

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ
УЗБЕКИСТАН**

**ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АБУ
РАЙХАНА БЕРУНИ**

Факультет «Механика»

Сатторов Фаррух Исакович

***Санитарно-гигиенических
требований приточный воздух
производственных помещений***

Дипломная работа

Руководство под: доц. Сосновский Ю.С.

Ташкент -2012

Введение

Основная цель безопасности жизнедеятельности как науки – защита человека в техносфере от негативных воздействий антропогенного и естественного происхождения и достижение комфортных условий жизнедеятельности. Жизнедеятельность – это повседневная деятельность и отдых, способ существования человека

Главной задачей науки о безопасности жизнедеятельности является анализ источников и причин возникновения опасностей, прогнозирование и оценка их воздействия во времени и пространстве.

В качестве объекта защиты рассматривают любой компонент окружающей среды (объект): человек, общество, государство, предприятие (организация, учреждение), природа, мир, космос и т.д. Все опасности тогда реальны, когда действуют на конкретный объект. В порядке приоритета к объектам защиты на первое место относят человека, а затем уже общество, государство, природную среду, техносферу и т.д.

Основным направлением в практической деятельности в области безопасности жизнедеятельности является профилактика причин и предупреждение условий возникновения опасных ситуаций. Все опасности тогда реальны, когда они воздействуют на конкретные объекты защиты. Основное желаемое состояние объектов – безопасное. Безопасное состояние объектов защиты реализуется при полном отсутствии негативного воздействия опасностей или при условии снижения их до допустимых значений.

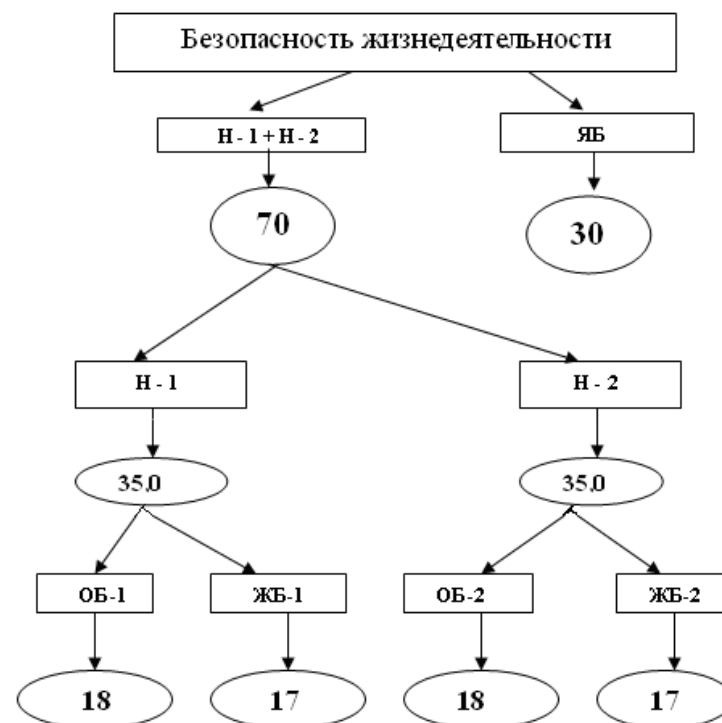
Содержание

	Название работ	стр
1	Комфортные условия жизнедеятельности, расчет механической вентиляции	6
2-3	Вредные воздействия производственной среды, расчет производственного шума и вибрации	13
4	Естественное и искусственное освещение. Методы расчета	29
5	Основы техники безопасности оборудования , Защита от механического травмирования, расчёт предохранительных защитных средств	38
6	Физиологическое воздействие электротока на организм человека. Методы расчета по электробезопасности	44
7	Основные способы тушения пожаров и методика расчета расходных материалов	57
8	Расследование, учет, методы анализа производственного травматизма и профессиональных заболеваний.	66
	Литература	

Курс «Безопасность жизнедеятельности» согласно типовой программе включает проведение лекционных, практических и лабораторных работ.

Данное учебно-методическое пособие позволит выявить уровень освоения лекционных занятий и подготовленности студентов к текущему контролю.

Текущий контроль ЖБ-2 – проводится с целью определения качества усвоения лекционного материала и осуществляется посредством рейтинговой системы. Наиболее эффективной формой текущего контроля - защита практических работ. Контроль проводится в виде сдачи всех без исключения студентами.



**Комфортные условия
Тема №1 жизнедеятельности, расчет механической
вентиляции**

Технология проведения практического занятия

Время – 2 часа	Количество студентов -10-25
Вид занятия	Углубление и расширение знаний. Решение задач по теме
План занятия	1. Классификация условий труда. 2. Пути повышения эффективности производственного процесса 3. Физиологическое действие метеорологических условий на человека 4. Профилактика неблагоприятного воздействия микроклимата .
Цель занятия: закрепить и углубить знания о нормализации воздушной среды в помещении, путях повышения эффективности трудовой деятельности	
Деятельность преподавателя • Знакомит с гигиеническими нормами параметров микроклимата	Результаты от проведения занятия Представить пути повышения эффективности трудовой деятельности с учетом микроклиматических условий
Метод и техника проведения занятия	Методы расчета вентиляции, применяемые при решении задач
Форма обучения	Решение задач по пройденной теме
Условия обучения	Аудитория, доска

Технологическая карта практического занятия

Стадия, время	Деятельность преподавателя	Деятельность студента
1. Введение, 5 мин	1.1. Объявляет о цели темы, об ожидаемом результате.	Слушает, записывает.
2. Основной материал 65 мин.	2.1.Необходимо обратить внимание студента на: - применяемые нормативные документы и формулы по тематике; - решение заданных задач; - непонятные вопросы и формулы по теме	Выполняет задание и сдает работу
3.Заключе - ние 10 мин.	Отвечает на заданные вопросы и ставит баллы по заданию.	Своевременная сдача результатов

Опорные слова и словосочетания: терморегуляция, энергетические затраты человека, влага, выделяемая с поверхности кожи, легочная вентиляция, кислородное голодание, гипоксия, гипотермия, терморегуляция, теплоизоляция, теплозащитные экраны, воздушное душирование, аэрация.

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

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

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

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

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

Напряженность труда характеризуется эмоциональной нагрузкой на организм при труде, требующем преимущественно интенсивной работы мозга по получению и переработке информации. Кроме того, при оценке степени напряженности учитывают эргономические показатели: сменность труда, позу, число движений и т.п. Так, если

плотность воспринимаемых сигналов не превышает 75 в час, то работа характеризуется как легкая; 75...175 – средней тяжести; свыше 176 – тяжелая работа.

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

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

Допустимые условия труда характеризуются такими уровнями факторов среды и трудового процесса, которые не превышают установленных гигиеническими нормативами для рабочих мест. Изменения функционального состояния организма восстанавливаются во время регламентированного отдыха или к началу следующей смены, они не должны оказывать неблагоприятное воздействие в ближайшем и отдаленном периоде на здоровье работающего и его потомства. Оптимальный и допустимый классы соответствуют безопасным условиям труда.

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

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

профессиональных поражений.

Параметры–температура окружающих предметов и интенсивность физической нагрузки организма–характеризуют конкретную производственную обстановку и отличаются большим многообразием. Остальные параметры–температура, скорость, относительная влажность и атмосферное давление окружающего воздуха–получили название параметров *микроклимата*.

Эффективным средством обеспечения надлежащей чистоты и допустимых параметров микроклимата воздуха рабочей зоны является промышленная вентиляция. *Вентиляцией* называется организованный и регулируемый воздухообмен, обеспечивающий удаление из помещения загрязненного воздуха и подачу на его место свежего.

По способу перемещения воздуха различают системы естественной и механической вентиляции. Система вентиляции, перемещение воздушных масс в которой осуществляется благодаря возникающей разности давлений снаружи и внутри здания, называется *естественной вентиляцией*.

Механической называется такая вентиляция, при которой для воздухообмена используют электрическую энергию, приводящую в действие вентиляторы. Механическую

вентиляцию в производственных и других помещениях используют в тех случаях, когда количество и токсичность выделяющихся вредных веществ требуют постоянного воздухообмена независимо от внешних метеорологических условий и когда в производственных помещениях отсутствуют значительные тепловые выделения.

Механическая вентиляция по сравнению с естественной имеет ряд преимуществ, к которым относятся: большой радиус действия вследствие значительных напоров, создаваемых вентилятором; возможность изменять или сохранять необходимый объем приточного или вытяжного воздуха вне

зависимости от метеорологических условий (температуры наружного воздуха и скорости ветра).

В зависимости от требований производства и санитарно-гигиенических требований приточный воздух можно нагревать, охлаждать, увлажнять и т.п. Удаляемый воздух из помещения можно очищать от пыли и газа. При использовании механической вентиляции можно поддерживать в рабочих помещениях постоянную температуру и относительную влажность. Механическая вентиляция бывает приточной, вытяжной и приточно - вытяжной.

Основными элементами приточной механической вентиляции являются: устройство для забора наружного воздуха, воздухонагреватель, вентилятор, вентиляционные каналы (воздуховоды), пылеотделительные устройства, фильтр и увлажнитель.

1. При общеобменной вентиляции необходимый воздухообмен L определяется из условий разбавления вредностей чистым воздухом до допустимых концентраций, предусмотренных нормами, указанными в КМК 2.01.04.05-97 РУз. Промышленная вентиляция, кондиционирование и отопление.

При борьбе с избыточным теплом

$$L = \frac{Q}{(t_{уд} - t_{пр})c\gamma},$$

где Q - теплоизбытки в помещении, кДж/ч;
 $t_{уд}$ - температура воздуха, удаляемого из помещения, °С;
 $t_{пр}$ - температура приточного воздуха, °С; c - теплоемкость воздуха, Дж/°С; γ - плотность приточного воздуха, кг/м³.

Температура воздуха, удаляемого из помещения, определяется по эмпирической формуле

$$t_{уд} = t_{p.з.} + (h - 2),$$

где $t_{p.з.}$ - температура воздуха в рабочей зоне при работе аэрации (принимается на 3-5°С выше температура наружного

воздуха), С; h - расстояние от пола помещения до центра вытяжных фрамуг, м; 2 - высота рабочей зоны, м.

В случае наибольшего выделения избыточного тепла из поступающих вредностей расчетным параметром должна быть температура воздуха в рабочей зоне. Тогда воздухообмен (кг/ч) определяется по формуле

$$L = \frac{Q_{p.з.}}{(t_{p.з.} - t_{np})c\gamma},$$

где $Q_{p.з.}$ - теплоизбытки в рабочей зоне, кДж/ч;
 $t_{p.з.}$ - температура в рабочей зоне, °С.

При борьбе с вредными газами

$$L = \frac{W_r}{\kappa_1 - \kappa_2},$$

где W_r - масса газов, выделяющихся в помещениях, мг/ч;
 κ_1 - допускаемая концентрация газов, мг/м³; κ_2 - концентрация газов в наружном воздухе, мг/м³.

При борьбе с влагоизбытками

$$L = \frac{D}{d_{yd} - d_n}$$

где D - масса водяных паров, выделяющихся в помещении, г/ч; d_{yd} - влагосодержание воздуха, удаляемого из помещения, г/кг сухого воздуха; d_n - влагосодержание наружного воздуха, г/кг сухого воздуха.

При борьбе с пылью

$$L = \frac{G_n}{m_2 - m_1},$$

где G_n - масса выделяющейся пыли, мг/ч; m_2 - допустимая концентрация пыли, мг/м³; m_1 - концентрация пыли в наружном воздухе, мг/м³.

Общеобменную вентиляцию иногда рассчитывают исходя их кратности K обмена воздуха в течение 1 ч по формуле

$$K = \frac{L}{V},$$

где L - количество воздуха, подаваемого в помещение, м³/ч; V - объем помещения, м³.

Расчет приточно - общеобменной механической вентиляции

Механический цех размещается в одноэтажном корпусе высотой 6м. Общая установленная мощность станков

$$N_{yc} = 100 \text{ кВт.}$$

Обработка ведется с эмульсионным охлаждением ($a=0,2$). Максимальное количество работающих в смене - 32 человека; объем цеха $V = 2260 \text{ м}^3$.

Требуется рассчитать приточную общеобменную механическую вентиляцию;

Вредными выделениями считаются тепло- и влаговыделения от работающих станков и людей.

Количество влаги W , выделяемой от работающих станков при охлаждении их эмульсией, определяется из расчета 150 г на 1 кВт установленной мощности. Количество влаги, выделяемой людьми, обычно принимается равным 160 г/ч на одного работающего.

1. Определяем общее количество выделяемой в цехе влаги по формуле

$$W = 0,15 N_{уст} + 0,16 n,$$

где n - количество людей.

$$W = 20,1 \text{ кг/ч.}$$

2. Определяем количество тепла, выделяемого:

а) работающими станками при охлаждении их эмульсией;

$$Q_1 = 860 * W = 17200 \text{ ккал/ч (1.2);}$$

б) работающими людьми (считая, что количество тепла, выделяемого одним человеком, равно 100 ккал/ч)

$$Q_2 = 3200 \text{ ккал/ч;}$$

в) всего количество выделяемого тепла:

$$Q = 20400 \text{ ккал/ч.}$$

Определяем требуемый воздухообмен:

а) в зимний период:

- параметры воздуха в помещении:

$$t_B = 16^\circ\text{C}, \varphi = 75\%.$$

- параметры наружного воздуха:

$$T_n = 13^\circ\text{C}, \varphi = 84\%, d_n = 1 \text{ г/кг.}$$

Воздухообмен по влаге

$$G = \frac{mW}{d_e - d_n},$$

где $m = 0,6 - 0,8$ при высоте помещения $h \geq 5 \text{ м}$;

d_e - количество допустимой влаги;

d_n - количество наружной влаги.

$$G = 1927 \text{ кг/ч} = 1612 \text{ м}^3/\text{ч},$$

что меньше однократного воздухообмена.

Тепловыделение в данном случае компенсируется теплопотерями.

Объем помещения, приходящийся на одного работающего, равен

$$L^1 = V / n = 2260/32 = 70 \text{ м}^3.$$

Так как L более 40 м^3 , то при кратности воздухообмена по влаге меньшей единицы можно в зимний период искусственный воздухообмен не устраивать, ограничиваясь лишь проветриванием цеха.

б) в летний период: расчет воздухообмена ведем по тепловыделениям:

$$t_n = 30^\circ\text{C}; \quad Q_{\text{рад}} = 9800 \text{ ккал/ч}$$

Величина общего избыточного тепла:

$$Q_{\text{изб}} = 20400 + 9800 = 30200 \text{ ккал/ч.}$$

$$q_{\text{уд}} = Q_{\text{бр}} / L = 13,4 \text{ ккал/м}^3 \text{ ч} \leq 20 \text{ ккал/м}^3 \text{ ч}$$

В рассматриваемом цехе тепловыделения незначительны. Для таких цехов допускается в летний период

повышение температуры в рабочей зоне не более чем на 3°C сверх наружной температуры

$$T_{p3} = 30 + 3 = 33^\circ\text{C}$$

Определяем температуру верхней зоны, пользуясь температурным градиентом, который для механических цехов принимается на $0,3$.

$$T_{вз} = t_{p3} + (h - 2) * 0,3,$$

где h - высота цеха, м; 2 - высота рабочей зоны:

$$T_{p3} = 33 + (6 - 2) * 0,3 = 34,2^\circ\text{C}$$

Определяем расход приточного воздуха:

$$G = \frac{Q}{0,24(t_{вз} - t_n)} = 32200 \text{ кг/ч}$$

Найдем объем приточного воздуха:

$$L_{np} = \frac{G}{\gamma} = 27400 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

Кратность воздухообмена равна

$$n = \frac{L_{np}}{L} = 12,3 \text{ 1/ч}$$

Определяем мощность двигателя вентилятора по формуле

$$N = \frac{LHk}{3600 \times 102 \eta_e \eta_n},$$

где H - напор в вентиляционной системе.

Для механических цехов величина его устанавливается не более 100 кг/м^2 ;

$k = 1,15 - 1,2$ - коэффициент запаса; $0,5 - 0,6$ - КПД вентилятора;

$\eta_{п-КПД}$ передачи; $\eta_n = 0,9$ при использовании ременной передачи, $\eta_n = 1$ при установке вентилятора на одной оси с двигателем. $N = 7,8 \text{ кВт}$

Выберем двигатель мощностью 10 кВт .

Расчет местной отсасывающей вентиляции

Требуется рассчитать местную отсасывающую вентиляцию заточного станка.

Расчет вентиляции сводится к определению объема удаляемого воздуха

$$L = 3600 F V, \text{ м}^3/\text{ч}$$

где F - расчетная площадь открытых проемов, щелей и неплотностей укрытия, м^2 ;

V - минимальная расчетная скорость воздуха в открытом проеме, м/с.

Скорость всасывания пыли от абразивного инструмента должна быть в пределах (0,25 - 0,3) $V_{\text{окр}}$. Определяем окружную скорость абразивного круга:

$$V = \frac{\pi D_n}{60} = 31,4 \text{ м/с.}$$

Определяем скорость отсоса:

$$V = 0,3 * V_{\text{окр}} = 9,42 \text{ м/с.}$$

Определяем площадь всасывающего отверстия за вычетом площади круга и с учетом неплотностей ($\kappa = 1,2$):

$$F_{\text{вс}} = 1,2 (0,26 \times 0,6) - (0,2 \times 0,5) = 0,006 \text{ м}^2.$$

4. Определяем необходимый объем отсасываемого воздуха:

$$L = 3600 * 0,006 * 9,42 = 200 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Шум определяют как совокупность аperiodических звуков различной интенсивности и частоты. Окружающие человека шумы имеют разную интенсивность: разговорная речь – 50...60 дБ А, автосирена – 100 дБ А, шум двигателя легкового автомобиля – 80 дБА, громкая музыка – 70 дБА, шум от движения трамвая – 70...80 дБ А, шум в обычной квартире – 30...40 дБ А.

