

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ

БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА
В ПРИБОРО- И РАДИОАППАРАТОСТРОЕНИИ

Учебное пособие

Санкт-Петербург
2005

УДК 658.382:681.2(075)

ББК 65.247я7

Б40

Авторы: В. И. Козаченко, Т. В., Колобашкина, В. П. Котов, С. В. Михаленков, Б. И. Попов, В. И. Турубаров

Б40 Безопасность труда в приборо- и радиоаппаратостроении: Учеб. пособие / СПбГУАП. СПб., 2005. 92 с.: ил.

В учебном пособии излагаются методика и последовательность оценки условий труда на рабочем месте на основе руководства Р2. 2.755-99 "Гигиенические критерии оценки и классификация условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса". Приводятся методики разработки технических средств улучшения условий труда, обеспечения безопасности трудового процесса. Рассматриваются вопросы обеспечения пожарной безопасности производственных процессов.

Представлен обширный справочный материал, необходимый как для решения практических задач, так и для обучения студентов на конкретных примерах.

Даны исходные данные для индивидуальных заданий студентам, изучающим курс "Безопасность жизнедеятельности".

Предназначено для студентов всех специальностей и форм обучения.

Рецензенты:

институт аналитического приборостроения РАН;
кандидат технических наук, доцент *В. В. Румянцев*

Утверждено

редакционно-издательским советом университета
в качестве учебного пособия

© ГОУ ВПО «Санкт-Петербургский
государственный университет
аэрокосмического приборостроения», 2005

ПРЕДИСЛОВИЕ

Оценка условий труда на рабочем месте приобрела в последнее время чрезвычайную актуальность в связи с изменением форм собственности предприятий, появлением новых, плохо организованных рабочих мест. В условиях, когда за создание оптимальных условий труда вынуждены бороться не только деятели профсоюзного движения, но и сами рабочие, порой имеющие весьма смутное представление о существующих требованиях и нормах, необходимы учебные пособия, которые позволили бы, не обращаясь к обширной справочной литературе, оценить условия труда на конкретном рабочем месте и помочь рассчитать необходимые средства защиты.

Одновременно необходимо обучать студентов – будущих организаторов производства – основам организации безопасного трудового процесса. Эту цель и преследует данное учебное пособие.

Минимальный объем сведений, необходимых для правильной комплексной оценки условий труда и рационализации рабочего места приведен в табл. 1 Прил. 1. Часть сведений, которые носят описательный характер или требуют составления самостоятельных таблиц на основе результатов измерений, вынесены в дополнительные таблицы. Структура этих таблиц может быть использована в качестве образца при оценке условий труда на конкретном рабочем месте, а сведения, включенные в них, в качестве исходных данных для формирования индивидуальных заданий студентам, изучающим курс "Безопасность жизнедеятельности".

Приведенные исходные данные не всегда соответствуют реальным ситуациям, но подобраны так, что позволяют на конкретных примерах освоить методики соответствующих расчетов. При этом все варианты имеют примерно одинаковую сложность. В зависимости от конкретной специальности и формы обучения студента преподаватель может внести дополнительные исходные данные, подкорректировать их значения или исключить нехарактерные для данной специальности.

Индивидуальное задание представляется на проверку в виде краткой расчетно-пояснительной записки объемом 8–10 с., в которой приво-

дятся расчеты с необходимыми пояснениями, рисунки, перечень использованной литературы. Записка выполняется на стандартных листах белой бумаги формата А4. Титульный лист оформляется в соответствии со стандартом университета.

Предлагаемое пособие целесообразно использовать и при разработке вопросов безопасности жизнедеятельности в дипломном проекте.

АЛГОРИТМ ОЦЕНКИ И ОПТИМИЗАЦИИ УСЛОВИЙ ТРУДА

Для получения достоверных данных при оценке условий труда и грамотной оптимизации рабочего места необходимо придерживаться такой последовательности:

- выберите в табл. 1 Прил. 1 исходные данные, соответствующие анализируемому рабочему месту (варианту задания);
- на основании имеющихся исходных данных в соответствии с рекомендациями разд. 1 проведите аттестацию рабочего места;
- в зависимости от фактического состояния условий труда на рабочем месте установите возможный размер доплаты к должностному окладу или тарифной ставке;
- для факторов, значения которых превышают предельно допустимые уровни, руководствуясь рекомендациями, приведенными в разд. 2, разработайте технические средства, позволяющие улучшить условия труда на рабочем месте;
- проведите повторную аттестацию рабочего места и установите, насколько удалось уменьшить воздействие опасных и вредных факторов на работающих и снизить размер доплаты за работу во вредных условиях;
- исходя из класса помещения по степени опасности поражения человека электрическим током, установите требования к заземлению (занулению) электроустановок и, в случае необходимости, руководствуясь рекомендациями, приведенными в разд. 3, рассчитайте заземляющее устройство;
- используя рекомендации, приведенные в разд. 4, установите нормативное значение освещенности на рабочих местах и, при несоответствии фактической освещенности требованиям к производственному освещению рассчитайте осветительную установку;
- согласно рекомендациям, изложенным в разд. 5, оцените степень взрывопожароопасности применяемых на рабочих местах веществ и материалов, и разработайте мероприятия по обеспечению пожарной безопасности;
- руководствуясь сведениями, приведенными в разд. 6, выберите средства измерения, необходимые для контроля опасных и вредных производственных факторов на рабочих местах.

1. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО АТТЕСТАЦИИ РАБОЧИХ МЕСТ

1.1. Методика аттестации рабочих мест

Все рабочие места не реже двух раз в пять лет подлежат аттестации, по результатам которой они подразделяются на три группы:

– *аттестованные*, параметры которых полностью соответствуют предъявленным требованиям;

– *подлежащие рационализации*, параметры которых не соответствуют предъявляемым требованиям и могут быть доведены до уровня этих требований в процессе рационализации;

– *подлежащие ликвидации*, параметры которых не соответствуют и не могут быть доведены до уровня установленных требований.

Оценка условий труда выполняется в соответствии с типовым Положением об оценке условий труда на рабочих местах, утвержденным Постановлением Министерства труда России "О проведении аттестации рабочих мест по условиям труда" № 12 от 14.03.97.

При аттестации рабочих мест на основе фактических значений параметров опасных и вредных производственных факторов составляют «Карту условий труда на рабочем месте», бланк которой приведен в табл. 1.

Таблица 1

Карта условий труда на рабочем месте № ____

Предприятие _____

Производство _____ Цех _____

Участок _____ Профессия _____

Количество аналогичных рабочих мест _____

Численность рабочих _____

Факторы производственной среды	Норматив, ПДК, ПДУ	Фактическое значение	$X_{ст}$, балл	T	$X_{факт}$, балл
Вредные химические вещества, мг/м ³ :					
1-й класс опасности					
2-й класс опасности					
3, 4-й классы опасности					
Пыль, мг/м ³					
Вибрация, дБ					
Шум, дБА					
Инфракрасное излучение, Вт/м ²					
Неионизирующее излучение:					
– радиочастотный диапазон					
– диапазон промышленных частот					
– оптический диапазон (лазерное излучение)					
Температура воздуха на рабочем месте (в помещении), °С					
Тяжесть труда					

Сумма значений факторов производственной среды ($SX_{факт}$), балл ___

Размер доплаты за условия труда, процент _____

Подпись ответственного за заполнение Карты _____

Подпись начальника цеха (участка) _____

Дата заполнения _____

Степень вредности факторов производственной среды и тяжести работ $X_{ст}$ оценивают в баллах по критериям, приведенным в табл. 2 в соответствии с "Гигиеническими критериями оценки и классификация условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса" (Р 2.2.755-99). При этом условия труда делятся на четыре класса: *оптимальные, допустимые, вредные и опасные.*

Оптимальные условия труда (1-й класс) – такие условия, при которых сохраняется здоровье работающих и создаются предпосылки для поддержания высокого уровня работоспособности. Оптимальные нормативы производственных факторов установлены для микроклиматических параметров и факторов трудового процесса. Для других факторов условно за оптимальные принимаются такие условия труда, при которых неблагоприятные факторы отсутствуют либо не превышают уровни, принятые в качестве безопасных для населения.

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

Вредные условия труда (3-й класс) характеризуются наличием вредных производственных факторов, превышающих гигиенические нормативы и оказывающих неблагоприятное действие на организм работающего и/или его потомство. Вредные условия труда по степени превышения гигиенических нормативов и выраженности изменений в организме работающих подразделяются на 4 степени вредности:

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

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

3-я степень 3-го класса (3.3) – условия труда, характеризующиеся такими уровнями вредных факторов, воздействие которых приводит к развитию, как правило, профессиональных болезней легкой и средней степеней тяжести; это приводит к потере профессиональной трудоспособности, росту хронической (производственно-обусловленной) патологии, включая повышенные уровни заболеваемости с временной утратой трудоспособности;

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

Опасные (экстремальные) условия труда (4-й класс) характеризуются уровнем производственных факторов, воздействие которых в течение рабочей смены (или ее части) создают угрозу для жизни, высокий риск развития острых профессиональных поражений, в том числе и тяжелых форм.

Число баллов по каждому фактору проставляется в «Карте условий труда». При оценке влияния данного фактора на состояние условий труда учитывается продолжительность его действия в течение смены. Баллы, установленные по степени вредности факторов и тяжести работ $X_{ст}$, корректируются по формуле

$$X_{факт} = X_{ст} T,$$

где T – отношение времени действия данного фактора к продолжительности смены.

Если время действия данного фактора составляет более 90% рабочей смены, то $T = 1$.

Если значение фактора производственной среды ниже или равно предельно допустимому, или он отсутствует на данном рабочем месте, то в «Карте условий труда» против соответствующего фактора ставится прочерк.

Превышение предельно допустимой концентрации (ПДК) или предельно допустимого уровня (ПДУ) на рабочем месте считается нарушением норм и правил по охране труда, что не исключает возможности использования техническими инспекторами труда предоставленных им прав.

За работу во вредных и особо опасных условиях труда рабочим, занятым в этих условиях, устанавливаются доплаты по шкале, приведен-

ной в табл. 3. Доплаты устанавливаются для конкретных рабочих мест и начисляются только за время фактической занятости на этих местах.

Перечень подлежащих рационализации рабочих мест включается в коллективный договор, наряду с мероприятиями по улучшению условий труда, и ежегодно пересматривается с учетом проделанной работы. При рационализации рабочих мест составляются новые «Карты условий труда», на основании которых доплаты уменьшаются или отменяются полностью.

Министерства и ведомства могут по согласованию с центральными комитетами профсоюзов вводить в отраслевые положения об оценке условий труда дополнительно к факторам, предусмотренным в «Карте условий труда», другие факторы, наиболее полно учитывающие специфику работ, выполняемых на предприятиях данной отрасли. Однако общее число факторов производственной среды и тяжести труда не должно превышать восьми.

1.2. Порядок заполнения «Карты условий труда на рабочем месте»

Заполнение раздела "Факторы производственной среды" осуществляется в последовательности:

Вредные химические вещества

– для вредных химических веществ, имеющихся на рабочем месте (табл. 1, стр. 15 Прил. 1), в соответствии с ГОСТ 12.1.005-88 (табл.4) установите класс опасности и ПДК и занесите значения ПДК в соответствующие графы Карты. При наличии нескольких токсичных веществ учтите возможность суммирования эффекта воздействия. При одновременном наличии в воздухе нескольких однонаправленно действующих вредных веществ соотношение между их концентрацией и ПДК должно

отвечать условию $\frac{C_{y1}}{C_{ПДК1}} + \frac{C_{y2}}{C_{ПДК2}} + \dots + \frac{C_{yn}}{C_{ПДКn}} \leq 1$, где C_{yi} – концентрация

вредного вещества в помещении;

– занесите в Карту фактические значения концентрации вредных веществ на рабочем месте (табл. 1, стр. 16 Прил. 1);

– исходя из класса опасности и превышения ПДК, установите степень вредности данного фактора $X_{ст}$ в соответствии с "Гигиеническими критериями оценки условий труда" (табл. 2);

– оцените возможную продолжительность воздействия данного фактора в течение смены t и рассчитайте параметр $T = t/T_c$, где T_c – продолжительность смены;

– найдите фактическое значение степени вредности работ по данному фактору $X_{\text{факт}} = X_{\text{ст}} T$ и занесите его в Карту.

Аэрозоль

– класс условий труда и степень вредности при профессиональном контакте с аэрозолями преимущественно фиброгенного действия (АПФД) определяют, исходя из фактических величин среднесменных концентраций АПФД и кратности превышения среднесменных ПДК;

– при наличии в воздухе рабочей зоны АПФД (табл. 4) установите ее класс опасности и ПДК и занесите найденное значение ПДК в соответствующую графу Карты;

– занесите в Карту фактическое значение концентрации (табл. 1, стр. 16 Прил. 1);

– исходя из класса опасности АПФД и превышения ПДК, установите степень вредности данного фактора $X_{\text{ст}}$ в соответствии с "Гигиеническими критериями оценки условий труда" (табл. 2);

– оцените возможную продолжительность воздействия данного фактора в течение смены t и рассчитайте параметр $T = t/T_c$;

– найдите фактическое значение степени вредности работ по данному фактору $X_{\text{факт}} = X_{\text{ст}} T$ и занесите его в Карту.

Примечание. Дополнительным показателем оценки степени воздействия АПФД на органы дыхания работающих является пылевая нагрузка за весь период реального или предполагаемого контакта с фактором. В случае превышения среднесменной ПДК фиброгенной пыли расчет пылевой нагрузки обязателен. Пылевая нагрузка (ПН) на органы дыхания работающего – реальная или прогностическая величина суммарной экспозиционной дозы пыли, которую рабочий вдыхает за весь период фактического или предполагаемого профессионального контакта с фактором; ПН на органы дыхания рабочего (или группы рабочих, если они выполняют аналогичную работу в одинаковых условиях) рассчитывается, исходя из фактических среднесменных концентраций АПФД в воздухе рабочей зоны, объема легочной вентиляции (зависящего от тяжести труда) и продолжительности контакта с пылью

$$\text{ПН} = K N T Q,$$

где K – фактическая среднесменная концентрация пыли в зоне дыхания работника, $\text{мг}/\text{м}^3$; N – число рабочих смен в календарном году; T – количество лет контакта с АПФД; Q – объем легочной вентиляции за смену, м^3 .

Пылевую нагрузку можно рассчитать за любой период работы в контакте с пылью для получения фактической или прогностической величины. Рекомендуется использование следующих усредненных величин объемов легочной вентиляции, которые зависят от уровня энергозатрат и, соответственно, категорий работ (согласно СанПиН 2.2.4.548-96 "Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений"):

- для работ категории Ia – б объем легочной вентиляции за смену – 4 м^3 ;
- для работ категории Ia – Пб – 7 м^3 ;
- для работ категории III – 10 м^3 .

Таблица 2

Гигиенические критерии оценки условий труда (Р 2.2.755-99)

№ п/п	Факторы условий труда	3-й класс – вредные условия труда*		
		I степень (1 балл)	II степень (2 балла)	III степень (3 балла)
<i>Превышение ПДК</i>				
1	Вредные химические вещества:			
	1-й класс опасности	До 2 раз	2,1–4 раз	Более 4 раз
	2-й класс опасности	До 3 раз	3,1–5 раз	Более 5 раз
	3, 4-й класс опасности	До 4 раз	4,1–6 раз	Более 6 раз
2	Аэрозоль преимущественно фиброгенного действия (АПФД)	До 2 дБ	2,1–5 дБ	Более 5 раз
<i>Превышение ПДУ</i>				
3	Вибрация (общая и локальная)	До 3 дБ	3,1–6 дБ	> 6 дБ
4	Шум, дБА	До 10 дБА	11–15 дБА	> 15 дБА
5	Инфразвук	Выше ПДУ	–	–
6	Ультразвук	Выше ПДУ	–	–
7	Неионизирующее излучение: – радиочастотный диапазон	Выше ПДУ	–	–

№ п/п	Факторы условий труда	3-й класс – вредные условия труда*		
		I степень (1 балл)	II степень (2 балла)	III степень (3 балла)
	– диапазон промышленной частоты	Выше ПДУ	–	–
	– оптический диапазон (лазерное излучение)	Выше ПДУ	–	–
8	Микроклимат:			
	– температура воздуха, °С	Выше максимально допустимых величин в теплый период или ниже минимально допустимых величин в холодный период До 4	4,1–8	Выше 8
	– скорость движения воздуха	Выше ПДУ в теплый и холодный период года или ниже ПДУ в теплый период До 3 раз	Более 3 раз	–
	– относительная влажность воздуха	Превышение ПДУ в теплый период года До 25%	Более 25%	–
	– инфракрасное излучение, Вт/м ²	141–350	351–2800	Выше 2800
	– температура наружного воздуха (при работе на открытом воздухе), °С: летом	До 32	32,–40	Выше 40
	зимой	–(10–14)	–(15–20)	Ниже –20
9	Тяжесть труда:			
	– мощность внешней работы при работе с участием мышц нижних конечностей и туловища, Вт	м более 90 ж более 63	–	–
	– то же при работе с участием преимущественно мышц плечевого пояса	м более 45 ж более 30,5	–	–
	– масса поднимаемого груза, кг	м 31–35 ж 11–15	м более 35 ж более 15	–

№ п/п	Факторы условий труда	3-й класс – вредные условия труда*		
		I степень (1 балл)	II степень (2 балла)	III степень (3 балла)
10	<p>Напряженность труда</p> <ul style="list-style-type: none"> – длительность сосредоточения (% времени смены) – плотность сигналов, в среднем за час 	<p>51–75</p> <p>51–75</p> <p>176–300</p>	<p>Свыше 75</p> <p>Свыше 75</p> <p>Свыше 300</p>	<p>–</p> <p>–</p>
11	<p>Напряженность анализаторных функций:</p> <ul style="list-style-type: none"> – зрение (категория зрительных работ по СНиП 23-05-95) – слух (при производственной необходимости восприятия речи или дифференцированных сигналов) 	<p>Точная</p> <p>Разборчивость сигналов или слов от 90 до 70%</p>	<p>Высокоточная</p> <p>Разборчивость сигналов или слов менее 70%</p>	<p>Особо точная с применением оптических приборов</p> <p>–</p>
12	<p>Эмоциональное и интеллектуальное напряжение</p>	<p>Работа по установленному графику с возможностью его корректировки по ходу деятельности</p>	<p>Решение трудных задач в условиях дефицита времени и информации и с повышенной ответственностью</p>	<p>Личная безопасность или ответственность за безопасность других</p>
13	<p>Монотонность</p> <ul style="list-style-type: none"> – число элементов в многократно повторяющейся операции – продолжительность исполнения повторяющейся операции, с – время наблюдения за ходом производственного процесса без активных действий (% к продолжительности смены) 	<p>10–4</p> <p>100–20</p> <p>81–95</p>	<p>3–2</p> <p>19–2</p> <p>96 и более</p>	

№ п/п	Факторы условий труда	3-й класс – вредные условия труда*		
		I степень (1 балл)	II степень (2 балла)	III степень (3 балла)
14	Сменность	Трех и двух-сменная работа с ночной сменой	Нерегулярная сменность с работой в ночную смену	

* **Примечание:** даны в сокращенном виде: м – мужчины; ж – женщины.

