

Министерство образования и науки Украины
Донбасская государственная машиностроительная академия (ДГМА)

ОХРАНА ТРУДА И БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

**Методические указания
к выполнению раздела в дипломных проектах
для студентов специальностей ОМД, ОТПФКМ
всех форм обучения**

Утверждено
на заседании
методического совета
Протокол № от

Краматорск
ДГМА
2014

УДК 658. 382. 3

Охрана труда и безопасность при чрезвычайных ситуациях : методические указания к выполнению раздела в дипломных проектах для студентов специальностей ОМД, ОТПФКМ всех форм обучения / сост. И. Л. Марченко. - Краматорск: ДГМА, 2014. - 109 с.

Содержатся основные требования к содержанию и оформлению раздела «Охрана труда и безопасность при чрезвычайных ситуациях» дипломных проектов магистров и специалистов для студентов специальностей ОМД (7.050401), ОТПФКМ (7.05050203). Приведены рекомендации по выбору конкретных задач в зависимости от темы дипломного проекта; справочный материал, который нужен студентам при выполнении данного раздела проекта; методики расчетов и примеры конкретных решений по охране труда для основных средств защиты человека от производственных факторов при работе в кузнечно-прессовых цехах.

Составитель

И. Л. Марченко, доц.

Отв. за выпуск

А. П. Авдеенко, проф.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 Общие требования к оформлению раздела "Охрана труда и безопасность при чрезвычайных ситуациях"	5
2 Анализ опасных и вредных производственных факторов.....	7
3 Разработка мероприятий по производственной санитарии.....	15
4 Разработка мероприятий по технической безопасности.....	26
5 Методики расчетов основных средств защиты.....	39
5.1 Вентиляция производственных помещений.....	39
5.2 Защита от шума.....	49
5.3 Производственное освещение.....	49
5.4 Защитное заземление.....	51
5.5 Определение категории помещения по взрывопожарной и пожарной опасности	61
6. Безопасность при чрезвычайных ситуациях	64
ЛИТЕРАТУРА.....	72
Приложение А. Рекомендации по использованию нормативно-технической документации.....	74
Приложение Б. Требования к воздуху рабочей зоны.....	80
Приложение В. Требования к производственному шуму и вибрации.....	82
Приложение Г. Требования к производственному освещению.....	84
Приложение Д. Требования к электробезопасности.....	95
Приложение Е. Требования к пожарной безопасности.....	101
Приложение Ж. Безопасность при чрезвычайных ситуациях	104

ВВЕДЕНИЕ

Дипломное проектирование специалистов и магистров способствует закреплению, углублению и обобщению знаний, полученных студентами по изученным дисциплинам, и применению этих знаний для комплексного решения конкретной инженерной задачи.

Студенты высших учебных заведений изучают следующие нормативные дисциплины «Безопасность жизнедеятельности», «Основы охраны труда», «Охрана труда в отрасли» и «Гражданская защита». Цель их изучения – формирования у будущих специалистов знаний о состоянии и проблем безопасности в отрасли, составляющих и функционирования системы управления охраной труда, методов и средств обеспечения условий производственной среды и безопасности труда в отрасли, обеспечение безопасности в условиях чрезвычайных ситуаций в соответствии с действующими законодательными и другими нормативно-правовыми актами.

Цель этих курсов - получение студентами как теоретических, так и практических знаний, необходимых для творческого решения вопросов, связанных с разработкой и выбором технологии и оборудования, которые изымают или доводят до минимума производственный травматизм и профессиональные заболевания, а также обеспечивают охрану окружающей среды.

Будущие специалисты должны знать средства защиты работающих от воздействия вредных и опасных производственных факторов, наиболее широко распространенных в кузнечнопрессовых цехах, требования к промышленной санитарии и технике безопасности, к оборудованию и технологическим процессам, общие требования к устройству предприятий и цехов. Кроме того, студенты должны изучить источники загрязнения окружающей среды при обработке металлов давлением и основные направления и методы защиты окружающей среды. Особое внимание необходимо уделить защите рабочих от механического травмирования.

При работе над проектом студент должен научиться пользоваться справочной литературой, типовыми проектами, нормативно-правовыми актами и другой технической документацией.

Выполнение раздела «Охрана труда и безопасность при чрезвычайных ситуациях» является завершающим этапом изучения данных нормативных дисциплины. В дипломном проекте (работе) он расположен после специальной и организационно-экономической частей. Все вопросы разрабатываются в виде конкретных решений, по которым можно судить о наличии у молодого специалиста инженерной квалификации безопасности жизнедеятельности. Это является завершающим этапом формирования компетенций студентов в области охраны труда и безопасности жизнедеятельности.

1 ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ РАЗДЕЛА « ОХРАНА ТРУДА »

Раздел «Охрана труда и безопасность при чрезвычайных ситуациях» выполняется после прохождения преддипломной практики и согласования темы по охране труда с консультантом по разделу.

Во время прохождения преддипломной практики студент обязан ознакомиться с решением вопросов охраны труда в соответствии с темой дипломного проекта, сделать анализ эффективности этих решений и предложений по повышению уровня безопасности. Все это должно быть основой при определении темы, которая подлежит детальному рассмотрению в разделе «Охрана труда и безопасность при чрезвычайных ситуациях» дипломной работы.

Содержание задания по охране труда должно отвечать основной теме дипломного проекта и быть его составляющей органической частью.

В ходе выполнения задания студент должен периодически посещать консультации для согласования выбранного решения, для уточнения объема разработок, количества расчетов и так далее, а черновик выполненного задания по разделу «Охрана труда и безопасность при чрезвычайных ситуациях» представить консультанту для проверки и утверждения не позже, чем за месяц до защиты.

Сброшюрованная записка объяснения дипломного проекта должна быть представлена на подпись консультанту по разделу «Охрана труда и безопасность при чрезвычайных ситуациях» не позже, чем за 10 дней до защиты. О выполнении задания по охране труда свидетельствуют подпись консультанта-преподавателя на титульном листе записки объяснения.

При выполнении раздела «Охрана труда» дипломного проекта необходимо выполнять следующие требования [11, 19]:

- строго соблюдать требования НПАОП, ГОСТ, норм, правил, инструкций и других нормативных документов по вопросам охраны труда при принятии и обосновании соответствующих решений;

- выбор мероприятий по охране труда проводить на основе анализа опасных и вредных производственных факторов с целью сведения к минимуму воздействия их на работающего человека;

- выбор мероприятий по созданию здоровых и безопасных условий труда сопровождать ссылками на нормативные документы, а в необходимых случаях - инженерными расчетами, научно-исследовательскими и конструкторско-исследовательскими данными. Шифр и название нормативных документов приводить непосредственно в тексте пояснительной записки дипломного проекта (работы) на языке оригинала (приложение А). При использовании численных значений величин и результатов работ других авторов необходимо привести ссылку на источник информации;

- проектировать прогрессивную, с высокой степенью автоматизации технику, при эксплуатации которой исключается потенциальная опасность аварий, взрывов, пожаров, несчастных случаев, профессиональных заболеваний независимо от квалификации и психофизиологического состояния обслуживающего персонала;

- разрабатывать мероприятия по профилактике травматизма, профессиональных заболеваний, аварий, пожаров, а также по повышению культуры производства, технической эстетики, научной организации труда, эргономики.

Раздел «Охрана труда» в общем случае состоит из следующих подразделений:

- анализ опасных и вредных производственных факторов;
- разработка мероприятий по производственной санитарии;
- разработка мероприятий по технической безопасности.
- безопасность при чрезвычайных ситуациях.

Анализ опасных и вредных производственных факторов (НиВПФ) осуществляется для базового варианта на основе результатов работы существующих производств. Цель данного подразделения – обоснование необходимости осуществления и выбор мероприятий по обеспечению безопасных условий труда. Материал для выполнения этого подразделения приведен в главе 2 руководства.

Разработка мероприятий по производственной санитарии осуществляется в такой последовательности:

- обеспечение качества воздуха рабочей зоны;
- организация освещения помещений;
- защита от шума, вибрации и излучения.

Материал для выполнения этого подразделения подробно приведен в главе 3 руководства.

Разработка мероприятий по технической безопасности осуществляется по следующей схеме:

- мероприятия по обеспечению безопасности оборудования;
- мероприятия по обеспечению безопасности технологических процессов, в том числе охрана окружающей среды;
- электробезопасность;
- пожарная и взрывная безопасность.

Материал для выполнения этого подразделения приведен в главе 4 руководства.

Расчеты защитных устройств, наиболее важных для обеспечения безопасных условий труда, осуществляется согласно соответствующим методикам (раздел 5). Расчет устройства приводится по схеме:

- обоснование необходимости использования данного устройства (средства) защиты;
- описание защитного устройства, основные его характеристики;
- обоснование выбора методики расчета;

- расчет основных элементов устройства;
- проверка соответствия устройства и его частей нормативным требованиям.

Вопросы безопасности при чрезвычайных ситуациях привязывается непосредственно к конкретной теме дипломного проекта с учетом особенностей специальности и оборудования. В ходе выполнения расчетов, оформления результатов необходимо, пользуясь справочными материалами, указывать конкретное оборудование, здания, сооружения, коммунально-энергетические сети и другие элементы объекта исходя из основной темы дипломного проекта.