По спектральному составу в зависимости от преобладания звуковой энергии в соответствующем диапазоне частот различают низко, средние и высокочастотные шумы, по временным характеристикам – постоянные и непостоянные, последние, в свою очередь, делятся на колеблющиеся, прерывистые и импульсные, по длительности действия – продолжительные и кратковременные. С гигиенических позиций придается большое значение амплитудно-временным, спектральным и вероятностным параметрам непостоянных шумов, наиболее характерных для современного производства.

Интенсивный шум на производстве способствует снижению внимания и увеличению числа ошибок при выполнении работы, исключительно сильное влияние оказывает шум на быстроту реакции, сбор информации и аналитические процессы, из-за шума снижается производительность труда и ухудшается качество работы. Шум затрудняет своевременную реакцию работающих на предупредительные сигналы внутрицехового транспорта (автопогрузчиков, мостовых кранов и т. п.), что способствует возникновению несчастных случаев на производстве.

В биологическом отношении шум является заметным стрессовым фактором, способным вызвать срыв

приспособительных реакций. Акустический стресс может приводить к разным проявлениям: от функциональных нарушений регуляции ЦНС до морфологически обозначенных дегенеративных деструктивных процессов в разных органах и тканях. Степень шумовой патологии зависит от интенсивности и продолжительности воздействия, функционального состояния ЦНС и, что очень важно, от индивидуальной чувствительности организма к акустическому раздражителю. Индивидуальная чувствительность к шуму составляет 4...17 % . Считают, что повышенная чувствительность к шуму определяется сенсibilизированной вегетативной реактивностью, присущей 11 % населения. Женский и детский организм особенно чувствительны к шуму. Высокая индивидуальная чувствительность может быть одной из причин повышенной утомляемости и развития различных неврозов.

Шум оказывает влияние на весь организм человека: угнетает ЦНС, вызывает изменение скорости дыхания и пульса, способствует нарушению обмена веществ, возникновению сердечно-сосудистых заболеваний, гипертонической болезни, может приводить к профессиональным заболеваниям.

Шум с уровнем звукового давления до 30...35 дБ привычен для человека и не беспокоит его. Повышение этого уровня до 40...70 дБ в условиях среды обитания создает значительную нагрузку на нервную систему, вызывая ухудшение самочувствия и при длительном действии может быть причиной неврозов. Воздействие шума уровнем свыше 75 дБ может привести к потере слуха – профессиональной тугоухости. При действии шума высоких уровней (более 140 дБ) возможен разрыв барабанных перепонки, контузия, а при еще более высоких (более 160 дБ) и смерть.

Специфическое шумовое воздействие, сопровождающееся повреждением слухового анализатора, проявляется медленно прогрессирующим снижением слуха. У некоторых лиц серьезное шумовое повреждение слуха может

наступить в первые месяцы воздействия, у других – потеря слуха развивается постепенно, в течение всего периода работы на производстве. Снижение слуха на 10 дБ практически неощутимо, на 20 дБ – начинает серьезно мешать человеку, так как нарушается способность слышать важные звуковые сигналы, наступает ослабление разборчивости речи.

Оценка состояния слуховой функции базируется на количественном определении потерь слуха и производится по показателям аудиометрического исследования. Основным методом исследования слуха является тональная аудиометрия. При оценке слуховой функции определяющими приняты средние показатели порогов слуха в области восприятия речевых частот (500, 1000, 2000 Гц), а также потеря слухового восприятия в области 4000 Гц.

Критерием профессионального снижения слуха принят показатель средней арифметической величины снижения слуха в речевом диапазоне, равный 11 дБ и более. Помимо патологии органа слуха при воздействии шума наблюдаются отклонения в состоянии вестибулярной функции, а также общие неспецифические изменения в организме; рабочие жалуются на головные боли, головокружение, боли в области сердца, повышение артериального давления, боли в области желудка и желчного пузыря, изменение кислотности желудочного сока. Шум вызывает снижение функции защитных систем и общей устойчивости организма к внешним воздействиям.

Нормируемые параметры шума на рабочих местах определены КМК 2.01.08.96 РУз Защита от шума. и Санитарными нормами СН 2.2.4/2.1.8.562–96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки».

Любой шум характеризуется: с физической стороны - частотой колебаний, звуковым давлением, интенсивностью или силой звука; с физиологической стороны - громкостью звука, уровнем громкости и частотным интервалом.

Частота колебаний связана определенным соотношением со скоростью распространения звуковой волны и длиной волны:

$$f = \frac{c}{\lambda}$$

или

$$\lambda = \frac{c}{f} = cT,$$

где f - частота колебаний, Гц;

c - скорость распространения звуковой волны, м/с;

λ - длина волны, м;

$T = \frac{1}{f}$ – период колебаний, 1/Гц.

Ухо (слуховой анализатор) человека воспринимает звуковые колебания в воздухе в интервале 20 - 20 000 Гц. Наиболее чувствительно ухо к колебаниям от 100 до 3000 Гц. Колебания с частотой ниже 20 Гц называются инфразвуковыми (дозвуковыми). Колебания с частотой выше 20 000 Гц (в настоящее время используются частоты до 30 000 Гц) называются ультразвуковыми.

Звуковым давлением называют давление, возникающее дополнительно в среде при прохождении через нее звуковых волн. Следует указать, что в большинстве случаев ухо человека воспринимает звук, в котором звуковое давление изменяется по закону синусоиды:

$$p = A \sin 2\pi f r,$$

где p - звуковое давление, Па; A - амплитуда колебаний, мм; f - частота колебаний, Гц; r - время, с.

Интенсивностью или силой звука называется количество звуковой энергии, проходящее в единицу времени через единицу площади, направленной перпендикулярно движению волны.

Зависимость интенсивности звука от звукового давления выражается формулами:

а) для плоской волны

$$I = \frac{p^2}{\rho c},$$

откуда

$$p = \sqrt{I \rho c},$$

где I - интенсивность звука, Вт/м²;

p - звуковое давление, Па;

ρ - плотность среды, кг/м³;

c - скорость распространения звуковой волны, м/с;

ρ_c - волновое акустическое сопротивление, характеризующее звукоизолирующее свойство материала и степень отражения звуковых волн при переходе из одной среды в другую, кг/м²с;

б) для сферической звуковой волны

$$I = \frac{P}{4\pi r^2},$$

где I - интенсивность звука, Вт/м²; P - поток энергии звуковых сферических волн (мощность источника звука), Вт;

r - расстояние от источника звука, м.

Следует указать, что не всякое звуковое колебание воспринимается ухом как звук. Минимальная величина интенсивности звука, которую ощущает ухо человека, называется порогом слышимости или ощущения и обозначается I_0 , максимальная же интенсивность звука, которая воспринимается на слух и создает ощущение боли, называется болевым порогом и обозначается I_{max} . Значения обоих порогов - слышимости и болевого ощущения - различны в различных областях частот.

Международной организацией по стандартизации (ИСО) приняты в качестве пороговой интенсивности $I_0 = 10^{-12}$ Вт/м² с соответствующим ей звуковым давлением $p_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Па при частоте 1000 Гц и в качестве пороговой интенсивности $I_{max} = 10$ Вт/м² с соответствующим ей звуковым давлением $p_{max} = 2 \cdot 10^2$ Па и той же частоте. Таким образом, в диапазоне от порога слышимости до болевого порога интенсивность звука

увеличивается в $\frac{I_{\max}}{t_0} = \frac{10}{10^{-12}} = 10^{13}$ раз.

Физиологическое субъективное восприятие (ощущение) интенсивности звука человеком, так называемая громкость звука, не поддается точному количественному измерению. Оно оценивается по закону Вебера-Фехнера.

Согласно закону Вебера-Фехнера прирост создаваемой интенсивности звука I по отношению к интенсивности звука L_0 , с которой производится сравнение, оценивается по формуле

$$L = 101g \frac{I}{I_0},$$

где L - относительная величина, характеризующая громкость звука, дБ.

Эту величину принято называть уровнем интенсивности звука уровнем звукового давления или уровнем интенсивности шума;

I - создаваемая интенсивность звука, Вт/м² ;

I_0 - интенсивность звука на пороге слышимости, Вт/м².

Весь диапазон интенсивности звука от едва слышимых до оглушительных звуков укладывается в интервале от 10 до 130 дБ.

В практических расчетах все вычисления проводятся до целых чисел, так как изменения уровня звукового давления менее 1 дБ слухом не воспринимаются.

Уровень интенсивности звука можно определить также по звуковому давлению, поскольку интенсивность звука пропорциональна квадрату звукового давления согласно формуле

$$L = 101g \frac{I}{I_0} = 101g \frac{p^2}{p_0^2} = 201g \frac{p}{p_0}.$$

Отношение любой силы звука к силе звука на пороге слышимости, т.е. p/p_0 называется абсолютным уровнем звука.

Уровни интенсивности звука нескольких источников шума, выражаемых в децибелах, складывать арифметически нельзя, так как они определяются логарифмом отношения звуковых давлений. В этом случае квадрат суммарного звукового давления определяется как сумма средних квадратов составляющих давлений:

$$p_{\text{нóи}}^{-2} = p_1^{-2} + p_2^{-2} + p_3^{-2} + \dots + p_n^{-2},$$

откуда суммарное давление равно:

$$p_{\text{нóи}} = \sqrt{p_1^{-2} + p_2^{-2} + p_3^{-2} + \dots + p_n^{-2}},$$

а суммарный уровень интенсивности шума равен:

$$L_{\text{нóи}} = 201g \frac{p_{\text{нóи}}}{p_0}.$$

Суммарный уровень шума от нескольких одинаковых источников шума в равноудаленной от них точке можно определить по формуле

$$L_{\text{нóи}} = L_1 + 101gn,$$

где L_1 - уровень интенсивности звука одного источника, дБ; n - число источников шума.

Значения $101g n$ в зависимости от числа источников шума принимаются следующие.

Число источников шума

n 1 2 3 4 5 6 8 10 20 30 40 100

Величина $101g n$, 0 3 5 6 7 8 9 10 13 15 16 20

При одновременном действии двух источников с различными уровнями L_1 и L_2 суммарный уровень шума равен:

$$L_{\text{нóи}} = L_1 + \Delta L,$$

где L_1 - максимальный уровень звукового давления одного из 2-х источников; дБ,

ΔL - поправка, зависящая от разности между max и min уровнем давления (рис.2.1)

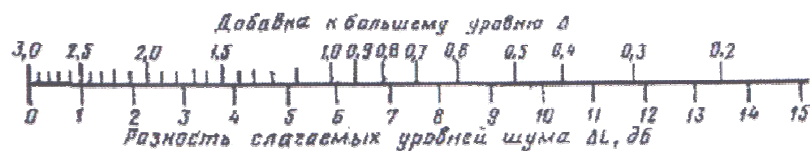


Рис.2.1. Шкала для сложения уровней звукового давления или звуковой мощности

$L_{max} -$	L_{mi}	1	10	20
ΔL		2,5	0,4	0

Суммарный уровень шума, возникающий от нескольких источников, работающих одновременно, подсчитывается по формуле

$$L_{\Sigma i} = 101g \sum_{i=1}^n 10^{0.1L_i},$$

где L_i - уровень интенсивности звука i -го источника шума; n - количество источников шума.

Особенности суммирования уровней источников шума имеют большое практическое значение для создания средств снижения шума. При большом числе источников шума заглушение нескольких из них практически не ослабит общий шум и для существенного ослабления шума необходимо в первую очередь заглушить наиболее мощные источники.

Аналогично уровням интенсивности звука устанавливаются и уровни звуковой мощности:

$$L_N = 101g \frac{N}{N_0},$$

где N - звуковая мощность источника шума, Вт; N_0 - пороговое значение звуковой мощности, Вт. По данным ИСО, пороговое значение звуковой мощности принимают равным 10^{-12} Вт.

Расчет по шуму

Требуется рассчитать звукоизолирующий кожух при условии, что уровень шума L_g не должен превышать 75 дБ;

Расчет звукоизолирующих свойств кожуха сводится к определению толщины его стенок, обеспечивающих соответствующее снижение шума.

Необходимая величина ослабления шума на рабочем месте равна

$$\beta = L_i - L_d + 5,$$

где L_i - уровень шума агрегата, дБ;

L_d - допустимый уровень шума, дБ.

Ослабление шума, производимое кожухом, все элементы которого одинаково звукопроизводны, определяются по формуле

$$\beta = V - 10Lq\alpha,$$

где V - величина звукоизоляции стенок кожуха, дБ;

α - средний коэффициент звукопоглощения внутренних поверхностей кожуха, определяемый из выражения

$$\alpha = (\alpha_1 S_1 + \alpha_2 S_2 + \dots + \alpha_n S_n) / (S_1 + S_2 + \dots + S_n),$$

где S_1, S_n - площади участков внутренней поверхности кожуха, покрытые материалом с коэффициентом поглощения

Величину звукоизоляции стенки (дБ), имеющей вес $P \leq 200$ кг/м², найдем из выражения

$$V = 13,5LqP + 13.$$

Кожух изготавливается из стального листа с облицовкой внутри асбестовым войлоком толщиной 10 мм с коэффициентом поглощения $\alpha_{\text{во}} = 0,32$.

1. Определим требуемую величину ослабления шума по формуле

$$\beta = 105 - 75 + 5 = 35 \text{ дБ.}$$

Определим величину ослабления шума β за счет стенок кожуха, решив формулу относительно V :

$$V = \beta + 10Lq\alpha = 30 \text{ дБ.}$$

Определим вес 1 м² стенок кожуха, необходимый для того, чтобы обеспечить звукоизоляцию 30 дБ, решив формулу относительно Р:

$$L_q P = (V-13) / 13,5 = 1,26$$

Отсюда Р = 18 кг/м² ;

Определим толщину листа h, зная удельный вес стали (γ = 7,8 кг/м²):

$$h = P / \gamma = 2,3 \text{ мм}$$

Кожух из стального листа толщиной 2,3 мм с внутренней облицовкой из асбестового войлока толщиной 10 мм уменьшит уровень шума машины до 75 дБ.

Характер шума - среднечастотный. Требуется:

а) определить необходимость акустической обработки цеха и разработать мероприятия по снижению шума до величины, допускаемой нормативами: L₀ = 90 дБ

б) определить параметры перегородки для снижения шума на участке точной сборки до L₀ = 65 дБ

Количество одновременно работающих токарных станков

$$N_1 = 35 \times 0,6 = 21$$

2. Общий уровень шума при одновременной работе токарных станков определяется из следующего выражения:

$$L_1 = L_0 + 10 \lg n_1 = 98 \text{ дБ},$$

3. Общий уровень шума при работе фрезерных станков определяется аналогично:

$$L_2 = 90 + 10 \lg 2 = 93 \text{ дБ},$$

4. Общий уровень шума в цехе определяется по формуле

$$L = L_1 + \Delta L,$$

где ΔL = 1- прибавка определяется в зависимости от разности

$$L_1 - L_2, \quad L = 99 \text{ дБ}$$

Общий уровень шума превышает допустимый на 9 дБ.

Для снижения шума используем перфорированные конструкции (облицовки). Произведем расчет потребной площади облицовок и величины снижения шума; результаты

расчета звукопоглощения А в цехе до его акустической обработки сведем в таблицу 2.1.

Таблица 2.1

Ограждение и материал	Площадь ограждения, S, м ²	Частота 125	Частота 125	Частота 500	Частота 500	Частота 2000	Частота 2000
		α	A=Sα	α	A=Sα	α	A=Sα
Пол асфальтный	836	0,01	8,6	0,01	8,6	0,015	12,9
Стены кирпичные	700	0,01	7,0	0,02	14	0,03	21,0
Потолок	124	0,01	12,	0,01	12,	0,01	12,4
ж/бетонный		0,04	4	0,03	4	0,02	2,2
Окна остекленные	112	0,1	4,5	0,06	3,4	0,08	2,0
Двери досчатые	24		2,4		1,3		
Итого	2950	-	35	-	39		50

Средний коэффициент звукопоглощения:

$$\alpha_{cp} = A / S_{общ}$$

на частоте 125, 500 и 2000 Гц соответственно равен 0,012, 0,013 и 0,017.

5. Определяем среднее значение коэффициента поглощения, необходимое для снижения шума на 9 дБ- подставив известное значение в формулу дБ,

$$\Delta L = 10 \lg \alpha_2 / \alpha_1,$$

где- α₂, α₁ коэффициент звукопоглощения до и после акустической обработки;

ΔL - величина требуемого снижения шума (9дБ), для 125 500 и 2000 Гц получим значения α_2 - 0,096; 0,103; 0,135.

