские бури) генерируют инфразвуковые волны.

На производстве они образуются при работе мощных компрессорных машин, дизельных двигателей, вентиляторов и других крупногабаритных машин. Они могут быть механического и аэродинамического

происхождения. Действие на организм похоже на ультразвуковое. Кроме того, они приводят к сотрясению грудной клетки, явлению морской болезни. Частота колебаний от 1-15 Гц является нежелательной из-за резонансных явлений в организме.

Частота 1-3 Гц – кислородная недостаточность, нарушение ритма сердца.

Частота 5-9 Гц – болезненное ощущение в грудной клетке и в нижней части живота.

Частота 8-12 Гц – боль в пояснице, гортани и других органах.

По данным некоторых авторов воздействия инфразвука уровнем более 170 дБ в течение 10 минут является смертельным. При уровне свыше 150 дБ начинаются многие нежелательные процессы: раздражение кожи, её покраснение, кашель, удушье, боли при глотании и ряд других болезненных симптомов. Некоторые люди при уровне инфразвука 140-150 дБ и экспозиции 2 мин. испытывают сильное недомогание, другие переносят такие воздействия безболезненно. Граница расстройств начинается при действии инфразвука с уровня около 120 дБ. Инфразвук уровнем 110 дБ не оказывает явно выраженных стрессовых действий на человеческий организм, но длительное действие идентично звуковой нагрузке слышимого спектра частот.

До настоящего времени государственных нормативов на ограничение инфразвука не разработано.

На отдельных промышленных предприятиях установлено, что в 30% обследованных помещений без источников шума уровень инфразвука был выше, чем в помещениях с его источниками. Подобные явления наблюдались как в помещениях, отделённых только стеной от помещений с источником инфразвука, так и в комнатах зданий, находящихся на расстоянии десятков метров от здания с источником. Инфразвук может огибать большие экраны и при прохождении одинакового расстояния имеет

меньше затухания, чем слышимый звук. Так, при работе ударного молотка на 1-м этаже уровень инфразвука в конторе на 3-м на 9-22 дБ выше, чем на 1-м этаже.

Кратковременное (15 минут) воздействие инфразвука уровнем 135 дБ приводит к развитию процесса торможения в центральной нервной системе (ЦНС), снижению работоспособности, изменениям со стороны сердечно-сосудистой дыхательной и других систем, уровень 110 дБ – к снижению лабильности ЦНС.