Материал для выполнения этого подраздела приведен в разделе 6 пособия.

Недопустимо заполнять раздел «Охрана труда и безопасность при чрезвычайных ситуациях» общими рассуждениями и переписыванием нормативных положений, правил, инструкций и учебников, а следует конкретно разработать и указать мероприятия, которые относятся непосредственно к производству только проектируемых видов работ или требуют проектной разработки.

Раздел в целом выполняют с учетом темы дипломного проектирования и специальной части проекта.

Использованная литература приводится в общем списке в зависимости от построения записки в целом. Нормативные документы (ГОСТ, НПАОП, ДСанПиН и другие) при этом должны быть приведены непосредственно в тексте записки и в перечень литературы не входят. Название документов приводится на языке оригинала.

Объем раздела «Охрана труда и безопасность при чрезвычайных ситуациях» не должен превышать 10-15 страниц. При составлении тезисов выступления при защите дипломного проекта студент должен предусмотреть время для короткого освещения раздела «Охрана труда и безопасность при чрезвычайных ситуациях» и связи его с основной темой дипломного проекта.

2 АНАЛИЗ ОПАСНЫХ И ВРЕДНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ФАКТОРОВ

Определить опасные и вредные производственные факторы (которые в соответствии с ГОСТ 12.0.003-74 подразделяются на четыре группы: физические, химические, биологические и психофизиологические), которые могут иметь место при эксплуатации, обслуживании, ремонте и монтаже оборудования, оценить степень влияния каждого фактора на

работника. Охарактеризовать причины возможных аварий, пожаров, несчастных случаев и профессиональных заболеваний.

Кузнечно-прессовые цеха отличаются большим количеством опасных и вредных производственных факторов (НиВПФ) [2; 10; 12; 16; 17; 18; 21].

К опасным физическим производственным факторам относятся:

- движущиеся машины и механизмы; подвижные части оборудования (ползуны, шпиндели, муфты состояний, открытые кривошипно-шатунные механизмы) передвигающиеся изделия, заготовки, материалы;
- осколки металла, отлетающая окалина;
- нагретые поверхности оборудования, заготовок;
- высокое напряжение в силовой электрической сети и статическое электричество;
- острые кромки заготовок, инструментов и оборудования;
- подъемно-транспортные устройства и перемещаемые грузы;
- возможность возникновения пожаров.

К вредным физическим производственным факторам относят:

- повышенный уровень шума и вибрации;
- повышенную запыленность воздуха;
- повышенную температуру воздуха рабочей зоны;
- повышенную влажность воздуха;
- высокую скорость движения воздуха рабочей зоны,;
- недостаточную освещенность рабочей зоны;
- пониженную контрастность;
- повышенный уровень электромагнитных полей;
- повышенный уровень инфракрасной радиации;
- повышенный уровень инфразвуковых колебаний, ультразвука.

Химические опасные и вредные производственные факторы подразделяются:

- по характеру воздействия на организм человека на: токсические; раздражающие; сенсibiliзирующие; канцерогенные; мутагенные; влияющие на репродуктивную функцию;

- по пути проникновения в организм человека через: органы дыхания, желудочно-кишечный тракт; кожные покровы и слизистые оболочки.

Выделение вредных веществ в воздух (токсичной пыли, газов, аэрозоля) происходит при обработке металлов давлением и проведении работ, связанных с применением химических веществ и материалов (масло, техническое масло и др.). При работе в кузнечно-прессовых цехах наиболее вероятно проникновение в организм веществ в виде пара и пыли через органы дыхания (около 95 % всех отравлений).

Биологические опасные и вредные производственные факторы включают микроорганизмы, находящиеся в отработанной смазочно-

охлаждающей жидкости (СОЖ). При обработке металлов давлением не являются значительными.

Психофизиологические опасные и вредные производственные факторы по характеру действия подразделяются на следующие:

- физические перегрузки (статические и динамические);
- нервно - психические перегрузки (умственное перенапряжение, перенапряжение анализаторов, монотонность труда, эмоциональные перегрузки).

Наиболее характерными психофизиологическими факторами для кузнечно-прессового производства являются высокая скорость технологических процессов и интенсивность грузопотоков, что обуславливает в свою очередь высокую интенсивность труда персонала. Это приводит к умственному утомлению, что связано с ошибками в управлении механизмами, и возникновению опасных ситуаций, то есть преобладают нервно-психические перегрузки.

В табл. 2.1 приведен перечень НВПФ, характерных для кузнечно-прессовых цехов.

Краткая характеристика НВПФ

В кузнечно-прессовых цехах изготавливаются поковки и штамповки для деталей и изделий машиностроения. Производственный процесс в кузнечно-прессовых цехах состоит из отдельных технологических операций: резка холодных заготовок металла, а иногда и правки заготовок, нагрева металла под ковку или горячая штамповка в нагревательных печах до температуры 1100 - 1250°C; ковка металла на молотах различного типа (паровых, воздушных, механических, приводных и др.) и на ковочных машинах; штамповки, вырубки или правки кованных изделий на горячих прессах (механических, гидравлических и др.).

В термических цехах осуществляется обработка металлических слитков и заготовок отштампованных изделий для придания им определенных химических, механических и металлографических свойств путем цементации, закалки, азотирования, цианирования, отжига, отпуска и нормализации.

Нагрев деталей может осуществляться в печах, а также в ваннах с расплавленными солями хлористого натрия или хлористого бария. Для этой же цели в последнее время начали применять установки для нагрева изделий токами высокой частоты.

При термической обработке изделия покрываются слоем окалины и для ее снятия в термических цехах предусматривают гидropескоструйные или дробеструйная установки.

Таким образом, основными неблагоприятными факторами в кузнечно-прессовых и термических цехах являются высокая температура воздуха (до 34... 36 °С), интенсивное инфракрасное излучение, вредные токсичные выделения, повышенный уровень шума и вибрации.

Таблица 2.1 – Перечень процессов, операций и оборудования, являющихся источниками опасных и вредных производственных факторов

Наименование процессов, операций, оборудования и профессий	Опасные и вредные производственные факторы
Транспортировка металла, заготовок, поковок (штамповок) - крановщики	Движущиеся части оборудования, материалы, заготовки, острые кромки, заусенцы и шероховатости на поверхности металла, заготовок, инструмента, оборудования, которое движется; оксид углерода, повышенная температура воздуха
Нагрев металла для резки заготовок - нагревательницы, резчики металла	Повышенный уровень инфракрасной радиации, оксид углерода, высокая температура поверхности оборудования
Нагрев заготовок дляковки и штамповки - нагревательницы, кузнецы - штамповщики и их подручные	Повышенная температура и подвижность воздуха рабочей зоны, повышенный уровень инфракрасной радиации, температура нагретой поверхности оборудования, повышенный уровень шума, оксид углерода и азота. Динамические и статические перегрузки.
Электронагрев для резки заготовок,ковки и штамповки - нагревательницы, штамповщики	Те же факторы и повышенный уровень электромагнитных полей(ЭМП)
Настройки кузнечно - прессового оборудования - слесари по ремонту оборудование	Динамические и статические перегрузки, повышенная температура и скорость движения воздуха, повышенный уровень шума, повышенный уровень ЭМП
Ковка и штамповка - кузнецы, кузнецы - штамповщики и их подручные, машинисты молотов, прессов, манипуляторов, кузнецы горизонтально - ковочных машин	Повышенная температура и подвижность воздуха рабочей зоны, повышенный уровень инфракрасной радиации, повышенный уровень ЭМП и температура нагретой поверхности оборудования, повышенный уровень шума, а также повышенный уровень вибрации общей и локальной. Динамические и статические перегрузки. Отлетающая окалина
Очистка поковок в дробеметных камерах - дробеметники	Повышенная запыленность, повышенный уровень шума, динамические и статические перегрузки, отлет дроби
Очистка поковок на заточных станках	Повышенная запыленность, повышенный уровень шума и локальной вибрации, динамические и статические перегрузки
Травление в кислотах - травильщики	Загрязнение воздушной среды парами кислот, динамические перегрузки

Кузнечно-прессовые цеха характеризуются значительными выделениями теплоты, передаваемой излучением и конвекцией, в связи с

чем, они относятся к группе горячих цехов. Источниками тепловыделений являются поверхности нагревательных печей, горячие поковки, которые обрабатываются и остывают затем в цехе. Термические печи подразделяются по принципу действия на периодического и непрерывного действия; по характеру среды в рабочем пространстве на вакуумные, с восстановительной или углеродистой атмосферой и др.; по источнику тепловой энергии на пламенные, пламенные с радиационными трубами и электрические; по технологическому назначению на цементационные, азотирование, закалку и т. п.; по конструкции рабочего пространства на муфельные, шахтные, камерные, конвейерные и др. Интенсивность теплового потока от нагревательных печей, прессов и молотов составляет $1,4...2,1$ кВт/м², в местах складирования заготовок, пультов управления и кабин крановщиков - $1...1,95$ кВт/м², в местах складирования изделий послековки - $0,5...1$ кВт/м², на рабочих местах: при нагреве металла на высокочастотных установках - $0,24...0,3$ кВт/м², нагревательные на тяжелых и средних молотах - $5,5...6,5$ кВт/м², на легких молотах - $0,35...1,8$ кВт/м²; штамповщиков и прессовщиков - $0,37...2,0$ кВт/м², выделение теплоты от электропечей - до $2,2$ МДж ч на 1 кВт мощности печи.