6. Принимаем, что потолок цеха покрыт звукопоглощающими конструкциями из перфорированных древесно - волокнистых плит со звукопоглощающим слоем из минеральной ваты ($\gamma = 120 \text{ кг/м}^2$)

Параметры звукопоглощающей конструкции: диаметр перфораций $d = 6 \text{ мм}$, шаг $t_1 = 14 \text{ мм}$, толщина покровного листа = 4мм, толщина $t = 14 \text{ мм}$, толщина покровного листа = 4мм, толщина слоя звукопоглотителя $L = 25 \text{ мм}$, ширина воздушного промежутка до ограждающей конструкции - не менее 70 мм. Коэффициент поглощения конструкции на частотах 125, 500 и 2000 Гц соответственно равен 0,55; 0,76; 0,61.

Добавочное поглощение, вносимое в цех при подшивке акустического потолка на площади $S = 865 \text{ м}^2$, составит величину

$$A_{\text{доб}} = S(\alpha_k - \alpha_n)$$

где S - площадь звукопоглощающих конструкций, м^2 .

α_k - коэффициент звукопоглощения облицовки;

α_n - коэффициент звукопоглощения потолка (до облицовки).

На частотах $f = 125, 500$ и 2000 Гц величина $A_{\text{доб}}$ равна соответственно 467, 520, 650 м^2 .

Величина полного звукопоглощения $A_{\text{п}} = A + A_{\text{доб}}$ на этих же частотах составляет 502, 559, и 700, 5 м^2 .

7. Определяем средний коэффициент звукопоглощения в Цехе после акустической обработки

$$\alpha_{\text{ср}} = A_{\text{п}} / A_{\text{об}},$$

где $A_{\text{п}}$ - полное звукопоглощение;

$S_{\text{общ}}$ - общая площадь ограждающих поверхностей, м^2 .

Для частот 125, 500 и 2000 Гц, коэффициент звукопоглощения 0,17; 0,19; 0,23.

8. Расчетная величина снижения шума в цехе на частотах 125, 500 и 2000 Гц $\Delta L = 11,5; 11,6; 11,3 \text{ дБ}$, т.е. удовлетворяет поставленным требованиям.

Следует отметить, что в расчете не учитывалось звукопоглощение оборудования, инвентаря и обслуживающего персонала.

Учет его увеличивает первоначальный средний коэффициент поглощения ($\alpha_{\text{ср}}$) и, следовательно, эффективность облицовки будет несколько меньше расчетной.

Определяем требуемую величину ослабления шума в помещении конструкторского бюро по формуле:

$$\beta = 89 - 65 + 5 = 29 \text{ дБ}$$

Определяем величину ослабления шума за счет кирпичной перегородки, решив формулу относительно V :

$$V = 40 \text{ дБ.}$$

11. Определяем вес 1 м^2 перегородки, решив формулу относительно P .

$$L_q P = 2. \text{ Отсюда } P = 100 \text{ кг/м}^2.$$

Стена в полкирпича обеспечит требуемую звукоизоляцию.

Задание на самостоятельную работу:

Задача 1. Определить уровень интенсивности шума на компрессорной станции, если известно, что звуковое давление $p_0 = 2 \cdot 10^{-5}$. Решение. По формуле (2.1

Согласно уровень интенсивности шума будет равен:

Задача 2. Определить снижение уровня интенсивности шума, создаваемого компрессором в помещение АТП, на расстояние $r = 15 \text{ см}$ от источника шума, если измеренный уровень шума на расстоянии 1 м от него $L_{\text{ист}} = 115 \text{ дБ}$.

Решение. Согласно формуле (3.34) снижение уровня интенсивности шума в зависимости от расстояния от источника будет равно:

Задача В компрессорной АТП установлены три компрессора с уровнем интенсивности шума каждого по 95 дБ. Определить суммарный уровень интенсивности шума от этих источников.

Задача Определить суммарный уровень громкости шума на испытательной станции авторемонтного предприятия от работы двигателей с уровнями шума соответственно равными: $L_1=105$ дБ; $L_2=98$ дБ $L_3=96$ дБ.

Малые механические колебания, возникающие в упругих телах или телах, находящихся под воздействием переменного физического поля, называются вибрацией. Воздействие вибрации на человека классифицируют: по способу передачи колебаний; по направлению действия вибрации; по временной характеристике вибрации.

В зависимости от способа передачи колебаний человеку, вибрацию подразделяют на общую, передающуюся через опорные поверхности на тело сидящего или стоящего человека, и локальную, передающуюся через руки человека. Вибрация, воздействующая на ноги сидящего человека, на предплечья, контактирующие с вибрирующими поверхностями рабочих столов, также относится к локальной.

По направлению действия вибрацию подразделяют на: вертикальную, распространяющуюся по оси x , перпендикулярной к опорной поверхности; горизонтальную, распространяющуюся по оси y , от спины к груди; горизонтальную, распространяющуюся по оси z , от правого плеча к левому плечу.

По временной характеристике различают: постоянную вибрацию, для которой контролируемый параметр за время наблюдения изменяется не более чем в 2 раза (6 дБ); непостоянную вибрацию, изменяющуюся по контролируемым параметрам более чем в 2 раза.

Вибрация относится к факторам, обладающим высокой биологической активностью. Выраженность ответных реакций обуславливается главным образом силой энергетического воздействия и биомеханическими свойствами человеческого тела как сложной колебательной системы. Мощность колебательного процесса в зоне контакта и время этого контакта являются главными параметрами, определяющими развитие вибрационных патологий, структура которых зависит от частоты и амплитуды колебаний, продолжительности воздействия, места приложения и направления оси вибрационного воздействия, демпфирующих свойств тканей, явлений резонанса и других условий.

Между ответными реакциями организма и уровнем воздействующей вибрации нет линейной зависимости. Причину этого явления видят в резонансном эффекте. При повышении частот колебаний более 0,7 Гц возможны резонансные колебания в органах человека. Резонанс человеческого тела, отдельных его органов, наступает под действием внешних сил при совпадении собственных частот колебаний внутренних органов с частотами внешних сил. Область резонанса для головы в положении сидя при вертикальных вибрациях располагается в зоне между 20...30 Гц, при горизонтальных – 1,5...2 Гц.

Особое значение резонанс приобретает по отношению к органу зрения. Расстройство зрительных восприятий проявляется в частотном диапазоне между 60 и 90 Гц, что соответствует резонансу глазных яблок. Для органов, расположенных в грудной клетке и брюшной полости, резонансными являются частоты 3...3,5 Гц. Для всего тела в

положении сидя резонанс наступает на частотах 4...6 Гц.

Вибрационная патология стоит на втором месте (после пылевых) среди профессиональных заболеваний. Рассматривая нарушения состояния здоровья при вибрационном воздействии, следует отметить, что частота заболеваний определяется величиной дозы, а особенности клинических проявлений формируются под влиянием спектра вибраций. Выделяют три вида вибрационной патологии от воздействия общей, локальной и толчкообразной вибраций.

При действии на организм общей вибрации страдает, в первую очередь, нервная система и анализаторы: вестибулярный, зрительный, тактильный. Вибрация является специфическим раздражителем для вестибулярного анализатора, причем линейные ускорения – для отолитового аппарата, расположенного в мешочках преддверия, а угловые ускорения – для полукружных каналов внутреннего уха.

У рабочих вибрационных профессий отмечены головокружения, расстройство координации движений, симптомы укачивания, вестибуло-вегетативная неустойчивость. Нарушение зрительной функции проявляется сужением и выпадением отдельных участков полей зрения, снижением остроты зрения, иногда до 40 %, субъективно – потемнением в глазах. Под влиянием общих вибраций отмечается снижение болевой, тактильной и вибрационной чувствительности. Особенно опасна толчкообразная вибрация, вызывающая микротравмы различных тканей с последующими реактивными изменениями. Общая низкочастотная вибрация оказывает влияние на обменные процессы, проявляющиеся изменением углеводного, белкового, ферментного, витаминного и холестерина обмена, биохимических показателей крови.

Вибрационная болезнь от воздействия общей вибрации и толчков регистрируется у водителей транспорта и операторов транспортно-технологических машин и агрегатов, на заводах железобетонных изделий. Для водителей машин, трактористов,

бульдозеристов, машинистов экскаваторов, подвергающихся воздействию низкочастотной и толчкообразной вибраций, характерны изменения в пояснично-крестцовом отделе позвоночника. Рабочие часто жалуются на боли в пояснице, конечностях, в области желудка, на отсутствие аппетита, бессонницу, раздражительность, быструю утомляемость. В целом картина воздействия общей низко- и среднечастотной вибрации выражается общими вегетативными расстройствами с периферическими нарушениями, преимущественно в конечностях, снижением сосудистого тонуса и чувствительности.

Бич современного производства, особенно машиностроения – локальная вибрация. Локальной вибрации подвергаются главным образом люди, работающие с ручным механизированным инструментом. Локальная вибрация вызывает спазмы сосудов кисти, предплечий, нарушая снабжение конечностей кровью. Одновременно колебания действуют на нервные окончания, мышечные и костные ткани, вызывают снижение кожной чувствительности, отложение солей в суставах пальцев, деформируя и уменьшая подвижность суставов.

Колебания низких частот вызывают резкое снижение тонуса капилляров, а высоких частот – спазм сосудов.

Сроки развития периферических расстройств зависят не столько от уровня, сколько от дозы (эквивалентного уровня) вибрации в течение рабочей смены. Преимущественное значение имеет время непрерывного контакта с вибрацией и суммарное время воздействия вибрации за смену. У формовщиков, бурильщиков, заточников, рихтовщиков при среднечастотном спектре вибраций заболевание развивается через 8...10 лет работы. Обслуживание инструмента ударного действия (клепка, обрубка), генерирующим вибрацию среднечастотного диапазона (30...125 Гц), приводит к развитию сосудистых, нервно-мышечных, костно-суставных и других

нарушений через 12...15 лет. При локальном воздействии низкочастотной вибрации, особенно при значительном физическом напряжении, рабочие жалуются на ноющие, ломящие, тянущие боли в верхних конечностях, часто по ночам. Одним из постоянных симптомов локального и общего воздействия является расстройство чувствительности. Наиболее резко страдает вибрационная, болевая и температурная чувствительность.

К факторам производственной среды, усугубляющим вредное воздействие вибраций на организм, относятся чрезмерные мышечные нагрузки, неблагоприятные микроклиматические условия, особенно пониженная температура, шум высокой интенсивности, психоэмоциональный стресс. Охлаждение и смачивание рук значительно повышают риск развития вибрационной болезни за счет усиления сосудистых реакций. При совместном действии шума и вибрации наблюдается взаимное усиление эффекта в результате его суммации, а возможно, и потенцирования.

Усугубляющее влияние сопутствующих факторов учитывается при расчете показателей вероятности вибрационной болезни. В табл. 3.1 приведены значения расчетных коэффициентов K повышения риска вибрационной болезни в зависимости от уровня сопутствующего шума, температуры окружающей среды и категории тяжести работ. Изменение коэффициентов K для шума и температуры находятся в линейной зависимости от значения изменяемого фактора, и поэтому промежуточные значения подсчитывают по экспериментальным формулам:

$$K_{ш} = (L_{ш} - 80)0,025 + 1,$$

$$K_{то} = (20 - T_o)0,08 + 1,$$

где $K_{ш}$ – коэффициент влияния шума; $K_{то}$ – коэффициент влияния температуры.

Таблица 3.1

Коэффициент повышения риска вибрационной болезни в зависимости от уровня сопутствующего шума, температуры окружающей среды и категории тяжести работ

Уровень звука, дБ А	80	90	100	110	120
$K_{ш}$	1	1,25	1,5	1,75	2
Изменение уровня звука на 1 дБ А соответствует $K_{ш} = 0,025$					
Температура воздуха рабочей зоны, °С	+20	+10	0	–10	–20
$K_{то}$	1	1,8	2,6	3,4	4,2
Изменение температуры воздуха на 1 °С соответствует $K_{то} = 0,08$					
Категория тяжести труда	I		II		IV
$K_{тяж}$	1		1,2		2

Пример. Работа с перфоратором ПТ-29 ($L_{экв} = 128$ дБ) производится при температуре 4 °С и сопровождается шумом уровнем $L_{экв} = 116$ дБ. Необходимо определить срок и вероятность риска вибрационной болезни в этих условиях. Известно, что на пятом году работы без усугубляющих факторов вероятность вибрационной болезни составляет 1,4 %. Коэффициенты влияния сопутствующих факторов (шума и охлаждения) соответственно равны $K_{ш} = (116 - 80)0,025 + 1 = 1,9$, $K_{то} = (20 - 4) \cdot 0,08 + 1 = 2,28$. Категория тяжести труда – III, $K_{тяж} = 1,5$.

Отсюда, вероятность вибрационной болезни составляет $1,4 \cdot 1,9 \cdot 2,28 \cdot 1,5 = 9,1$ % при стаже 5 лет. Сопутствующие факторы увеличили риск вибрационной болезни в 6,5 раз (9,1:1,4). Длительное систематическое воздействие вибрации приводит к развитию вибрационной болезни (ВБ), которая включена в список профессиональных заболеваний. Эта болезнь диагностируется, как правило, у работающих на производстве; в условиях населенных мест (ВБ) не регистрируется, несмотря на наличие многих источников

вибрации (наземный и подземный транспорт, промышленные источники и др.). Лица, подвергающиеся воздействию вибрации окружающей среды, чаще болеют сердечно-сосудистыми и нервными заболеваниями и обычно предъявляют много жалоб общесоматического характера.

Гигиеническое нормирование вибраций регламентирует параметры производственной вибрации и правила работы с виброопасными механизмами и оборудованием, ГОСТ 12.1.012–90 «ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования», Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.556–96 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий». Документы устанавливают: классификацию вибраций, методы гигиенической оценки, нормируемые параметры и их допустимые значения, режимы труда лиц виброопасных профессий, подвергающихся воздействию локальной вибрации, требования к обеспечению вибробезопасности и к вибрационным характеристикам машин.

При гигиенической оценке вибраций нормируемыми параметрами являются средние квадратичные значения виброскорости v (и их логарифмические уровни L_v) или виброускорения для локальных вибраций в октавных полосах частот, а для общей вибрации – в октавных или треть октавных полосах. Допускается интегральная оценка вибрации во всем частотном диапазоне нормируемого параметра, а также по дозе вибрации D с учетом времени воздействия.

Виброизоляция является основным средством борьбы с распространением вибраций за счет понижения колебательной энергии по пути ее распространения к излучателю. Производственные агрегаты, в которых обычно возникают вибрации, вследствие различного рода дисбалансов, передают эти вибрации непосредственно основанию и фундаменту. Далее эти вибрации «рассекаются» в виде упругих волн от фундамента машины или станка по конструкции здания в помещение, где проявляются в виде шума.

Таблица 3.2

Характеристики вибропоглощающих материалов

Материал	Динамический модуль упругости E_n^1 , Па	Коэффициент потерь, η	Модуль потерь покрытия $E_n^1 = E_n^1 \eta E_n^1$, Па
Мастика:			
№579	$8 \cdot 10^8$	0,15	$1,2 \cdot 10^8$
№580	$6 \cdot 10^8$	0,25	$1,5 \cdot 10^8$
№213	$1,1 \cdot 10^8$	0,40	$0,44 \cdot 10^8$
ВД 17-58	$6 \cdot 10^8$	0,44	$2,64 \cdot 10^8$
ВД 17-59	$8,2 \cdot 10^8$	0,30	$2,46 \cdot 10^8$
«Антивибрит-2»	$3 \cdot 10^9$	0,44	$1,32 \cdot 10^9$
	$1,1 \cdot 10^9$	0,15	$1,7 \cdot 10^8$
Линолеум ПХВ	$8 \cdot 10^8$	0,45	$3,6 \cdot 10^8$
Пластик № 378	$4,5 \cdot 10^8$	0,18	$8,1 \cdot 10^8$
Пластик 485	$8 \cdot 10^8$	0,42	$3,36 \cdot 10^9$

Показателем эффективности какого-либо амортизатора является коэффициент передачи виброизоляции (коэффициент амортизации, коэффициент виброизоляции) k_n . Этот коэффициент показывает, какая доля динамической силы агрегата передается амортизатором фундаменту. Виброизоляция тем лучше, чем меньше значение коэффициента.

Коэффициент передачи виброизоляции зависит от величины отношения силы F_a , действующей на основание при установке амортизатора, к возмущающей силе F ли определяется отношением частоты f возмущающей силы к частоте f_0 собственных колебаний системы:

$$kn = \frac{F_a}{F} = \frac{1}{1 - \left(\frac{f}{f_0}\right)^2}.$$

В формуле не учитывается трение в амортизаторах.

Как видно из формулы, уменьшение силы F_a зависит от соотношения частот f и f_0 .

Если $f < f_0$ система оказывает возмущающей силе F упругое сопротивление, последняя действует как статическая и целиком передается основанию, сила F_a возрастает, коэффициент передачи становится больше единицы, передача вибраций увеличивается.

При $f = f_0$ наступает явление резонанса, при котором сила F_a и амплитуда колебаний резко возрастают. В этом случае трение в системе оказывает положительное воздействие, уменьшая колебания. По этой причине пружинные амортизаторы, обладающие малым затуханием, часто совмещают с резиновыми прокладками и вкладышами.

При $f = \sqrt{2}f_0$ резонансное явление исчезает, коэффициент передачи становится равным единице. При дальнейшем увеличении частоты f во всех случаях, когда $f > \sqrt{2}f_0$, система оказывает возмущающей силе F инерционное сопротивление, при этом коэффициент передачи виброизоляции становится меньше единицы, передача вибраций уменьшается.