Таблица 3

Размер доплат за работу во вредных условиях труда

Характер работы	$X_{\text{факт}}$	Размер доплат к тарифной ставке (окладу), %
С тяжелыми и вредными условиями труда	До 2-х	4
	2,1–4,0	8
С особо тяжелыми и особо вредными условиями труда	4,1–6,0	12
	6,1–8,08,	13
	1–10	20
	> 10	24

Вибрация

– допустимые уровни вибрации в зависимости от ее типа приведены в ГОСТ 12.1.012-90; в вариантах задания, приведенных в табл. 1 Прил. 1, этот параметр отсутствует.

Шум

– для оценки воздействия шума на рабочего (см. вариант в табл. 1, стр. 4 Прил. 1 и табл. 5) найдите в табл. 6 соответствующее характеру выполняемой работы значение ПДУ эквивалентного уровня шума [дБА] и занесите его в Карту;

– найдите в табл. 7 фактическое значение эквивалентного уровня шума [дБА], измеренного на аттестуемом рабочем месте (см. вариант в табл. 1, стр. 14 Прил. 1), и занесите его в Карту;

– установите степень вредности данного фактора $X_{\text{ст}}$ в соответствии с "Гигиеническими критериями оценки условий труда" (табл. 2);

– оцените возможную продолжительность воздействия данного фактора в течение смены t и рассчитайте параметр $T = t/T_c$;

– найдите фактическое значение степени вредности работ по данному фактору $X_{\text{факт}} = X_{\text{ст}}T$ и занесите его в Карту.

Инфракрасное излучение

– ПДУ интенсивности теплового облучения в соответствии с ГОСТ 12.1.005-88 приведены в табл. 2 Прил. 1; в вариантах задания, приведенных в табл. 1 Прил. 1, этот параметр отсутствует.

Таблица 4

Основные характеристики вредных веществ

Вещество	ПДК в воздухе рабочей зоны, мг/м ³	Класс опасности	Температура вспышки, °С	Химическая формула	Молярная масса, кг/кмоль
Алюминий	2	4		Al	26,98
Амилацетат	100	4	+25	C ₇ H ₁₄ O ₂	130,196
Аммиак	20	4		NH ₃	17,03
Ацетон	200	4	-18	C ₃ H ₆ O	58,08
Бензин (растворитель)	300	4	-25	$\beta = 11,5$	102,2
Бензин топливный АИ-93	100	4	-50	$\beta = 10,5$	98,2
Бензол	5	2	-12	C ₆ H ₆	78,113
Бутан	300	4		C ₄ H ₁₀	58,123
Дихлорэтан	10	2	+12	C ₂ H ₄ Cl ₂	98,96
Диэтиловый эфир	300	4	-43	C ₄ H ₁₀ O	74,122
Керосин КО-20*	300	4	+40	$\beta = 19,75$	191,7
Кислота уксусная	5	3	+38	C ₂ H ₄ O ₂	111,097
Ксилол	50	3	+25	C ₈ H ₁₀	106,167
Поливинилхлорид	6	3	–	C ₂ H ₃ Cl	62,499
Полистирол	5	3	–	C ₈ H ₈	104,151
Сера	6	3		S	32,064
Сероводород	10	2	-43	H ₂ S	34,076
Скипидар (растворитель РМЛ-215)	300	4	+34	$\beta = 7,25$	95,0

Окончание табл. 4

Вещество	ПДК в воздухе рабочей зоны, мг/м ³	Класс опасности	Температура вспышки, °С	Химическая формула	Молярная масса, кг/кмоль
Смола эпоксидная	1	2	–	–	–
Спирт амиловый	10	3	+25	C ₅ H ₁₂ O	88,149
Спирт бутиловый	10	3	+38	C ₄ H ₁₀ O	74,122
Спирт метиловый	5	3	+8	CH ₄ O	32,042
Спирт n-октиловый	10	3	–	C ₈ H ₁₈ O	120,08
Спирт пропиловый	10	3	+13	C ₃ H ₈ O	60,096
Спирт этиловый	1000	4	+13	C ₂ H ₆ O	46,069
Стекло органическое	20	4	–	–	–
Стирол	5	3	–	C ₈ H ₈	104,151
Титан	10	4	–	Ti	47,90
Уайт-спирит	300	4	+33	–	147,3
Углерода окись	20	4	–	CO	28,01
Фенопласты	6	3	–	–	–
Этилен	100	4		C ₂ H ₆	28,054

Таблица 5

Характеристика шумности выполняемых работ

№ варианта	Выполняемая работа
1	Обработка экспериментальных данных
2	Проектные работы в конструкторском бюро
3	Высококвалифицированная работа, требующая сосредоточенности
4	Измерительная и аналитическая работа в лаборатории
5	Наблюдение и дистанционное управление процессом без речевой связи по телефону
5	Наблюдение и дистанционное управление процессом с речевой связью по телефону
7	Работа, требующая сосредоточенности
8	Работа в помещении лаборатории с шумным оборудованием
9	Постоянное рабочее место (рабочая зона) в производственном помещении
10	Постоянная рабочая зона на территории предприятия

Таблица 6

Допустимые уровни шума на рабочих местах

Рабочие места	Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц									Эквивалентные уровни звука, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
	Уровни звукового давления, дБ									
1. Творческая деятельность, руководящая работа с повышенными требованиями, научная деятельность, конструирование и проектирование, программирование, преподавание и обучение, врачебная деятельность: – рабочие места в помещениях дирекции, проектно-конструкторских бюро, расчетчиков, программистов ЭВМ, в лабораториях для теоретических работ и обработки данных	86	71	61	54	49	45	42	40	39	50
2. Высококвалифицированная работа, требующая сосредоточенности, административно-управленческая деятельность, измерительная и аналитическая работа в лаборатории: – рабочие места в помещениях цехового управленческого аппарата, в рабочих комнатах, конторских помещений, лабораториях	96	83	74	68	63	60	57	55	54	65
3. Работа, выполняемая с частыми контрольными указаниями и акустическими сигналами, работа,										

Рабочие места	Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц									Эквивалентные уровни звука, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
	Уровни звукового давления, дБ									
<p>требующая постоянного слухового контроля, операторская работа по точному графику с инструкцией, диспетчерская работа:</p> <p>– рабочие места в помещениях диспетчерской службы, кабинетах и помещениях наблюдения и диспетчерского управления с речевой связью по телефону, машинописных бюро, на участках точной сборки, на телефонных и телеграфных станциях, в помещениях мастеров, в залах обработки информации на ЭВМ</p>	96	83	74	68	63	60	57	55	54	65
<p>4. Работа, требующая сосредоточенности, работа с повышенными требованиями к процессам наблюдения и дистанционного управления производством:</p> <p>– рабочие места за пультами и в кабинах наблюдения и дистанционного управления без речевой связи по телефону, в помещениях лабораторий с шумным оборудованием, в помещениях для размещения шумных агрегатов ЭВМ</p>	103	91	83	77	73	70	68	66	64	75

Рабочие места	Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц									Эквивалентные уровни звука, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
	Уровни звукового давления, дБ									
5. Выполнение всех видов работ (за исключением перечисленных в пп. 1–4 и аналогичных им) на постоянных рабочих местах в производственных помещениях и на территории предприятий	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Таблица 7

Фактическое значение уровня шума на рабочем месте

№ варианта	Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц									Уровень звука, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
	Уровень звукового давления, дБ									
1	100	87	93	88	85	89	84	85	84	93
2	100	82	89	82	89	81	80	75	74	89
3	99	84	80	82	86	82	82	76	71	88
4	97	88	81	82	86	82	80	84	78	89
5	98	86	84	81	85	84	79	69	63	87
6	85	88	85	84	90	88	82	74	70	92
7	80	80	83	86	86	85	79	72	65	88
8	80	78	84	85	90	94	88	86	81	96
9	81	89	86	84	98	87	81	72	62	96
10	82	87	85	87	90	90	93	89	78	97
11	101	120	117	104	102	97	90	86	84	105
12	107	105	104	96	93	76	64	54	50	94
13	107	122	124	115	110	99	98	94	92	112
14	92	90	98	106	110	112	111	110	106	117
15	99	100	99	98	100	102	101	95	98	107

№ варианта	Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц									Уровень звука, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
	Уровень звукового давления, дБ									
16	90	88	91	93	96	90	93	86	77	98
17	91	98	99	102	107	110	111	104	96	115
18	85	88	91	93	96	90	93	86	77	98
19	80	81	86	84	86	85	81	80	75	89
20	85	96	101	101	91	78	76	74	73	94
21	90	99	115	117	123	123	121	117	107	127
22	95	100	103	102	97	90	88	85	79	99
23	94	100	99	98	100	102	101	95	88	106
24	75	70	59	52	45	45	41	40	38	50
25	102	90	83	76	72	70	68	64	64	75
26	94	82	71	68	60	60	55	55	54	65
27	67	66	56	49	44	39	37	34	33	45
28	92	90	87	82	76	75	71	71	70	80

Неионизирующее излучение:

1. Радиочастотный диапазон:

– при наличии источника излучения (табл. 1, стр. 18 Прил. 1), исходя из диапазона частот и предполагаемой продолжительности облучения t [ч], рассчитайте ПДУ напряженности ЭМП $E = \sqrt{\frac{\text{ЭН}_E}{t}}$ или

ПДУ плотности потока энергии $\text{ППЭ}_n = K \frac{\text{ЭН}_{\text{ППЭ}_n}}{T}$ и занесите его значение в соответствующую графу Карты.

Допустимые уровни ЭМП радиочастот на рабочих местах регламентируются ГОСТ 12.1.006-88, в соответствии с которым ЭМП следует оценивать по их интенсивности и создаваемой ими энергетической нагрузке.

В диапазоне частот 60 кГц–300 МГц интенсивность ЭМП характеризуется напряженностью электрической E и магнитной H составляющих поля, а энергетическая нагрузка (ЭН) оценивается как $\text{ЭН}_E = E^2 T$

или $\mathcal{E}N_H = H^2T$, где T – продолжительность воздействия поля. В диапазоне частот 300 МГц–300 ГГц интенсивность ЭМП характеризуется поверхностной плотностью потока энергии (ППЭ), а энергетическая нагрузка оценивается как $\mathcal{E}N_{\text{ППЭ}} = \text{ППЭ}T$.

Предельно допустимые значения E и H в диапазоне частот 60 кГц–300 МГц задаются, исходя из допустимой энергетической нагрузки и

времени воздействия, как $E = \sqrt{\frac{\mathcal{E}N_E}{T}}$ и $H = \sqrt{\frac{\mathcal{E}N_H}{T}}$, причем предель-

ные значения E , H , $\mathcal{E}N_E$ и $\mathcal{E}N_H$ должны соответствовать приведенным в табл. 8 значениям. При одновременном воздействии электрической и магнитной составляющих поля должно выполняться условие

$\frac{\mathcal{E}N_T}{\mathcal{E}N_{\text{Эп}}} + \frac{\mathcal{E}N_H}{\mathcal{E}N_{\text{Нп}}} \leq 1$, где $\mathcal{E}N_{\text{Эп}}$ и $\mathcal{E}N_{\text{Нп}}$ – предельные значения энергетической нагрузки.

Таблица 8

**Предельные значения напряженности ЭМП радиочастот
для рабочих мест**

Параметр	Предельные значения в диапазонах частот, МГц		
	от 0,06 до 3	свыше 3 до 30	свыше 30 до 300
E_n , В/м	500	300	80
H_n , А/м	50	–	–
$\mathcal{E}N_{\text{Эп}}$, (В/м) ² ·ч	20000	7000	800
$\mathcal{E}N_{\text{Нп}}$, (А/м) ² ·ч	200	–	–

В диапазоне частот 300 МГц–300 ГГц предельно допустимое значение ППЭ определяется как $\text{ППЭ}_n = K \frac{\mathcal{E}N_{\text{ППЭп}}}{T}$ [Вт/м²], где $\mathcal{E}N_{\text{ППЭп}} = 2$ [Вт·ч/м²] – предельно допустимая величина энергетической нагрузки; T – время пребывания в зоне облучения за смену, ч; K – коэффициент ослабления биологической эффективности, равный 1 для всех случаев, кроме облучения от антенн, вращающихся и сканирующих с частотой не более 1 Гц и скважностью более 50, для которых $K = 10$. Во всех случаях значение ППЭ не должно превышать 10 Вт/м².

– занесите в Карту фактическое значение напряженности (ППЭ) ЭМП на рабочем месте (табл. 1, стр. 19 Прил. 1);

– установите степень вредности данного фактора $X_{ст}$ в соответствии с "Гигиеническими критериями оценки условий труда" (табл. 2);

– занесите в Карту фактическое значение степени вредности работ по данному фактору $X_{факт} = X_{ст} T$, полагая $T = 1$.

2. Диапазон промышленных частот:

Допустимое время продолжительности облучения рассчитывается в соответствии с ГОСТ 12.1.002-84 (Прил. 2).

В вариантах задания, приведенных в табл. 1 Прил. 1, этот параметр отсутствует.

3. Оптический диапазон (лазерное излучение)

Допустимые уровни облучения для глаз и кожи приведены в "Санитарных правилах при работе с лазерами" СанПиН 5804. Классификация лазеров по степени опасности генерируемого излучения, требования к конструкции лазерных установок и к техпроцессам с использованием таких установок приведены в ГОСТ Р 50723-94.

В вариантах задания, приведенных в табл. 1 Прил. 1, этот параметр отсутствует.

Температура воздуха на рабочем месте в помещении:

– для оценки воздействия параметров микроклимата на рабочего по описанию выполняемой работы (табл. 1, стр.3 Прил. 1 и табл. 9) определите категорию тяжести физических работ (табл. 10);

– найдите соответствующие ей и времени года значения допустимых параметров микроклимата (табл. 11) и занесите их в Карту (температура воздуха на улице приведена в табл. 1, стр. 27 Прил. 1);

– занесите в Карту фактическое значение температуры воздуха на рабочем месте.

Если температура воздуха находится в допустимых пределах, но превышены значения других параметров микроклимата, например влажности или скорости движения воздуха, то в «Карте условий труда» необходимо заменить температуру на соответствующий параметр. Если одновременно превышено несколько параметров микроклимата, например температура и влажность, то их необходимо занести в Карту, заменив ими отсутствующие факторы. При этом общее число факторов не должно превышать восьми.

– установите степень вредности данного фактора $X_{ст}$ в соответствии с "Гигиеническими критериями оценки условий труда" (табл. 2);

– оцените возможную продолжительность воздействия данного фактора в течение смены t и рассчитайте параметр $T = t/T_c$;

– занесите в Карту фактическое значение степени вредности работ по данному фактору $X_{\text{факт}} = X_{\text{ст}} T$, полагая $T = 1$.

Тяжесть труда:

В вариантах задания, приведенных в табл. 1 Прил. 1, этот параметр отсутствует. Просуммируйте баллы в графе $X_{\text{факт}}$ и укажите их в конце таблицы. По шкале, приведенной в табл. 3, определите размер доплат к тарифной ставке (окладу) за работу в тяжелых условиях труда и занесите их в Карту. Эти доплаты должны назначаться руководителем предприятия по согласованию с профсоюзным комитетом.

Таблица 9

Физическая тяжесть работ

№ варианта	Характер работ
1	Работа производится сидя и сопровождается незначительным физическим напряжением
2	Работа производится сидя и сопровождается некоторым физическим напряжением
3	Работа производится стоя, связана с ходьбой и сопровождается некоторым физическим напряжением
4	Работа связана с постоянной ходьбой
5	Работа выполняется стоя и связана с перемещением мелких (до 1 кг) изделий
6	Работа выполняется сидя и требует определенного физического напряжения
7	Работа связана с ходьбой и перемещением тяжестей до 10 кг
8	Работа связана с ходьбой и сопровождается умеренным физическим напряжением
9	Работа связана с переноской тяжестей до 10 кг
10	Работа связана с постоянным передвижением
11	Работа связана с перемещением и переноской значительных (свыше 10 кг) тяжестей
12	Работа требует больших физических усилий

Категории тяжести физических работ (ГОСТ 12.1.005-88)

Характер работы	Категория	Энергозатраты, Вт
Работы, выполняемые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением	Легкие – Ia	До 139
Работы, производимые стоя, сидя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением	Легкие – Ib	140–174
Работы, связанные с постоянной ходьбой, перемещением мелких (до 1 кг) изделий или предметов в положении стоя или сидя и требующие определенного физического напряжения	Средней тяжести – IIa	175–232
Работы, связанные с ходьбой, перемещением и переноской тяжестей до 10 кг и сопровождающиеся умеренным физическим напряжением	Средней тяжести – IIб	233-290
Работы, связанные с постоянными передвижениями, перемещением и переноской значительных (свыше 10 кг) тяжестей и требующие больших физических усилий	Тяжелые – III	Более 290

Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений (по ГОСТ 12.1.005-88)

Период года	Категория работ	Температура, °С					Относительная влажность, %		Скорость движения, м/с	
		допустимая					оптимальная	допустимая на рабочих местах	оптимальная, не более	допустимая на рабочих местах постоянных и непостоянных
		верхняя граница	нижняя граница		постоянных	непостоянных				
			на рабочих местах	на рабочих местах						
Холодный	Легкая – Ia Легкая – Ib	25	26	21	18	40–60	75	0,1 0,1	Не более 0,1 Не более 0,2	
		24	25	20	17					
	Средней тяжести – IIa Средней тяжести – IIб	23	24	17	15	40–60	75	0,2	Не более 0,3	
		21	23	15	13					
	Тяжелая – III	16–18	19	20	14	12	75	0,3	Не более 0,5	
		23–25 22–24	30 30	22 21	20 19	20 19	55 (при 28 °С) 60 (при 27 °С)	0,1 0,2	0,1–0,2 0,1–0,3	
Теплый	Средней тяжести – IIa Средней тяжести – IIб	27	29	18	17	40–60	65 (при 26 °С)	0,3	0,2–0,4	
		21–23	29	16	15					
	III	20–22 18–20	28 28	15 15	13 13	40–60 40–60	70 (при 25 °С) 75 (при 24 °С и ниже)	0,3 0,4	0,2–0,5 0,2–0,6	

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

2. РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ УЛУЧШЕНИЯ УСЛОВИЙ ТРУДА

2.1. Нормализация параметров воздуха рабочей зоны

Если в результате предварительного анализа при составлении "Карты условий труда" установлено, что фактическое значение параметров воздуха рабочей зоны выходит за допустимые значения, то необходимо оптимизировать воздухообмен в помещении.

Необходимые для этого расчеты рекомендуется проводить в такой последовательности:

– рассчитайте требуемую кратность воздухообмена, при которой в соответствии с ГОСТ 12.1.005-88 достигаются оптимальные, а при их отсутствии или невозможности достижения – допустимые значения параметров воздуха рабочей зоны [(ПДК вредных веществ (см. табл. 4), а ПДУ параметров микроклимата (табл. 11)] и табл. 2 Прил. 1;

– выберите наибольшее из полученных значений и уточните параметры микроклимата, формирующегося при новой кратности воздухообмена;

– в случае необходимости, подкорректируйте параметры микроклимата за счет дополнительного нагрева или осушения (увлажнения) воздуха.