Санитарно-гигиенические условия в кузнечно-прессовых цехах характеризуются наличием в воздухе производственного помещения вредных **токсических веществ**: масляного аэрозоля, образующегося при смазывании штампа, и продуктов сгорания смазочных материалов (минеральных масел, масел животного происхождения, сухих мыл консистентных смазочных материалов, воска, эмульсий, водных растворов мыла, синтетических масел, графитовых смазочных материалов); сернистого газа, окиси углерода, сероводорода и др. Концентрации пылевидных частиц, окалина и графита, которые сдуваются воздухом с поверхности матриц, штампов и поковок, в воздухе рабочей зоны составляют $3,9...4,1$ мг/м³, за прессами могут достигать $22...138$ мг/м³ (при отсутствии местных отсоса).

В термических цехах воздух помещения может загрязняться цианистым водородом, аммиаком, парами масла и воды.

Работа печей, в которых в качестве топлива используются уголь, мазут или серная нефть (содержание серы 3,5 % и более) сопровождается выделением в воздух рабочей зоны пыли (превышение ПДК в два-десять раз), окиси углерода, SO₂, сажи (в последней оказывается 3,4 бензопирен). При использовании природного газа, электрического и индукционного нагрева газообразные продукты поступают в воздух вследствие неисправности и неправильности режима работы печи, а также недостаточной тяги. При отсутствии эффективной вентиляции выделения токсичных газов от нагревательных печей в молотовых и прессовых пролетах достигают $3...7$ г при сжигании 1 кг природного газа и $2,2...5,2$ г SO₂ при сжигании 1 кг мазута. При сжигании 1 м³ природного газа образуется 0,2 г NO, 0,21 г NO₂, при сжигании 1 кг мазута - 58 г CO, 0,33 г

NO, 0,33 г NO₂, 0,714 г SO₂. В цех попадает до 10% общего количества вредных веществ, выделяемых при сгорании топлива. При обдувке матриц штампов и поковок сжатым воздухом в рабочую зону может поступать от 20 до 138 мг/м³ пыли.

Работа, выполняемая в кузнечно-прессовых цехах, может быть как тяжелой(III категории), так и средней тяжести (категория IIб).

Кузнечно-прессовые цеха характеризуются повышенным уровнем **шума** (табл. 2.2) и **вибрации**.

Повышенная общая вибрация на рабочих местах возникает при работе молотов, прессов и другого оборудования. Кроме того, вибрацию вызывают вентиляторы, не имеющие надлежащего фундамента и воздухопроводы, которые не имеют устройств для гашения вибрации.

Источниками шума являются паровоздушные и пневматические штамповочные молоты, выхлопы сжатого воздуха при работе пресса и молотов без глушителей, а также струя сжатого воздуха, используемого для обдува матриц штампа от пыли и окалины. Основные причины шумообразования при работе пресса связаны с их конструкцией: выхлоп воздуха с фрикционной пневматической муфты включения, работа шестерен, удар планки выталкивателя по упорам, удары отдельных деталей механизма пресса, работа двигателя.

Шум, возникающий в процессе работы пресса с одновременным воздушным выхлопом, возрастает до 105 дБ, значительно выходя за пределы допустимого по всему диапазону частот, особенно в высокочастотной части спектра.

Шум, генерируемый в момент смыкания штампов пресса, в основном носит низкочастотный характер. Перечень только этих причин свидетельствует о том, что борьба с шумом при работе пресса является трудной задачей и должна включать одновременное решение всего комплекса вопросов.

В кузнечно-прессовых цехах существует опасность **поражения электрическим током**, поскольку применяется огромное количество разнообразного электрооборудования, которое опасно влияет на работающих. Опасность поражения электрическим током возникает при использовании печей сопротивления для нагрева заготовок, потребляющих электрическую мощность 15... 330 кВт при напряжении на клеммах 50... 80 В. При индукционном нагреве средняя мощность, которая передается от генератора к индуктору, составляет 15... 350 кВт, напряжение в 1000 В, частота 50... 300000 Гц. Напряженность магнитного поля при частоте 50 Гц достигает 8×10^5 А/м, что превышает допустимые величины по ГОСТ 12.1.006-84 и СН 848-80.\

Таблица 2.2 - Уровни звуковой мощности оборудования кузнечно-прессовых цехов при суммарной продолжительности воздействия за смену более 4 часов

Оборудование	Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Ковочный молот	123	124	121	121	121	115	115	106
Горячештамповочные кривошипный пресс	115	120	119	118	118	117	113	106
Пресс ДС-135/800 при вырубке штампом::								
прямым	120	134	135	134	135	131	128	123
скошенным	120	119	123	123	123	120	115	108
Холодновысадочных автомат А-1219	102	103	105	108	110	109	107	102
Холодновысадочных автомат А-163	105	109	110	111	109	107	103	95
Гаечный автомат А-4Д	102	105	105	109	109	107	104	99
Обрезной автомат А-33	103	109	112	116	112	109	105	98
Кривошипный пресс АМР-30	98	104	106	108	105	103	97	93
Холодновысадочных автомат А-1914	95	97	100	103	102	100	97	95
Холодновысадочных автомат А-1822	98	104	106	105	105	102	99	94
Ризенакатувальный автомат А-2528	95	100	104	108	110	108	105	101
Холодновысадочных автомат А-121	99	102	106	109	109	107	106	101
Проволочно-гвоздильный автомат А-714	104	107	110	115	116	111	110	105
Кривошипный пресс ГП-1	102	106	108	110	112	112	109	104
Однокривошипный двухстоечных пресс К2130Б	93	94	97	96	93	95	92	89
Холодновысадочных автоматы:								
А-1916, А-1914	88	92	92	95	93	88	83	79
А-1617	87	88	89	100	88	85	84	81
АБ-120	90	91	95	100	100	95	94	93
А-411	92	89	95	94	93	89	86	85
А-231	96	95	100	102	102	99	96	93
М-250	95	96	98	102	103	102	105	95

Примечание. На постоянных местах и в рабочих зонах уровни звуковой мощности в октавных полосах частот в децибелах должны соответствовать значениям, указанным в ГОСТ 12.1.003-83. Уровни звука и эквивалентные уровни звука не должны превышать 85 дБ (А).

Причинами травм рабочих, работающих в кузнечно - прессовых цехах являются: отсутствие ограждения движущихся частей оборудования и автоматической подачи заготовок, расположенных на высоте до 2,5 м от уровня пола, которые вращаются; отсутствие ограждения рабочей опасной зоны прессов; необеспеченность пресса двуруким управлением по такой электросхеме включения, при которой нельзя заклинить одну из кнопок; отсутствие блокировки пультов управления при групповом управлении для каждого поста; наличие открытых переключателей режимов работы пресса; отсутствие замены жестких муфт включения пневмофрикционными на прессах с усилием свыше 160 кН и наличие сдвоенных воздухораспределительных клапанов; открытые кривошипно-шатунный механизм и конец кривошипного вала на открытых одностоечных прессах, отсутствие ограждения педали и неправильное регулирование, уравновешивателя ползуна на прессах и ножницах, а также устройства автоматической подачи заготовок в штамп и удаления деталей и отходов из зоны штамповки; конструктивные недостатки штампов холодной штамповки; неправильные приемы работы на подъемно-транспортных механизмах; отсутствие безопасных проходов, проездов и так далее.

При использовании автоматизированных устройств (роботов, манипуляторов, и т.д.) возможно воздействие на работников физических опасных и вредных производственных факторов: движущихся устройств автоматов и роботов, материалы, изделия, поковки, которые передвигаются.

Согласно ГОСТ 12.2.072-82 основными причинами возникновения опасных ситуаций и возможных несчастных случаев при эксплуатации промышленных роботов (ПР) являются:

- неправильные движения во время обучения;
- авария технологического оборудования на обслуживаемом участке ПР;
- ошибочные действия оператора во время наладки, регулирования и ремонта;
- появление человека в рабочем пространстве ПР при его работе в автоматическом режиме;
- превышение номинальной грузоподъемности ПР;
- неудобное расположение технологического оборудования, ПР, пультов управления;
- размещение пультов управления внутри рабочего пространства ПР, отсутствие ограждения;

- отключение при аварийной остановке ПР устройств, перерыв в работе которых связан с возможностью травмирования обслуживающего персонала.

При проектировании некоторых технологических процессов и оборудования перечень опасных и вредных производственных факторов может быть несколько иным, и это должно найти отражение в приведенном анализе.

Анализ опасных и вредных производственных факторов позволяет обосновать выбор мероприятий по обеспечению безопасных условий труда.

3 МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ САНИТАРИИ

Мероприятия по производственной санитарии необходимо рассмотреть в следующей последовательности:

- обеспечение качества воздуха рабочей зоны;
- защита от шума, вибрации и излучения;
- организация освещения помещений.

Обеспечение качества воздуха рабочей зоны

Нормативные требования к качеству воздуха рабочей зоны приведены в таблицах Б.1, Б.2, Б.4 приложения Б (ГОСТ 12.1.005-88, ДСН 3.3.6.042-99).