Таким образом, установка амортизаторов дает тем больший эффект, чем больше частоты f и f_0 отличаются друг от друга. Для получения положительного результата, во всяком случае, должно выполняться условие: $f / f_0 > \sqrt{2}$.

Для получения значительного эффекта должно быть выдержано следующее соотношение $f / f_0 = 4$.

Для того чтобы вибрации, передаваемые через фундаменты, амортизаторы, не превышали установленных норм, необходимо при проектировании и расчетах учитывать как статические, так и динамические нагрузки и правильно

выбирать конструкцию, размеры и материал фундамента и амортизаторов.

Расчет амортизаторов проводится по методикам, изложенным в инструкциях, строительных нормах и правилах.

Приближенный расчет амортизаторов из различных упругих материалов выполняют обычно только для вертикальных колебаний в следующем порядке. Определяют частоту возмущающей силы:

$$f = n,$$

где f - частота возмущающей силы, Гц; n - частота вращения шкива машины, c^{-1} .

Определяют статическую осадку под действием веса установки:

$$x_{cm} = \frac{P}{k},$$

откуда

$$k = \frac{P}{x_{cm}},$$

где P - вес установки, Н; k - жесткость амортизатора, Н/см².

Определяют частоту собственных колебаний f_0 установки в зависимости от величины статической осадки амортизаторов:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{Pg}{x_{cm}P}} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{9,81}{x_{cm}}} \approx \frac{0,5}{\sqrt{x_{cm}}},$$

где m - масса установки, кг; g - ускорение силы тяжести, см/с².

Находят коэффициент передачи виброизоляции, по формуле.

$$\text{Период колебаний: } T = \frac{t}{N},$$

$$\text{Частота колебаний: } \gamma = \frac{1}{T} = \frac{1}{C} = C^{-1},$$

Кроме того, имеется эмпирическая формула для определения статического прогиба по заданному коэффициенту передачи виброизоляции:

$$k_n = \frac{9 \cdot 10^6}{x_{cm} n^2}, \text{ или}$$

$$x_{cn} = \frac{9 \cdot 10^6}{k_n n^2},$$

где n - частота вращения вала двигателя установки, об/мин.

Таблица 3.2

Допустимое напряжение a , модуль упругости E и допустимая величина статической осадки $x_{ст}$,

Материалы	σ , Па	E , Па	$\frac{E}{\sigma}$	$x_{ст}$, см
Губчатая резина	2,94	294	100	0,0 1h
Мягкая резина	7,84	490	63	0,016h
Ребристая резиновая плита	7,84-9,81	392,4 - 294	50	0,02h
Резина средней жесткости	29,43 -39,24	1932-2452,5	64 - 20	(0,015-0.016)h
Пробка натуральная	14,71 -19,62	294-392,4	60	(0,010-0.017)h
Плита из пробковой крошки	5,48-9,81	588,6	100	(0,010-0,015)h
Войлок мягкий		196,2	65-100	0,0155h
Войлок жесткий	1,93-2,91	882,9		
прессованный	13,83		64	

Расчет по вибрации

Пример-1. Машина весом $P_0 = 350$ кг с числом оборотов $n = 970$ об/м. Требуется рассчитать виброизоляцию машины. В качестве амортизаторов предполагается использовать пружины. Расчет их сводится к определению диаметра пружины d и числа витков h по формулам:

$$D = \sqrt{16 Pr / \pi R}$$

$$h = d^4 C_T / 64 r^3 q ,$$

где p - вес машин, приходящийся на каждую пружину, кг;

r -средний радиус витка пружин, см;

$R_s = 43 \times 10^5$ кг/см² - допускаемое напряжение на кручение пружинной стали;

$C_T = 8 \times 10^5$ кг/см² - модуль упругости пружины при сдвиге;

q - жесткость амортизатора, кг/см ;

С учетом веса кожуха $p = 40$ кг общий вес машины составит $P = 690$ кг.

Определим основную частоту колебаний машины

$$f = \frac{970}{60} = 16 \text{ Гц},$$

2. Примем частоту собственных колебаний машины на амортизаторах приблизительно в 3 раза меньше основной частоты, т.е. $f_a = 5$ гц.

3. Определяем необходимый статический прогиб $X_{ст}$ по формуле:

$$f_a = \frac{5}{\sqrt{X_{ст}}}$$

Откуда $X_{ст} = 1$.

4. Определим упругость пружин из выражения

$$q = P / X_{ст} = 690 \text{ кг/см}.$$

Машину смонтируем на четырех амортизаторах, поэтому жесткость каждой пружины будет равна

$$q_1 = q / 4 = 690 / 4 = 170 \text{ кг/см}$$

5. Определяем значение нагрузки на одну пружину (вводя некоторый запас прочности до 200 кг) при той же жесткости $q_1 = 170 \text{ кг/см}$.

Тогда статический прогиб будет равен
 $X_1 = 200/170 = 1,2 \text{ см}$

6. Определяем диаметр проводки и число рабочих витков пружины, выбрав по конструктивным соображениям:

$r = 1,8 \text{ см}$
 $d = 0,75 \text{ см}$
 $n = 4 \text{ раб.витка.}$

7. Определяем полное число витков пружины:
 $n_1 = n + 1,5 = 5,5$.

8. Найдем высоту пружины в свободном состоянии
 $h_0 = d(n + 1) + X_1 = 4,95 \text{ см}$

9. Определяем высоту пружины h под рабочей нагрузкой
 $h = h_0 - X_1 = 3,75 \text{ см.}$

За счёт колебания (от 5,95 см до 3,75) уменьшение вибрации может составлять 3 раз. Здесь энергия колебательного движения превращается в вибрационную.

Ощущение зрения происходит под воздействием видимого излучения (света), которое представляет собой электромагнитное излучение с длиной волны 0,38...0,76 мкм. Чувствительность зрения максимальна к электромагнитному излучению с длиной волны 0,555 мкм (желто-зеленый цвет) и уменьшается к границам видимого спектра.

Освещение характеризуется количественными и качественными показателями. К количественным показателям относятся:

световой поток Φ — часть лучистого потока,

воспринимаемая человеком как свет; характеризует мощность светового излучения, измеряется в люменах (лм);

сила света J — пространственная плотность светового потока; определяется как отношение светового потока $d\Phi$, исходящего от источника и равномерно распространяющегося внутри элементарного телесного угла $d\Omega$, к величине этого угла; $J = d\Phi/d\Omega$; измеряется в канделах (кд);

освещенность E — поверхностная плотность светового потока; определяется как отношение светового потока $d\Phi$, равномерно падающего на освещаемую поверхность dS (м^2), к ее площади: $E = d\Phi/dS$, измеряется в люксах (лк);

яркость L поверхности под углом α к нормали — это отношение силы света dJ_α , излучаемой, освещаемой или светящейся поверхностью в этом направлении, к площади dS проекции этой поверхности, на плоскость, перпендикулярную к этому направлению: $L = d\Phi/(dS \cos \alpha)$, измеряется в $\text{кд} \cdot \text{м}^{-2}$.

Для качественной оценки условий зрительной работы используют такие показатели как фон, контраст объекта с фоном, коэффициент пульсации освещенности, показатель освещенности, спектральный состав света.

Фон — это поверхность, на которой происходит различение объекта. Фон характеризуется способностью поверхности отражать падающий на нее световой поток. Эта способность (коэффициент отражения ρ) определяется как отношение отраженного от поверхности светового потока $\Phi_{отр}$ к падающему на нее световому потоку $\Phi_{пад}$; $\rho = \Phi_{отр}/\Phi_{пад}$. В зависимости от цвета и фактуры поверхности значения коэффициента отражения находятся в пределах 0,02...0,95; при $\rho > 0,4$ фон считается светлым; при $\rho = 0,2...0,4$ — средним и при $\rho < 0,2$ — темным.

Контраст объекта с фоном k — степень различения объекта и фона — характеризуется соотношением яркостей рассматриваемого объекта (точки, линии, знаки, пятна,

трещины, риски или других элементов) и фона; $k = (L_{op} - L_o) / L_{op}$ считается большим, если $k > 0,5$ (объект резко выделяется на фоне), средним при $k = 0,2 \dots 0,5$ (объект и фон заметно отличаются по яркости) и малым при $k < 0,2$ (объект слабо заметен на фоне).

Коэффициент пульсации освещенности k_p – это критерий глубины колебаний освещенности в результате изменения во времени светового потока

$$k_p = 100 (E_{\max} - E_{\min}) / (2E_{\text{ср}});$$

где E_{\max} , E_{\min} , $E_{\text{ср}}$ – максимальное, минимальное и среднее значения освещенности за период колебаний;

для газоразрядных ламп $k_p = 25 \dots 65 \%$, для обычных ламп накаливания $k_p \approx 7 \%$, для галогенных ламп накаливания $k_p = 1 \%$.

Показатель ослепленности P_o – критерий оценки слепящего действия, создаваемого осветительной установкой,

$$P_o = 1000 * (V_1 / V_2 - 1),$$

где V_1 и V_2 – видимость объекта различения соответственно при экранировании и наличии ярких источников света в поле зрения.

Экранирование источников света осуществляется с помощью щитков, козырьков и т.п.

Видимость V характеризует способность глаза воспринимать объект. Она зависит от освещенности, размера объекта, его яркости, контраста объекта с фоном, длительности экспозиции. Видимость определяется числом пороговых контрастов в контрасте объекта с фоном, т.е. $V = k / k_{\text{пор}}$, где $k_{\text{пор}}$ – пороговый или наименьший различимый глазом контраст, при небольшом уменьшении которого объект становится неразличим на этом фоне.

При освещении производственных помещений

используют естественное освещение, создаваемое прямыми солнечными лучами и рассеянным светом небосвода и меняющемся в зависимости от географической широты, времени года и суток, степени облачности и прозрачности атмосферы; искусственное освещение, создаваемое электрическими источниками света, и совмещенное освещение, при котором недостаточное по нормам естественное освещение дополняют искусственным.

Конструктивно *естественное освещение* подразделяют на боковое (одно- и двухстороннее), осуществляемое через световые проемы в наружных стенах; верхнее – через аэрационные и зенитные фонари, проемы в кровле и перекрытиях; комбинированное – сочетание верхнего и бокового освещения.

Искусственное освещение по конструктивному исполнению может быть двух видов – общее и комбинированное. Систему *общего освещения* применяют в помещениях, где по всей площади выполняются однотипные работы (литейные, сварочные, гальванические цехи), а также в административных, конторских и складских помещениях. Различают общее равномерное освещение (световой поток распределяется равномерно по всей площади без учета расположения рабочих мест) и общее локализованное освещение (с учетом расположения рабочих мест).

Задачей светотехнического расчета осветительной установки является: определение числа и мощности источников света, обеспечивающих нормальную освещенность (с учетом коэффициента запаса), а также определение фактической освещенности, создаваемой установкой.

Все применяемые способы расчета освещения можно разбить на две группы.

В первую включается метод коэффициента использования светового потока и метод удельной мощности, являющейся разновидностью метода коэффициента

использования светового потока, приемы расчета которого упрощены за счет применения таблиц удельной мощности. Методы применяются для расчета равномерно освещенной горизонтальной поверхности.

Во вторую группу включается точечный метод, применение которого целесообразно для расчета поверхностей с повышенной неравномерностью освещения (местное освещение, локализованное освещение), а также для расчета освещенности вертикальных и наклонных поверхностей.

Метод удельной мощности. Основная формула метода удельной мощности

$$P = \frac{WS}{Nn},$$

где P - мощность лампы в светильнике, Вт; S – площадь помещения, м²; N- число светильников; n - количество ламп в одном светильнике; W- значение удельной мощности, Вт/м², необходимое для обеспечения нормированного освещения помещения.

После подстановки в формулу известных значений определяют расчетную мощность светильника, выбирают стандартную лампу, мощность которой не более, чем на 10-20% отличается от расчетной.

Значение удельной мощности W определяют по таблицам удельной мощности для заданного типа светильников зависимости от размера помещения S, высоты подвеса светильника над рабочей поверхностью H_п и нормированной освещенностью E_н (табл. 4.1).

Значения удельной мощности для заданного типа светильников типа ОД и ПВЛМ с люминесцентными лампами напряжением 220В

Таблица 4.1.

Нормированная освещенность E _н , лк	Значение удельной мощности, Вт/м ² , при высоте подвеса светильника 3-4 м и площади помещения, м ²									
	15-20		30-50		50-120		120-300		300	
	ОД	ПВЛМ	ИОД	ПВЛМ	ОД	ПВЛМ	ОД	ПВЛМ	ОД	ПВЛМ
75	7,2	8,4	5,5	6,7	4,3	4,9	3,7	4,3	3,4	3,
100	9,6	11,2	7,3	7,5	5,8	6,6	4,9	5,7	4,5	4
150	14,4	16,8	11	11,2	8,7	9,8	7,4	8,6	6,8	-
200	19,2	22,4	14,6	15	11,6	13,	9,8	11,	9	-
300	29	33,6	22	22,4	17,4	2	14	4	13,6	-

Под относительным расстоянием между светильниками понимают отношение расстояния между ними L к высоте подвеса над освещаемой поверхностью H_п. Наивыгоднейшие значения L/H_п для наиболее распространенных светильников следующие: «Люцетта» - 1,6, «Шар» молочного стекла - 1,6; ОД, ОДР - 1,4; ВОД, ПВЛ-1 - 1,5; ШОД, ШЛП- 1,3.

Метод использования коэффициента светового потока

оперирует формулой

$$F = \frac{E \cdot S \cdot K \cdot Z}{n \cdot \eta}$$

где F - световой поток лампы, лм; E - заданная минимальная освещенность, Лк; K - коэффициент запаса; S - площадь освещаемого помещения, м²; Z - коэффициент минимальной освещенности; n –число, ламп в светильнике, η - коэффициент использования светового потока.

Этой формулой можно пользоваться для расчета мощности ламп при известном их количестве, для расчета количества ламп при известной их мощности, а также для проверки освещенности.

Рассмотрим подробнее коэффициенты, входящие в формулу.

Коэффициент использования светового потока η - показывает, какая часть светового потока светильника попадает на рабочую поверхность.

Величина коэффициента зависит от типа светильника, коэффициентов отражения стен p , потолка p_{nom} , расчетной плоскости p_p , индекса помещения I , который равен:

$$i = \frac{S}{H_n(A+B)},$$

где S - площадь помещения, m^2 ; H_n - расчетная высота подвеса светильника над рабочей поверхностью, m ; A и B - величины сторон помещения, m ;

Значения коэффициентов использования светового потока для случаев, когда $p_{nom} = 50$, $p_c = 30$ и $p_p = 10\%$

Таблица 4.2

Индекс помещения, i	Значение коэффициента использования светового потока для ламп, %			
	Лц	ОД	ПВЛ	ОДОР
0,5	18	25	10	20
0,8	31	36	18	31
1,0	36	42	22	35
1,5	43	52	29	43
2,0	48	57	33	48
2,5	51	60	37	51
3,0	53	63	39	53

Коэффициент минимальной освещенности Z зависит от светораспределения светильников и их расположения в пространстве. Он учитывает, что в реальных условиях

неизбежна некоторая неравномерность освещения поверхностей. Значения коэффициента колеблются от 1 до 1,5. При расположении светильников близком к наивыгоднейшему его можно принять 1,1-1,2.

Коэффициент запаса K учитывает снижение освещенности. В случае освещения помещений люминесцентными лампами, он равен: 1,5 - при запыленности помещения менее 5 мг/м^3 ; 1,8 - при запыленности помещения темной пылью от 5 до 10 мг/м^3 ; 2,0 - при запыленности более 10 мг/м^3 . При освещении лампами накаливания этот коэффициент соответственно равен 1,3; 1,5; 1,7.

Точечный метод применяется для расчета освещения: горизонтальных равномерно и неравномерно освещенных поверхностей, вертикальных и наклонных поверхностей, местного освещения.

Кроме того, он применяется для проверки результатов, полученных методом удельной мощности и методом коэффициента использования светового потока.

Если метод используется для расчета освещения горизонтальной поверхности, то формулы метода принимают вид:

при определении мощности (светового потока) лампы, необходимой для создания заданной освещенности

$$\Phi = \frac{1000EK}{\mu \sum e},$$

при определении освещенности, создаваемой лампами с известным потоком,

$$E = \frac{\Phi \mu \sum e}{1000K},$$

где $\sum e$ - сумма условных освещенностей (для контрольной точки); μ - коэффициент дополнительной освещенности, учитывающий действие удаленных светильников и отраженного света; K - коэффициент запаса.

Значение коэффициента μ колеблется от 1,0 до 1,3. Для производственных помещений автотранспортных предприятий μ можно считать равным 1,1 - 1,15 и только при заведомо хорошо отражающих потолках и стенах μ можно повышать до 1,2 - 1,25.

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

Второй способ позволяет проводить расчет значительно быстрее, чем первый.

Расчет освещенности горизонтальной поверхности E_r от точечного источника с использованием кривых светораспределения светильника ведется в следующей последовательности:

1. Определяется тангенс угла падения светового луча в расчетную точку от каждого источника:

$$\operatorname{tga} = \frac{d}{H_n},$$

где d - расстояние от расчетной точки до проекции оси симметрии светильника на плоскость, ей перпендикулярную и проходящую через расчетную точку; H_n - высота подвеса светильника над расчетной точкой.