Расчет требуемой кратности воздухообмена производят следующим образом:

При наличии в воздухе рабочей зоны вредных веществ, концентрация которых превышает ПДК, новое значение кратности воздухообмена, обеспечивающей требуемое качество воздуха, может быть найдено, 1/ч

$$K_2 = \frac{C_y^I - C_n}{C_y^{II} - C_n} K_1, \quad (1)$$

где C_y^I – фактическое значение концентрация [мг/м³] вредного вещества в воздухе при исходной кратности воздухообмена K_1 (табл. 1,

стр. 16 Прил. 1); $C_y^H \leq C_{\text{ПДК}}$ – требуемое значение концентрации; $C_{\text{п}} \leq 0,3C_{\text{ПДК}}$ – концентрация вредного вещества в поступающем в помещение воздухе; $C_{\text{ПДК}}$ – предельно допустимая концентрация [мг/м³] вредного вещества (табл. 4).

При поступлении в воздух рабочей зоны нескольких вредных веществ, обладающих эффектом суммирования воздействия, должно выполняться условие

$$\frac{C_{y1}^H}{C_{\text{ПДК1}}} + \frac{C_{y2}^H}{C_{\text{ПДК2}}} + \dots + \frac{C_{yn}^H}{C_{\text{ПДКн}}} \leq 1. \text{ В остальных слу-}$$

чаях для каждого из веществ находится требуемое значение кратности воздухообмена, из которых выбирается наибольшее значение.

При наличии в воздухе рабочей зоны избытка тепла новое значение кратности воздухообмена, обеспечивающей требуемое качество воздуха при неизменной мощности источников тепла, находится, 1/ч

$$K_2 = \frac{\rho^I (t_y^I - t_{\text{п}})}{\rho^H (t_y^H - t_{\text{п}})} K_1, \quad (2)$$

где t_y^I – фактическое значение температуры воздуха при исходной кратности воздухообмена K_1 (табл. 1, стр. 9 Прил. 1), °С; t_y^H – требуемое значение температуры (табл. 11); $t_{\text{п}}$ – температура поступающего в помещение воздуха (табл. 1, стр. 27 Прил. 1); ρ^I, ρ^H – плотность воздуха, при соответствующей температуре (табл. 12), кг/м³.

При наличии в воздухе рабочей зоны избытка влаги новое значение кратности воздухообмена, обеспечивающей требуемое качество воздуха, 1/ч

$$K_2 = \frac{d_y^I - d_{\text{п}}}{d_y^H - d_{\text{п}}} K_1, \quad (3)$$

где d_y^I – фактическое значение абсолютной влажности воздуха при исходной кратности воздухообмена K_1 , г/м³; d_y^H – требуемое значение абсолютной влажности; $d_{\text{п}}$ – абсолютная влажность поступающего в помещение воздуха.

Значение абсолютной влажности вычисляется как $d = Md_{\max}/100$, г/м³, где M – относительная влажность воздуха, %; d_{\max} – максимальная влажность воздуха при данной температуре (табл. 13), г/м³. Значение относительной влажности воздуха рабочей зоны приведено в табл. 1, стр. 10 Прил. 1, поступающего воздуха – в табл. 1, стр. 28 Прил. 1, а оптимальной (допустимой) относительной влажности воздуха рабочей зоны – в табл. 11. Значение d_{\max} берем из табл. 13 для $t = t_{\text{в}}^{\text{II}}$.

Так как при увеличении кратности воздухообмена и постоянной мощности источников тепла температура воздуха в помещении будет снижаться, то будет уменьшаться и значение d_{\max} . Поэтому требуемая кратность воздухообмена в этом случае может быть найдена либо путем последовательных приближений, либо подключением дополнительных источников тепла для поддержания оптимальной температуры воздуха. При расчете путем последовательных приближений, используя полученное по формуле (3) значение K_2 и пренебрегая изменением плотности воздуха, находят новое значение температуры, °С

$$t_{\text{в}}^{\text{II}} = \frac{K_1}{K_2} (t_{\text{в}}^{\text{I}} - t_{\text{п}}) + t_{\text{п}}, \quad (4)$$

значение d_{\max} при этой температуре берут из табл. 13, и повторяют расчет по формуле (3). Расчет считается законченным, если новое значение K_2 отличается от предыдущего не более чем на 10%.

Для уточнения параметров микроклимата, формирующегося в помещении при максимальной расчетной кратности воздухообмена, необходимо по формуле (4а) найти новое значение температуры и при этой температуре значение относительной влажности воздуха, %

$$\varphi = \frac{100}{d_{\max}} \left(\frac{K_1}{K_2} (d_{\text{в}}^{\text{I}} - d_{\text{п}}) + d_{\text{п}} \right). \quad (4a)$$

Если полученное значение температуры окажется ниже допустимого, необходимо рассчитать мощность дополнительных источников тепла, необходимых для ее оптимизации, кВт

$$N = \frac{K_2 V C \rho (t_{\text{тп}} - t_{\text{в}}^{\text{II}})}{3600}.$$

где V – объем помещения, м³; $C = 1,01$ – удельная теплоемкость воздуха, кДж/кг град; ρ – его плотность, кг/м³; $t_{тр}$ – требуемая температура, °С.

Таблица 12

Зависимость плотности воздуха ρ от температуры при давлении 101,3 кПа

$t, ^\circ\text{C}$	$\rho, \text{кг/м}^3$	$t, ^\circ\text{C}$	$\rho, \text{кг/м}^3$	$t, ^\circ\text{C}$	$\rho, \text{кг/м}^3$
-20	1,11	0	1,07	+20	1,03
	3		1		4
-15	1,10	+5	1,06	+25	1,02
	3		2		5
-10	1,09	+10	1,05	+30	1,01
	2		2		7
-5	1,08	+15	1,04	+35	1,00
	1		4		9

Таблица 13

Зависимость плотности насыщенного водяного пара d_{\max} в воздухе от температуры (максимальная влажность воздуха)

$t, ^\circ\text{C}$	$d_{\max}, \text{г/м}^3$	$t, ^\circ\text{C}$	$d_{\max}, \text{г/м}^3$	$t, ^\circ\text{C}$	$d_{\max}, \text{г/м}^3$	$t, ^\circ\text{C}$	$d_{\max}, \text{г/м}^3$
7	7,8	13	11,4	19	16,3	25	23,0
8	8,3	14	12,1	20	17,3	26	24,4
9	8,8	15	12,8	21	18,3	27	25,8
10	9,4	16	13,6	22	19,4	28	27,2
11	10,0	17	14,5	23	20,6	29	28,4
12	10,7	18	15,4	24	21,8	30	30,3

2.2. Расчет средств защиты от шума

Если в результате предварительного анализа при составлении "Карты условий труда" установлено, что фактическое значение уровня шума превышает предельно допустимое, то выберите и рассчитайте вариант защиты – кожух на шумящее оборудование, или акустическую отделку помещения.

При выборе средств защиты от шума следует отдавать предпочтение уменьшению шума в источнике возникновения. Поскольку чаще

всего используется стандартное оборудование с шумами механического происхождения, то снижение шума возможно, в основном, за счет установки звукоизолирующего кожуха. Если установка кожуха невозможна или нецелесообразна, то следует применять акустическую отделку помещения. При значительном превышении допустимого уровня шума возможно одновременное использование нескольких средств защиты. Если эти меры недостаточны, то необходимо использовать индивидуальные средства защиты обслуживающего персонала.

Исходными данными для оценки необходимости защиты людей от шума и проведения соответствующих расчетов являются спектр шума, измеренный на рабочем месте, шумность выполняемых работ и размеры производственного помещения.

Расчет средств защиты ведется таким образом, чтобы их эффективность $\mathcal{E}L_3$ была больше или равна значению ΔL_i для каждой из частот.

При проведении расчетов рекомендуется придерживаться такой последовательности:

- сравните фактическое значение спектра уровня шума на рабочем месте, найденное в табл. 7, с допустимым (табл. 6);
- установите частоты f_i , на которых наблюдается превышение допустимого уровня шума, и величину превышения ΔL_i .

Эффективность звукоизоляции однослойного кожуха

$$R = 17 \lg f + 13 \lg m - 34, \quad (5)$$

где f – частота звука, Гц; m – масса 1 м^2 материала кожуха, кг/м².

Для повышения эффективности звукоизоляции применяют двухслойные кожухи и нанесение на внутреннюю и наружную поверхности, соответственно, звукопоглощающего и вибродемпфирующего материалов. Значение массы одного квадратного метра (1 м^2) для различных материалов, используемых при изготовлении кожухов, приведены в табл. 14.

Требуемая эффективность звукоизоляции кожуха

$$R_{\text{тр}} = \Delta L_3 + 10 \lg S_{\text{кож}} / S_{\text{ист}}, \quad (6)$$

где $S_{\text{кож}}$ и $S_{\text{ист}}$ – площади поверхности кожуха и источника соответственно. В большинстве случаев $S_{\text{кож}} / S_{\text{ист}} \leq 2$, и можно считать, что $10 \lg S_{\text{кож}} / S_{\text{ист}} = 3 \text{ дБ}$.

При расчете кожуха рекомендуется придерживаться такой последовательности:

– по формуле (6) найдите требуемую эффективность звукоизоляции кожуха для всех частот, на которых наблюдается превышение допустимого уровня шума;

– для каждой из частот найдите значение массы 1 м^2 материала

кожуха, обеспечивающего требуемую звукоизоляцию $m = 10^{\frac{R-17lg f+34}{13}}$;

– в табл. 14 найдите однослойный материал, масса 1 м^2 которого равна или превосходит наибольшее из полученных для разных частот значений, или двухслойный, эффективность звукоизоляции которого равна или превосходит требуемую на всех частотах.

Снижение уровня шума в помещении за счет его акустической отделки

$$\Delta L = 10 \lg \frac{1+M}{1+MB/B_1}, \quad (7)$$

где B и B_1 – постоянная помещения до и после установки акустической отделки соответственно; M – акустическое отношение; $M = 4\Omega r^2 / B\Phi$ и $M = 4S / \chi\Phi$ при $r > 2\lambda$; r – расстояние от источника шума до контрольной точки; λ – длина звуковой волны; Ω – пространственный угол, в пределах которого излучается звук; Φ – фактор направленности излучения; χ – коэффициент, зависящий от соотношения r/λ (рис. 1); S – площадь поверхности, проходящей через контрольную точку, охватывающей источник звука и повторяющей упрощенно его поверхность (для точечного источника – сфера радиусом r с центром в источнике звука). Для источников шума, установленных на полу и излучающих только в верхнюю полусферу, $\Omega = 2\pi$ [стерадиан]. Для ненаправленных источников шума (к ним относится большинство источников, находящихся в промышленных помещениях) $\Phi = 1$, для диполей $\Phi = \cos^2\theta$.

Значения B и B_1 вычисляются как

$$B = \frac{a}{1-a} S_{\text{орп}}, \quad (8)$$

где $S_{\text{орп}} = 2(LB + LH + BH)$ – площадь ограждающих конструкций; L , B , H – длина, ширина и высота помещения соответственно;

$$a = 1 - (1 - a_0)ml, \quad (9)$$

– среднее значение звукопоглощения в помещении (в формулу (8) подставляются соответствующие значения a – до и a_1 после установки экрана); $m = \beta / 4340$ и $l = 4LBH/S_{\text{орп}}$.

Звукоизолирующая способность преград

Конструкция	Толщина, мм	Масса 1 м ² , кг	Звукоизоляция, дБ, на частотах, Гц		
			125	500	2000
Кирпичная стена	260	470	40	46	55
То же	400	740	45	50	57
Железобетонная перегородка	100	250	38	44	54
Железобетонное ребристое перекрытие	220	280	32	47	63
Обшивка по каркасу с клеткой жесткости 0,7×0,7 м:					
– стальная	2	15,8	20	20	38
– дюралюминиевая	2,5	6,8	13	21	28
– фанерная	6	4,2	14	16	22
– оргстеклянная	14	16,8	20	28	34
Обшивка по каркасу с клеткой жесткости 0,2×0,2 м					
– стальная с покрытием из вибродемпфирующей мастики	0,7+4	5,5+1,6	24	33	39
– дюралюминиевая с покрытием из минераловатных плит (удельная плотность 100 кг/м ³)	2+80	5,4+8,0	15	28	43
	3+70	8,1+7,0	20	38	54

Значения β – коэффициента звукопоглощения воздуха – приведены в табл. 15 (для температуры 20 °С и относительной влажности 60%). В большинстве случаев для помещений малых размеров на частотах ниже 1000 Гц приближенно можно считать $a = a_0$, где

$$a_0 = \frac{\sum a_i S_i}{S_{\text{ср}}}, \quad (10)$$

– средний коэффициент звукопоглощения облицовочных материалов в помещении, a_i – значение коэффициента a_0 для i -го материала отделки (табл. 16); S_i – площадь строительных конструкций, отделанная этим материалом.

При расчете B_1 в качестве значения среднего коэффициента звукопоглощения помещения принимают величину $a_1 = \frac{a_0(S_{\text{огр}} - S_{\text{обл}}) + \Delta A}{S_{\text{огр}}}$,

где $\Delta A = a_{\text{обл}} S_{\text{обл}} + \Delta A_3 n$ – звукоизоляция облицовки, м²; $a_{\text{обл}}$ – коэффициент звукопоглощения облицовки; ΔA_3 – звукопоглощение объемных конструкций (штучных звукопоглотителей), м²; n – их число.

Таблица 15

Значения коэффициента звукопоглощения воздуха β
(при температуре 20 °С и относительной влажности 60%)

f , Гц	125	250	500	1000	2000	4000	8000
β , дБ/км	0,3	1,1	2,8	5,2	9,5	25	83

Таблица 16

Коэффициенты звукопоглощения α_0 материалов

Материал	Значение α_0 на частотах, Гц		
	125	500	2000
Бетон, мрамор, гранит	0,011	0,016	0,023
Кирпичная стена	0,029	0,031	0,049
Штукатурка	0,02	0,04	0,03
Паркет на асфальтовом основании	0,04	0,07	0,08
Линолеум толщиной 5 мм	0,02	0,03	0,04
Древесноволокнистая плита толщиной 11 мм	0,06	0,28	0,33
Войлок толщиной 25 мм	0,15	0,54	0,57
Минеральная вата толщиной 100 мм	0,47	0,59	0,70
Акустическая штукатурка	0,22	0,31	0,72

При расчете акустической отделки помещения рекомендуется придерживаться такой последовательности:

– из табл. 16 для частот, на которых наблюдается превышение допустимого уровня шума, найдите значения коэффициента a_0 материалов, используемых в отделке помещения¹;

¹ Считать, что стены и потолок помещения оштукатурены, а пол либо бетонный, либо покрыт линолеумом, в зависимости от характера производства.

– для каждой из частот по формуле (10) найдите среднее значение коэффициента a_0 ;

– для каждой из частот по формуле (9) найдите значение среднего коэффициента звукопоглощения α в помещении;

– для каждой из частот по формуле (8) найдите значение постоянной помещения B ;

– найдите соответствующие им требуемые значения постоянной помещения после его отделки звукопоглощающим материалом

$$B_1 = \frac{8\pi r^2 \cdot 10^{0,1\Delta L}}{1 + 8\pi r^2 / B - 10^{0,1\Delta L}} \text{ при } r > 2\lambda, \text{ или } B_1 = \frac{4S \cdot 10^{0,1\Delta L}}{\chi(1 + 4S / \chi B - 10^{0,1\Delta L})} \text{ при } r < 2\lambda,$$

где ΔL – требуемое снижение уровня шума в соответствующей октавной полосе частот [см (формулу 7)];

– для каждой из частот найдите требуемый средний коэффициент звукопоглощения помещения после его акустической отделки $a_1 = \frac{B_1}{B_1 + S_{\text{орг}}}$;

– выберите тип облицовочного материала и в табл. 16 найдите значения $a_{\text{обл}}$ для соответствующих частот;

– найдите площадь строительных конструкций, которую необходимо облицевать этим материалом для получения требуемых шумовых характеристик помещения

$$S_{\text{обл}} = \frac{a_1 - a_0}{a_{\text{обл}} - a_0} S_{\text{орг}};$$

– выберите наибольшее из полученных для разных частот значение и сравните его с $S_{\text{орг}}$. Если полученное значение $S_{\text{обл}} < 0,8 (S_{\text{орг}} - BL)$, то расчет можно считать законченным. В противном случае, требуемые шумовые характеристики при выбранном отделочном материале не могут быть достигнуты. Необходимо либо выбрать другой отделочный материал с большим коэффициентом звукопоглощения, либо использовать штучные поглотители.

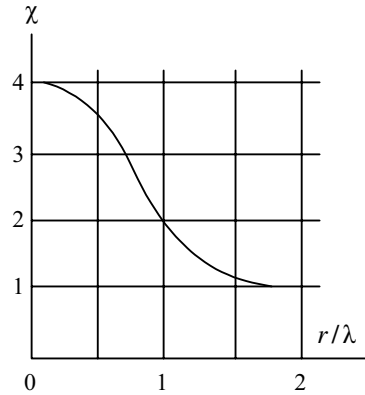


Рис. 1. Зависимость коэффициента χ при $r < 2\lambda$

Таблица 17

Значения длины волны звука λ для среднегеометрических частот октавных полос

f , Гц	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
λ , м	5,4	2,7	1,35	0,68	0,34	0,17	0,085	0,043

Таблица 18

Звукопоглощение штучных звукопоглотителей

Вид поглотителя	Габаритные размеры, м	Эффективная площадь, м ²
Сферический	0,5	12
Сферический	1,5	42
Пластина	1,5×0,8×0,3	10
Пластина	2×1×0,4	17
Куб	1×1×1	25
Куб	1,5×1,5×1,5	58

Число требуемых штучных поглотителей

$$n = \frac{(a_1 - a_0)S_{\text{огр}} - (a_{\text{обл}} - a_0)S_{\text{обл}}}{\Delta A_3},$$

где ΔA_3 – эффективная площадь одного поглотителя (табл. 18), а $S_{\text{обл}}$ – суммарная площадь поверхностей, которые могут быть облицованы поглощающим материалом. Штучные поглотители, как правило, подвешиваются к потолку в шахматном порядке не ближе $2r$ друг от друга, где r – характерный размер поглотителя (радиус для сферического, или длина ребра для куба), так как при более близком расположении их эффективность падает из-за взаимного экранирования.

2.3. Расчет средств защиты от электромагнитных полей

Если в результате предварительного анализа при составлении карты условий труда установлено, что фактическое значение уровня ЭМП превышает предельно допустимое, то выберите и рассчитайте вариант защиты – временем, расстоянием или экранированием источника излучения.