Для обеспечения нормативных требований проводят следующие мероприятия [3-5, 7, 10, 1, 16, 18, 19]:

- механизация и автоматизация производственных процессов, дистанционное управление процессами;
- усовершенствование оборудования и процессов;
- использование процессов и оборудования, которое исключает образование вредных веществ или их попадание в рабочую зону;
- защита от теплового излучения;
- организация вентиляции и отопления;
- использование средств индивидуальной защиты.

При рассмотрении данного вопроса следует определить возможные источники выделения пыли, газов и пара, их интенсивность, а также наметить конкретные меры по предупреждению загрязнения воздушной среды.

Наибольшее внимание нужно уделить вопросам **организации общеобменной вентиляции помещений и организации местной вентиляции** в местах теплоизлучения, выделения пыли, вредных газов и паров.

К числу наиболее радикальных мер по борьбе с пылью относится рационализация технологических процессов и усовершенствование оборудования, установление местных отсосов.

Для оздоровления воздушной среды кузнечных цехов, при горячей штамповке поковок, большое значение имеет применение бездымных масел. В настоящее время в большинстве кузнечных цехов применяют мазут с графитом и масло минеральное с графитом.

Графито-масляная смазка состоит из 60 % веретенного (или другого органического) масла и 40 % графита. Применение его при штамповке и ковке деталей связано с большим выделением вредных продуктов сгорания.

Для горячей штамповки стальных поковок рекомендуется смесь из 34% серебристого графита и 34% сульфит-целлюлозного щелока. Масло безвредно, не выделяет графитовой пыли, легко наносится на инструмент.

При рассмотрении состава и свойств масел и условий их применения следует учитывать сложность, конфигурацию, габариты и массу поковок.

Для обеспечения нормируемых метеорологических условий в помещениях кузнечных и термических цехов, кроме комплекса технологических мероприятий, позволяющих значительно сократить количество вредных веществ, которые выделяются, предусматривают вентиляцию, обеспечивающую удаление или растворение остаточного количества этих веществ. В цехах устраивают **приточно-вытяжную вентиляцию**. Удаление воздуха осуществляется через местные отсосы от оборудования и путем **общеобменной вытяжки** (обычно из верхней зоны помещения). Приточная вентиляция проектируется в виде **воздушных душей и общего обмена**.

Удаление воздуха делают из верхней зоны вентиляторами на крыше в одноэтажных домах и центробежными вентиляторами через сеть воздухопроводов, проложенных под потолком, в многоэтажных домах.

Кузнечно-прессовые участки, входящие в состав механических цехов, как правило, размещаются у наружных стен, чтобы можно было использовать аэрацию. Оборудование устанавливают у глухих стен. На пути следования наружного воздуха на рабочие места не должно находиться оборудование, которое выделяет тепло.

Для удаления избыточных тепловыделений в пролетах молотовых, молотовых и прессовых с кующими машинами также целесообразно использовать аэрацию. Чтобы обеспечить рациональную организацию воздухообмена по притоку в каждом шаге колонн по обе наружные стены устраивают сдвижные ворота. Для вытяжки выполняются незадувные светло - аэрационные фонари.

При использовании аэрации в зимнее время на высоте 4 м и более целесообразно иметь створки оконных проемов. Они должны иметь механическое устройство, чтобы закрывать и открывать их, находясь в рабочей зоне.

В тех случаях, когда в помещении, которое аэрируется, есть зоны без естественного проветривания, рекомендуется корректировать микроклимат механическими приточными системами.

В связи с тем, что в многопролетных корпусах эффективность аэрации ограничена, на внутренние пролеты и вдоль глухих стен внешний воздух подают с помощью механических приточных систем.

Для удаления от нагревательных печей продуктов сгорания, содержащих вредные вещества, предусмотрены местные отсосы в виде зонтов-козырьков над погрузочно-разгрузочными проемами. Расчет зонтов сводится к определению их размера и объема удаляемого воздуха. Объемы воздуха для удаления принимают на уровне 3000...5000 м³/час на 1 м² пода печи, от кривошипно-горячештамповочных прессов - 6000 м³/час, от индукционных установок (зонт над люком загрузки) - 2700 м³/час.

Участок обработки штампов с помощью абразивного ручного инструмента (как пылевая) изолируют от общего помещения. Для локализации пылевыделения поворотные круглые столы - стеллажи целесообразно оборудовать полукруглыми вытяжными панелями равномерного всасывания. Скорость воздуха в щелях панели должна быть не ниже 3 м/с.

Для повышения эффективности отсосов следует ограничивать сферу отсоса. Панели в верхней части рекомендуется оборудовать козырьками, а в нижней - фартуками из брезента.

Помещение очистки изделий в дробометных камерах и в галтовочных барабанах оборудуют централизованными системами пневматического убирания (для исключения вторичных источников пылевыделения).

Приямки под провальными решетками у галтовочных барабанов оборудуют механической вытяжной системой. Провальные решетки размещают непосредственно у места выгрузки деталей из барабанов.

Закаливающие масляные ванны шириной до 1,5 м должны иметь одно - или двусторонние бортовые отсосы. Ванны (баки) шириной более 2 м необходимо, кроме бортовых отсосов, снабжать и верхнебоковыми панелями. Объем удаляемого воздуха и высота размещения вытяжных створов верхнебокового отсоса принимается с учетом активного выделения вредностей в момент закладки деталей в ванну (бак).

Вытяжные системы, обслуживающие закаливающие масляные ванны должны иметь дренаж для улавливания конденсата паров масла и соответствовать требованиям пожарной безопасности.

Травильные отделения размещают в изолированных помещениях с автономным решением вентиляции. Травильные ванны должны быть оборудованы местной вытяжной вентиляцией. Местные отсосы могут быть сделаны в виде бортовых или верхнебоковых панелей. В помещениях должна быть естественная вытяжка из верхней зоны над ваннами.

Механический приток может быть подан в верхнюю зону в отдалении от ванн. В помещении должен быть дефицит притока в объеме 10 %.

Для уменьшения влияния инфракрасного излучения на рабочих местах в кузнечно-прессовых цехах для оздоровления условий труда необходимо разрабатывать комплекс защитных средств и мероприятий, позволяющих значительно снизить неприятное воздействие лучевого и конвективного тепла на человека. Эти меры разные по своему характеру и могут быть условно разделены на четыре группы.

К первой группе относятся мероприятия, позволяющие устранить источники выделения тепла или значительно снизить интенсивность излучения. С этой целью на заводах внедряются новые технологические процессы термической и химико-термической обработки, которые, способствуют применению механизации и автоматизации, позволяют значительно облегчить труд рабочим.

На ряду машиностроительных заводов получили распространение индукционные нагреватели, в которых нагрев заготовок осуществляется токами высокой частоты. Применение индукционного нагрева заготовок позволило значительно улучшить условия труда, поскольку воздух на рабочих местах не загрязнялся продуктами неполного сгорания топлива (окисью углерода, сернистым газом и др.). Кроме того, при нагреве заготовок на высокочастотных установках значительно уменьшается интенсивность теплового облучения. Например, на рабочем месте прессовщика при нагреве заготовок шатуна токами высокой частоты интенсивность теплового облучения в 3-7 раз меньше, чем при нагреве в газовых печах.

В цехах создаются участки с автоматизированными и механизированными ковочными агрегатами, с непосредственной термической обработкой штамповок, что исключает необходимость применения повторного нагрева их для нормализации и отжига.

Для сокращения поступления тепла в помещение все нагретые поверхности технологического оборудования и ограждения тщательно изолируют. Температура их на рабочих местах не должна превышать 45 °С.

Ко второй группе могут быть отнесены различные устройства, защищающие рабочих от прямого воздействия лучистой энергии: водяные завесы-экраны, которые устанавливаются в рабочих окнах печей для нагрева металла, стационарные и передвижные непрозрачные экраны, устанавливаемые на пути тепловых лучей от нагретых изделий, часто имеют устройства для циркуляции охлаждающей воды, полупрозрачные цепные экраны с водяной пленкой. К этой же группе может быть отнесена и специальная, такая, что отражает лучистую энергию одежду.

К третьей группе следует отнести мероприятия, способствующие восстановлению работоспособности рабочих. Для этого в цехах на небольшом расстоянии от постоянных рабочих мест предусматривают

специальные комнаты или кабины для периодического отдыха работающих, в которых есть душевые для омовения верхней половины тела и питьевые фонтанчики. В последнее время получили распространение системы радиационного охлаждения на рабочих местах и в местах отдыха рабочих. При этом охлаждается как поверхность кожи, так и глубоко лежащие ткани, и может быть полностью снят или значительно ослаблен эффект перегрева нагретого воздуха или источников радиационного нагрева.

К четвертой группе относятся средства, увеличивающие теплоотдачу тела человека. К ним относятся различные конструкции установок воздушного душирования. Рекомендуется использоваться воздушный душ согласно СНиП 02.04.05-91. В зависимости от возможности изменения качества воздуха установки воздушного душирования делятся на четыре типа.

К первому типу относятся установки, подающие внешне обработанный воздух (очищенный, охлажденный в летний и нагретый в зимний периоды). Ко второму типу относятся установки, подающие наружный воздух без его обработки. К третьему типу относятся установки, подающие внутренний воздух цеха, предварительно охлажденный. К четвертому типу относятся установки, подающие внутренний воздух цеха без обработки.