2. По найденному тангенсу определяют угол a и $\cos^3 a$.

3. По кривой распределения силы света заданного светильника определяется сила света I_0 словной лампы для найденного угла a .

4. Подсчитывается освещенность горизонтальной поверхности от каждого светильника с условной лампой:

$$e_r = \frac{J_q \cos^3 a}{H_n^2},$$

5. Суммарная условная освещенность горизонтальной поверхности в проверяемой точке равна сумме освещенностей от отдельных источников

$$\sum e_r = e_{r1} + e_{r2} + e_{r3} + \dots e_{rn},$$

6. Определяется реальная освещенность горизонтальной поверхности в проверяемой точке

$$E_r = \frac{\Phi \mu \sum e_r}{1000 K}$$

Освещенность на наклонной поверхности E_n определяется по формуле

$$E_n = E_r \left(\cos \theta + \frac{1}{H_n} - \sin \theta \right),$$

где l - кратчайшее расстояние от проекции оси симметрии светильника на горизонтальную плоскость, проходящую через точку расчета, до следа с расчетной плоскостью; H_n - высота подвеса светильника над горизонтальной плоскостью, проходящей через точку; θ - угол наклона расчетной плоскости по отношению к плоскости перпендикулярной оси симметрии светильника.

Таблица 4.3.

Характеристики наиболее распространенных люминесцентных ламп напряжением 220В

Типы ламп	Параметры	Значение параметров при мощности ламп, Вт					
		15	20	30	40	65	80
ЛДЦ	Ф, лм	500	820	1450	2100	3050	3560
	η, лм/Вт	33,4	41	48,5	52,5	47	44,5
ЛД	Ф, лм	590	920	1640	2340	3570	4070
	η, лм/Вт	39,4	46	54,8	58,5	55	51

ЛХБ	Φ, лм	675	935	1720	2600	3820	4440
	η, лм/Вт	45	46,7	57,4	65	58,7	5,55
ЛБ	Φ, лм	760	1180	2100	3000	4550	5220
	η, лм/Вт	50,7	59	70	75	70	65,3

Расчет естественного освещения

$$100S_{\Phi}/S_{\text{н}}=e_{\text{н}} \eta_{\Phi}/\tau_0 r_2 ,$$

где S_{Φ} - площадь фонарей;

$S_{\text{н}}$ - площадь пола помещения;

$e_{\text{н}}$ - нормируемое значение к.е.о., определяемое в соответствии с КМК

η_{Φ} - световая характеристика фонаря;

τ_0 - общий коэффициент светопропускания светового проема;

r_2 -коэффициент, учитывающий повышение к.е.о. при отраженном свете.

Помещение механического цеха относится по зрительным условиям работы к III разряду. Нормируемое значение к.е.о. определяется из выражения:

$$e_{\text{н}} = e m c,$$

где $e = 5\%$;

m - коэффициент светового климата; $m = I$;

C - коэффициент солнечности; $c = I$.

Произведем расчет необходимых размеров фонарей, используя формулу (I).

$$S_{\Phi} = S_{\text{н}} e_{\text{н}} \eta_{\Phi} / 100 \tau_0 r_2 = 330 \text{ м}^2)$$

Здесь $\eta_{\Phi} = 2,35$ при $L/L_0 = 4$, $h/L_0 = 0,4$ при числе пролетов 3, если фонарь имеет двухстороннее трапецевидное остекление.

$$\tau_0 = \tau_1 \tau_2 \tau_3 \tau_4 \tau_5$$

где $\tau_1 = 0,9$, если стекло одинарное листовое;

$\tau_2 = 0,75$, если переплеты стальные открывающиеся;

$\tau_3 = 0,65$, если загрязнение фонарей незначительно;

$\tau_4 = 0,9$, если несущие конструкции стальные;

$\tau_5 = I$, если отсутствуют солнцезащитные устройства.

$r_2 = 1,15$ при $(7,2-0,8)/18 = 0,37$, $p = 0,5$ и количество пролетов 3.

3. Определяем высоту окон

$$H = 300 / (72 \times 2) = 2 \text{ м.}$$

Так как высота фонарей должна быть кратна 0.6. то принимается равной 1,8 м.

Коэффициент естественной освещенности (КЕО) =

$$\text{КЕО} = \frac{E_{\text{внутр.}}}{E_{\text{наружн.}}} \cdot 100\%$$

где $E_{\text{вн}}$ - освещенность какой-либо точки горизонтальной поверхности, находящейся внутри помещения [лк];

$E_{\text{н}}$ - освещенность какой-либо точки, находящейся снаружи помещения на расстоянии 1 м от здания [лк];

Нормируемое освещение через площадь остекления $S_{\text{ост}}$ определяют по формуле:

$$e_{\text{н}} = S_{\text{ост}} / S_{\text{пом}} \cdot 100\%$$

Зрительные работы подразделяются на восемь разрядов:

$$\begin{array}{lll} e^{\text{I}} = 38\% & e^{\text{III}} = 18\% & e^{\text{V}} = 11\% \\ e^{\text{II}} = 28\% & e^{\text{IV}} = 14\% & e^{\text{VI}} = 7\% \end{array}$$

Задание на самостоятельную работу

Задача 1

Определить коэффициент естественной освещенности и проверить соответствуют ли условиям освещенности в цехе требованиям норм, если известно, что освещенность участка относится к III разряду зрительных работ.

$$E_{\text{вн}} = 490 \text{ лк}$$

$$E_{\text{сн}} = 6000 \text{ лк.}$$

Задача 2

Определить достаточность естественного освещения цеха, относящегося ко 2 разряду зрительных работ, если площадь цеха 1550 м^2 , а площадь остекления 160 м^2

Задача 3. Определить необходимую площадь остекления цеха, если площадь цеха 1550 м^2 относится к III разряду зрительных работ

Варианты

Площадь цеха. м^2	1660	1250	1850	960	1100	1450	1500
площадь остекления, м^2	120	100	160	80	110	60	80
Разряд зрительных работ	III	II	I	IV	V	VI	II

Расчет искусственного освещения

Примем в качестве источника света люминесцентные лампы. По нормам искусственного освещения для предприятий машиностроения освещенность E в цехе должна быть не ниже 200лк.

Примем уровень рабочей поверхности $h_p = 0,8\text{ м}$, а высоту света $h_0 = 0,4\text{ м}$ (светильник должен находиться выше верхнего края кран-балки).

Высота подвеса светильника будет равна

$$h = 7,2 - 0,8 - 0,4 = 6\text{ м}$$

Так как не предусмотрены особые требования к правильной цветопередаче, то для освещения выберем люминесцентные лампы ЛБ - 80 со световым потоком $\Phi_{\text{л}} = 43250\text{ лм}$. Для освещения цеха применим светильник прямого света с защитной решеткой типа ОДР2 х 80. Расстояние между рядами к высоте подвеса равно 1,1 - 1,3. Следовательно, расстояние между рядами должно быть в пределах

$$(1,1-1,3) \cdot 6 = 6,6-7,8\text{ м}$$

Примем для освещения пролета 3 полосы светильников с расстояния между рядами 7,5 м, а между колоннами и рядами 1,5 м.

Удельная мощность для получения освещенности 200 лк лампами ЛБ - 80 и светильниками ОДР должна быть равна $12,4\text{ Вт/м}^2$

Определим потребную мощность ламп:

$$1296 \times 12,4\text{ м}^2 = 16070\text{ Вт}$$

Определим необходимое количество ламп:

$$N = 16070/80 = 201\text{ шт.}$$

Отсюда определяем, что в каждом ряду должно быть установлено $201/3 = 67$ ламп или 34 двухламповых светильника.

Пример 2. Площадь производственного помещения $(8 \times 14) = 112\text{ м}^2$, высота $N = 4,5\text{ м}$. Для освещения использованы универсальные лампочки. Минимальный объем освещении $E = 100\text{ Лк}$. Расстояния между светильниками $l = 4\text{ м}$. Вычислить произвольный объем искусственного освещения.

Вычисление:

Вычисление установки единиц лампочек,

$$n = S/l^2 = 112/16 = 7,0\text{ единиц}$$

Вычисление высоты установки светильников,

$$N_{\text{с. ч}} = N - (h_p + h_n) = 4,5 - (1,2 + 0,5) = 2,8\text{ м}$$

Коэффициент освещения (Z), вычисляем с помощью $1/N_{\text{с. ч}}$

$$1/N_{\text{с. ч}} = 4/2,8 = 1,4$$

С помощью коэффициента освещения из таблиц 1 находим для Универсальных ламп $Z = 0,975$

Коэффициент допустимой освещенности,

$$\varphi = a \cdot v / N_{\text{с. ч}}(a+v) = 8 \cdot 14 / 2,8(8+14) = 112 / 61,6 = 1,82$$

С помощью φ находим из таблицы-2 коэффициент допустимой работоспособности $\varphi = 1,82$ тогда равно $\eta = 0,85$

Вырабатываемый объем освещенности.

$$F_{\text{с. ч}} = k \cdot E \cdot S / n \cdot Z \cdot \eta = 1,4 \cdot 100 \cdot 112 / 7 \cdot 0,950 \cdot 0,85 = 4716\text{ Лм}$$

Из таблицы 3 с помощью $F_{\text{с. ч}}$ находим общий объем мощности.

$$F_{e.ch} = 4716 \text{ Лм тогда } N_{ech} = 300 \text{ Вт}$$

Пример 3. Площадь лекционного помещения (6x18)=108 м². Высота комнаты N=4 м. В Аудиторию по два ряда расположены n=14 единиц электрических ламп типа «Люменистент». Если расстояния между светильниками l=3,5м вычислить минимальный объем напряжения.

Вычисление:

$$\text{Коэффициент допустимой освещенности, } \varphi = a \cdot v / N_{e.ch} (a + v) = 6 \cdot 18 / 2,7(6 + 18) = 108 / 64,8 = 1,67$$

$$\text{Из табл.2 } \varphi = 1,67 \text{ тогда } \eta = 0,41$$

$$N_{e.ch} = N - (h_p + h_n) = 4 - (0,8 + 0,5) = 2,7$$

коэффициент допустимой работоспособности

$$Z = l / N_{e.ch} = 4 / 2,7 = 1,5 \text{ тогда из таблицы- 1. } Z=0,867$$

Вырабатываемый объем освещенности.

$$F_{e.ch} = k \cdot E \cdot S / n \cdot Z \cdot \eta = 1,3 \cdot 100 \cdot 108 / 14 \cdot 0,867 \cdot 0,41 = 2821 \text{ Лм}$$

K равно из таблицы- .4.

Из таблицы-3 $F_{e.ch} = 2821 \text{ Лм}$ тогда объем напряжения $N_{e.ch} = 300 \text{ Вт}$. Это естественный объем мощности,
 $E = F_{e.ch} \cdot n \cdot Z \cdot \eta / k \cdot S = 2821 \cdot 14 \cdot 0,867 \cdot 0,41 / 1,3 \cdot 108 = 145 \text{ Лк}$

Таблица 4. 1.

Коэффициент освещения (Z)

Виды ламп	Коэффициент освещения Z с помощью l / N _{e.ch}						
$Z = l / N_{e.ch}$	0.8	1.0	1.2	1.4	1.5	1.75	2.0
Универсал	0.650	0.770	0.938	0.975	0.915	0.912	0.845
Люменист.	0.545	0.660	0.785	0.915	0.967	0.734	0.595

Таблица- 2

Коэффициент допустимой работоспособности (η)

Виды ламп	С помощью коэффициента освещенности φ <i>равно η</i>							
φ	0.5	0.6	0.8	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0
Универсал	0.17	0.22	0.28	0.32	0.40	0.43	0.47	0.48
Люменистент	0.16	0.21	0.26	0.31	0.41	0.47	0.50	0.52

Таблица 4.3.

Объем освещенности (F_{e.ch}) вычисляется минимальное напряжение

Виды ламп	Объем напряжения, Вт								
Вт	75	100	150	200	300	500	750	1000	1500
Универсал	840	1240	1900	2700	4350	8100	13100	18200	28000
Люменист	1380	1520	1740	1960	2480	2720	3440	4320	6345

таблица 4.

Коэффициент (κ)

Классификация комнаты	Коэффициент, (κ) 1 Сек	
	Лампы Люменистент	Лампы Универсальные

Максимально вырабатываемые пыль	2	1,7
Средне вырабатываемые пыль	1,8	1,5
Минимально вырабатываемые пыль	1,5	1,3

Опорные слова и словосочетания: трубопровод, газопровод, предохранительные и взрывные клапаны, муфты, тормоза.

Одной из важнейших задач охраны труда - обеспечение безопасности работающих, то есть обеспечение такого состояния условия труда, при котором исключено воздействие на работающих опасных и вредных производственных факторов. Нанесение травмы человеку в условиях производство

обусловлено наличием физических и химических опасных производственных факторов.

Физические факторы - это движущиеся машины и элементы оборудования, изделия, материалы; повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования или материалов; опасное напряжение электрических сетей; энергия сжатого воздуха, газа и др.

Химические факторы - это воздействие на человека ядовитых, едких и раздражающих веществ.

Пространство, в котором постоянно действуют или периодически возникает производственный фактор, опасный для человека, называется **опасной зоной**. Размеры опасной зоны могут быть постоянными и переменными в пространстве.

Средства защиты работающих по характеру их применения делятся на две категории: коллективные и индивидуальные. Общие требования к средствам защиты: сочетание защитных функций с обеспечением оптимальных условий для трудовой деятельности; высокая степень защитной эффективности; надёжность и удобство обслуживания машин и механизмов; учёт индивидуальных особенностей оборудования. На производстве имеются следующие технические средства обеспечения безопасности труда: оградительные устройства (ограждения 0, создающие преграду между человеком и опасным фактором; предохранительные устройства на случай аварийных режимов - отключение оборудования при нарушении контролируемого параметра (температуры, давления, перемещения, величины тока или напряжения, усилия); тормозные устройства - для быстрой остановки движущихся частей машин и оборудования; блокировочные устройства, обеспечивающих фиксацию частей механизма в определённом состоянии; сигнализация о наступающей или наступившей опасности (световая, звуковая, цветная и знаковая). Безопасность производственных процессов обеспечивается комплексом проектных и организационных решений, заключающихся в соответствующем выборе

технологических процессов, рабочих операций, порядка обслуживания оборудования; применение комплексной механизации, автоматизации и дистанционного управления; правильным выбором принципов действия, конструктивных схем, материалов, рабочих процессов; включением требований в техническую документацию по монтажу, эксплуатации, ремонту, транспортированию и хранению.

К средствам защиты от механического травмирования относятся предохранительные тормозные, оградительные устройства, средства автоматического контроля и сигнализации, знаки безопасности, системы дистанционного управления. Системы дистанционного управления и автоматические сигнализаторы на опасную концентрацию паров, газов, пылей применяют чаще всего во взрывоопасных производствах и производствах с выделением в воздух рабочей зоны токсичных веществ.

Предохранительные защитные средства предназначены для автоматического отключения агрегатов и машин при отклонении какого-либо параметра, характеризующего режим работы оборудования, за пределы допустимых значений. Таким образом, при аварийных режимах (увеличении давления, температуры, рабочих скоростей, силы тока, крутящих моментов и т. п.) исключается возможность взрывов, поломок, воспламенений. В соответствии с ГОСТ 12.4.125–83 предохранительные устройства по характеру действия бывают блокировочными и ограничительными.

Блокировочные устройства по принципу действия подразделяют на механические, электронные, электрические, электромагнитные, пневматические, гидравлические, оптические, магнитные и комбинированные.

Ограничительные устройства по конструктивному исполнению подразделяют на муфты, штифты, клапаны, шпонки, мембраны, пружины, сильфоны и шайбы.

Блокировочные устройства препятствуют

проникновению человека в опасную зону, либо во время пребывания его в этой зоне устраняют опасный фактор.

Особенно большое значение этим видам средств защиты придается на рабочих местах агрегатов и машин, не имеющих ограждений, а также там, где работа может вестись при снятом или открытом ограждении.

Механическая блокировка представляет собой систему, обеспечивающую связь между ограждением и тормозным (пусковым) устройством. При снятом ограждении агрегат невозможно растормозить, а следовательно, и пустить его в ход (рис.5.1).

Электрическую блокировку применяют на электроустановках с напряжением от 500 В и выше, а также на различных видах технологического оборудования с электроприводом. Она обеспечивает включение оборудования только при наличии ограждения. Электромагнитную (радиочастотную) блокировку применяют для предотвращения попадания человека в опасную зону. Если это происходит, высокочастотный генератор подает импульс тока к электромагнитному усилителю и поляризованному реле. Контакты электромагнитного реле обесточивают схему магнитного пускателя, что обеспечивает электромагнитное торможение привода за десятые доли секунды. Аналогично работает магнитная блокировка, использующая постоянное магнитное поле.

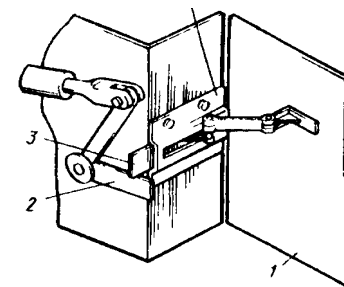


Рис. 5.1. Схема механической блокировки:

1- ограждение; 2–рычаг тормоза; 3–запорная планка; 4–
направляющая

Оптическая блокировка находит применение в кузнечно-прессовых и механических цехах машиностроительных заводов. Световой луч, попадающий на фотоэлемент, обеспечивает постоянное протекание тока в обмотке блокировочного электромагнита. Если в момент нажатия педали в рабочей (опасной) зоне штампа окажется рука рабочего, падение светового тока на фотоэлемент прекращается, обмотки блокировочного магнита обесточиваются, его якорь под действием пружины выдвигается и включение пресса педалью становится невозможным.