При выборе средств защиты следует отдавать предпочтение экранированию источника излучения, поскольку чаще всего используется

стандартное оборудование. Если установка экрана невозможна или нецелесообразна, то может быть применена защита обслуживающего персонала путем удаления рабочего места от источника излучения (источника излучения от рабочего места) или сокращения продолжительности работы в зоне воздействия электромагнитных полей. Если эффективность экрана недостаточна, а сокращение рабочего времени нежелательно, то следует применять отделку помещений материалами, поглощающими электромагнитное излучение. При значительном превышении допустимого уровня ЭМП возможно одновременное использование нескольких или всех средств защиты. Если эти меры недостаточны, то необходимо использовать индивидуальные средства защиты обслуживающего персонала.

Экранирование источников ЭМП может быть полным (при использовании замкнутых экранов) или частичным. В качестве экранов чаще всего используют металлические листы, сетки или решетки, обладающие высокой эффективностью благодаря высокой отражательной способности металлов в области высокочастотного и СВЧ-излучения.

Металлические сетки и решетки обладают меньшей экранирующей способностью, чем сплошные листы, но они удобнее в конструктивном отношении, особенно при необходимости экранирования смотровых и вентиляционных отверстий, окон, дверей и т. д. Защитные свойства сеток зависят от величины ячейки и толщины проволоки. Сетки, специально предназначенные для экранирования ЭМП, имеют данные об эффективности ослабления на различных частотах (табл. 19).

Недостатком отражающих экранов является опасность возникновения за счет отраженного излучения зон с повышенной напряженностью ЭМП за пределами экранируемой территории. От этого недостатка свободны экраны из поглощающих материалов, хотя они и обладают существенно меньшей эффективностью (табл. 20). Радиопоглощающие материалы применяют вместо или совместно с металлическими экранами в качестве облицовки.

В качестве средств индивидуальной защиты применяют комбинезоны или халаты с капюшоном, изготовленные из металлизированной ткани (расстояние между металлическими нитями не более 0,5 мм) и ослабляющие излучение с длиной волны 3,2 см более чем на 20 дБ, а также радиозащитные очки ОРЗ-5.

Расчет средств защиты ведется таким образом, чтобы их эффективность εL_3 была больше или равна требуемому значению $\varepsilon L_{тр}$.

При проведении расчетов рекомендуется придерживаться такой последовательности:

– вычислите требуемую эффективность средств защиты, как

$$\Delta L_{\text{тp}} = 10 \lg \frac{E_{\text{ф}}}{E_{\text{ПДУ}}} \quad \text{или} \quad \Delta L_{\text{тp}} = 10 \lg \frac{\text{ППЭ}_{\text{ф}}}{\text{ППЭ}_{\text{ПДУ}}}, \text{ дБ, где индексы "ПДУ" и}$$

"ф" соответствуют найденным ранее при составлении "Карты условий труда" допустимому при 8-часовой продолжительности смены и фактическому значениям напряженности электромагнитного поля (плотности потока энергии) на рабочем месте;

– при использовании в качестве средства защиты коуха из метал-

лического листа найдите его толщину $d = \frac{|\Delta L_{\text{тp}}|}{15,4 \sqrt{f \mu \sigma}}$, мм, где f – частота

излучения, Гц; μ – магнитная проницаемость металла, Гн/м, а ζ – его удельная проводимость (значения μ и ζ приведены в табл. 21), 1/Ом·м;

– при использовании в качестве средства защиты коуха из металлической сетки подберите в табл. 19 номер сетки, обеспечивающей требуемую эффективность экранирования на заданной частоте ЭМП;

– при использовании в качестве средства защиты экрана из радиопоглощающих материалов подберите в табл. 20 материал и изделие из него, обеспечивающие требуемую эффективность.

Если материалы, обеспечивающие требуемую эффективность, не найдены или не подходят по конструктивным соображениям, используйте комбинированную защиту из нескольких материалов или используйте защиту временем и расстоянием.

Допустимая продолжительность работы при воздействии ЭМП в диапазоне частот от 60 кГц до 300 МГц составляет $T = 8 \cdot 10^{-0,2(\Delta L_{\text{тp}} - \Delta L_3)}$, ч, а в диапазоне свыше 300 МГц – $T = 8 \cdot 10^{-0,1(\Delta L_{\text{тp}} - \Delta L_3)}$, ч, где ΔL_3 – эффективность используемого экрана (при отсутствии экрана $\Delta L_3 = 0$).

При защите расстоянием его минимальное значение (от источника излучения до рабочего места) рассчитывается как $l_{\text{min}} = l_{\text{ф}} \cdot 10^{0,1(\Delta L_{\text{тp}} - \Delta L_3)}$, м в диапазоне частот от 60 кГц до 300 МГц и как $l_{\text{min}} = l_{\text{ф}} \cdot 10^{0,05(\Delta L_{\text{тp}} - \Delta L_3)}$,

Таблица 19

Защитные свойства сеток

Номер сетки	Диаметр проволоки, мм	Ослабление ЭМП, дБ на частотах, МГц					
		9375	4762	2830	857	600	300
0,1	0,07	40	40	40			
0,2	0,13	40	40	40			
0,4	0,15	40	40	40			
0,5	0,22	39	40	40			
0,8	0,30	38	40	40			
0,9	0,35	38	40	40	40		
1,0	0,35	37	40	40	40		
1,2	0,40	35	40	40	40		
2,0	0,5	27	38	40	40		
3,2	0,9	22	32	39	40	40	
5,0	1,40	19	27	30	40	40	40
10,0	0,7	–	14	23	24	28	34
20,0	1,40	–	7	11	17	20	27

Таблица 20

Характеристики радиопоглощающих материалов

Вид изделия	Марка материала	Диапазон рабо- чих частот, МГц	$P_{\text{пад}} / P_{\text{отраж}}?$ дБ	$P_{\text{пад}} / P_{\text{прош}}?$ дБ
Резиновые коврики	В2Ф-2 В2Ф-3 ВКФ-1	7500–37500	17–20	17–20
Магнитодиэлектрические пластины	ХВ-08 ХВ-2,0 ХВ-3,2	37500 15000 9375	17–20	17–20
Поглощающие покрытия на основе поролона	"Болото"	300–37500	17–20	17–20
	"Луч-40"	750–37500	15–20	15–20
Ферритовые пластины	СВЧ-0,68	2000–150	14–15	14–15

Удельная проводимость и магнитная проницаемость металлов

Металл	Удельная проводимость, 1/Ом·м	Магнитная проницаемость, Гн/м
Серебро	$6,25 \cdot 10^7$	$1,26 \cdot 10^{-6}$
Медь	$5,65 \cdot 10^7$	$1,26 \cdot 10^{-6}$
Алюминий	$3,57 \cdot 10^7$	$1,26 \cdot 10^{-6}$
Латунь	$1,42 \cdot 10^7$	$1,26 \cdot 10^{-6}$
Сталь	$1,0 \cdot 10^7$	$300 \cdot 10^{-6}$

в диапазоне частот свыше 300 МГц и как $l_{\min} = l_{\phi} \cdot 10^{0,05(\Delta L_{\text{тр}} - \Delta L_3)}$ в диапазоне частот свыше 300 МГц, где l_{ϕ} – фактическое расстояние до источника излучения, м.

При невозможности защиты временем и расстоянием и недостаточной эффективности экранов необходимо использовать средства индивидуальной защиты.

В пояснительной записке к данному разделу необходимо привести обоснование выбора типа защиты и использованных материалов, а также все необходимые расчеты.

3. РАСЧЕТ ЗАЗЕМЛЯЮЩИХ УСТРОЙСТВ

3.1. Оценка необходимости применения защитных устройств

В качестве меры защиты людей от поражения электрическим током применяются защитное заземление (в сетях с изолированной нейтралью) и зануление (в сетях с глухозаземленной нейтралью) нетокопроводящих частей электрооборудования.

Защитное заземление – преднамеренное электрическое соединение металлических нетокопроводящих частей электрооборудования с землей или ее эквивалентом.

Зануление – преднамеренное электрическое соединение металлических нетокопроводящих частей электрооборудования с заземленной точкой источника питания электроэнергией при помощи нулевого защитного проводника.

Исходными данными для оценки необходимости защиты людей от поражения электрическим током и проведения соответствующих расчетов являются характеристика производственного помещения, напряжение сети и режим нейтрали.

При проведении оценки рекомендуется придерживаться такой последовательности:

- сравните сочетания факторов электрической опасности, характеризующих производственное помещение до рационализации рабочих мест (табл. 1, стр. 22 Прил. 1 и табл. 22) с факторами, приведенными в "Классификации помещений по степени опасности поражения электрическим током" (табл. 23), и сделайте вывод о том, какому классу опасности соответствует производственное помещение;

- руководствуясь данными табл. 24, проверьте, не изменился ли класс опасности производственного помещения после рационализации рабочих мест, и в случае необходимости, уточните его;

- в табл. 1, стр. 23 Прил. 1 найдите напряжение сети, соответствующее данному рабочему месту;

– оцените, возможно ли применение такого напряжения сети в помещении без дополнительных мер по обеспечению электробезопасности рабочих.

При этом следует иметь в виду, что в соответствии с "Правилами устройства электроустановок потребителей (ПУЭ)" защитное заземление или зануление электроустановок следует выполнять при напряжении питания 380 В и выше переменного тока, и 440 В и выше постоянного тока во всех случаях. При напряжении питания выше 42, но ниже 380 В переменного тока, и выше 110, но ниже 440 В постоянного тока, защитное заземление (зануление) электроустановок выполняется только в помещениях с повышенной опасностью и особо опасных по поражению электрическим током, а также в наружных электроустановках. Во

Таблица 22

Характеристика помещения по условиям электробезопасности

№ варианта	Факторы повышенной и особой опасности поражения электрическим током
1	Отсутствуют
2	Сырое (до 90%)
3	Жаркое
4	Пыльное
5	С токопроводящим полом
6	Загроможденное оборудованием, есть возможность одновременного контакта с токопроводящими частями оборудования и заземленными конструкциями
7	Сырое (до 90%), жаркое
8	Жаркое, пыльное
9	Токопроводящий пол
10	Сырое, загроможденное оборудованием, есть возможность одновременного контакта с токопроводящими частями оборудования и заземленными конструкциями
11	Сырое, жаркое, с токопроводящим полом, загроможденное оборудованием, есть возможность одновременного контакта с токопроводящими частями оборудования и заземленными конструкциями
12	Сырое (до 90%), с токопроводящим полом
13	Сырое, с химически активной средой
14	Особо сырое помещение

Классификация помещений по степени опасности поражения электрическим током

Класс	Признаки
С повышенной опасностью	Наличие одного из перечисленных ниже факторов повышенной опасности: – сырое, жаркое, пыльное, с токопроводящим полом, с большим коэффициентом заполнения объема помещения оборудованием (более 0,2 по объему), имеется возможность одновременного прикосновения к токоведущим частям и заземленным конструкциям (корпусам оборудования)
Особо опасное	Наличие одновременно двух или более факторов повышенной опасности, перечисленных в предыдущем разделе или одного или более факторов особой опасности: – особая сырость, химически активная или органическая среда
Без повышенной опасности	Отсутствие любого из перечисленных выше факторов

Таблица 24

Классификация производственных помещений по условиям среды

Класс	Характеристика помещения
Сухое	Относительная влажность воздуха не превышает 60%
Влажное	Относительная влажность более 60%, но не превышает 75%
Сырое	Относительная влажность более 75%, но не превышает 90%
Особо сырое	Относительная влажность воздуха близка к 100% (потолок, стены, пол и предметы покрыты влагой)
Жаркое	Температура воздуха длительно превышает +30 °С
Пыльное	По условиям производства выделяется технологическая пыль в количестве, достаточном для проникновения внутрь машин и аппаратов непылезащищенного исполнения и осаждения на проводах. Могут быть с токопроводящей и нетокопроводящей пылью
С химически активной или органической средой	По условиям производства постоянно или длительно содержатся пары или образуются отложения, разрушающие изоляцию и токоведущие части оборудования

Класс	Характеристика помещения
Пожароопасные	Помещения, в которых применяются или хранятся сгораемые вещества
Взрывоопасные	Помещения, в которых по условиям технологического процесса могут образовываться взрывоопасные смеси: <ul style="list-style-type: none"> – горючих газов или паров с воздухом, кислородом или другими газами – окислителями; – горючих пылей или волокон с воздухом при переходе их во взвешенное состояние

взрывоопасных зонах всех классов защитному заземлению (занулению) подлежат все электроустановки, независимо от напряжения питания. Является ли зона установки электрооборудования в помещении взрывоопасной, указано в табл. 1, стр. 21 Прил. 1.

Если в результате проведенного анализа установлено, что дополнительные меры по обеспечению электробезопасности не нужны, то на этом работа над разделом заканчивается, но в пояснительной записке необходимо подробно объяснить, на основании чего пришли к такому заключению и какими еще мерами, кроме заземления (зануления) корпусов электрооборудования, можно обеспечить электробезопасность рабочих.

В противном случае необходимо произвести расчет заземляющего устройства (ЗУ), которое будет использоваться в качестве защитного в сетях с изолированной нейтралью или рабочего в сетях с глухозаземленной нейтралью. Расчет допустимого сопротивления участка цепи фаза-нуль при устройстве зануления в данном пособии не рассматривается.

3.2. Расчет заземляющего устройства

При расчете ЗУ рекомендуется придерживаться такой последовательности:

- найдите в табл. 25 характеристику площадки для размещения ЗУ, соответствующую данному рабочему месту (табл. 1, стр. 26 Прил. 1);
- в зависимости от режима нейтрали и напряжения питания электрооборудования выберите требуемое значение сопротивления ЗУ $R_{ЗУ}$ (табл. 26);
- в табл. 27 найдите удельное сопротивление грунта, соответствующего характеристике площадки;

– при наличии железобетонного фундамента, который можно использовать в качестве естественного заземлителя, найдите его сопротивление, Ом

$$R_{\phi} = 0,5\rho_3 / \sqrt{S},$$

где S – площадь фундамента; $\rho_3 = \rho_1 \left(1 - e^{-\mu l / \sqrt{S}}\right) + \rho_2 \left(1 - e^{-\eta \sqrt{S} / l}\right)$ – эквивалентное удельное сопротивление грунта, Ом·м; ρ_1 и ρ_2 – удельное сопротивление верхнего и нижнего слоя грунта соответственно; l – толщина верхнего слоя грунта, м; μ и η – безразмерные коэффициенты, зависящие от соотношения ρ_1 и ρ_2 ¹.

Сравните полученное значение R_{ϕ} с требуемым сопротивлением ЗУ.

Если полученное значение меньше требуемого, то на этом расчет заканчивается, а в пояснительной записке приводятся результаты расчета и указывается порядок и периодичность контроля сопротивления ЗУ. В противном случае, а также при отсутствии фундамента, пригодного для использования в качестве естественного ЗУ, необходимо рассчитать искусственное заземляющее устройство, при подключении которого параллельно естественному сопротивлению фундамента, будет обеспечено требуемое сопротивление ЗУ. Для этого:

– найдите требуемое значение сопротивления искусственного ЗУ

$$R_{и} \leq \frac{R_{\phi} R_{ЗУ}}{R_{\phi} - R_{ЗУ}}; ^2$$

– выберите тип ЗУ – выносной (при напряжении до 1000 В) или контурный, а также конструкцию ЗУ – с расположением вертикальных заземлителей в один или несколько рядов или по контуру защищаемого участка;

– исходя из размеров участка и конструкции ЗУ, выберите длину соединительной полосы $l_{п} = (0,2-1) L_{уч}$;

– найдите число полос $n_{п}$ и число вертикальных заземлителей $n_{в}$;

¹ При $\rho_1 > \rho_2$ $\mu = 3,6$ и $\eta = 0,1$; при $\rho_1 < \rho_2$ $\mu = 1,1 \cdot 10^2$ и $\eta = 0,3 \cdot 10^{-2}$; ρ_1 и ρ_2 считаются различными, если отличаются более, чем в 2 раза, в противном случае $\rho_3 = \rho$.

² При отсутствии фундамента $R_{и} \leq R_{ЗУ}$.

Характеристика площадки для размещения заземляющего устройства

№ варианта	Тип грунта	Размеры участка, м	Размеры железобетонного фундамента, м	Напряжение сети, В	Режим нейтрали
1	0,5 м – суглинок, остальное – супесь	60×60	6×4	660/380, трехфазная	Заземленная
2	0,5 м – суглинок, остальное – супесь	20×20	6×4	380/220, трехфазная	То же
3	0,5 м – суглинок, остальное – супесь	15×15	4×4	220/127, трехфазная	-"
4	Супесь	20×20	20×30	380/220, трехфазная	-"
5	Глина	5×5	2×2	380,220, трехфазная	-"
6	0,5 м – суглинок, остальное – супесь	10×10	20×30	660/380, трехфазная	-"
7	Супесь	20×20	20×30	380/220, трехфазная	-"
8	Суглинок	10×10	0,5×0,5	220, однофазная	-"
9	0,5 м – торф, остальное – суглинок	5×5	0,5×0,5	127, однофазная	-"
10	Суглинок	5×5	1,5×1,5	380/220, трехфазная	-"
11	Супесь	16×16	Отсутствует	220/127, трехфазная	-"
12	Суглинок	6×6	То же	380/220, трехфазная	Изолированная
13	Суглинок	3×3	-"	380/220, трехфазная	То же
14	Садовая земля	3×3	-"	±500, двухфазная	-"
15	Супесь	20×20	-"	110, однофазная	-"
16	0,5 м - садовая земля, остальное – глина	20×15	2,5×2,5	127, однофазная	Заземленная
17	0,5 м – суглинок, остальное – супесь	40×40	30×40	660/380, трехфазная	То же
18	Суглинок	50×50	20×30	380/220, трехфазная	-"

19 | В этом варианте расчет ЗУ не проводится

Требования к сопротивлению заземляющих устройств

Напряжение сети, В	Число фаз	Род тока	Режим нейтрали	Вид защиты	Сопротивление ЗУ, Ом
11000–750000	–	~, =	Любой	Защитное заземление	$\leq 0,5$
>1000	–	~, =	Изолированная	То же	$R \leq 250/I^*R$ $\leq 125/I^{**}$
< 1000	1	~, =	То же	-"	≤ 10
< 1000	3	~, =	-"	-"	≤ 10
127	1	~	Заземленная	Зануление	≤ 8
220	1	~	То же	То же	≤ 4
380	1	~	-"	-"	≤ 2
<1000	2	=	-"	-"	
220/127	3	~	-"	-"	≤ 8
380/220	3	~	-"	-"	≤ 4
660/380	3	~	-"	-"	≤ 2

Примечание: * I – ток замыкания на землю, А; ** – при использовании устройства для заземления электрооборудования с напряжением питания как до, так и свыше 1000 В.