Установки воздушного душирования первого и второго типов выполняются стационарными, а третьего и четвертого типов обычно передвижными или переносными. Стационарные душирующие установки первого типа состоят из оборудования для подачи и обработки (очистки, нагрева и охлаждения) наружного воздуха, разветвленной сети воздухопроводов и приточных душирующих патрубков для подачи воздуха на определенные рабочие места или площадки. Оборудование для подачи и обработки воздуха применяют то же самое, что и в обычных приточных системах. Другое конструктивное решение имеют только патрубки для раздачи воздуха, которые должны предусматриваться поворотными в горизонтальной плоскости, обеспечивающие минимальную турбулентность струи, значит, и возможность изменения направления струи в вертикальной плоскости на угол не менее 30°

В тех случаях, когда рабочие места находятся в сжатой зоне, воздушное душирование следует вести внешним обработанным воздухом.

В кузнечно-прессовых цехах, которые характеризуются обычно значительными избытками тепла во все периоды года, специальных систем отопления, как правило, не предусматривается. В некоторых случаях отопление главных производственных пролетов (молотовых, молотовых и прессовых с кующими машинами, термических) рекомендовано комбинированно-воздушное, совмещенное с приточной вентиляцией и отопительными агрегатами. Для нагрева приточного воздуха может быть использовано тепло отходящих газов от печей (установки рекуперации).

Для отопления вспомогательных помещений могут быть использованы инфракрасные излучатели, работающие на природном газе. Отопление травильных и точильно - шлифовальных отделений, там где не допускаются рециркуляция, проводится за счет местного нагревательного оборудования с гладкой поверхностью. При ремонтных работах используют дежурное отопление и переносные инфракрасные излучатели с электроподогревом.

Въездные ворота должны быть оборудованы постоянно действующими воздушно-тепловыми завесами.

В табл. 3.1 приведены рекомендации по устройству общей и местной вентиляции в пролетах цехов.

Таблица 3.1 - Рекомендации по устройству общей и местной вентиляции в молотовых пролетах и пролетах с прессами и кующими машинами

Наименование вредностей и источники их выделения	Вентиляция			
	Вытяжная		Приточная	
	Местная	Обще-обменная	В холодный период года	В теплый период года
Тепловыделение от горячих поверхностей печей, молотов, прессов и т.д., а также от нагретых изделий (топливо - газ или мазут)	Зонты-kozyрьки над загрузочными отверстиями	Через аэрационные фонари	Общеобменная за счет аэрации на уровне 4 м и выше	Общеобменная за счет аэрации на уровне от 0,3 до 1,8 м
То же при нагреве в электропечах			Механическая сосредоточена для душирования участков, склонных к тепловому облучению	
Окись углерода выделяемая через неплотности печей и газоходов (топливо - газ или мазут)	Зонты над трубами		Для средних пролетов, расположенных на расстоянии более 30 м от наружных стен, - механическая	

Вентиляция производственных помещений (цехов) цехов подробно рассмотрены в литературе [4, 5, 10]. Методика расчета вентиляции цеха приведена в разделе 5.1.

Защита от шума и вибрации

Нормативные требования к уровням шума приведены в таблицах В.1, В.2 приложения В (ГОСТ 12.1.003-89, ДСН 3.3.6.037-99).

Для обеспечения нормативных требований проводят следующие мероприятия [2, 5, 10, 13, 15, 19]:

- строительно-акустические мероприятия;
- санитарно-гигиенические мероприятия;
- уменьшение шума в источнике за счет изменения конструкции оборудования или технологии;
- уменьшение шума по пути его распространения (звукопоглощение, изоляция источника шума или рабочего места, использование глушителей);
- использование средств индивидуальной защиты.

При проектировании, модернизации оборудования необходимо прежде всего разработать меры по снижению шума в источниках его возникновения (использование вместо прямозубых шестерен косозубых), а также повышение класса точности обработки и чистоты поверхностей шестерен. Замену, если это возможно, подшипников скольжения, металлических деталей деталями из пластмасс и других незвучных материалов, использование смазывания трущихся частей.

Наиболее радикальный путь уменьшения шума включения пресса - обеспечение плавности процесса включения. Этого можно достичь, если заменить механические (кулачковые) муфты прессов фрикционными, пневматическими. Такая замена позволяет снизить уровень шума включения на 11 дБ.

Шум в источнике можно уменьшить различными способами. Например, шум от направляющих труб прутковых автоматов и револьверных станков можно снизить, если использовать полимерные втулки, вставляемые в направляющие трубы. Также используют разнообразные конструкции малозвучных труб (двустенные с резиновой прокладкой, с внешним покрытием из резины и т.п.).

Шум штамповки можно снизить, если также обеспечить плавность процесса. При использовании скошенных пуансонов на механических прессах уровень звукового давления снизится на 10-14 дБ. Применение скошенных штампов целесообразно при вырубке деталей большого размера, когда требуются значительные усилия. Одновременно увеличивается износостойкость штампов примерно на 25-30 %. В ряде случаев сброс деталей из штампа следует осуществлять менее шумными механическими приспособлениями (рычажным сбрасывателем, вакуумным и электромагнитным устройствами). При полной или частичной автоматизации подачи заготовок и удаления деталей возможна звукоизоляция желобов, по которым сбрасываются детали.

Шум в листоштамповочном производстве можно значительно снизить, если использовать звукопоглощающие кабины, в которых

размещают холодноштамповочные автоматы, а также ограждения с шумопоглощающей облицовкой.

Снижение уровня шума в помещениях кузнечно-прессовых цехов - сложная техническая задача. Ее решение связано с комплексом мероприятий и, в первую очередь, со снижением уровня выхлопа воздуха из фрикционных пневмомуфт включения и шума, возникающего при механических соударениях инструмента с поковкой, а также деталей в механизмах прессы и молота.

Для снижения шума при работе прессы используют глушители шума отработанного воздуха на прессах. Корпус глушителя может быть стаканчиком из полиэтилена, выдерживающий высокое давление, со сферическим дном. Крепится глушитель с помощью удлиненной шпильки. Для лучшего соединения глушителя с корпусом пневмоклапана между ними устанавливается резиновая прокладка толщиной 3-4 мм.

Отработанный сжатый воздух с пневмоклапанов через клапан последовательного включения поступает в полость глушителя и проходит через 216 отверстий диаметром 2 мм, расположенных друг к другу под углом 60° . Эффективность расположения отверстий под таким углом была проверена опытным путем, то есть сравнением спектров шумов, создаваемых при работе пневмоприводов с глушителями, в которых отверстия располагались по радиусу под углом 15° , 30° , 60° и параллельно друг другу. Суммарная площадь отверстий в 1,4 раза больше суммарной площади отверстий пневмоклапана, что сводит до минимума противодействие, которое возникает в полости глушителя. Использование глушителя позволило снизить уровень звука от выхлопа сжатого воздуха от 104 до 85 дБ и изменить характер спектра шума - ослабить высокие частоты. Глушитель рекомендуется для использования на прессах усилием до 6,5 МН.

Также прессы с фрикционными пневматическими муфтами включения обеспечены средствами понижения шума воздушной струи. На пневматических молотах снижение шума достигается выбросом воздуха в картер станины, который играет роль глушителя.

В связи с тем, что еще много кузнечно-прессового эксплуатируемого оборудования не обеспечено глушителями шума, работающие в кузнечных цехах и цехах холодной штамповки должны пользоваться средствами индивидуальной защиты от шума. Для этой цели используют противозумные наушники, предназначены для защиты органов слуха от воздействия производственных шумов (низкочастотного с уровнем до 110 дБ, среднечастотного до 105 дБ и высокочастотного с уровнем до 120 дБ).

Для снижения шума прессов необходимо прежде всего поддерживать их в хорошем техническом состоянии. Чем больше пресс изношен, тем больше люфты во всех его кинематических звеньях и тем выше уровни шума как при включении прессы, так и при штамповке

Интенсивность шума в производственном помещении зависит не только от прямого, но и от отраженного звука. Поэтому, если в цехе невозможно снизить энергию прямого звука, то необходимо уменьшить энергию звуковых волн, отражающихся от внутренних поверхностей помещения. Для этой цели внутренние поверхности помещения облицовывают звукопоглощающими материалами. При падении звуковых волн на такие материалы поглощается значительная часть звуковой энергии. Процесс поглощения звука происходит в результате перехода энергии колеблющихся частиц воздуха в теплоту вследствие потерь на трение в порах звукопоглощающего материала. Поэтому для эффективного звукопоглощения материал должен иметь пористую структуру, поры должны быть открытыми со стороны попадания звука и соединяться между собой.

В качестве звукопоглощающих материалов применяют пористые твердые плиты на цементном сообщении, стекловолокно, капроновое и базальтовое волокна, древесноволокнистые и минеральные плиты на различных связках. Коэффициент звукопоглощения этих материалов на средних частотах более 0,2. Звукопоглощающие свойства пористого материала зависят от толщины слоя или частоты звука, наличия воздушного промежутка между слоем и стенкой, на которой он закреплен. Выбор конструкции и типа звукопоглощающей облицовки должен быть сделан на основе анализа спектра шума в помещении цеха или участка и звукопоглощающих свойств облицовки. Необходимо добиваться, чтобы максимум коэффициента звукопоглощения облицовки отвечал частотам, где имеет место максимальное превышение предельного спектра шума.