Преимуществом блокировки с радиационными датчиками является то, что они позволяют производить бесконтактный контроль, так как не связаны с контролируемой средой. В ряде случаев при работе с агрессивными или взрывоопасными средами в оборудовании, находящемся под большим давлением или имеющем высокую температуру, блокировка с применением радиационных датчиков является единственным средством для обеспечения требуемых условий безопасности.

Пневматическая схема блокировки широко применяется в агрегатах, где рабочие тела находятся под повышенным давлением: турбинах, компрессорах, воздуходувках и т. д. Ее основным преимуществом является малая инерционность. **На Аналогична по принципу действия гидравлическая блокировка.**

Примерами ограничительных устройств являются элементы механизмов и машин, рассчитанные на разрушение (или несрабатывание) при перегрузках. К слабым звеньям таких устройств относятся: срезные штифты и шпонки, соединяющие вал с маховиком, шестерней или шкивом; фрикционные муфты, не передающие движения при больших крутящих моментах; плавкие предохранители в электроустановках; разрывные

мембраны в установках с повышенным давлением и т. п. Слабые звенья делятся на две основные группы: звенья с автоматическим восстановлением кинематической цепи после того, как контролируемый параметр пришел в норму (например, муфты трения), и звенья с восстановлением кинематической цепи путем замены слабого звена (например, штифты и шпонки). Срабатывание слабого звена приводит к останову машины на аварийных режимах.

Тормозные устройства подразделяют: по конструктивному исполнению –на колодочные, дисковые, конические и клиновые; по способу срабатывания – на ручные, автоматические и полуавтоматические; по принципу действия – на механические, электромагнитные, пневматические, гидравлические и комбинированные; по назначению –на рабочие, резервные, стояночные и экстренного торможения.

Расчёты по технике безопасности

Пример 1. Привод станка состоит из ряда передаточных механизмов. Крутящий момент на валу двигателя 1,5 н.м. на шпинделе-20 н.м. Одним из передаточных механизмов является клиноременная передача, наружный диаметр большого шкива $D = 300$ мм, а внутренний $d = 30$ мм, вес $P = 2$ кг, а число оборотов $n = 1000$ об/мин.

Требуется рассчитать:

- толщину стенки ограждения клиноременной передачи;
- предохранительную кулачковую муфту, защищающую привод от перегрузки;
- дисковый тормоз, служащий для торможения привода.

а) Расчет ограждения

Расчет производим из условия прочности стенки при ударе разорвавшимся шкивом.

1. Определяем окружную скорость вращения шкива

$$V = \frac{\pi d n}{1000 \times 60} = 15,7 \text{ м/с}$$

2. Определяем радиус центра тяжести половины шкива

$$r_0 = \frac{4(R^3 - r^3)}{3\pi(R^2 - r^2)} = 0,007 \text{ м}$$

3. Определяем кинетическую энергию шкива при разрыве

$$k = 9,81 \frac{PV^2}{q2r^2}$$

4. Если в качестве материала выбрать литую сталь, то ее толщина должна быть 10,5 мм.

б) Расчет предохранительной муфты

Предохранительную муфту рекомендуется устанавливать около места приложения нагрузки, поэтому расположим ее у шпинделя.

Условия равновесия элементов кулачковой предохранительной муфты в момент включения выражается следующим равенством

$$P_{np} = P \cdot \left[tq(\alpha - \varphi) - \frac{D}{d} \lambda \right] = pk,$$

где P_{np} - сила отдачи пружины;

$P = 2M_{кр}/D$ - окружная сила на кулачках;

$D = (1,6 - 2) d$ - диаметр кулачков с винтовой рабочей поверхностью;

$\alpha = 40 - 50^\circ$ - угол наклона рабочей поверхности кулачка, град;

$\varphi = 5 - 6^\circ$ - угол трения между кулачками, град;

d - диаметр гладкого вала, на котором установлена подвижная муфта;

$\lambda = 0,15 - 0,17$ - приведенный коэффициент трения в шлицевом соединении подвижной полумуфты.

$D_{шд} = 30$ мм диаметр впадин будет равен 26 мм.

Определяем наружный диаметр кулачков

$$D = 2 d = 2 \times 26 = 52 \text{ мм.}$$

Определяем ширину кулачков

$$B_k = 0,15 \times D = 52 \text{ мм.}$$

Определяем величину хода подвижной втулки

$$h = 0,5 \times b_k = 4 \text{ мм}$$

4. Определяем окружную силу на кулачках при полном выключении

$$P = \frac{2M_{np}}{D} = 769 \text{ н}$$

5. Определяем силу отдачи пружины при полном выключении муфты, используя формулу $P = 415 \text{ н}$

6. Наружный диаметр ступицы подвижной полумуфты $d_{ст} = 1,5$, $d = 39$ мм. На такую ступицу можно поместить пружину наружным диаметром $D = 50$ мм. Зная наружный диаметр и требуемую при полном включении силу по одной из нормалей на пружины, например, по нормали станкостроения D81 - 1, можно подобрать требуемую пружину: $D' = 50$ мм, диаметр проволоки $d' = 5$ мм, номинальная сила пружины $P_n = 530 \text{ н}$, шаг в свободном состоянии $t = 14$ мм, материал пружины - сталь 60 С

в) Расчет дискового тормоза

Местом установки тормоза является наиболее быстроходный вал, где действуют наименьшие по величине крутящие моменты. Тормозной момент дискового тормоза определяется по формуле

$$M_T = z \mu QR, \text{ н.см,}$$

где z - число пар поверхности трения;

μ - коэффициент трения, принимается из табл.;

Q - осевое усилие, н;

R - радиус действия силы трения, эквивалентной действию всех элементарных сил трения на площади контакта фрикционной пары, см.

Применим для привода тормоза электромагнит с тяговым усилием 98 н. Пусть по конструктивным соображениям внутренний радиус дисков должен быть равен $R_v = 5$ см, а наружный $R_n = 10$ см. Материалы фрикционной пары -

сталь и чугун. При отсутствии смазки коэффициент трения будет равным 0,2.

1. Определяем необходимое число пар, используя формулу

$$z = \frac{150}{0,2 \times 98 \times 7,5} = 10$$

Таким образом, для обеспечения тормозного момента в 1,5 н м **требуется** 10 пар трения.

Количество электрических травм в общем числе невелико, до 1,5%. Для электрических установок напряжением до 1000V количество электрических травм достигает 80%.

Причины получения электротравм:

Прикосновение к токоведущим частям, находящимся под напряжением;

Прикосновение к отключенным частям, на которых напряжение может иметь место:

в случае остаточного заряда;

в случае ошибочного включения электрической установки или несогласованных действий обслуживающего персонала;

в случае разряда молнии в электрическую установку или вблизи;

прикосновение к металлическим не токоведущим частям или связанного с ними электрический оборудования (корпуса, кожухи, ограждения) после перехода напряжения на них с токоведущих частей (возникновение аварийной ситуации — пробой на корпусе).

Поражение напряжением шага или пребывание человека в поле растекания электрического тока, в случае замыкания на землю.

Поражение через электрическую дугу при напряжении электрической установки выше 1кВ, при приближении на недопустимо-малое расстояние.

Действие атмосферного электричества при газовых разрядах.

Освобождение человека, находящегося под напряжением.

Факторы, влияющие на исход поражения электрическим током:

Род тока (постоянный или переменный, частота 50Гц наиболее опасна)

Величина силы тока и напряжения.

Время прохождения тока через организм человека.

Путь или петля прохождения тока.

Состояние организма человека.

Условия внешней среды.

Человек дистанционно не может определить пребывает ли установка под напряжением или нет.

Ток, который протекает через тело человека, действует на организм не только в местах контакта и по пути протекания тока, но и на такие системы как кровеносная, дыхательная и сердечно-сосудистая.

Возможность получения электрических травм имеет место не только при прикосновении, но и через напряжение шага и через электрическую дугу.

Проходя через тело человека, электрический ток оказывает на него биологические (сокращение мышц, паралич дыхания и сердца, раздражение и возбуждение нервных окончаний), электролитические (разложение крови и плазмы), термические (ожоги, нагрев тканей и биологических сред) и механические (разрыв и расслоение тканей) воздействия. Электрический ток, проходя через тело человека оказывает термическое влияние, которое приводит к отекам (от покраснения, до ошугливания), электролитическое (химическое), механическое, которое может привести к разрыву тканей и мышц; поэтому все электрический травмы делятся на: местные; общие (электроудары).

Местные электрические травмы
электрические ожоги (под действием электрического тока);
электрические знаки (пятна бледно-желтого цвета);
металлизация поверхности кожи (попадание расплавленных частиц металла электрический дуги на кожу);

электроофтальмия (ожог слизистой оболочки глаз).
 Общие электрический травмы (электроудары):
 1 степень: без убитки сознания
 2 степень: с потерей
 3 степень: без поражения работы сердца
 4 степень: с поражением работы сердца и органов дыхания
 Крайний случай состояние клинической смерти
 (остановка работы сердца и нарушение снабжения кислородом
 клеток мозга. В состоянии клинической смерти находятся до 6-
 8 мин.)

При воздействии электрического тока или дуги могут
 возникнуть электрические удары – внутренние, общие
 поражения организма человека, связанные: с едва ощутимым
 сокращением мышц; судорожными сокращениями мышц,
 сопровождающимися сильными болями без потери сознания;
 потерей сознания и нарушением сердечной деятельности и
 (или) дыхания; потерей сознания, но с сохранившимся
 дыханием и работой сердца; состоянием клинической смерти в
 результате фибрилляции сердца или асфиксии. При местном
 воздействии электрического тока возникают электротравмы:
 контактные, дуговые или смешанные электроожоги (четыре
 степени); металлизация кожи частицами расплавленного
 металла; электрические знаки (метки различной формы и цвета,
 безболезненные, исчезающие со временем); электроофтальмия
 (воспаление наружной оболочки глаз); механические травмы,
 вызванные непроизвольным сокращением мышц. Тяжесть
 поражения электрическим током зависит от силы тока,
 сопротивления тела человека, пути и времени протекания тока
 через организм, рода (переменный или постоянный) и частоты
 тока, условий среды и индивидуальных особенностей человека.

Современная техника неразрывно связана с
 использованием энергии. Нарушение правил техники
 безопасности, недостаточная культура обслуживания
 электроустановок могут вызвать поражение людей
 электрическим током.

Степень опасности электротравмы зависит от величины
 напряжения, под которое попал человек, времени воздействия
 тока и некоторых других факторов.

Величина тока при кратковременном воздействии

Время действия тока на человека, с	0,2	0,5	0,7	1,0
Допустимая сила тока, проходящего через человека, А	250	100	75	65
Допустимое напряжение прикосновения, В	175	100	80	75

Основные меры безопасности:

1. не проводить работы под напряжением (кроме осмотра
и операций измерения);
2. располагать токоведущие провода на высоте,
недоступной для случайного прикосновения;
3. использовать защитные блокировки, автоматически
исключающие неправильные действия;
4. применять индивидуальные средства защиты
(перчатки, боты, коврики);
5. использовать пониженное напряжение в тех
приёмниках электро-энергии, где имеется вероятность
прикосновения к частям, находящимся под напряжением
(ручной инструмент, переносное освещение).

Основные меры, обеспечивающие электробезопасность
 при прикосновении к конструктивным частям
 электрооборудования, которые могут оказаться под
 напряжением из-за повреждения изоляции, заключаются в
 контроле сопротивления изоляции, замене сетей, имеющих
 пониженное сопротивление изоляции, применении заземления
 (зануления) и защитного отключения.

Заземлением называется намеренное соединение корпусов электрооборудования с контуром, имеющим непосредственную связь с землёй.

Сопротивление R_H заземляющего устройства, к которому присоединены нейтрали генераторов и трансформаторов, должно быть не более 10 Ом. Исключение составляют заземляющие устройства, к которым присоединяются нейтрали генераторов и трансформаторов мощностью 100 кВА и меньше. В этих условиях заземляющие устройства могут иметь сопротивление не более 10 Ом.

Для создания внешнего контура заземления используются одиночные заземлители из угловой стали, стальных труб, металлических стержней, стальных полос и т.п. Наименьшие размеры заземлителей, находящихся в земле: газопроводные трубы, толщина стенок 3,5; угловая сталь, толщина полок 4мм; стержни диаметром 6мм.

Расчёты по электробезопасности

Нейтрал высоковольтной и низковольтной стороны трансформатора нормально изолировано от земли. Нагрузка всех фаз равномерная.

Сопротивление изоляции фаз относительно земли равно 9000 Ом.

Грунт возле цеха суглинистый, с удельным сопротивлением $\rho = 15 \times 10^3$ Ом/см.

Требуется рассчитать:

а) величину тока, протекающего через тело человека при прикосновении его к корпусу электрооборудования (станку), находящемуся под напряжением;

б) искусственное защитное заземление, к которому присоединяются корпуса электрооборудования;

в) величину тока, проходящего через человека при прикосновении его к заземленному корпусу оборудования, который находится под напряжением.

Определяем величину тока I_p , протекающего через тело человека при прикосновении его к корпусу, оказавшемуся под напряжением

$$I_r = \frac{U_{\phi}}{R_r + \frac{R_{из}}{3}} = 55 \text{ мА}$$

Такая величина тока, безусловно, опасна для человека. Для обеспечения безопасности человека спроектируем защитное заземление.

В качестве искусственного защитного заземления выберем заземлители из стальных газопроводных труб диаметром $d = 5$ см, длиной $L_T = 300$ см и стальную полосу, соединяющую трубы в контур шириной $b = 4$ см. Расчетная глубина заложения труб $h_T = 50$ см.

2. Определяем сопротивление одиночного трубчатого заземлителя /10,11/ по формуле

$$R_{mp} = 0,336 \frac{\rho}{l} \left[\lg \frac{2l}{d} + 0,5 \lg \frac{4h+l}{4h-l} \right]$$

Допустимое же сопротивление заземляющего устройства должно быть согласно Правилам устройства

электроустановок для данной мощности трансформатора $R_{д} \leq 4$ Ом

3. Для снижения сопротивления заземления увеличим число труб- заземлителей и определим их количество

$$h = \frac{R_{o.з}}{R_y K_{э.т}} = 18 \text{ см}$$

Коэффициент взаимного экранирования труб $K_{э.т}$ выбираем в зависимости от отношения расстояния между трубами к их длине a/L_T . При $a = 600$ см и $a/L = 2$ для контурного заземления $K_{э.т} = 0,6$.

4. Определяем длину стальной полосы, необходимую для соединения труб- заземлителей в один контур

$$L_n = 1,05 \cdot a_n = 11340 \text{ см}$$

5. Определяем сопротивление заземлителя из стальной полосы

$$R_n = \frac{\rho}{2\pi L_n} \ln \frac{2L_n}{bh_n} = 2.94 \text{ Ом}$$

6. Определяем сопротивление всего заземляющего устройства

$$R_{г.з} = \frac{1}{\frac{K_{э.п.т}}{R_n} + \frac{nK_{э.т}}{R_{о.з}}} = 2,85 \text{ Ом}, \quad \text{где}$$

$K_{э.п.т.} = 0,32$ - коэффициент взаимного экранирования труб с полосой. Расчетная величина сопротивления всего заземляющего устройства вполне удовлетворяет требованиям Правил устройства электроустановок.

Определяем величину тока, проходящего через человека при прикосновении его к заземленному корпусу оборудования, который находится под напряжением

$$I_r = \frac{1.3U_{л}}{3R_r + R_{из} + \frac{R_r R_{из}}{R_{г.з}}} = 0,2 \text{ мА}$$

Такая величина тока не опасна для человека.

В зависимости от прикосновения человека к сети разделяют однополюсное (человек, стоящий на земле, касается одной рукой неизолированного провода) и двухполюсное прикосновение человека. Наиболее опасным является двухполюсное прикосновение.

Для упрощения примем, что:

- сеть с малой емкостью (при этом сопротивление изоляции, $R_{из}$ значительно меньше емкости сопротивления изоляции $X_{с_{из}}$);

- сопротивление пола $R_{пол}$ и сопротивление обуви $R_{об}$ равны нулю;

- сопротивление изоляции каждого провода

относительно земли равны, т.е.
 $R_{из1} = R_{из2} = R_{из3} = \dots = R_{из}$.

Для однопроводной сети с заземленным полюсом («земля» используется в качестве второго провода) ток, протекающий при однополюсном прикосновении человека к неизолированному (токоведущему) проводу $I_{ч}$, можно

определить по формуле (рис. 6.1) $I_{ч} = \frac{U}{R_{ч}}$.

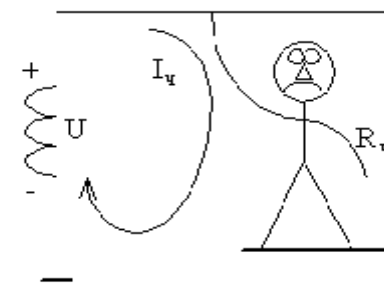


Рисунок 6.1.