Таблица 27

Удельные сопротивления грунтов

Тип грунта	Удельное сопротивление, Ом·м
Торф	20
Глина	40
Садовая земля	40
Суглинок	100
Чернозем	200
Супесь	300
Песок	700

– найдите сопротивление одной горизонтальной полосы $R_{\Pi} = \frac{\rho_2}{2\pi l_{\Pi}} \ln \frac{l_{\Pi}^2}{d_{\Pi} h}$,

где Y_2 – удельное сопротивление нижнего слоя грунта, Ом·м; l_{Π} – длина соединительной полосы, м; d_{Π} – диаметр соединительной полосы (выбирается в пределах 0,01–0,025 м); h – глубина заложения полосы, (выбирается в пределах 0,5–2 м в зависимости от глубины промерзания почвы), м;

Таблица 28

Коэффициенты использования заземлителей

Заземлители размещены	В ряд			По контуру		
	1	2	3	1	2	3
Параметр A						
Число заземлителей	Коэффициент использования вертикальных заземлителей, $K_{\text{в}}$					
4	0,73	0,83	0,89	0,69	0,78	0,85
6	0,65	0,77	0,85	0,61	0,73	0,80
10	0,59	0,74	0,81	0,55	0,68	0,76
20	0,48	0,67	0,76	0,47	0,63	0,71
40	–	–	–	0,41	0,56	0,66
60	–	–	–	0,39	0,59	0,64
Число заземлителей	Коэффициент использования соединительных полос, $K_{\text{г}}$					
4	0,77	0,89	0,92	0,45	0,55	0,70
6	0,72	0,84	0,88	0,40	0,48	0,6
10	0,62	0,75	0,82	0,34	0,40	0,56
20	0,42	0,56	0,68	0,27	0,32	0,45
40	–	–	–	0,22	0,29	0,39
60	–	–	–	0,20	0,27	0,36

– найдите сопротивление одиночного вертикального заземлителя

$$R_{\text{в}} = \frac{\rho_2}{2\pi l_{\text{в}}} \left(\ln \frac{2l_{\text{в}}}{d_{\text{в}}} + \frac{1}{2} \ln \frac{4l_3 + l_{\text{в}}}{4l_3 - l_{\text{в}}} \right), \text{ где } l_3 = \frac{l_{\text{в}}}{2} + h - \frac{d_{\text{в}}}{2} - \text{глубина заложения вертикального заземлителя, м; а } d_{\text{в}} - \text{его диаметр (выбирается в}$$

пределах от 0,02 до 0,06 м и превышает диаметр соединительной полосы в 2–2,5 раза; для уголкового стали $d = 0,95b$, где b – ширина уголка);

– найдите результирующее значение сопротивления искусственного заземлителя

$$R_{\text{и}} = \frac{R_{\Gamma} R_{\text{В}}}{R_{\Gamma} n_{\text{В}} \eta_{\text{В}} + R_{\text{В}} n_{\Gamma} \eta_{\Gamma}}, \text{ где } K_{\Gamma} \text{ и } K_{\text{В}} -$$

коэффициенты использования соединительных полос и вертикальных заземлителей (табл. 28).

Если полученное значение меньше требуемого (но не более чем в 2 раза), то на этом расчет ЗУ заканчивается. В пояснительной записке, помимо расчетов ЗУ, необходимо привести схему расположения заземляющего устройства

на участке с указанием размеров элементов (рис. 2), а также указать периодичность и методы контроля сопротивления ЗУ.

В противном случае необходимо повторить расчет, изменив значение параметра A или размещение элементов ЗУ.

Требования к периодичности и средствам контроля ЗУ приведены в ГОСТ 12.1.030-88, в соответствии с которым вновь вводимые в эксплуатацию ЗУ подлежат испытанию при приемке, а затем в течение первых двух лет эксплуатации дважды (в период наибольшего высыхания и промерзания почвы) и далее с периодичностью не реже одного раза в год.

Для испытания ЗУ применяются методы амперметра-вольтметра, трех измерений, а также логотрические мегомметры типа МС-08, реализующие в одном приборе метод амперметра-вольтметра.

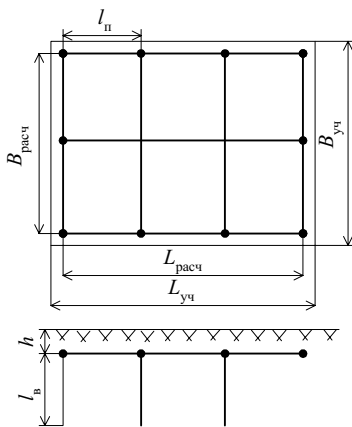


Рис. 2. Схема размещения заземляющего устройства

4. ОПТИМИЗАЦИЯ ОСВЕЩЕНИЯ РАБОЧЕГО МЕСТА

4.1. Оценка пригодности осветительной установки

Замена осветительной установки необходима, если фактическая освещенность рабочей поверхности не соответствует точности зрительной работы. Для того чтобы убедиться в целесообразности ее замены, проделайте следующие операции:

- по описанию зрительной работы (табл. 1, стр. 5 Прил. 1 и табл. 29) установите, какому разряду и подразряду точности зрительных работ по СНиП 23-05-95 (табл. 30) она соответствует¹;

- выберите тип источника света (люминесцентные лампы или лампы накаливания), удовлетворяющий требованиям технологического процесса и условиям эксплуатации.

Для освещения производственных помещений рекомендуются:

- при повышенных требованиях к цветопередаче и качеству освещения в помещениях высотой менее 3,5–4 м (административно-канторские помещения, конструкторские бюро, лаборатории, сборочные цеха)

- люминесцентные лампы;

- при выполнении в помещениях высотой 6–10 м грубых работ, не требующих напряжения зрения, и при работах средней точности, не связанных с различением цвета или окрашенных цветовых поверхностей, – газоразрядные ртутные лампы высокого давления с исправленной цветностью (ДРЛ, ДРИ, натриевые и т. п.).

Во вспомогательных помещениях с грубыми зрительными работами, не требующими высокой освещенности, для общего освещения при специальных требованиях по ограничению радиопомех, при невозможности или технико-экономической нецелесообразности применения газоразрядных ламп, а также в помещениях с условиями среды (взрывоопасных класса В-1, с высокой температурой воздуха и т. п.),

¹ При работе с дисплеями следует руководствоваться требованиями "Санитарных правил и норм" СанПиН 2.2.2.542-96.

для которой отсутствуют светильники с газоразрядными лампами, допускается применение ламп накаливания.

Нельзя применять люминесцентные лампы с обычными схемами зажигания при температуре воздуха ниже $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$, при напряжениях питания 12–36 В и от источников постоянного тока, а также в местных светильниках при опасности проявления стробоскопического эффекта:

– сравните фактическое значение освещенности рабочей поверхности от светильников общего и местного освещения (табл. 1, стр. 12, 13 Прил. 1) с нормативным для найденного разряд и подразряда зрительных работ (табл. 30).

Если фактическое значение освещенности рабочей поверхности отличается от нормативного для выбранного типа источников света более чем на $(-10 \dots +20)\%$, то замена осветительной установки необходима.

При выборе нормативного значения освещенности необходимо учитывать, что в производственных помещениях используются системы освещения двух типов: общего (светильники, установленные на потолке помещения, равномерно освещают всю рабочую зону) и комбинированного (к общему освещению добавляется местное). Система общего освещения в гигиеническом отношении более совершенна благодаря равномерному распределению яркости в поле зрения, однако система комбинированного освещения более эффективна и экономична, хотя капитальные затраты на ее осуществление выше. В помещениях, где выполняются работы 1–IV разрядов, рекомендуется применять систему комбинированного освещения. Какая именно система применена на исследуемом рабочем месте, можно определить по значению фактической освещенности, создаваемой светильниками местного света (табл. 1, стр. 13 Прил. 1). При $E_m = 0$ используется система общего освещения.

Для систем комбинированного освещения доля освещенности рабочей поверхности, приходящаяся на светильники общего освещения $E_{н.о}$, должна составлять 10% от нормированного значения $E_{н.к}$, но не менее 200 лк для газоразрядных ламп и в пределах 75–150 лк для ламп накаливания. При этом нормированное значение освещенности от светильников местного света $E_{н.м} = E_{н.к} - E_{н.о}$.

Если проведенный анализ показал, что в замене осветительной установки нет необходимости, то в пояснительной записке должно быть указано, на основании чего сделано такое заключение.

Характер зрительных работ

№ варианта	Размер объекта различения, мм	Контраст	Фон
1	Менее 0,15	Малый	Темный
2	То же	Средний	То же
3	"-	Средний	Средний
4	"-	Большой	Светлый
5	От 0,15 до 0,3	Малый	Темный
6	То же	Средний	То же
7	"-	То же	Средний
8	"-	Большой	Светлый
9	"-	Малый	Темный
10	"-	Средний	То же
11	"-	То же	Средний
12	"-	Большой	Светлый
13	От 0,5 до 1	Малый	Темный
14	То же	Средний	То же
15	"-	То же	Средний
16	"-	Большой	Светлый
17	От 1 до 5	Малый	Темный
18	То же	Средний	То же
19	"-	То же	Средний
20	"-	Большой	Светлый

4.2. Расчет осветительной установки

В ходе проектирования осветительной установки необходимо выполнить расчеты общего освещения (расчет светильников местного освещения в системе комбинированного в данном пособии не рассматривается, так как осуществляется в очень редких случаях на основе точечного метода). При этом необходимо учитывать следующее:

Тип светильника и его конструктивное исполнение выбираются в зависимости от параметров микроклимата производственного помещения, взрывопожароопасности зоны установки электрооборудования,

характера выполняемой в помещении работы, характеристик светораспределения, формы кривой силы света и экономических показателей.

В качестве светильников общего освещения чаще всего применяются светильники прямого и преимущественно прямого света, в меньшей степени – светильники рассеянного, преимущественно рассеянного и отраженного света.

В соответствии с ГОСТ 17677-82

"Условные обозначения светильников"

они делятся в зависимости от формы кривой силы света (КСС) на следующие группы: *Г* – глубокая; *Д* – косинусная; *М* – равномерная; *С* – синусная; *К* – концентрированная; *Л* – полуширокая; *Ш* – широкая (рис. 3). Для повышения коэффициента использования светового потока в помещениях с большой высотой следует применять светильники групп *Г*, *Д* и *К*. Область применения и основные характеристики наиболее распространенных типов светильников приведены в табл. 31.

Расчет рекомендуется выполнять методом "светового потока" ("коэффициентов использования"), предназначенным для определения средней освещенности горизонтальной плоскости светильниками общего освещения в такой последовательности:

- выберите из табл. 31 тип светильника, соответствующий принятому ранее источнику света (для люминесцентных ламп, ДРЛ или ламп накаливания) и удовлетворяющий требованиям по условиям эксплуатации и распределению светового потока;

- определите высоту подвеса светильников над рабочей поверхностью $h = H - h_c - h_p$, где H – высота помещения, м; h_c – расстояние от светильника до потолка (длина подвеса), м; $h_p = 0,8$ м – высота рабочей поверхности от уровня пола;

- выберите из табл. 32 для КСС светильника наиболее выгодное отношение расстояния между соседними светильниками (рядами светильников) l_1 к высоте их подвеса $O = l_1/h$, определяющее экономичность и равномерность общего освещения, а также расстояние от стен до крайних светильников (рядов светильников) $l_2 = (0,3-0,5)l_1$;

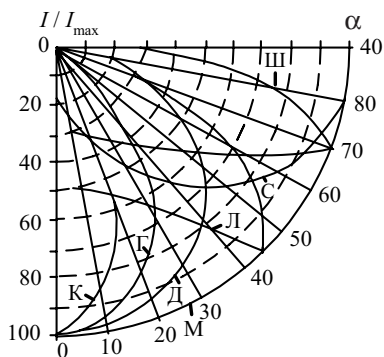


Рис. 3. Типовые кривые силы света светильников

– изобразите в масштабе в соответствии с исходными данными план производственного помещения и укажите на нем расположение светильников.

В помещениях с равномерным общим освещением рекомендуется:

– светильники с лампами накаливания и ДРЛ располагать в вершинах квадратов или прямоугольников с соотношением сторон не более 1,5 (рис. 4);

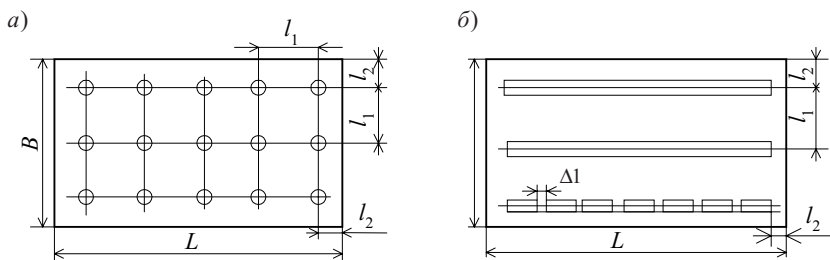


Рис. 4. Рекомендуемые схемы размещения светильников в помещении:
а – с лампами накаливания и ДРЛ; б – с люминесцентными лампами

– светильники с люминесцентными лампами размещать сплошными рядами или рядами с разрывами $Dl \leq 0,5h$; ряды светильников располагать параллельно длинной стене помещения или стене с окнами.

– вычислите индекс помещения $i = LB/h(L + B)$, где L – длина помещения, м; B – ширина помещения, м;

– исходя из предполагаемого цветового решения производственного помещения, задайтесь одним из вариантов сочетания коэффициентов отражения потолка, стен и рабочей поверхности (пола) и по табл. 33 определите коэффициент использования светового потока h для КСС, соответствующей выбранному светильнику;

– задайтесь значениями коэффициентов запаса K и неравномерности освещения z (коэффициент запаса K учитывает возможность уменьшения освещенности в процессе эксплуатации осветительной установки и принимается равным 1,3–1,5 для ламп накаливания и 1,5–1,8 для люминесцентных ламп); меньшие значения используются в сборочных, инструментальных, механических цехах, конструкторских бюро, учебных помещениях, лабораториях, читальных залах, кабинетах; большие – в литейных, кузнечных, сварочных, гальванических покрытий и т. п. цехах; в производственных помещениях, имеющих особый режим чис-

тоты воздуха, $K = 1,2$ – для ламп накаливания и $1,4$ – для газоразрядных ламп; (коэффициент неравномерности освещения принимается равным: $1,15$ – для ламп накаливания и ДРЛ; $1,1$ – для люминисцентных ламп и $1,0$ – для отраженного света.);

– вычислите световой поток ламп, которые должны быть установлен-

ны в светильниках общего освещения –
$$\Phi = \frac{10^4 E_{\min} L B K z}{\eta \eta_c n N},$$

где E_{\min} – нормированная освещенность рабочей поверхности (в системе комбинированного освещения $E_{\min} = E_{н.о}$ – см. табл. 30) лк; L и B – длина и ширина помещения соответственно, м; K – коэффициент запаса; z – коэффициент неравномерности освещения; n – число ламп в светильнике; N – число светильников в помещении; h – коэффициент использования светового потока, %; η_c – КПД светильника, %;

– найдите в табл. 34 лампу соответствующего типа со световым потоком, отличающимся от расчетного не более чем на $-10 \dots +20\%$;

– проверьте по табл. 31 может ли эта лампа по своим габаритам и мощности быть установлена в выбранном светильнике;

– при положительном ответе на предыдущий вопрос работа над этим разделом закончена.

В пояснительной записке необходимо обосновать выбранные величины, привести все расчеты, схему размещения светильников и указать периодичность контроля осветительной установки. При этом надо иметь в виду, что в процессе эксплуатации установок искусственного освещения необходимо регулярно производить замену перегоревших или отработавших свой срок ламп, контроль напряжения в осветительной сети, регулярную окраску или побелку стен и потолка. Периодически, но не реже одного раза в год, должен проводиться контроль освещенности рабочих поверхностей с помощью люксметров.

Если лампа с подходящим световым потоком в таблице не обнаружена, или она не может быть установлена в выбранный светильник, то необходимо повторить расчет, предварительно изменив расстановку или тип светильников, либо выбрав светильник того же типа, но с другим числом ламп (с лампами другой мощности).

Нормы освещенности рабочих поверхностей в производственных помещениях (по СНиП 23-05-95)

Характеристика зрительной работы	Наименьший размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта различения с фоном	Характеристика фона	Освещенность для систем, лк						
						Комбинированного освещения			Одного общего освещения			
						всего	в том числе общего	всего	в том числе общего	всего	в том числе общего	
												лампы
		люминесцентные		накаливания		люминесцентные						
Наивысшей точности	Менее 0,15 мм	I	а б в г	Малый То же Средний Малый Средний Большой Средний Большой То же	Темный Средний Темный Светлый Средний Темный Светлый То же Средний	5000	500	4000	4000	150	1500	300
						4000	400	2500	2500	150	1250	300
						2500	300	1500	1500	150	1000	300
						1500	200	1250	1250	125	400	300
Очень высокой точности	От 0,15 до 0,3	II	а б в	Малый То же Средний Малый Средний Большой	Темный Средний Темный Светлый Средний Темный	4000	400	3500	3500	150	1250	300
						3000	300	2500	2500	150	750	300
						2000	200	1500	1500	150	500	200

Характеристика зрительной работы	Наименьший размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта различения с фоном	Характеристика фона	Освещенность для систем, лк						
						Комбинированного освещения			Одного общего освещения			
						всего	в том числе общего	всего	в том числе общего	всего	в том числе общего	
						лампы			лампы			
						люминесцентные	накаливания	люминесцентные	накаливания			
Высокой точности	От 0,3 до 0,5	III	г	Средний Большой То же	Светлый То же Средний	1000	200	750	75	300	300	
						2000	200	1500	150	500	300	
						1000	200	750	75	300	200	
						750	200	600	75	300	200	
						400	200	400	75	200	150	
						750	200	600	75	300	200	
	Средней точности	От 0,5 до 1	IV	а б	Малый То же Средний Малый	Темный Средний Темный Светлый Средний Темный Средний	750	200	600	75	300	200
							500	200	500	75	200	150
							750	200	600	75	300	200
							500	200	500	75	200	150
							750	200	600	75	300	200
							500	200	500	75	200	150

Характеристика зрительной работы	Наименьший размер объекта различения, мм	Ряд зрительной работы	Подряд зрительной работы	Контраст объекта различения с фоном	Характеристика фона	Освещенность для систем, лк							
						Комбинированного освещения			Одного общего освещения				
						всего	в том числе общего	всего	в том числе общего	люминесцентные	накаливания	люминесцентные	накаливания
						лампы						люминесцентные	накаливания
			в	Средний Большой	Средний Темный	400	200	400	75	150	100		
			г	Средний Большой То же	Светлый То же Средний	-	-	-	-	-	100		
Малой точности	От 1 до 5	V	а	Малый	Темный	400	200	300	75	300	200		
			б	То же	Средний Темный	-	-	-	-	200	150		
			в	Малый	Светлый	-	-	-	-	200	150		
			г	Средний Большой Средний Большой То же	Средний Темный Светлый То же Средний	-	-	-	-	200	150		

Основные характеристики наиболее распространенных светильников для освещения производственных помещений