Звукопоглощающие облицовки эффективны для производственных помещений высотой примерно до 4-6 м, так как в помещениях меньшей высоты основными отражающими поверхностями, есть пол и потолок большой площади. В таких помещениях облицовывают потолок, потому что покрытие пола звукопоглощающим материалом невозможно.

В высоких и вытянутых помещениях, где высота больше ширины, облицовки стен дает большой эффект. В помещениях кубической формы облицовывают стены и потолок. Практика показывает, что установка звукопоглощающих облицовок снижает шум на 6-8 дБ в зоне отраженного звука на расстоянии от источника и на 2-3 дБ вблизи источника шума. Расчеты средств защиты от шума приведены в литературе [13].

Нормативные требования к уровням вибрации приведены в таблице В.5 приложения В (ГОСТ 12.1.012-90, ДСН 3.3.6.039-99).

Для обеспечения нормативных требований проводят следующие мероприятия [5, 19, 21]:

- дистанционное управление процессами;
- уменьшение вибрации в источнике за счет изменения конструкции оборудования или технологии;
- уменьшение вибрации по пути ее распространения;

- санитарно-гигиенические мероприятия;
- использование средств индивидуальной защиты;
- рациональный режим труда и отдыха;
- контроль вибрации и сигнализация.

Методы защиты от вибрации можно разделить на три группы: использование вибробезопасных технологических процессов, снижение виброактивности оборудования, являющегося источником колебаний и виброизоляция, вибродемпфирование и динамическое гашение колебаний.

Уменьшение вибрации в источнике является наиболее рациональным методом снижения вибрации оборудования. Важно эту проблему решать еще на стадии проектирования, учесть следующие рекомендации:

- предъявлять требования к точности балансировки валов, муфт;
- прямозубые шестерни заменять косозубыми, применять червячное зацепление;
- применять подшипники качения более высоких классов точности, выбирать необходимые для снижения вибрации посадки в узлах подшипников.

Снижение виброактивности оборудования достигается следующими путями:

- изменение параметров физико-химических процессов;
- уменьшение трения в кинематических парах.

Виброизоляция заключается в уменьшении сил, которые передаются от источника вибрации до объекта, который изолируется.

Для обеспечения нормальных санитарно-технических условий работы штамповщиков важное значение имеет снижение вибрации за счет уменьшения колебаний пола, возникающих при работе молотов. Эксплуатация молотов на виброизолированных фундаментах показала, что они значительно снижают колебания, возникающие при работе молотов, улучшают условия работы конструкций зданий и обслуживающего кузнечные цеха персонала. Особенности устройства и расчет фундаментов подробно приведены в СНиП II-19-79.

Демпфирование - принудительное гашение колебаний в динамической системе вследствие рассеяния энергии в окружающую среду, а также в материалах изолятора и специально сконструированных механизмах. Динамическое гашение колебаний осуществляют путем присоединения гасителя к объекту, что вибрирует.

Значительное уменьшение амплитуды колебаний фундамента молота можно достичь применением подшаботной прокладки, которая обычно выполняется из дубовых брусьев с резиновыми виброизоляторами. Резиновые элементы с металлическими листами соединены специальным клеем. Чтобы обеспечить вертикальную деформацию виброизолятора, в центре его предусмотрен направляющий стержень. По дну подшаботной выемки размещаются виброизоляторы. Чтобы избежать перемещения шабота по виброизоляторам в горизонтальном направлении со всех сторон

в его основе заключены вертикальные дубовые прокладки. В результате исследований, проведенных после реконструкции двухтонного молота, оказалось, что амплитуда колебаний шабота равна 7...8 мм, а амплитуда колебаний фундамента молота 0,08 мм, что в 7 раз меньше амплитуды колебаний фундамента до реконструкции.

Методика расчета различных средств защиты от вибрации приведены в литературе [19, 24].

Организация освещения помещений

Нормативные требования к освещению производственных помещений приведены в таблице Г.1 приложения Г (ДБН В.2.5-28-2006).

Хорошее освещение производственных помещений является обязательным условием высокопродуктивной работы кузнечно-прессовых цехов. Используют два вида освещения - естественное и искусственное.

Выбор системы **естественного освещения** определяется, в основном, назначением и принятым объемно-планировочным решением здания, характеристиками технологического процесса и зрительной работы, которые выполняются в помещении, а также географическим положением здания и особенностями климата. Верхнее и комбинированное освещение целесообразно применять в одно- и двухэтажных (для верхнего этажа) промышленных предприятиях. Боковое естественное освещение, применяется в многоэтажных зданиях, а также в одноэтажных, в которых отношение глубины помещения к высоте окон над условной рабочей поверхностью и не превышает 8. Значения коэффициентов естественного освещения для помещений, в которых выполняются штамповочные работы желательно иметь не менее 5% при комбинированном освещении и не менее 1,5% при боковом освещении.

При обустройстве бокового освещения в крайних пролетах промышленных зданий, как правило, ширина окон не должна превышать 4,8 м, высота подоконников должна составлять не менее 1,4 м. В помещениях, имеющих значительную глубину (более 18 м) площадь окон необходимо выбирать, исходя из минимального коэффициента естественного освещения при совместном освещении, а окна в наружных стенах следует располагать в два яруса, причем нижний ярус окон проектируется из условий обеспечения зрительной связи с окружающим пространством, а верхний ярус освещения удаленных от окон зон помещения.

Для системы **искусственного освещения** выбор источника света зависит от характера работ, высоты помещения, технико-экономических показателей и т.д.

При освещении кузнечно-прессовых работ используют, в основном, систему общего освещения. Местное освещение применяют только для упоров механических ножниц в заготовительном отделении, прессов холодной штамповки и на местах контролеров отдела технического

контроля. Лампы накаливания используют в помещениях, где проводят относительно грубые работы и в бытовых помещениях. При выполнении работ I, II, III, IV и V зрительных разрядов зону штамповки, кроме системы общего освещения обеспечивают местным, при этом освещенность на поверхности штампа должна быть не менее 500-600 лк, что соответствует нормам СНиП II-4-79 и ДБН В.2.5-28-2006. Рекомендуемое значение освещенности рабочей зоны печей разогрева поковок, ковочных молотов и прессов горячей штамповки составляет 200 лк при общем освещении, 300 лк при комбинированном. При расчете системы общего освещения нормированное значение освещенности берут не менее 150 лк для ламп накаливания и 200 лк для газоразрядных ламп. Коэффициент запаса К при расчетах в кузнечно-прессовых цехах принимают 1,7 и для ламп накаливания и для люминесцентных ламп.

Нормы освещенности для кузнечно-прессовых цехов приведены в таблице Г.14 приложения Г.

В цехах высотой 10 м и более для системы общего освещения используют ртутные лампы ДРЛ.

Мостовые краны оборудуют устройствами подкранового освещения с использованием ламп накаливания и обеспечивают освещение в зоне затенения не менее нормативного для помещения от общего освещения - не менее 150 лк.

В помещениях, где выполняются кузнечно-прессовые работы, световые проемы и светильники чистят раз в 6 месяцев безопасными способами.

В цехах следует также устанавливать аварийное освещение.

Методики расчета естественного освещения и расчета общего освещения методом использования светового потока приведены в литературе [3, 5, 19, 20] и разделе 5.3.

Выбор типа расчетов защитных устройств, наиболее важных для обеспечения нормативных условий по производственной санитарии, согласуется с консультантом по охране труда. Расчет устройства приводится по схеме, приведенной в разделе 1. Каждый студент должен выполнить не менее одного расчета защитного устройства.

4 МЕРОПРИЯТИЯ ПО ТЕХНИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Мероприятия по технической безопасности включают следующие вопросы:

– мероприятия по обеспечению безопасности оборудования, в том числе средства защиты, цвета и знаки безопасности;

– мероприятия по обеспечению безопасности технологических процессов, в том числе охрана окружающей среды;

– электробезопасность;

– пожарная и взрывная безопасность.

Мероприятия по обеспечению безопасности технологического оборудования

Нормативные требования к безопасности оборудования приведены в ГОСТ 12.2.003–91 и литературе [8, 12, 20, 22, 24]. Особенности обеспечения безопасности оборудования при холодной обработке металлов приведены в ГОСТ 12.2.009-80, ГОСТ 12.2.061-81, ГОСТ 12.2.049-80, НПАОП 0.00-1.30-01 (названия см. Приложение А) и литературе [2; 4, 5, 7, 13, 24]. Кузнечно-прессовое оборудование (КПО) также должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.017-93 ССБТ, .

Общие требования безопасности установлены ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ [24]. В соответствии с ним безопасность производственного оборудования должна обеспечиваться за счет следующих мероприятий:

– выбора принципа действия, схемы, элементов и соответствующих материалов;

– применения в конструкции оборудования средств защиты;

– применения в конструкции средств механизации, автоматизации и дистанционного управления;

– выполнения эргономичных требований;

– включения требований безопасности в техническую документацию по монтажу, эксплуатации, ремонту, транспортировке и хранению.