В любом случае следует учитывать, что в каждый данный момент времени ток протекает от «плюса» до минуса источника напряжения по пути наименьшего сопротивления.

Для двухпроводной сети с изолированными от земли проводами (рис. 6.2.) имеем:

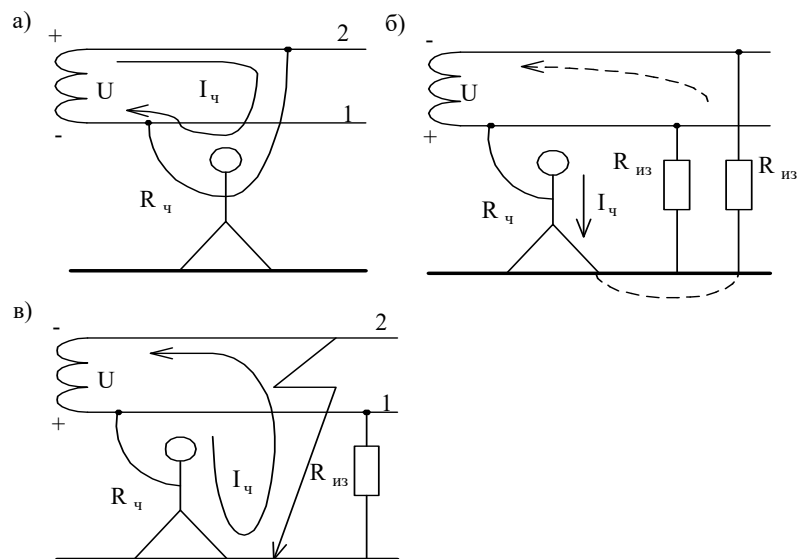


Рис. 6.2

а) В случае двухполюсного прикосновения $I_{\text{ч}} = \frac{U}{R_{\text{ч}}}$, т.е. ток

опасный;

б) В случае однополюсного прикосновения при хорошем состоянии изоляции проводов (по нормам $R_{\text{из}} \geq 500 \text{ кОм}$) человек находится под защитой $R_{\text{из}}$, т.к.

$$I_{\text{ч}} = \frac{U}{2R_{\text{ч}} + R_{\text{из}}};$$

в) В случае однополюсного прикосновения к проводу 1 и замыкании другого провода 2 на землю $I_{\text{ч}} = \frac{U}{R_{\text{ч}}}$, т.е. в

случае нарушения изоляции через человека будет протекать опасный ток. Такой режим называется аварийным.

Для двухпроводной сети с заземленным полюсом (рис. 6.3.) имеем:

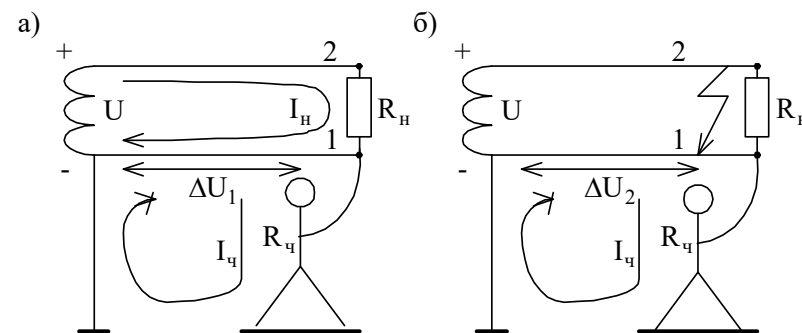


Рисунок. 6.3.

а) В случае исправной нагрузки ($R_{\text{н}} \neq 0$) ток неопасный,

т.к. $I_{\text{ч}} = \frac{\Delta U_1}{R_{\text{ч}}}$, где ΔU_1 - потери в проводе, В. По нормам

$$\Delta U_1 \approx 1,5\% \cdot U;$$

б) В случае короткого замыкания нагрузки (неверно отсоединяют потребитель от сети или неисправная нагрузка) ток становится опасным, т.к.

$$I_{\text{ч}} = \frac{\Delta U_2}{R_{\text{ч}}}, \text{ где } \Delta U_2 = \frac{U}{2}.$$

Для трехфазной трехпроводной сети, соединенной «звездой», с изолированной нейтралью (рис. 6.4.)

имеем:

а) эквивалентная схема соединения «звездой»,

где U_{ϕ} – напряжение фазы, В (между «н» и «к»);

$U_{\text{л}}$ – линейное напряжение, В (между «к» и «к»),

$$U_{\text{л}} = \sqrt{3}U_{\phi};$$

н – начало каждой фазы;

к – конец каждой фазы.

Соединение начал всех фаз в одну точку, называется нейтралью. Если нейтраль не имеет соединения (контакта с землей), то она называется изолированной.

б) в случае двухполюсного касания человека к фазным

проводам (L_1, L_2, L_3) ток опасный, т.к.:

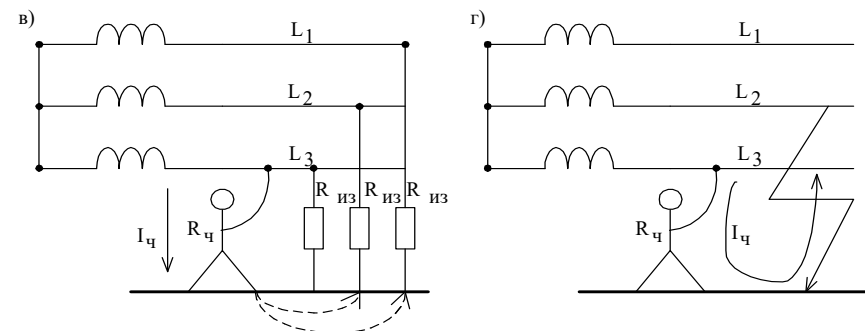
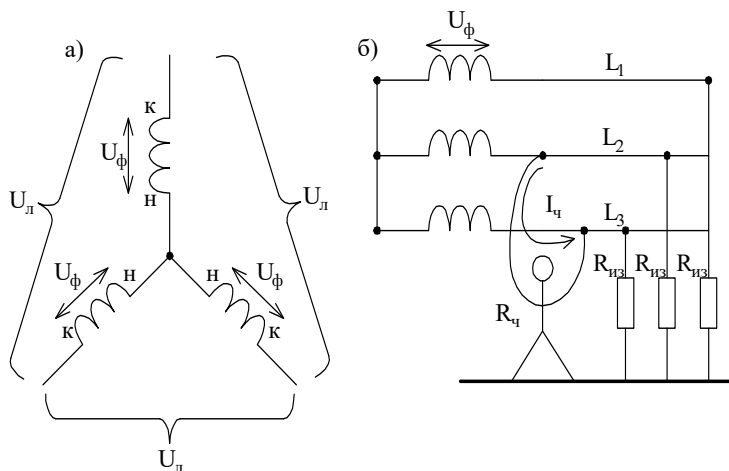
$$I_{\text{ч}} = \frac{U_{\text{л}}}{R_{\text{ч}}}$$


Рис. 6.4.

в) в случае однополюсного присоединения к фазному проводу при хорошем состоянии изоляции человек находится под защитой изоляции и через него протекает

неопасный ток:

$$I_{\text{ч}} = \frac{3U_{\phi}}{3R_{\text{ч}} + R_{\text{из}}}$$

г) в случае однополюсного касания человека к проводу L_3 и замыкании другой фазы, например L_2 , на землю ток становится значительным, определяется линейным напряжением, опасный для жизни человека:

$$I_{\text{ч}} = \frac{U_{\text{л}}}{R_{\text{ч}}}.$$

Для трехфазной трехпроводной сети с глухозаземленной нейтралью

(рис. 6.5) имеем: а) в случае однополюсного прикосновения

протекает опасный ток, равный: $I_{\text{ч}} = \frac{U_{\phi}}{R_{\text{ч}}}$, который не

зависит от состояния изоляции;

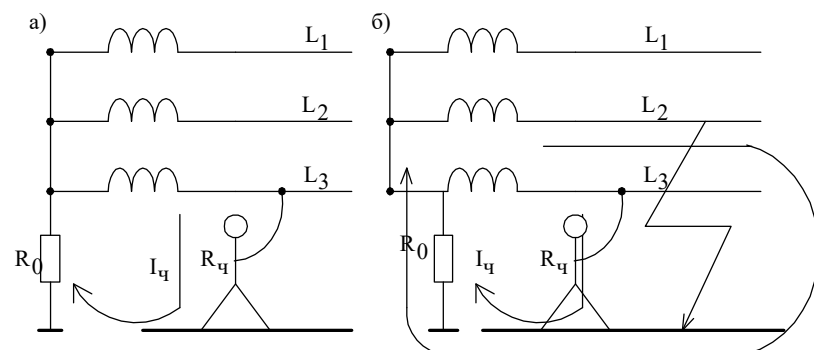


Рис.6.5.

б) в случае однополюсного прикосновения к фазе L_3 и замыкания фазы L_3 на землю через человека протекает

такой же ток, как и в предыдущем случае $I_q \approx \frac{U_\phi}{R_q}$, т.к. $I_{кз}$

через человека не пойдет ($R_q > R_0$). Этот ток меньше, чем в аналогичном случае в сети с изолированной нейтралью.

Вывод: во всех рассмотренных случаях для уменьшения тока, протекающего через человека, следует использовать средства индивидуальной защиты (диэлектрические перчатки, галоши, боты, подставки и т.д.) и (или) контролировать исправность изоляции.

Пример

Определим общее сопротивление человека при протекании тока по контуру рука—нога. Схема изображена на (рис. 1).

Величины сопротивлений, указанных на рисунке, изменяются в широких пределах. Например, R_p R_k сильно зависят

от влажности: R_p составляет 200—300 Ом, если кожа влажная, и десятки килоом при сухом состоянии кожи.

Сопротивление внутренних тканей организма составляет 500-4000 Ом;

Сопротивление параллельной цепочки $R_{вн}$, R_k равно :

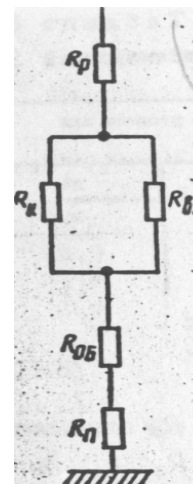
$$R_k = \frac{R_k R_{вн}}{R_k + R_{вн}}$$

При $R_k=10\,000$ Ом и $R_{вн}=600$ Ом

$$R_1 = \frac{10\,000 \cdot 600}{10\,000 + 600} = 560$$

При $R_k=1\,000$ Ом и $R_{вн}=600$ Ом

$$R_1 = \frac{1\,000 \cdot 600}{1\,000 + 600} = 375$$



Сопротивление бетонного пола на площади, равной поверхности ступеней ног, составляет: сухого – 2 МОм, сырого – 10 Ом .

Принимаем ,что сопротивление сухой обуви лежит в пределах от 100 до 500 Ом ,сырой – от 0,5 до 1,5 Ом .

Подставляя данные значения , наименьшая величина общего сопротивления составит :

$$R = R_p + R_2 + R_{об} + R_п = 200 + 375 + 100 + 10 = 685 \text{ Ом.}$$

За расчетную величину сопротивления человека приняли $R_q = 1000$ Ом.

Физико-химические основы процесса горения.

Горение – это сложное, быстропротекающее физико-химическое превращение веществ, сопровождающееся выделением тепла и света. Примером таких экзотермических реакций горения может служить взаимодействие углерода, водорода и метана с кислородом.

Основными причинами пожаров на производстве являются: нарушение технологического режима работы оборудования; неисправность электрооборудования, плохая подготовка оборудования к ремонту, самовозгорание различных материалов и др. В соответствии с нормативными документами (ГОСТ 12.1.044-84 «Пожарная безопасность» и ГОСТ 12.1.010-76 «Взрывобезопасность. Общие требования») вероятность возникновения пожара или взрыва в течение года не должна превышать 10^{-6} (одной миллионной). Для предотвращения пожаров и взрывов необходимо исключить возможность образования горючей и взрывоопасной среды и предотвратить появление в этой среде источников зажигания.

Рассмотрим основные способы тушения пожаров и применяемые при этом огнегасительные вещества. Для тушения пожара используют следующие средства: разбавление воздуха негорючими газами до таких концентраций кислорода, при которых горение прекращается; охлаждение очага горения ниже определенной температуры (температуры горения); механический срыв пламени струей жидкости или газа; снижение скорости химической реакции, протекающей в пламени; создание условий огнестойкости, при которых пламя распространяется через узкие каналы.

Огнегасительными называют вещества, которые при введении в зону сгорания прекращают горение. Основные огнегасящие вещества и материалы – это вода и водяной пар, химическая и воздушно-механическая пены, водные растворы солей, негорючие газы, галоидоуглеводородные огнегасительные составы и сухие огнетушащие порошки.

Наиболее распространенным веществом, применяемым для тушения пожара, является вода. Она снижает температуру очага горения. При нагреве до 100°C 1 литра воды поглощается приблизительно $4 \cdot 10^5$ Дж теплоты, а при испарении – $22 \cdot 10^5$ Дж. Водяной пар (из 1 литра воды образуется около 1700 л пара) препятствует доступу кислорода к горящему веществу. Вода, подаваемая к очагу горения под

большим давлением, механически сбивает пламя, что облегчает тушение пожара. Воду не применяют для тушения щелочных металлов (натрия, калия), карбида кальция, а также легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, плотность которых меньше плотности воды (бензин, керосин, ацетон, спирты, масла и др.), так как они всплывают на поверхность воды и продолжают гореть на поверхности. Вода хорошо проводит электрический ток, поэтому ее не используют для тушения электроустановок, находящихся под напряжением (это приводит к короткому замыканию).

При проектировании промышленных предприятий следует учитывать требования пожарной безопасности. Необходимо, чтобы используемые строительные конструкции обладали требуемой огнестойкостью, т. е. способностью сохранять под действием высоких температур пожара свои рабочие функции, связанные с огнестойкостью, теплоизолирующей или несущей способностью.

Пожар на предприятии наносит большой материальный ущерб народному хозяйству и очень часто сопровождается несчастными случаями с людьми.

Основными причинами воспламенения материалов и возникновения пожаров на предприятиях автомобильного транспорта являются: неправильное устройство термических печей и котельных топок; неисправность отопительных приборов; неисправность электрооборудования и освещения и неправильная их эксплуатация: самовозгорание от неправильного хранения смазочных, обтирочных материалов; статическое электричество; отсутствие молниеотводов. Неосторожное обращение с огнем; неудовлетворительный надзор за пожарными устройствами и производственным оборудованием.

Пожарная профилактика является наиболее важной частью противопожарной защиты. Она объединяет мероприятия, осуществляемые как в процессе проектирования и

строительства, так и в период эксплуатации предприятий автомобильного транспорта.

Пожарная профилактика предусматривает: исключение причин возникновения и распространения пожаров, обеспечение успешной эвакуации людей и материальных ценностей из сферы пожара, создание условий эффективного пожаротушения.,

расчёт по пожаробезопасности

Пример-1. В одноэтажном, здании механического цеха автомобильного завода с одним продольным и двумя поперечными проходами работают 1425 человек. Определить ширину проходов при равномерном людском потоке.

Решение. Определяем количество людей, приходящих на один проход

$$\frac{145}{3} = 475 \text{ чел.}$$

Определяем продолжительность эвакуации работающих при максимально "л" расстоянии от любой точки в цехе, равном 75 м, и принятой скорости движение потока людей 25 м/мин по формуле

$$t = \frac{l}{v},$$

где t - время эвакуации работающих из цеха, мин; A - длина пути до выхода людей, м; V - расчетная скорость движения людского потока при вынужденной эвакуации, м/мин.

Подставив цифровые значения, получим

$$t = \frac{75}{25} = 3.0 \text{ мин.}$$

Для определения ширины каждого прохода, вначале находим суммарную ширину всех проходов по формуле

$$b = \frac{Mc}{t\psi},$$

где M -число/работающих в цехе; c - минимальная ширина одного потока; (принимается равной 0,6 м); t - время эвакуации, мин; ψ - средняя пропускная способность; одного потока (принята 25 чел/мин).

Ширина проходов будет равна:

$$b = \frac{1425 \cdot 0.6}{3 \cdot 25} = 11.4$$

Тогда ширина каждого прохода составит:

$$\frac{11.4}{3} = 3.8 \text{ м.}$$

Полученная ширина прохода соответствует нормам техники безопасности для цехов холодной обработки металлов.

На автоэксплуатационных предприятиях производятся работы, связанные с наливом и сливом бензина, которые в определенное время могут образовать с воздухом взрывоопасные смеси.

Определить время, необходимое для испарения бензина и образования взрывоопасной концентрации.

Решение. Интенсивность испарения бензина определяется по формуле

$g_{дл}$ - радиус поверхности испарения жидкости, см (в данном примере 75 см);

D_1 - коэффициент диффузии паров бензина, см²/с;

M - молекулярный вес бензина 96 ;

V_T - объем грамм-молекулы паров бензина при температуре 20°C,

$p_{нас}$ - давление насыщенного пара бензина, Па (в этом примере $p_{нас}=0,014$ МПа);

$p_{атм}$ - атмосферное давление, Па.