Тип светильника	Количество и мощность ламп, Вт	Характер распределения светового потока	Тип КСС	Защитный угол, град	КПД, %	Размеры, мм, $\varnothing \times h_c$, $l \times b \times h_c$	Степень защиты	Исполнение	Область применения
<i>Светильники с лампами накаливания</i>									
НСП01	1×100 1×300 1×500	Прямого света	Д	15	75	∅390×450	IP54	Частично пылепроницаемое, брызгозащитное	Для помещений с нормальными условиями среды, пыльных, особо сырых и пожароопасных
ППД2	1×500	То же	Г	20	70	∅420×590	IP64	Полностью пыленепроницаемое, брызгозащитное	Для помещений пыльных, особо сырых, с химически активной средой, для пожароопасных всех классов
УПД	1×500 1×1000	—	Г	30	75	∅446×590	IP53	Частично пыленепроницаемое, дождезащитное	Для помещений пыльных, особо сырых, с химически активной средой
НСП09	1×200	Рассеянного света	М	90	75	∅305×240	IP50	Частично пылезащитное, водонезащитное	Для помещений пыльных и пожароопасных всех классов

Тип светильника	Количество и мощность ламп, Вт	Характер распределения светового потока	Тип КСС	Защитный угол, град	КПД, %	Размеры, мм, $\varnothing \times h_p$, $l \times b \times h_c$	Степень защиты	Исполнение	Область применения
ВЗГ/В4А-200 М	1×200	Прямого света	Л	15	45	∅398×580		Взрывозащищенное	Для взрывоопасных помещений всех классов
<i>Светильники с лампами ДРЛ (ртутными лампами высокого давления)</i>									
С34ДРЛ	1×250 1×400 1×700 1×1000	То же	Г	15	80	∅620×514	IP20	Пыле- и водонепроницаемое	Для помещений с нормальными условиями среды
РСПЗ	1×80 1×125 1×250 1×400 1×700	—	К	15	70	∅398×480	IP54	Частично пылепроницаемое, брызгозащищенное	Для помещений с нормальными условиями среды, пыльных, особо сырых и пожароопасных
2РТС	1×400 1×700 1×1000	—	Д	15	75	∅650×660	IP52	Частично пылезащитное, каплезащитное	Для помещений сырых, жарких и пожароопасных
<i>Светильники с люминесцентными лампами (ртутными лампами низкого давления)</i>									
ЛСП02	2×40 2×65 2×80	Преимуществом является равномерное распределение светового потока	Д	15	75	1234×276×156 1534×276×268 1534×276×168	IP20	Пыле- и водонепроницаемое	Для помещений с нормальными условиями среды

Тип светильника	Количество и мощность ламп, Вт	Характер распределения светового потока	Тип КСС	Защитный угол, град	КПД, %	Размеры, мм, $\varnothing \times h_c$, $l \times b \times h_c$	Степень защиты	Исполнение	Область применения
ЛСП01	2×80 2×150	То же	Г	15	70	1536×418×184	IP20	Пыле- и водонепроницаемое	Для помещений с нормальными условиями среды
ЛВЛМ	1(2)×40 1(2)×65 1(2)×80	—	Д	15	70	1625×190×610 (1625×270×610)	IP54	Частично пыленепроницаемое, брызгозащитное	Для помещений сырых, жарких и пожароопасных
ЛВПЗ1	4×80 4×150	—	Д	15	58	1690×585×306	IP64	Полностью пыленепроницаемое, брызгозащитное	Для помещений пыльных, особо сырых, с химически активной средой, для пожароопасных всех классов
НОГЛ	1(2)×40 1(2)×65 1(2)×80	—	М	15	60	1655×200×380 (1655×310×380)		Повышенной надежности против взрыва	Для взрывоопасных помещений классов В-1а, В-1б, В-П, В-Па

Оптимальные значения коэффициента O^1 в зависимости от КСС светильника

КСС	К	Г	Д	М	Л
1	0,5–0,7	0,8–1,1	1,4–1,6	1,8–2,6	1,6–1,8

¹ При увеличении O возрастает неравномерность освещенности, что требует увеличения коэффициента z ; при уменьшения λ – падает эффективность использования осветительной установки.

Таблица 33

Зависимость коэффициента использования светового потока от индекса помещения

Кривая силы света № варианта комбинации коэффициентов отражения	К					Г					Д					М					Л				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Индекс помещения	Значения коэффициента использования светового потока $K, \%$																								
0,6	74	69	68	64	62	70	65	62	61	44	42	40	33	28	35	34	31	23	17	32	31	30	24	20	
0,8	83	76	77	73	71	77	72	71	68	68	52	51	48	42	36	50	47	43	36	29	49	46	45	40	35
1,25	90	83	83	80	77	84	78	78	74	72	68	64	61	52	48	61	56	53	45	38	29	55	55	49	44
2,0	96	88	85	86	83	90	83	81	81	78	84	76	74	69	53	73	66	63	56	46	71	65	65	60	48
3,0	100	91	89	88	86	94	86	84	83	81	93	84	82	75	75	83	75	72	65	58	83	74	70	70	65
5,0	100	92	90	90	88	99	87	85	85	83	100	92	84	86	81	95	86	80	75	67	91	83	78	76	69

Примечание. Номера вариантов комбинаций коэффициентов отражения соответствуют следующим значениям:

№ варианта	р потолка, %		р стен, %		р пола, %		Характеристика помещений
	70	50	50	30	30	Весьма чистые	
1	70	50	50	30	30	Весьма чистые	
2	70	50	50	10	10	Чистые	
3	50	50	50	10	10	Производственные	
4	50	50	30	10	10	Загрязненные	
5	30	10	10	10	10	Весьма загрязненные	

Таблица 34

Светотехнические параметры осветительных ламп

Тип лампы	ЛДЦ	ЛД	ЛХБ	ЛТБ	ЛБ	Накаливания	ДРЛ
Мощность, Вт	Световой поток, лм						
40	2100	2340	2780	2780	3000	370	–
65 (60)	3050	3570	4100	4200	4550	(620)	–
80 (75)	3550	4010	4600	4720	5220	(970)	3200
100	–	–	–	–	–	1450	–
125	–	–	–	–	–	–	5600
150	–	–	8000	–	–	2100	–
200	–	–	–	–	–	2920	–
250	–	–	–	–	–	–	12500
300	–	–	–	–	–	8300	–
400	–	–	–	–	–	–	22000
700	–	–	–	–	–	–	38500
750	–	–	–	–	–	13100	–
1000	–	–	–	–	–	18500	55000

Примечание. 1. Световой поток ламп накаливания приведен по ГОСТ 2239-79, люминесцентных ламп по ГОСТ 6825-74 (мощностью 150 Вт по ТУ ОСШ.539.013), ламп ДРЛ по ГОСТ 1635-77.

2. Лампы накаливания, рассчитанные на напряжение питания 12 В, имеют мощность не более 60 Вт.

5. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

5.1. Методика оценки взрывопожароопасности производства

По взрывопожарной и пожарной опасности производственные помещения и здания подразделяются на категории А, Б, В1 – В4, Г и Д. Определение категорий производится путем последовательной проверки принадлежности помещения к категориям от высшей (А) к низшей (Д) для наиболее неблагоприятного в отношении пожара или взрыва периода с учетом вида находящихся в аппаратах и помещениях горючих веществ и материалов, их количества и пожароопасных свойств, а также особенностей технологических процессов (табл. 35.)¹.

Пожароопасные свойства применяемых веществ и материалов устанавливаются по результатам испытаний или расчетов по стандартным методикам с учетом параметров состояния (давления, температуры и т. д.) или на основании справочных данных. При этом допускается использование показателей пожарной опасности для смесей веществ и материалов по наиболее опасному компоненту.

При расчете избыточного давления взрыва следует выбирать наиболее неблагоприятный вариант аварии или период нормальной работы аппаратов, при котором во взрыве участвует наибольшее количество веществ или материалов, наиболее опасных в отношении последствий взрыва.

Таблица 35

Категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
А взрыво- пожароопасная	Горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28 °С в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные паро- газовоздушные смеси, при воспламенении

¹ Приводятся по Нормам государственной противопожарной службы МВД России НПБ 105-95

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
	<p>которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа</p> <p>Вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом в таком количестве, что расчетное избыточное давление взрыва в помещении превышает 5 кПа</p>
Б взрыво-пожароопасная	<p>Горючие пыли или волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более 28 °С, горючие жидкости в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные пылевоздушные или паровоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа</p>
В1–В4 пожароопасные	<p>Горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе, пыль и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии или обращаются, не относятся к категориям А или Б</p>
Г	<p>Негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистой теплоты, искр и пламени; горючие газы, жидкости и твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива</p>
Д	<p>Негорючие вещества и материалы в холодном состоянии</p>

Примечание. Пожароопасность производства задана в исходных данных.

Требования к электрооборудованию

Правила устройства электроустановок потребителей (ПУЭ) регламентируют требования к исполнению электрооборудования, эксплуатируемого в производственных помещениях и на открытых площадках, в зависимости от взрывопожароопасности зон размещения. Классификация зон по взрывной и пожарной опасности приведена в табл. 36.

Таблица 36

Классификация взрывопожароопасных зон

Зона	Характеристика помещения или пространства вокруг электроустановки
Взрывоопасные В-I	Располагаются в помещениях, где выделяются горючие газы или пары легко воспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ) в таком количестве и с такими свойствами, что могут образовывать с воздухом взрывоопасные смеси при нормальных режимах работы, например, при загрузке или разгрузке технологических аппаратов, хранении ЛВЖ, находящихся в открытых емкостях и т. п.
В-Iа	Располагаются в помещениях, где при нормальной эксплуатации взрывоопасные смеси горючих газов (независимо от нижнего концентрационного предела воспламенения) или паров ЛВЖ с воздухом не образуются, а возможны только в результате аварий или неисправностей
В-Iб	Располагаются в помещениях, где при нормальной эксплуатации взрывоопасные смеси горючих газов и паров ЛВЖ с воздухом не образуются, а возможны только в результате аварий или неисправностей. Особенностью этих зон являются горючие газы с нижним концентрационным пределом воспламенения 15% и более, обладающие резким запахом
В-Iг	Пространство у наружных технологических установок, содержащих горючие газы или ЛВЖ, у наземных или подземных резервуаров с ЛВЖ или горючими газами, у эстакад слива и налива ЛВЖ и т. п.
В-II	Располагаются в помещениях, где выделяются переходящие во взвешенное состояние горючие пыли или волокна в таком количестве и с такими свойствами, что способны образовать с воздухом взрывоопасные смеси при нормальных режимах работы
В-IIа	Располагаются в помещениях, где не бывает опасных состояний при нормальной эксплуатации, и только в результате аварий или неисправностей возможны выделения переходящих во взвешенное состояние горючих пылей или волокон в таком количестве и с такими свойствами, что способны образовать с воздухом взрывоопасные смеси

Зона	Характеристика помещения или пространства вокруг электроустановки
Пожароопасные П-I	Располагаются в помещениях, где обращаются горючие жидкости с температурой вспышки выше 61 °С
П-II	Располагаются в помещениях, где выделяются горючие пыль или волокна с нижним концентрационным пределом воспламенения более 65 г/м ³
П-IIIа	Располагаются в помещениях, где обращаются твердые горючие вещества
П-III	Располагаются вне помещений, в которых обращаются горючие жидкости с температурой вспышки паров выше 61 °С или твердые горючие вещества

Допустимые уровни защиты электрооборудования при его установке во взрывопожароопасных зонах приведены в табл. 37, условные обозначения степеней защиты оболочек электрооборудования – в табл. 38, а характеристика уровней взрывозащиты электрооборудования – в табл. 39.

Таблица 37

**Допустимые уровни защиты электрооборудования при установке
во взрывопожароопасных зонах**

Зона	Уровень взрывозащиты или степень защиты
П-I, П-IIIа, П-III	Оболочка со степенью защиты не менее IP44
П-II	Оболочка со степенью защиты не менее IP54
В-I	Взрывобезопасное, особо взрывобезопасное
В-Iа, В-Iб	Повышенной надежности против взрыва – для аппаратов и приборов, искрящих или подверженных нагреву выше 8 °С. Для прочих – без средств взрывозащиты, но оболочка со степенью защиты не ниже IP54
В-Iг	Без средств взрывозащиты, но оболочка со степенью защиты не ниже IP54
В-II	Взрывобезопасное, особо взрывобезопасное
В-IIIа	Без средств взрывозащиты. Оболочка со степенью защиты не ниже IP54

**Условные обозначения степеней защиты оболочек
электрооборудования**

Цифровое обозначение	Характер защиты	
	от соприкосновения с токоведущим и частями, находящимися внутри оболочки, и от попадания внутрь оболочки посторонних тел (первая цифра)	от попадания внутрь оболочки воды (вторая цифра)
0	Отсутствует	Отсутствует
1	Проникновение внутрь оболочки большого участка поверхности человеческого тела, например руки, твердых тел размером более 50 мм невозможно	Капли воды, вертикально падающие на оболочку, не должны оказывать вредного воздействия на изделие
2	Проникновение внутрь оболочки пальцев или предметов длиной не более 80 мм и твердых тел диаметром более 12 мм предотвращено полностью	Капли воды, вертикально падающие на оболочку, не должны оказывать вредного воздействия на изделие при наклоне его на любой угол до 15° относительно вертикального положения
3	Проникновение внутрь оболочки инструмента, проволоки и прочего диаметром или толщиной более 2,5 мм и от проникновения твердых тел размером более 2,5 мм предотвращено полностью	Дождь, падающий на оболочку под углом 60° от вертикали, не должен оказывать вредного воздействия на изделие
4	Проникновение внутрь оболочки проволоки и твердых тел размером более 1,0 мм предотвращено полностью	Вода, разбрызгиваемая на оболочку в любом направлении, не должна оказывать вредного действия на изделие
5	Проникновение внутрь оболочки пыли не предотвращено полностью, однако пыль не может проникнуть в количестве, достаточном для нарушения работы изделия	Струя воды, выбрасываемая в любом направлении, не должна оказывать вредного воздействия на изделие
6	Проникновение пыли предотвращено полностью	Вода при волнении не должна попадать внутрь оболочки в количестве, достаточном для повреждения изделия

Цифровое обозначение	Характер защиты	
	от соприкосновения с токоведущим и частями, находящимися внутри оболочки, и от попадания внутрь оболочки посторонних тел (первая цифра)	от попадания внутрь оболочки воды (вторая цифра)
7	–	Вода не должна проникать внутрь оболочки при погружении в воду при определенных давлении и времени в количестве, достаточном для повреждения изделия
8	–	Изделия пригодны для длительного погружения в воду при условиях, установленных изготовителем

Таблица 39

Характеристика уровней взрывозащиты электрооборудования

Обозначение защиты (наименование)	Характер защиты
2 (повышенной надежности против взрыва)	Предусмотрены средства и меры, затрудняющие возникновение опасных искр, электрических дуг и нагрева, а также обеспечивающие взрывозащиту в режиме нормальной работы электрооборудования
1 (взрывобезопасное)	Предусмотрены меры защиты от взрыва окружающей взрывоопасной газо-, паро-, пылевоздушной смеси в результате действия искр, электрических дуг или нагретых поверхностей при нормальной работе электрооборудования и вероятных повреждениях
0 (особо взрывобезопасное)	Имеют взрывонепроницаемую оболочку, предотвращающую передачу взрыва при воспламенении смеси внутри оболочки

Согласно ГОСТ14254-80, степени защиты оболочек (кожухов, корпусов) электрооборудования условно обозначаются в виде букв IP и последующих за ними цифр. Первая цифра обозначает степень защиты персонала от соприкосновения с токоведущими частями, находящимися внутри оболочки, и степень защиты оборудования от попадания внутрь оболочки посторонних тел. Вторая цифра – степень защиты оборудования от попадания внутрь оболочки воды, например IP44.

Оборудование, устанавливаемое во взрывоопасных зонах, должно иметь взрывозащищенное исполнение, которое в зависимости от уровня взрывозащиты может иметь одно из следующих исполнений: повышенной надежности против взрыва, взрывобезопасное или особо взрывобезопасное.

5.3. Маркировка взрывозащищенного электрооборудования

Электрооборудование, устанавливаемое во взрывоопасных зонах, должно быть во взрывозащищенном исполнении. Согласно ГОСТ 12.2.020 84, взрывозащищенное электрооборудование для внутренней и наружной установки (кроме рудничного) должно иметь маркировку взрывозащиты, содержащую знаки в последовательности:

а) знак уровня взрывозащиты:

2 – повышенной надежности против взрыва, в котором взрывозащита обеспечивается только в нормальном режиме работы;

1 – взрывобезопасное, в котором взрывозащита обеспечивается как при нормальном режиме работы, так и при вероятных повреждениях, кроме повреждения средств взрывозащиты;

0 – особо взрывобезопасное, в котором по отношению к взрывобезопасному электрооборудованию приняты дополнительные средства взрывозащиты;

б) знак E_x , указывающий, что электрооборудование соответствует ГОСТ 12.2.020-84 и стандартам на виды взрывозащиты;

в) знак вида взрывозащиты:

d – взрывонепроницаемая оболочка;

ia, id, ic – искробезопасная электрическая цепь;

e – защита вида "e";

p – заполнение или продувка под избыточным давлением;

o – масляное заполнение оболочки;

q – кварцевое заполнение оболочки;

s – специальный вид взрывозащиты;

г) знак группы или подгруппы электрооборудования:

II – для взрывозащищенного электрооборудования, не подразделяющегося на подгруппы;

IIA, IIB или IIC – для взрывозащищенного электрооборудования, имеющего взрывонепроницаемую оболочку и (или) искробезопасную цепь и подразделяющегося на подгруппы;

д) знак температурного класса электрооборудования.

В зависимости от значения предельной температуры электрооборудования, способной привести к самовоспламенению горючих смесей, электрооборудование группы II подразделяется на шесть температурных классов, соответствующих группам взрывоопасных смесей:

T1 –	свыше 450 °С	T4 –	135–200 °С
T2 –	300–350 °С	T5 –	100–135 °С
T3 –	200–300 °С	T6 –	85–100 °С

Примеры распределения по группам для некоторых взрывоопасных смесей газов и паров с воздухом приведены в табл. 40.

Таблица 40

Классификация взрывоопасных смесей по температурным классам

Группа смеси	Вещества, образующие с воздухом взрывоопасную смесь
T1	Рудничный метан, аммиак, хлористый аллил, ацетон, ацетонитрил, бензол, хлористый винил, дихлорэтан, диизопропиловый эфир, доменный газ, изобутилен, изобутан, уксусная кислота, ксилол, промышленный метан, хлористый метил, окись углерода, пропан; растворители: P-4, P-5 к PC-1; разбавитель PЭ-1; стирол, толуол, этан, хлористый этил, коксовый газ, синильная кислота, водород
T2	Алкилбензол, амилацетат, уксусный ангидрид, бензин Б-95/130, бутан; растворители: №646, 647, 648, 649, PC-2, БЭФ и АЭ; разбавители: РДВ, РКБ-1, РКБ-2; спирты: бутиловый нормальный, бутиловый третичный, изоамиловый, изобутиловый, изопропиловый, метиловый, этиловый; диоксан, камфарное масло, ацетилен
T3	Бензины: А-66, А-72, А-76, "Галоша", Б-70; гексан, гептан, керосин, нефть, растворитель № 651, скипидар, амиловый спирт, уайт-спирт, сероводород, дизельное топливо
T4	Альдегиды: изомаляный, масляный, пропионовый; деколд, дибутиловый и диэтиловый эфир, диэтиловый эфир этиленгликоля
T5	Сероуглерод

Маркировка взрывозащиты выполняется в виде цельного, не разделенного на части знака, располагаемого на видимом месте оболочки электрооборудования или на табличке, прикрепленной к оболочке. Примеры маркировки взрывозащиты приведены в табл. 41.