Соблюдение этих требований в полном объеме возможно только на стадии проектирования. Поэтому во всех видах проектной документации предусматриваются требования безопасности. Они содержатся в специальном разделе технического задания, технических условий и стандартов на оборудование, выпускаемой продукции.

При выборе принципа действия машины необходимо учитывать все потенциально возможные опасные и вредные производственные факторы. Применение в конструкции машин средств защиты – одно из основных в настоящее время направлений по обеспечению безопасности. Классификация средств защиты: ограждающие, предохранительные, средства автоматического контроля и сигнализации, средства дистанционного управления, специальные средства.

Ограждающие средства защиты являются одними из основных при работе в кузнечно-прессовых цехах. Ограждению подлежат все приводные и передаточные механизмы молотов, прессов (шестерни, ремни, шкивы), вращающиеся приспособления, другие опасные зоны кузнечно-прессовых цехов. Все открытые движущиеся (вращающиеся) части оборудования, расположенные на высоте до 2,5 м над уровнем пола, должны быть закрыты сплошными или сетчатыми ограждениями со стороной ячеек не более 10 мм.

Ограждения подвешивают на петлях, шарнирах и т.п. Допускается глухое подвешивание (на болтах, шпильках и т. п.) при наличии в ограде окна с подвижной крышкой для доступа к частям, требующим обслуживания. Ограждения массой более 5 кг должны иметь рукоятки, скобы или другие устройства для их удержания при открытии или съеме. Выбор вида ограждения зависит от условий его применения. Стационарные ограждения лишь периодически демонтируют для выполнения вспомогательных операций (изменение рабочего инструмента, смазки, проведения контрольных измерений деталей). Их выполняют так, чтобы они пропускали обрабатываемую деталь, но препятствовали прохождению рук работающего в технологический проем.

Неподвижные ограждения (защитные решетки) предназначены для устранения возможности попадания рук в опасную зону в течение всей работы пресса. Их изготавливают из листовой стали или прозрачной небьющейся пластмассы, которая не сгорает, а также выполняют комбинированными (из металла и прозрачной пластмассы) или в виде решетки из металлических прутков.

Форма и размеры неподвижных ограждений должны исключать возможность проникновения рук в опасную зону со всех сторон рабочего пространства, в частности через верхний край ограждения. Максимальная ширина отверстий, предусматриваемых в ограждениях для подачи заготовок в штамп, расстояние между прутьями в решетчатых ограждениях, а также ширина смотровых окон в ограждениях из листового металла должны быть такими, чтобы при необходимом расстоянии от забора до движущихся частей штампа рабочий не мог достать пальцами до движущихся частей. Чтобы избежать утомляемости глаз при движении ползуна прутки в решетке располагают вертикально. Толщина их должна обеспечивать достаточную прочность решетки.

Необходимо, чтобы ограждение можно было регулировать в горизонтальном и вертикальном направлениях при установке штампов различных габаритов. Механизм включения пресса блокируют с ограждением так, чтобы при снятом ограждении включение пресса было невозможно. Если выполнить указанные требования нельзя, удаление ограждения из пресса и ручные манипуляции в опасной зоне допускаются только после полного отключения пресса и двигателя.

Неподвижное ограждение применяют:

- для исключения возможности введения рук в опасную зону при штамповке из полосы, ленты, листа, отдельных заготовок «на провал»;
- при применении устройств для удаления изделий из опасной зоны;
- как защитное устройство, закрывающее опасную зону с задней и боковых сторон при наличии на прессе подвижного ограждения или иного защитного устройства;

– для закрытия опасной зоны пресса или штампа при оснащении пресса устройствами для автоматической или механической подачи заготовок в штамп и удаление изделий и отходов за пределы опасной зоны;

Возможное применение подвижного ограждения, представляет собой устройство, которое заблокировано с рабочими органами механизма или машины, в результате чего оно закрывает доступ в рабочую зону при наступлении опасного момента. В остальное время доступ в указанную зону открыт.

Например, для обеспечения безопасности при каждом ходе ползуна используют подвижное ограждение, которое заблокировано с механизмом включения пресса или конструктивно связано с кривошипным валом. В зависимости от этого подвижные ограждения подразделяют на блокирующие и автоматические. Подвижные ограждения изготавливают из тех же материалов, что и неподвижные.

Блокирующие ограждения связанные с механизмом включения пресса и предупреждают его включение при не вполне закрытой опасной зоне, в частности при нахождении в ней руки. Такие ограждения приводятся в действие либо вручную, либо электрическим, пневматическим или иным способом. Преимуществами блокирующих ограждений является невозможность нахождения рук в опасной зоне с начала хода ползуна и такая блокировка с прессом, при которой снятие или выход ограждения из строя исключает работу пресса.

Блокирующие ограждения должны обеспечивать невозможность пуска пресса (включение муфты на кривошипных прессах или подачи жидкости в рабочую полость цилиндра - на гидравлических) до полного закрытия ограждением опасной зоны. Блокирующее ограждение автоматически фиксируется в защитном положении до тех пор, пока существует опасность травмирования рук между подвижной и неподвижной частями штампа. На кривошипных прессах с фрикционной муфтой включения, а также на гидравлических прессах преждевременный выход ограждения из защитного положения должен вызвать остановку ползуна.

Целесообразно, чтобы включение пресса, оснащенного блокирующей оградой, осуществлялось автоматически, как только ограждение полностью закроет рабочее пространство пресса. Включение пресса может быть осуществлено путем воздействия ограждения, которое полностью закрыло рабочее пространство пресса, на концевые выключатели.

Следует помнить, что блокирующие ограждения не могут предотвратить возможность травмирования при внезапном ходе ползуна, вызванном различными неисправностями в системе управления прессом. Поэтому блокирующие ограждения, которые устанавливаются на кривошипных прессах, выполняют так, чтобы исключался поворот вала при незакрытом рабочем пространстве или обеспечивалось устранение рук

из опасной зоны до наступления непосредственной опасности (путем дополнительной связи ограждения с ползуном). На гидравлических прессах предусматривают устройства, предотвращающие внезапное опускание ползуна (подвижной перекладки).

При опускании ползуна должна исключаться возможность проникновения рук в опасную зону снизу, сверху, сбоку ограждения и через зазоры между прутками. Расстояние между прутками должно выбираться в зависимости от минимального расстояния от ограждения до опасной зоны и не превышать 35 мм. При случае проникновения рук в опасную зону с боковых сторон последние закрывают неподвижными ограждениями.

Чтобы устройства, которые защищают, не стали причиной травмирования, должна исключаться возможность зажима руки между оградой и нижней частью штампа или столом пресса, а также вынужденное или случайное смыкания частей, что может привести к повреждению рук рабочего. На деталях ограждения, касающихся рук, должны быть мягкие резиновые накладки.

Переносные ограждения являются временными. Их используют при ремонтных и наладочных работах для защиты от случайных прикосновений к токоведущим частям, а также от механических травм и ожогов.

Автоматические ограждения, предназначены для закрытия опасной зоны при приближении ползуна к опасной части его хода и удалении рук за пределы этой зоны, конструктивно связанные с кривошипным валом который приводит ограждение в действие независимо от рабочего. При выборе типа автоматических ограждающих устройств следует иметь в виду, что наиболее целесообразным при опускании ползуна является движение ограждения от пресса в сторону рабочего, поскольку удаление рук идет по свободному пути, удобном и безопасном.

Своевременное удаление рук из опасной зоны автоматические ограждения обеспечивают на прессах с ходом ползуна 200 мм и более в связи с тем, что опасность при опускании ползуна есть уже в то время, когда ползун находится от матрицы еще на расстоянии 100 мм. Автоматическая ограда не используется на прессах с числом ходов ползуна более 25 в минуту, так быстро движущаяся изгородь может быть причиной травмирования рук.

На прессах с ходом ползуна менее 200 мм и в других случаях, когда применение автоматических ограждений не может обеспечить своевременное устранение рук из опасной зоны или опасно в связи с большой скоростью перемещения, применяют блокирующие ограждения.

Конструкция и материал ограждающих устройств определяются особенностями оборудования и технологического процесса в целом. Ограждения выполняют в виде сварных и литых кожухов, решеток, сеток на жестком каркасе, а также в виде твердых сплошных щитов (щитков,

экранов). Размеры ячеек в сетчатом и решетчатом ограждении определяются в соответствии с ГОСТ 12.2.062-81 ССБТ.

Зоны безопасности для работающих с учетом использования ограждения должны отвечать зонам досягаемости моторного поля или по ГОСТ 12.2.032-78 и ГОСТ 12.2.033-78. Минимальную высоту ограждений типа барьеров, препятствующих попаданию работающих в опасную зону, выбирают в зависимости от высоты расположения опасного элемента и расстояния между ограждением и опасным элементом.

В дипломном проекте необходимо определить наиболее травмоопасные зоны оборудования, требующего установки защитных ограждений (материалы, заготовки, изделия и части оборудования, которые двигаются; токопроводящие неизолированные части; частицы материала, отлетающих при обработке, химические вещества, растворы смазочно-охлаждающих жидкостей и т.п.); обосновать выбор вида защитного ограждения и ее конструктивного исполнения; аргументировать целесообразность установления защитных ограждений с автоматической блокировкой; учесть прочность защитного ограждения с учетом усилий, возникающих при возможном воздействии на него работника.