Коэффициент диффузии паров бензина при определенной температуре рассчитывается по формуле

$$D_1 = D_0 \frac{T+1}{T},$$

где D_0 - коэффициент диффузии паров бензина при 0° и давлении 0,1 МПа, $\text{см}^2/\text{с}$.

$$D_0 \frac{0,8}{\sqrt{M}} = \frac{0,8}{96} = 0,082 \text{ см}^2 / \text{с},$$

тогда

$$D_1 = 0,082 \frac{273+20}{273} = 0,087 \text{ см}^2 / \text{с}.$$

Объем грамм-молекулы паров бензина при температуре 20°C определяется по формуле

$$V_1 = \frac{V_0(t+T)}{T},$$

где V_0 - 22,4 л - объем грамм-молекулы паров при 0° и давлении 0,1 МПа: тогда

$$V_1 = \frac{22,4(20+273)}{273} = 24,05 \text{ л} = 24050 \text{ см}^3.$$

Подставив в формулу цифровые значения, получим интенсивность испарения бензина:

$$m = 4 \cdot 0,087 \frac{96 \cdot 0,014}{24050 \cdot 0,1} = 0,0148 \text{ г} / \text{с}.$$

Продолжительность испарения 1,5 л бензина составит

$$\tau = \frac{1000 \cdot 1,5 \cdot 0,73}{0,0148 \cdot 3600} = 20,6.$$

где 0,73 - плотность бензина.

Нижний предел взрываемости паров бензина по объему $K_{об} = 0,76\%$, что соответствует следующей весовой концентрации при $t=20^\circ \text{C}$:

$$K_{вес} = \frac{K_{об} M_{10}}{V_1} = \frac{0,76 \cdot 96 \cdot 10}{24,05} = 30,3 \text{ мг} / \text{л}.$$

Испарения 1,5 л бензина, или 1095 г, могут образовать взрывоопасную концентрацию в объеме $1095/30,3=36,1 \text{ м}^3$

воздуха. Взрывоопасная концентрация в объеме 10 м^3 воздуха может образоваться через. $10 \cdot 60 / 36,1 = 16,6$ мин.

Определим полный заряд, передаваемый электризованным бензином цистерне, по формуле

$$Q = qM = 10^{-8} \cdot 500 = 5 \cdot 10^{-6} \text{ Кл},$$

где q - скорость электризации или заряд в кулонах на 1 л электризуемого продукта; M - количество перекачанного продукта, л.

Потенциал на изолированной цистерне при указанной выше ее электрической емкости будет определен по формуле

$$U = \frac{Q}{C} = \frac{5 \cdot 10^{-5}}{10^{-9}} = 5000 \text{ В}.$$

Тепловая энергия искры при потенциале 5000 В определяется по формуле

$$E = \frac{1}{2} CU^2 = \frac{1}{2} 10^{-9} \cdot 5000^2 = 12,5 \cdot 10^{-3} \text{ Дж}.$$

Таким образом, энергия искры в 12,5 раза больше энергии необходимой для воспламенения бензина (равной 10^{-3} Дж).

Для снижения потенциала до величины, например, 10В потребуется устройство токопроводящего соединения с сопротивлением

$$R = \frac{U_1 T}{Q},$$

где U -величина потенциала, до которого его необходимо снизить;

T -время слива бензина из цистерны (в данное время)

$$T = \frac{500}{100} = 5 \text{ мин}.$$

Подставляя числовые значения в формулу, получим

$$R = \frac{10 \cdot 300}{5 \cdot 10^{-6}} = 600000000 \text{ Ом} = 600 \text{ МОм}.$$

Для снижения потенциала до 300 В, получим

$$R = \frac{300 \cdot 300}{5 \cdot 10^{-6}} = 18000 \text{ МОм.}$$

При разности потенциалов 300В возможно образование искры, которая способна воспламенить такие вещества, как бензол.

Время полного разряда цистерны соответственно будет в первом случае $t=3CR=3 \cdot 10^{-9} \cdot 610^{-8}=1,8 \text{ с}$, а во втором $t=3 \cdot 10^{-9} \cdot 18 \cdot 10^{-9}=54 \text{ с}$.

Из приведенного примера следует, что для ограничения опасных потенциалов, возникающих на резервуарах и цистернах при сливе и наливке светлых нефтепродуктов, требуется малое сопротивление заземляющего устройства. Практически это сопротивление может быть порядка 1МОм. В то же время присоединение заземляющего устройства к резервуарам и цистернам должно быть надежным, исключающим нарушение в процессе слива и налива электризующих жидкостей.

Одним из главных направлений оздоровления воздушного бассейна является снижение концентрации токсичности в отработавших газах автомобилей. Одним из эффективных и реальных способов является использование сжиженного газа вместо бензина. Санитарно-эпидемиологическая станция установила, что в отработавших газах автомобилей, работающих на сжиженном газе, содержится в 3-4 раза меньше окиси углерода.

При этом следует учитывать пожарную опасность сжиженного газа, который может образовать с воздухом взрывоопасную смесь. Различают нижний и верхний пределы взрываемости горючих газов см. табл.

Температура самовоспламенения и пределы взрываемости различных газов

Газ	Формула	Темпера-	Предел взрываемости
-----	---------	----------	---------------------

		тура самовоспламенения	нижний		верхний	
			по объему%	мг/л	по объему%	мг/л
Аммиак	N_4H_2	651	16,0	111,2	27,0	187,7
Ацетилен	C_2H_2	335	3,5	37,2	82,0	870,0
Бутан	C_4H_{10}	490	1,6	38,0	8,5	201,5
Водород	H_2	530	4,15	3,45	75,5	62,5
Метан	CH_4	550	5,0	32,6	16,0	104,2
Окись углерода	CO	610	12,8	145,0	75,0	850,0
Пропан	C_3H_8	530	2,3	41,5	9,5	170,5
Этан	C_2H_6	540	3,0	36,1	15,0	180,5
Этилен	C_2H_4		3,0	31,8	31,0	392,0

Решение. Нижние и верхние концентрационные пределы взрыва паро и газоваздушных смесей определяют по формуле

$$N = \frac{100}{\frac{A}{a} + \frac{B}{bl} + \dots + \frac{N}{n}},$$

где $A, B, \dots N$ - концентрация горючих компонентов в объемных или весовых единицах.

Подставив в формулу цифровые значения, взятые по таблице, определяем нижний предел взрываемости:

$$N = \frac{100}{\frac{93}{2.3} + \frac{4}{1.6} + \frac{2}{3} + \frac{1}{3}} = 2.3,$$

верхний предел взрываемости

Использование на предприятиях автомобильного транспорта электродвигателей, электрических установок и сетей может при коротком замыкании привести к взрывам и

пожарам. Электрический ток в этих случаях преобразуется в тепловую энергию.

По закону Джоуля-Ленца количества тепла, выделяемого в проводнике при прохождении электрического тока, прямо пропорционально квадрату силы тока, сопротивлению проводника и времени прохождения тока:

$$Q = I^2 R t,$$

где Q - количество выделяющегося тепла, Дж; I - сила тока, протекающая по проводу, А; R - сопротивление проводника, Ом; t - время прохождения тока, с.

На предприятиях автомобильного транспорта источниками водоснабжения, кроме озер, рек, может служить артезианская скважина. Из артезианских скважин вода подается в резервуар, рассчитанный на наличие воды для производственных и противопожарных целей.

Объем резервуара для наружного и внутреннего пожаротушения определяется по формуле

$$V = \frac{G_1}{1000},$$

где Q - расход воды на пожаротушение, л/с;

t - время, на которое рассчитывается запас воды для пожаротушения (обычно берется трехчасовой запас).

$$V = 270 + 216 + 100 = 586 \text{ м}^3.$$

Из сборного резервуара насосами воду подают в водопроводную сеть для дальнейшего ее использования.

Вследствие того, что в сети вода расходуется неравномерно, а насосы подают определенное количество воды, требуется иметь водонапорную башню.

Согласно КМК, в водонапорных баках башни должен быть неприкосновенный -пожарный запас воды, рассчитанный на 10- минутную продолжительность тушения пожара при одновременном наибольшем расходе воды на производственные и хозяйственно-питьевые нужды. Для хозяйственных нужд запас воды принимается не менее 20%

суточного расхода при ручном пуске насоса и не менее 5% при автоматическом пуске.

Затем, подставляя цифровые значения, вычисляем неприкосновенный запас воды

$$V_n = \frac{(20 \cdot 1,3 + 7,0)}{1000} = 19,8 \text{ м}^3.$$

тогда емкость водонапорного бака будет равна

$$V = 170,8 + 19,8 = 192,6 \text{ м}^3.$$

Пенообразные вещества нашли самое широкое применение при тушении не только твердых материалов, но и горючих, но и легковоспламеняющихся жидкостей.

Для, складов легковоспламеняющихся жидкостей предусматривают пеногенераторы. Пена покрывает поверхность горящих материалов, изолирует ее от пламени, охлаждает и прекращает, горение. Пенообразующиеся вещества являются результатом либо химической реакции, либо процесса механического перемешивания и представляют собой пузырьки газа (углекислоты) или воздуха, заключенные в тонкие водяные механические прочные пленки. Химическая пена (плотность 0,15-0,25 г/см³) получается при взаимодействии кислоты, щелочи (сернистый глинозем или двууглекислая сода) и пенообразователя. Пено-образователем, придающим пленкам воды эластичность, вязкость и растяжимость, удерживающим пузырьки газа или воздуха внутри пленки, является лакрица (экстракт солодкового корня).

Для подачи пены в резервуары используют пенно сливные камеры, переносные пенно подъемники или закидные пенно сливы. В пенно подъемник пена подается из пенно генератора в количестве до 75 л/с. Пенно сливы дают наибольший эффект при высоте резервуара до 3,5м.

Количество пены (Q_n , необходимое для тушения пожара, рассчитывают по формуле

$$Q_n = 1000 - 1,5 F h,$$

где P - площадь зеркала горения (площадь сечения самого большого резервуара), м^2 ;

1,5 - коэффициент, учитывающий разрушение пены при наливке на горящую жидкость;

h - толщина слоя пены, необходимого для покрытия поверхности горящей жидкости (ПРИ хранении мазута и подобных ему жидкостей h -0,1, Керосина 0,15, бензина 0,2 м).

Методы исследования причин травматизма.

Объект исследования:

человек; производственная обстановка; технологические процессы; оборудование

1. Монографический (изучение одного из объектов причин травматизма) - состоит в детальном исследовании комплекса условий, при которых произошел несчастный случай: детально изучается технологический процесс, оборудование, особенности работы и пр. При этом методе выявляются не только причины несчастного случая, но и потенциальные опасности, что позволяет наиболее полно установить меры предупреждения опасности, что позволяет наиболее полно установить меры предупреждения травматизма и профессиональных заболеваний.

2. Статистический (K_T , K_C) - дает возможность оценивать количественно и качественно уровни травматизма посредством двух показателей: коэффициента частоты и коэффициента тяжести несчастных случаев.

3. Топографический (нанести опасные рабочие места на план цеха и оценить обстановку) - заключается в распределении причин несчастных случаев по месту происшествия, при этом выявляются неблагоприятные места по травматизму;

4. Экономический (анализ затрат на травматизм по бюллетеню) - заключается в определении экономического ущерба от травматизма, а также в оценке эффективности затрат, направленных на предупреждение несчастных случаев с целью оптимального распределения средств на мероприятия по ОТ.

5. Комбинированный (системный).

Для определения относительных показателей травматизма необходимо рассчитать коэффициент тяжести несчастных случаев, коэффициент потери рабочих дней, коэффициент потерь (материальных).

I. Коэффициент тяжести травматизма это число, показывающее среднее количество рабочих дней, потерянных каждым пострадавшим в отчетный период.

$$K_T = \frac{D}{T}, \text{ где}$$

D - количество (общее число) дней нетрудоспособности за отчетный период

T - количество травм за отчетный период

II. Коэффициент частоты травматизма (количество травм, приходящихся на 1000 рабочих за определенный период времени (обычно год).

$$K_{\text{ч}} = \frac{T}{P} \cdot 1000$$

Р - средне- списочное количество рабочих за отчетный период.

Коэффициент частоты травматизма с летальным исходом К_л, характеризует уровень принудительной смертности на производстве:

$$K_{л} = N \cdot 1000 / P$$

N- число летальных исходов на производстве.

III. Показатель нетрудоспособности

$$K_{н} = \frac{D}{P} \cdot 1000, \text{ т.е. } K_{н} = K_{т} \cdot K_{ч}$$

Показатель сокращения продолжительности жизни СПЖ работающих или проживающих во вредных условиях

$$СПЖ = (П - СПЖ_{а} / 365) / П,$$

П- средняя продолжительность жизни, лет

СПЖ_а- показатель сокращения продолжительности жизни в сутках при воздействии негативного фактора или их совокупности.

Условия обитания	СПЖ сут	Показатель СПЖ по ф-ле
Курение 20 сигарет в день в течении 45 лет	2250	0,9
Работа в угольных шахтах	1100	0,951
Проживание в неблагоприятных условиях	500	0,978
Загрязнение воздуха в крупных городах	350	0,985

IV. Экономический показатель травматизма (стоимость потерь рабочего времени на 1000 работающих).

$$\Xi = (З_{п} \cdot T) / P \cdot 1000$$

где - З_п - средняя зарплата пострадавшего

Материальные последствия (сум) по каждой из основных причин производственного травматизма

$$П_{т} = П_{т} U_{т},$$

где П_т – общая сумма материальных последствий от производственного травматизма,

U_т – доля числа дней нетрудоспособности по каждой причине производственного травматизма в общем их числе определяется по формуле: $U_{т} = D_{тв} / D_{тв}$

где D_{тв} – число дней нетрудоспособности по каждой основной причине производственного травматизма (основная причина производственного травматизма определяется по данным пункта акта формы Н-1).

D_{тв} – то же в целом по предприятию, организации или производственному объединению (определяется по данным формы Н-7 статистической отчетности).

Если в отчетный период с несчастными случаями, вызвавшими нетрудоспособность, были смертельные случаи и с инвалидным исходом, то долю числа дней нетрудоспособности U_т, следует определять по формуле: $U_{т} = (D_{тв} + D_{тп}) / (D_{тв} + D_{тп})$,

где D_{тв} – число дней нетрудоспособности в отчетном периоде пострадавшим со смертельным и инвалидным исходам по каждой основной причине производственного травматизма.;

D_{тв} – то же в целом по предприятию, организации или производственному объединению.

D_{тп} и D_{тп} определяются по каждому пострадавшему путем суммирования число рабочих дней со дня смерти или выхода пострадавшего на инвалидность до конца отчетного периода, за который определяются материальные последствия производственного травматизма; основная причина определяется по данным пункта акта формы Н-1.

Используя эти коэффициенты и распределив несчастные случаи по профессии пострадавших, по месту происшествия и др. показателям, можно определить направление работ по борьбе с травматизмом.

ЗАКЛЮЧЕНИЯ

Сделать сравнение полученных результатов со значениями $K_{\text{ч}}$ и $K_{\text{л}}$ для некоторых отраслей промышленности:

Отрасли промышленности	$K_{\text{ч}}$	$K_{\text{л}}$
Энергетика	4,57	4,71
Металлургия	5,7	1,33
Машиностроение	12,9	0,58
Автомобильный транспорт	11,97	3,4
Нефтехимия	4,14	0,87
Строительство	5,38..8,5	1,32...2,07
Угольная	21,84	2,73

На ряде предприятий существуют такие виды работ или условия труда, при которых работающий может получить травму или иное воздействие, опасное для здоровья. Еще более опасные условия для людей могут возникнуть при авариях и при ликвидации их последствий. В этих случаях для защиты человека необходимо применять средства индивидуальной защиты. Их использование должно обеспечивать максимальную безопасность, а неудобства, связанные с их применением, должны быть сведены к минимуму. Номенклатура СИЗ включает обширный перечень средств, применяемых в производственных условиях (СИЗ повседневного использования), а также средств, используемых в чрезвычайных ситуациях (СИЗ кратковременного использования). В последних случаях применяют преимущественно изолирующие средства индивидуальной защиты (ИСИЗ).

Целью расследования несчастного случая, происшедшего на производстве, является выявление причин, вызвавших этот случай, и разработка мер по предупреждению подобных случаев. Расследованию подлежат те несчастные случаи, которые произошли: на территории предприятия, вне

территории при выполнении работ по его заданию, а также с рабочими, доставляемые на место работы и с работы на транспорте данного предприятия; происшедшие в течении рабочего времени, при выполнении сверхурочное время, в выходные и праздничные дни; при острых отравлениях, тепловом ударе, обморожении, поражения молнией и т. д.

Результаты расследования несчастного случая на производстве, вызвавшего потерю трудоспособности не менее одного рабочего дня, оформляются администрацией актом по форме Н1.

Литература

- 1.Безопасность жизнедеятельности: Учебник для вузов по направлению. "Горное дело"/ [К.З. Ушаков, Н.О. Каледина, Б.Ф. Кирин]; Под ред. К.З. Ушакова. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000. - 430 с.
- 2.Юлдашев О.Р. и др. Безопасность жизнедеятельности. Учебное пособие. - Ташкент, 2008.
- 3.Расулева М.А., Юлдашев О.Р. Безопасность при работе с видеотерминалами: Учебное пособие, -Ташкент, 2004.
4. Субанов Б.Д, Додобаев Ю.Т. Экология и безопасность жизнедеятельности: Учебное пособие. Ташкент, 2003.
5. Худоев Пожарная тактика.....
- 6.Кудратов О.К., Юлдашев О.Р.и др. Методическое руководство «Основы пожаробезопасности и противопожарная техника». -Ташкент, 2009.