Таблица 41

Примеры маркировки взрывозащиты

Уровень взрывозащиты	Вид взрывозащиты	Группа, температурный класс	Маркировка взрывозащиты
Повышенной надежности против взрыва	Искробезопасная электрическая цепь	II, T6	2ExicIICT6
	Продувка оболочки под избыточным давлением	II, T5	2ExpIIT5
	Взрывонепроницаемая оболочка и искробезопасная электрическая цепь	IIВ, T4	2ExdicIIВT4
Взрывобезопасный	Взрывонепроницаемая оболочка	IIА, T3	1ExdIIAT3
	Масляное заполнение оболочки	II, T6	1ExoIIT6
	Кварцевое заполнение оболочки	II, T2	1ExqIIT2
Особо взрывобезопасный	Искробезопасная электрическая цепь	II, T6	0ExiaIICT6
	Искробезопасная электрическая цепь и взрывонепроницаемая оболочка	IIА, T4 II, T4	0ExiadIIT4 0ExsIIT4
	Специальный		

5.4. Расчет средств защиты

Основными причинами пожара от электроустановок являются короткое замыкание, перегрузка, большое переходное сопротивление, искрение и электрическая дуга.

Эффективным средством защиты электрооборудования от токов перегрузки и короткого замыкания является использование плавких предохранителей или автоматов защиты. К наиболее простым и дешевым средствам защиты относятся плавкие предохранители, которые в сетях до 1000 В считаются основным видом защиты. Предохранители и плавкие вставки характеризуются следующими параметрами:

- номинальным напряжением предохранителя, при котором он длительно способен работать;
- номинальным током предохранителя, равным наибольшему номинальному току плавкой вставки, которая может быть установлена в данный предохранитель;
- номинальным током плавкой вставки, который вставка выдерживает неограниченно долгое время;
- минимальным испытательным током плавкой вставки, при котором вставка перегорает за время менее 1 ч.

Номинальное напряжение предохранителей и их вставок должно выбираться равным напряжению сети и отличаться от него не более чем на 10%. Установка предохранителей на меньшее напряжение, чем напряжение сети, не допускается во избежание короткого замыкания, так как изоляция каждого предохранителя рассчитана на определенное напряжение. Установка предохранителей, рассчитанных на большее номинальное напряжение, чем напряжение сети, также не рекомендуется, так как нарушаются условия гашения дуги и ухудшаются защитные характеристики вставки.

Номинальный ток плавкой вставки $I_{вст}$ следует выбирать минимальным, но таким, чтобы плавкая вставка не перегорала при прохождении по ней длительного тока нагрузки с максимальным значением I_H . Это обеспечивается при условии

$$I_{вст} = KI_H,$$

где K – коэффициент запаса. Для постоянной нагрузки $K = 1,1-1,25$.

При переменной нагрузке плавкая вставка не должна перегорать во время кратковременных перегрузок, поэтому ее номинальный ток выбирают из следующих условий: для электродвигателей с нечастыми пусками, а также при длительности перегрузки в пределах 2–3 с

$$I_{вст} = I_{пер} / 2,5,$$

где $I_{пер}$ – ток перегрузки (пусковой ток), который для электродвигателей принимают равным

$$I_{пер} = (2-10)I_H;$$

– для электродвигателей с частыми пусками или длительностью перегрузки до 10 с

$$I_{вст} = I_{пер} / (1,6-2,0).$$

Для бортовой аппаратуры расчет плавких вставок проводят из следующих условий:

– для стеклянно-плавких (СП) и малоинерционных (ПМ)

$$I_{\text{вст}} = (1,21-1,37)I_{\text{н}};$$

– для инерционно-плавких (ИП), защищающих электрические цепи с большими пусковыми токами, $I_{\text{вст}} = (1,25-1,5)I_{\text{н}};$

– для тугоплавких (ТП) $I_{\text{вст}} = (1,4-1,5)I_{\text{н}}.$

Номинальные значения токов для некоторых типов плавких вставок приведены в табл. 42.

Таблица 42

Номинальные значения токов плавких вставок

Тип плавкой вставки (ГОСТ, нормаль)	Номинальные значения токов, А
ПК-30 (ГОСТ 5010-53)	0,15; 0,25; 0,5; 1,0; 2,0
ПК-44, ПК-45 (ГОСТ5010-53)	0,15; 0,25; 0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0
ПН-50 (ГОСТ 5010-53)	0,25; 0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0
ПН-30 (ГОСТ 5010-53)	1,0; 2,0; 3,0; 5,0
ПВ-25 (ГОСТ 5010-53)	2,0; 3,0
СК-43 (ГОСТ 5010-53)	0,15; 0,5
СК-47 (ГОСТ 5010-53)	0,5
СН-50 (ГОСТ 5010-53)	0,15; 0,5
СП	1; 2; 5; 10; 15; 20; 30
ПИ	75; 100; 150; 200; 250; 400
ИП	5; 10; 15; 20; 30; 35; 50; 75; 100; 150; 200; 250
ТП	200; 400; 600; 900
ПМ (НИО.481.017)	0,15; 0,25; 0,5; 1; 2; 3; 4; 5
ВП-1 (ОЮО 480.003.ТУ)	0,25; 0,5; 1; 2; 3; 4; 5
ПЦ-30 (ГОСТ 5010-51)	1; 2; 3; 5
НПН2-60 (ГОСТ 17242-71)	6; 10; 15; 20; 25; 30; 40; 60
ПН2-100 (ГОСТ 17242-71)	30; 40; 50; 60; 80; 100
ПР-2-15 (ГОСТ 17242-71)	6; 10; 15
ПР-2-60 (ГОСТ 17242-71)	15; 20; 25; 35; 45; 60
ПР-2-100 (ГОСТ 17242-71)	60; 80; 100

5.5. Первичные средства пожаротушения

В соответствии с типовыми правилами пожарной безопасности промышленных предприятий все производственные, складские, вспомогательные и административные здания должны быть обеспечены первичными средствами пожаротушения, используемыми для локализации и ликвидации небольших загораний, а также пожаров в их начальной стадии развития.

Количество и вид первичных средств пожаротушения назначается в зависимости от физико-химических и пожароопасных свойств применяемых горючих веществ, их отношения к огнегасительным веществам, а также площади производственного помещения. При этом необходимое количество первичных средств пожаротушения задается отдельно для каждого помещения в соответствии с табл. 43.

Таблица 43

Примерные нормы первичных средств пожаротушения на промышленных предприятиях

Наименование помещений, сооружений и установок	Защищаемая площадь, м ²	Тип средств				
		1	2	3	4	5
		количество, шт.				
Производственные здания, сооружения и установки с производствами категории: А, Б	400–500	2	4	1	1	–
В	500–600	1	4	–	–	2
Г	600–800	1	2	1	1	–
Д	600–800	1	1	–	–	–
Административные и вспомогательные здания и сооружения:						
– служебно-бытовые помещения	200	–	1	–	–	–
– вычислительные центры, машиносчетные станции, архивы, библиотеки, проектно- конструкторские бюро	100	1	1	–	1	–
– типографии, помещения множительных, печатно-копировальных машин	200	1	1	–	–	–

Примечание. Тип первичных средств пожаротушения:

1 – углекислотные огнетушители ОУ-2, ОУ-5, ОУ-8 (допускается заменять аэрозольными или порошковыми);

- 2 – пенные, химические, воздушно-пенные и жидкостные огнетушители;
- 3 – ящики с песком вместимостью 0,5, 1,0 или 3,0 м³ и лопата;
- 4 – войлок, кошма или асбест 1×1; 2×1,5 или 2×2 м;
- 5 – бочка с водой вместимостью не менее 0,2 м³ и ведро.

Помещения, оборудованные автоматическими стационарными установками пожаротушения, обеспечиваются первичными средствами в количестве 50% от расчетного. Отдельные пожароопасные производственные установки (окрасочные камеры, закалочные ванны, установки для мойки и обезжиривания деталей, сушильные камеры и т. п.) оборудуются не менее чем двумя огнетушителями.

Для размещения первичных средств пожаротушения в производственных зданиях и на территориях промышленных предприятий, как правило, должны устанавливаться специальные пожарные щиты с набором, включающим в себя: пенных огнетушителей – 2; углекислотных огнетушителей – 1; ящиков с песком – 1; кусков плотного полотна (асбест, войлок) – 1; ломов – 2; багров – 3; топоров – 2.

Пожарные щиты устанавливаются на видных и легкодоступных местах, по возможности ближе к выходам из помещений. Территории предприятий обеспечиваются пожарными щитами из расчета – один щит на площадь до 5000 м².

В начальной стадии пожара очаг загорания обычно тушат огнетушителями. При выборе типа огнетушителя необходимо иметь в виду, что:

– химические пенные огнетушители предназначены для тушения загораний любых веществ и материалов за исключением щелочных металлов и веществ, горящих без доступа воздуха, а также электрооборудования, находящегося под напряжением; пена образуется внутри огнетушителя в результате реакции между двумя составами – щелочным (на основе NaOH), залитым в стальной корпус огнетушителя, и кислотным (на основе H₂SO₄), залитым в полиэтиленовый стакан, помещенный в верхней части корпуса;

– воздушно-пенные огнетушители предназначены для тушения загораний любых веществ и материалов за исключением щелочных металлов и веществ, горящих без доступа воздуха, а также электрооборудования, находящегося под напряжением; воздушно-механическая пена образуется при прохождении 5–6-процентного водного раствора поверхностно-активного вещества, вытесняемого из корпуса через распылитель под действием давления рабочего газа;

– порошковые огнетушители предназначены для тушения загораний легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, щелочно-земельных металлов, электроустановок, находящихся под напряжением, а также пожаров на объектах с большими материальными ценностями (лаборатории, музеи, картинные галереи и т. п.); огнетушащими веществами являются карбонаты щелочных металлов, которые вытесняются из корпуса огнетушителя избыточным давлением рабочего газа, хранящегося во вспомогательном баллоне, или за счет давления, постоянно поддерживаемого в корпусе;

– углекислотные огнетушители предназначены для тушения загораний любых веществ и материалов (кроме веществ, которые могут гореть без доступа воздуха), а также для тушения электроустановок, находящихся под напряжением до 1000 В; огнетушащим средством является углекислота (двуокись углерода), которая находится в огнетушителе в жидкой фазе и превращается в смесь из газовой и твердой (в виде снега) фаз при вытекании из корпуса через насадок в виде диффузора;

– хладоновые огнетушители предназначены для тушения небольших очагов загорания различных веществ, тлеющих материалов (хлопка, изоляционных материалов), а также электроустановок, находящихся под напряжением не более 380 В; огнетушащим средством являются вещества на основе галоидированных углеводородов (бромистый этил, хладон и др.), образующих при выпуске из корпуса через насадок струю, состоящую из мелкодисперсных капель.

Твердую (снегообразную) углекислоту применяют для тушения огня на воздухе. Испаряясь, она охлаждает горящий объект и снижает содержание кислорода в зоне горения.

Основные технические характеристики некоторых типов огнетушителей приведены в табл. 44.

Таблица 44

Основные технические характеристики огнетушителей

Марка огнетушителя	Тип	Полезная вместимость, л	Дальность струи, м	Время действия, с	Габариты		Масса с зарядом, кг
					диаметр, мм	высота, мм	
ОХВП-10	Химический Пенный	8,7	4	60	148	750	14,5
ОВП-100	Воздушно-пенный	100	5	30	710	1350	160

Марка огнетушителя	Тип	Полезная вместимость, л	Дальность струи, м	Время действия, с	Габариты		Масса с зарядом, кг
					диаметр, мм	высота, мм	
ОВПУ-250	Воздушно-пенный	275	8–10	125	650	1850	470
"Момент"	Порошковый	1	2	10	80	100	1,4
"Момент-4"		1	2,3	7	110	345	3,4
"Турист-2"		1,6	3	15	100	440	2
ОП-2		2	2,7	10			4,5
ОП-5		5	5	15	156	460	10,5
ОП-10		10	5	20	170	700	15
ОП-100		100	11	45	800	850	180
ОУ	Углекислотный	2,3	1,2	45	93	520	6,2
ОУ-2		2	2	25–30	108	480	7
ОУ-5		5,5	2	15	140	540	13
ОУ-8		8	2	20	140	920	20
ОСУ-5		8	2	6	172	615	16,6
ОСУ-5П		8	2	6	172	615	16,6
ОУ-25		25	2–2,5	20	219	1140	73
ОУ-80		40	3–3,5	90	760	1650	220
ОУ-400		50	3–3,5	240	1850	1750	1700
ОХБ-3А	Хладоновый	3,2	3–4	20	410	130	2,6
ОС-8М		8	2,5	60	515	172	11,4

5.6. Автоматическая пожарная сигнализация

Применение автоматических средств обнаружения пожаров является одним из основных условий обеспечения пожарной безопасности на производстве, так как позволяет своевременно известить о пожаре и принять меры к его ликвидации. Чаще всего для этих целей используются системы электрической пожарной сигнализации (автоматической или ручной), в состав которых входят извещатели, линии связи, прием-

ные станции (коммутаторы), источники питания, звуковые и световые средства сигнализации. Основными элементами систем являются пожарные извещатели, преобразующие физические параметры, характеризующие пожар (тепло, дым, свет), в электрические сигналы.

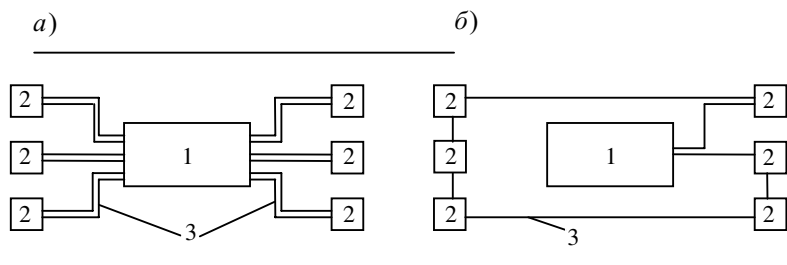


Рис. 5. Системы электрической пожарной сигнализации:
1 – приемные станции; 2 – извещатели; 3 – лучи и кольцо соответственно

По способу соединения извещателей с приемной станцией различают две системы: лучевую (рис. 5.1, а) и кольцевую (рис. 5.1, б).

Лучевая система применяется для обслуживания отдельно стоящих объектов и ручных пожарных извещателей, кольцевая – при обслуживании группы извещателей, расположенных в одном или в смежных помещениях.

При выборе пожарных извещателей необходимо учитывать характер горения веществ, т. е. какие физические параметры пожара преобладают в начальной стадии горения, а также условия эксплуатации и взрывопожароопасность зон размещения извещателей.

Основными характеристиками автоматических пожарных извещателей являются: чувствительность – пороговое значение контролируемого параметра, при котором извещатель срабатывает; инерционность – промежуток времени от начала воздействия порогового значения контролируемого параметра до срабатывания извещателя; зона действия – контролируемое пространство (площадь потолка или пола), в пределах которого регистрируется возникший пожар; надежность – свойство извещателя сохранять работоспособность в определенных условиях эксплуатации; конструктивное исполнение – обычное, взрывозащищенное, тропическое, взрывобезопасное для различных условий эксплуатации (температуры, относительной влажности, наличия агрессивных, взрывоопасных сред и т. п.).

По принципу действия автоматические пожарные извещатели делятся на:

- тепловые, которые бывают максимального (ИП-104-1, ИП 105-2/1, ТРВ 2), дифференциального (ДПС-038) и максимально-дифференциального (МДПМ-028) действия¹;

- дымовые, которые подразделяются на радиоизотопные (РИД-6М) и оптикоэлектрические (ДИП-1, ИП-212-2, ДИП-2); устанавливаются в закрытых помещениях в зоне наиболее вероятного загорания и возможного скопления дыма²;

- световые, срабатывающие при появлении открытого пламени, оптическое излучение которого регистрируется в ультрафиолетовой или инфракрасной области спектра; устанавливаются в помещениях большой площади и высоты, в которых возникновение пожара сопровождается появлением открытого пламени³.

Ручные пожарные извещатели устанавливают на стенах и колоннах на высоте 1,5 м от уровня пола. Внутри здания извещатели устанавливают в коридорах, проходах, около входных дверей, на площадках лестничных клеток, т. е. на путях эвакуации людей. Максимальное расстояние между двумя ближайшими ручными извещателями внутри зданий – 50 м. Участки поверхности, на которой устанавливаются ручные извещатели, окрашивают в белый цвет с красной окантовкой шириной 20–50 мм.

Площадь, контролируемая автоматическими пожарными извещателями, максимальное расстояние между соседними извещателями, а также между извещателями и стенами помещения зависят от высоты помещения (табл. 45).

¹ Температура срабатывания тепловых извещателей – 70–120 °С, причем для максимальных и максимально-дифференциальных извещателей она должна превышать максимально допустимую температуру в помещении не менее чем на 20 °С. Инерционность извещателей – 70–120 с. Используются при высоте помещения до 9 м. Извещатели дифференциального действия срабатывают при повышении температуры со скоростью 5–10 °С в минуту.

² Дымовые извещатели следует устанавливать в помещениях, в воздухе которых содержатся пары кислот и щелочей, а также пыль во взвешенном состоянии.

³ Световые извещатели нельзя устанавливать в помещениях, в воздухе которых содержатся пары кислот и щелочей. Световой пожарный извещатель ДП-ВЗГ-IP65 допускается во взрывозащищенном герметичном исполнении.

**Размещение пожарных извещателей в зависимости
от высоты установки**

Высота установки, м	Максимальная площадь, контролируемая одним извещателем, м ²	Максимальное расстояние, м	
		между извещателями	от извещателя до стены
<i>Тепловые пожарные извещатели</i>			
До 3,5	25	5	2,5
Более 3,5 до 6	20	4,5	2
Более 6 до 9	15	4	2
<i>Дымовые пожарные извещатели</i>			
До 3,5	85	9	4,5
Более 3,5 до 6	70	8,5	4
Более 6 до 10	65	8	4
Более 10 до 12	55	7,5	3,5

**5.7. Методика анализа опасности пожара и взрыва
на рабочем месте**

При оценке опасности возникновения пожара или взрыва на конкретном рабочем месте целесообразно придерживаться такой последовательности:

– установите и обоснуйте категорию взрывопожароопасности производства (подразд. 5.1, табл. 35);

– исходя из характеристики помещения, свойств применяемых веществ и материалов и зоны размещения электрооборудования, сформулируйте требования к его исполнению по условиям защиты от воздействия окружающей среды (подразд. 5.2, табл. 36–37), а при необходимости и к требуемому уровню взрывозащиты;

– при необходимости применения электрооборудования во взрывозащищенном исполнении приведите в соответствии с требованиями подразд. 5.3. маркировку электрооборудования, имеющего необходимый уровень взрывозащиты (табл. 38–41);

– произведите выбор и расчет защиты электрооборудования от перегрузок и коротких замыканий в соответствии с характером нагрузки электрических сетей (подразд. 5.4, табл. 42);

– составьте перечень первичных средств пожаротушения, которые должны находиться в производственном помещении (подразд. 5.5, табл. 43);

– выберите систему электрической пожарной сигнализации и тип пожарного извещателя, который должен находиться в производственном помещении (подразд. 5.6, табл. 44–45);

– изобразите на плане цеха возможную расстановку пожарных извещателей и определите их количество.

6. ПРИБОРЫ КОНТРОЛЯ ОПАСНЫХ И ВРЕДНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ФАКТОРОВ

При выборе средств контроля опасных и вредных факторов на рабочих местах необходимо руководствоваться требованиями к метрологическому обеспечению безопасности труда, изложенными в ГОСТ 12.0.005-84 "Метрологическое обеспечение в области безопасности труда. Основные положения", в системе стандартов безопасности труда, санитарных нормах и правилах Минздрава РФ и других документах.

Наиболее широко используемые в настоящее время приборы для контроля опасных и вредных производственных факторов приведены в табл. 46.

Таблица 46

Приборы контроля опасных и вредных факторов на рабочих местах

Измеряемая величина, единица измерения	Допускаемая погрешность измерения	Рабочие средства измерения			
		название прибора	частотный диапазон	динамический диапазон	погрешность измерения
Температура, °С	± 0,2 °С	Термометр ТЛР № 2	–	–31+51 °С	± 0,1 °С
Температура, °С и относительная влажность воздуха, %	± 0,2 °С ± 5,0%	Аспирационный психрометр или МВ-4М (МВ-34)		–31+51 °С 10–100%	± 0,1 °С ± 5,0%
Скорость движения воздуха, м/с	± 0,05 м/с	Крыльчатый анемометр АСО-3 Чашечный анемометр Кататермометр Термоэлектронаемометр ТАМ-1	–	0,3–5 м/с 1–20 м/с 0,02–2 м/с 0,1–5 м/с	10% – – – ± 0,1м/с

Измеряемая величина, единица измерения	Допускаемая погрешность измерения	Рабочие средства измерения			
		название прибора	частотный диапазон	динамический диапазон	погрешность измерения
Уровень звукового давления в октавных полосах частот, дБ	± 1 дБ	ВШВ-003	10–20000 Гц	25–140 дБ	± 1 дБ
		ВШК-1 с фильтром ФЭ-2	2–40000 Гц	30–140 дБ	± 1 дБ
		Шумомер 0017 "Роботрон"	2–20000 Гц	25–140 дБ	± 1 дБ
Напряженность электрического поля, В/м	± 30%	ПЗ-15	0,01–300 МГц	1–3000 В/м	± 3%
		ПЗ-16	0,01–300 МГц	1–1000 В/м	± 3%
Напряженность магнитного поля, А/м	± 30%	ПЗ-15	0,01–30 МГц	0,5–16 А/м	± 3%
		ПЗ-16	0,01–30 МГц	0,5–500 А/м	± 3%
Поверхностная плотность потока энергии (ППЭ), Вт/м ²	± 40%	ПЗ-9	0,03–37,5 ГГц	0,3–8600 Вт/м ²	± 40%
		ПЗ-20	0,3–39,65 ГГц	0,3–8600 Вт/м ²	± 2 дБ
Освещенность, лк	± 5%	Люксметр Ю-116	0,38–0,72 мкм	5–100 лк 50–10000 лк	± 5%
Массовая концентрация пыли, мг/м ³	± 25%	Радиоизотопный пылемер ПРИЗ-2	–	1–500 мг/м ³	± 20%
		Радиоизотопный пылемер ЦРИП-АВ	–	0,1–100 мг/м ³	± 20%
		Электроиндукционный пылемер ИКП-4	–	0,05–50 мг/м	± 25%
Массовая концентрация вредных веществ, мг/м ³	± 10%	Универсальный газоанализатор УГ-2	–	0–10 мг/м ³	± 20%
Сопrotивление изоляции электрических цепей, МОм	± 1%	Мегомметр М1102	–	0–200 МОм	± 1%
Сопrotивление заземляющих устройств, Ом	± 1,5%	Мегомметр МС-08	–	0–1000 Ом	± 1,5%

Исходные данные

№ варианта	Цех				Характеристика помещения										
	Наименование	Операция	Характер выполняемых работ		Размеры помещения, м			Микроклимат			Шум				
			тяжесть ра- бот (№ вари- анта по табл. 9)	шумность ра- бот (№ вари- анта по табл. 5)	характер зритель- ных ра- бот (№ ва- рианта по табл. 29)	ширина В	длина L	высота H	темпера- тура, °С	влаж- ность, %		крат- ность воздухо- обмена, 1/ч	Освещенность, лк		
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Сборочный	Пайка	1	6	6	10	20	5	20	60	1,5	100	2000	25	Г
2	Малярный	Окраска	3	9	9	12	18	4	28	70	0,8	480	0	1	Б
3	Металлопокрытий	Промывка	5	7	15	12	18	4	32	80	1	150	0	4	Д
4	Электромонтажный	Промывка	2	6	10	20	20	5	20	60	1	100	500	7	В-1
5	Электромонтажный	Обезжиривание	2	6	13	20	18	4	20	60	0,6	100	350	28	В-1
6	Керамики и ферритов	Склейка	3	7	11	12	18	4	25	75	0,2	320	0	5	Д
7	Металлопокрытий	Промывка	5	9	9	15	18	3	32	90	0,6	120	0	9	Д
8	Керамики и ферритов	Подготовительная	7	7	10	12	24	4	35	60	0,9	300	0	10	Д
9	Малярный	Окраска	3	9	9	6	9	3	15	60	0,5	100	0	11	А
10	Гальванический	Нанесение покрытий	7	9	12	12	15	3,5	14	73	1,3	75	150	25	Д
11	Сборочный	Регулировка	1	3	6	20	20	4	29	65	1	120	800	24	В-1
12	Механический	Шлифовка	5	9	9	20	20	4	15	60	0,4	210	0	16	Д
13	Механический	Точение	5	9	9	20	24	4,5	20	60	0,5	200	900	15	Д
14	Термический	Воронение	8	9	5	12	18	3	25	60	0,7	1300	0	16	Г
15	Механический	Фрезерование	5	9	2	20	24	4,5	14	75	0,5	200	1700	12	Д

№ варианта	Цех			Характеристика помещения												
	Наименование	Операция	Характер выполняемых работ			Размеры помещения, м			Микроклимат			Освещенность, лк		Шум		
			тяжесть ра- бота по табл. 9)	шумность ра- бота (№ вариан- та по табл. 5)	характер ра- бот (№ вариан- та по табл. 29)	ширина B	длина L	высота H	темпера- тура, °С	влаж- ность, %	крат- ность воздухо- обмена, 1/ч	общее освеще- ние	от мест- ных све- тиль- ников	двух- сторон- ный уров- нь	двух- сторон- ная по табл. 7)	Класс пожарной- опасности
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
16	Механический	Резка	12	9	6	20	38	5	32	60	0,5	500	0	22	Д	
17	Литейный	Формовка	12	9	1	18	24	5	30	60	0,5	510	4600	20	Г	
18	Прессовый	Формовка	11	9	14	18	30	6	25	75	1	120	0	21	Д	
19	Сборочный	Настройка	1	3	2	20	20	4	35	60	0,5	900	0	27	В-2	
20	Паросиловой	Регулировка	8	9	14	8	12	3	35	60	1	200	0	22	Г	
21	Пропитки	Промывка	3	7	16	12	15	3	14	90	1	75	0	2	А	
22	Пропитки	Подготовительная	4	9	7	15	15	3	12	75	1	60	400	3	Б	
23	Сборочный	Обжим проводов	1	7	3	9	9	3	20	60	0,4	100	1500	6	В-2	
24	Гальванический	Нанесение покрытий	3	7	9	12	18	4	35	60	2	150	0	23	Д	
25	Сборочный	Подготовительная	2	6	5	18	24	5	20	60	0,5	150	2000	25	В-1	
26	Малярный	Окраска	3	9	9	18	18	4	15	75	1	50	0	17	Б	
27	Гальванический	Удаления покрытий	5	9	14	20	20	5	14	85	2	50	0	18	Д	
28	Металлопокрытий	Отжиг покрытий	5	9	15	12	15	3	35	60	1	150	0	14	Д	
29	Фотолаборов	Травление	3	7	1	18	20	4,5	20	60	0,5	510	4600	25	Д	
30	Малярный	Обезжиривание	3	9	15	12	12	3,5	18	75	1,4	40	0	8	Б	

Продолжение табл. 1

Опасные и вредные и факторы в рабочей зоне		Неионизирующее излучение				Электробезопасность				Метеоусловия							
Вредное вещество		Частота генератора, МГц		Напряженность электрического поля, В/м (ППЭ, Вт/м ²)		зона радиации электро-оборудования		напряже-ние сети, В		характер нагрузки		характеристика площади для размещения электроустройств (№ варианта по табл. 25)		температура воздуха на улице, °С		влажность воздуха на улице, %	
Наименование	Концентрация в рабочей зоне, мг/м ³	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
1 Ацетон	410	–	–	0,8	П-Па	1	220	12000	Постоянная	8	9	90	34	35	36	37	38
2 Уайт-спирит	600	–	–	2	В-а	8	220	6000	С частыми пусками	3	5	90	39	40	41	42	43
3 Бензол	12	–	–	–	В-1а	10	380	3000	С частыми пусками	13	20	30	44	45	46	47	48
4 Бензин	250	–	–	–	В-1а	1	220	20000	Постоянная	11	8	95	49	50	51	52	53
5 Спирт этиловый	30	–	–	2	В-1а	5	380	16000	Постоянная	5	15	80	54	55	56	57	58
6 Дихлоруган	45	1000	(0,31)	1,5	В-1б	2	380	2700	Постоянная	6	18	60	59	60	61	62	63
7 Спирт метиловый	20	–	–	–	В-1	11	12	3500	С нечастыми пусками	19	20	40	64	65	66	67	68
8 Спирт пропиловый	30	–	–	–	П-1	3	380	1500	Постоянная	7	20	45	69	70	71	72	73
9 Скипидар	600	–	–	–	В-1	5	12	400	С частыми пусками	19	1	100	74	75	76	77	78
10 Аммиак	40	–	–	2	В-1	13	110	10000	С нечастыми пусками	15	2	100	79	80	81	82	83
11 Керосин	600	10000	(0,28)	2	П-1	7	220	5000	Постоянная	9	15	48	84	85	86	87	88
12 Алюминий	5	–	–	–	П-П	4	380	26000	С частыми пусками	10	3	100	89	90	91	92	93
13 Поливинилхлорид	12	–	–	–	П-П	4	380	21000	С частыми пусками	11	10	95	94	95	96	97	98
14 Сера	20	150	7,5	5	П-П	6	660	12000	Постоянная	1	15	70	99	100	101	102	103
15 Стекло органическое	30	–	–	–	П-П	6	127	20000	С частыми пусками	16	8	100	104	105	106	107	108
16 Литан	30	–	–	–	П-П	8	380	24000	С частыми пусками	18	25	45	109	110	111	112	113
17 Фенопласт	18	20	18	2	П-П	8	127	9000	Постоянная	9	30	35	114	115	116	117	118
18 Стирол	12	–	–	–	П-1	2	380	4500	С частыми пусками	2	20	46	119	120	121	122	123

Опасные и вредные факторы в рабочей зоне		Неионизирующее излучение			Электрообъемистость					Метеоусловия			
		Концентрация в рабочей зоне, мг/м ³	Частота генератора, МГц	Напряженность электромагнитного поля, В/м (ППЭ, Вт/м ²)	Расстояние до источника излучения, м	зона размещения электрооборудования	факторы электроопасности (№ варианта по табл. 22)	напряжение сети, В	завладевшая мощность электроустановки, Вт	характер нагрузки	характеристика площадки для размещения электроустройств (№ варианта по табл. 25)	температура воздуха на улице, °С	влажность воздуха на улице, %
16		17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
19	Спирт амидовый	40	1000	(0,038)	1,5	П-1	3	220	25000	Постоянная	3	25	40
20	Бутан	900	-	-	2	В-1а	9	110	800	Постоянная	15	25	35
21	Дизтиловый эфир	600	-	-	-	В-1	14	12	5000	Постоянная	19	6	90
22	Ксиол	100	-	-	-	В-1	2	380	6000	Постоянная	12	5	100
23	Поливинилхлорид	20	-	-	-	П-1	6	220	800	Постоянная	8	18	65
24	Сероводород	20	-	-	-	П-1	8	12	4500	С нечастыми пусками	19	20	28
25	Спирт п-октиловый	20	150	5,6	10	П-1а	1	220	9000	Постоянная	11	15	80
26	Амидацетат	300	100	4,3	4	В-1	2	12	1200	С частыми пусками	19	10	95
27	Этилен	200	-	-	-	В-1а	13	12	26000	С нечастыми пусками	19	8	90
28	Окись углерода	40	-	-	-	П-1	9	110	1500	Постоянная	15	20	28
29	Кислота уксусная	15	5000	(0,61)	2,5	П-1	1	380	10000	Постоянная	4	10	90
30	Ацетон	300	-	-	-	В-1	12	12	2500	Постоянная	19	6	90

№ варианта

**Допустимая интенсивность теплового облучения
работающих (ГОСТ 12.1.005-88)**

Источник излучения	Облучаемая поверхность тела, %	Допустимая интенсивность облучения, не более, Вт/м ²
Нагретые поверхности технологического оборудования, осветительных приборов, инсоляция	50 и более	35
	25–50	70
	не более 25	100
Открытые источники (металл, стекло, открытое пламя и т. д.)	Не более 25	140

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

**ПДУ напряженности ЭМП промышленных частот
по ГОСТ 12.1.002-84**

Исходя из предполагаемого t [ч], ПДУ напряженности ЭМП промышленной частоты рассчитывается как $E = 50/(t + 2)$ [кВ/м].

В соответствии с ГОСТ 12.1.002-84 время пребывания человека в зоне действия ЭМП промышленных частот (ЭМП ПЧ) устанавливается время в зависимости от значения напряженности поля. При $E \leq 5$ кВ/м допускается присутствие персонала на рабочем месте в течение 8 ч. При $5 \leq E \leq 20$ кВ/м допустимое время пребывания T [ч] рассчитывается по формуле $T = (50/E - 2)$. При $20 \leq E \leq 25$ кВ/м время пребывания $T \leq 10$ мин. Воздействие на людей ЭМП ПЧ с напряженностью $E \geq 25$ кВ/м не допускается при отсутствии средств защиты. Если в течение смены рабочий находится в зонах с разной напряженностью поля, то время пребывания рассчитывается как $T = 8(t_1/T_1 + t_2/T_2 + \dots + t_n/T_n)$, где t_i и T_i – соответственно, продолжительность пребывания и допустимое время пребывания в зоне с напряженностью поля E_i . При этом время пребывания не должно превышать 8 ч.

Библиографический список

1. Справочная книга по охране труда в машиностроении / Под ред. *О. Н. Русака*. М.: Машиностроение, 1989. 541 с.
2. *Павлов С. П., Губонина З. И.* Охрана труда в приборостроении. М.: Высш. шк., 1986. 215 с.
3. Безопасность производственных процессов: Справочник / Под ред. *С. В. Белова*. М.: Машиностроение, 1985. 447 с.
4. Правила устройства электроустановок. М.: Энергоатомиздат, 1985. 640 с.
5. СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования. М.: Стройиздат, 1980. 30 с.
6. Руководство по контролю вредных веществ в воздухе рабочей зоны: Справ. изд. / *С. И. Муравьева, М. И. Буковский, Е. К. Прохорова и др.* М.: Химия, 1991. 368 с.
7. Охрана труда в машиностроении / Под ред. *Э. Ф. Юдина*. М.: Машиностроение, 1983. 431 с.
8. *Проскуряков Г. А.* Организация проектирования противопожарной защиты. М.: Стройиздат, 1963. 57 с.
9. *Денисенко В. В., Точилкина В. Г.* Пожарная безопасность в строительстве: Справочник. Киев: Будивельник, 1987. 304 с.
10. Метрологическое обеспечение безопасности труда: Справочник / Под ред. *И. Х. Сологана*, М.: Изд-во стандартов, 1989. Т. 1. 240 с.
11. Нормы государственной противопожарной службы России. НПБ 105-95. Определение категорий помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности // Сборник руководящих документов государственной противопожарной службы. М.: ГПЦПП, 1996. Ч. 3. С. 9–32.

Содержание

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
АЛГОРИТМ ОЦЕНКИ И ОПТИМИЗАЦИИ УСЛОВИЙ ТРУДА ...	5
1. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО АТТЕСТАЦИИ РАБОЧИХ МЕСТ	6
1.1. Методика аттестации рабочих мест	6
1.2. Порядок заполнения «Карты условий труда на рабочем месте»	10
2. РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ УЛУЧШЕНИЯ УСЛОВИЙ ТРУДА	27
2.1. Нормализация параметров воздуха рабочей зоны	27
2.2. Расчет средств защиты от шума	30
2.3. Расчет средств защиты от электромагнитных полей	36
3. РАСЧЕТ ЗАЗЕМЛЯЮЩИХ УСТРОЙСТВ	41
3.1. Оценка необходимости применения защитных устройств ...	41
3.2. Расчет заземляющего устройства	44
4. ОПТИМИЗАЦИЯ ОСВЕЩЕНИЯ РАБОЧЕГО МЕСТА	50
4.1. Оценка пригодности осветительной установки	50
4.2. Расчет осветительной установки	52
5. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗ- ВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ	64
5.1. Методика оценки взрывопожароопасности производства ...	64
5.2. Требования к электрооборудованию	66
5.3. Маркировка взрывозащищенного электрооборудования	70
5.4. Расчет средств защиты	72
5.5. Первичные средства пожаротушения	75
5.6. Автоматическая пожарная сигнализация	78
5.7. Методика анализа опасности пожара и взрыва на рабочем месте	81
6. ПРИБОРЫ КОНТРОЛЯ ОПАСНЫХ И ВРЕДНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ФАКТОРОВ	83
ПРИЛОЖЕНИЕ 1	85
ПРИЛОЖЕНИЕ 2	89
Библиографический список	90

Учебное издание

Козаченко Виктор Иванович
Колобашкина Татьяна Владимировна
Котов Вадим Петрович
Михаленков Станислав Васильевич
Попов Борис Иванович
Турубаров Владислав Ильич

**БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА
В ПРИБОРО- И РАДИОАППАРАТОСТРОЕНИИ**

Учебное пособие

Редактор *А. В. Семенчук*

Компьютерный набор и верстка *Н. С. Степановой*

Сдано в набор 05.05.05. Подписано в печать 23.08.05. Формат 60×84 1/16. Бумага офсетная.
Печать офсетная. Усл. печ. л. 5,4. Уч.-изд. л. 5,5. Тираж 100 экз. Заказ № 344.

Редакционно-издательский отдел
Отдел электронных публикаций и библиографии библиотеки
Отдел оперативной полиграфии
СПбГУАП
190000, Санкт-Петербург, ул. Б. Морская, 67