Предохранительные средства защиты предназначены для автоматического отключения агрегатов и машин при отклонении какого-либо параметра, который характеризует режим работы оборудования, за пределы допустимых значений. В соответствии с ГОСТ 12.4.125-83 предохранительные устройства по характеру действия подразделяют на блокировочные и ограничительные.

Блокировочные устройства препятствуют проникновению человека в опасную зону или на время пребывания его в этой зоне устраняют опасный фактор. Используют следующие блокировки :

– механические (связь защитного ограждения с тормозами, которые останавливают машину при снятии ограждения);

– электрические (в ограждение электроустановки установлен конечный выключатель, который отключает электроустановку при открытии ограждения);

– пневматические.

Ограничительные устройства по конструктивному исполнению подразделяют на муфты, штифты, клапаны, шпонки, мембраны, пружины, сильфоны и шайбы. Назначение – отключение оборудования при перегрузках. Срабатывание слабого звена приводит к остановке машины на аварийных режимах, что позволяет исключить поломки, разрушения и, следовательно, травматизм.

В качестве предохранительной защиты используют фотозащиту. Назначением фотозащиты является сделать невозможным пуск пресса при нахождении руки в рабочем пространстве (при пересеченном луче) и останов ползуна который опускается при стремлении ввести руку, которая пересекла луч, в зону перемещения ползуна.

При пересечении луча происходит изменение фотоэлектрического тока, срабатывает фотореле и размыкает свой контакт в цепи управления прессом. В этом случае пресс нельзя включить, поскольку его пусковая цепь оказывается автоматически разомкнутой. Если луч прерывается при включенном прессе, ползун останавливается.

В дипломном проекте необходимо обосновать выбор соответствующих предохранительных и блокирующих приспособлений, предназначенных для предупреждения поломок отдельных частей оборудования и аварийных ситуаций.

Средства автоматического контроля и сигнализации, в том числе цвета и знаки безопасности – одно из условий безопасной и надежной работы оборудования. Устройства автоматического контроля и сигнализации подразделяют по :

- назначению: информативные, предупреждающие, аварийные и ответные;
- характеру сигнала: звуковые, световые, цветовые, знаковые и комбинированные;
- характеру подачи сигнала: постоянные и пульсирующие.

Эффективность использования средств автоматического контроля повышается при объединении их с системами сигнализации. Звуковая сигнализация служит для информации персонала о появлении производственной опасности, в качестве звуковой сигнализации используют сирену, гудок, звонок. Сигнал должен хорошо различаться в условиях производственного шума; рекомендуется звуковой сигнал с частотой до 2000 Гц.

В соответствии с ГОСТ 12.4.026-76 предусматривается применение четырех сигнальных цветов: красного, желтого, зеленого и синего. Установлено четыре группы знаков безопасности: запрещающие, предписывающие, предупреждающие и указательные.

При выборе предупредительных или аварийных сигналов предпочтение отдается звуковым. Когда шум в цехе от работающего оборудования может помешать восприятию звукового сигнала, целесообразно использовать для сигнализации ярко мигающий свет.

В дипломном проекте необходимо охарактеризовать выбор средств сигнализации (звуковые, световые) для оповещения обслуживающего персонала о подаче напряжения на оборудование, его пуск, неисправности ответственных узлов и механизмов, нарушение режимов работы или технологического процесса, возникновения аварийных ситуаций и т.п.; обосновать необходимость применения средств индикации (показателей давления, напряжения, температуры, уровня масла), определить места установки средств сигнализации и индикации.

Средства дистанционного управления оборудованием позволяют осуществлять контроль и регулирование его работы из участков,

достаточно удаленных от опасной зоны, и тем же решать проблему безопасности труда.

К специальным средствам можно отнести тормозные. Назначение тормозных средств защиты – уменьшение времени выбега машины. Например, тормоз кривошипно-шатунного механизма кривошипных машин обеспечивая остановку и удержание ползуна в неподвижном положении при выключенной муфте включения. Тормоз является обязательной сборочной единицей в приводном механизме кривошипных прессов всех типов. Тормоз пресса должен поглощать кинетическую энергию отключенных от привода частей механизма, но которые еще продолжают находиться в движении – ползуна с укрепленной на нем верхней частью штампа, валов шестерен и т.д. Кроме того, он должен противодействовать самопроизвольному опусканию ползуна под действием силы тяжести, если пресс не имеет устройств для уравнивания ползуна и штампа. По принципу действия основные тормоза прессов разделяются на тормоза непрерывного и периодического действия, а по конструкции - на тормоза ленточные, дисковые и колодки.

Мероприятия по обеспечению безопасности технологических процессов

Нормативные требования к безопасности производственных процессов приведены в ГОСТ 12.3.002-75 и литературе [9, 21]. Согласно ГОСТу безопасность процессов обеспечивается выполнением следующих мероприятий:

- выбор технологического процесса и режима работы;
- выбор производственного помещения или промышленной площадки;
- выбор производственного оборудования, его размещение и организация рабочих мест;
- рациональное распределение функций между человеком и оборудованием;
- выбор способов хранения и транспортировки исходных материалов, заготовок, полуфабрикатов, готовой продукции и отходов производства;
- профессиональный отбор и обучение работников;
- включение требований безопасности в нормативно-технические документы.

Нормативные требования к устройству зданий и помещений приведены в НПАОП 45.2-4.01-98, СН 245-71, СНиП 02.09.02-05, СНиП 02.09.04-87, НПАОП 27.0-1.01-87 (названия см. Приложение А).

Производственные помещения цеха должны быть одноэтажными, а горячие участки однопролетными.

Стены здания должны быть построены из прочных огнестойких и шумопоглощающих материалов со ставками в проемах, что позволит

использовать аэрацию. Для теплого периода года проемы должны размещаться на уровне рабочей зоны, для зимнего периода на высоте ниже 3,2 м от уровня пола цеха.

Требования к организации автоматических линий, конвейеров и применения робототехнических комплексов приведены в ГОСТ 12.2.072-82, ГОСТ 12.2.119-88 (названия см. Приложение А).

При **организации рабочих мест** руководствуются положениями, которые изложены в ГОСТ 12.2.061-81: конструкция рабочего места, его размеры и взаимное расположение его элементов (органов управления, средств отображения информации, кресел, вспомогательного оборудования и т. п.) должны отвечать:

- антропометрическим, физиологическим и психофизиологическим особенностям человека;

- характеру работы.

Конструкция рабочего места должна обеспечивать:

- удобную рабочую позу человека, которая достигается регулированием положения кресла, высоты и угла наклона подставки для ног при ее приложении или высоты и размеров рабочей поверхности;

- выполнение трудовых операций в зонах моторного поля (оптимальной, легкой досягаемости, досягаемости) или в зависимости от необходимой точности и частоты действий. Определение зоны моторного поля производится в соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.032-78 и ГОСТ 12.2.033-78;

- стойкое положение и свободу движений работающего, безопасность выполнения трудовых функций; исключать или допускать в редких случаях кратковременную работу, которая вызывает повышенную утомляемость;

- рациональное размещение технологической и организационной оснастки на рабочем месте;

- необходимый обзор: средства отображения информации должны быть размещены в зонах информационного поля рабочего или места с учетом частоты и значимости информации, которая поступает.

Для правильной организации рабочего места необходимо решить следующие основные задачи:

- выбрать целесообразное рабочее положение (сидя, стоя);

- рационально разместить индикаторы и органы управления в соответствии с их важностью и частотой использования в пределах поля зрения и зон досягаемости;

- обеспечить оптимальный обзор элементов рабочего места;

- обеспечить соответствие конструкции рабочего места антропометрическим, физиологическим и психологическим характеристикам человека;

- обеспечить условия для кратковременного отдыха оператора в процессе работы [8, 11, 29, 30].

Мероприятия по охране окружающей среды

В кузнечно-прессовых цехах применяют различные технологические процессы, связанные с выбросами вредных загрязняющих веществ в воздух и водный бассейн. Учитывая это, нужно определить основные источники этих загрязнений, их параметры с тем, чтобы принять обоснованные решения по обезвреживанию или снижению их вредного воздействия на окружающую среду [1, 2, 13, 23].

Источниками загрязнения окружающей среды от кузнечно-прессового производства могут быть следующие процессы:

- нагрев металла для резки заготовок;
- нагрев заготовок под ковку и штамповку;
- термообработка при использовании твердого и жидкого топлива;
- ковка и горячая штамповка;
- закалка в масле;
- очистка поковок в дробеметных и дробеструйных камерах;
- очистка поковок на заточных станках;
- травление в кислотах.

При этих процессах главными вредными веществами являются пыль и окалина, пары кислот, летучие продукты термодеструкции масел и других органических продуктов – оксид углерода, акролеин, формальдегид, сернистый газ, различные углеводороды.

При проектировании кузнечно-прессовых цехов должны предусматриваться системы очистки воздуха, которые очищают от пыли, вредных газов, паров, аэрозолей согласно действующим санитарным нормам ГОСТ 17.2.302-78. В проектах строительства и реконструкции кузнечно-прессовых заводов (цехов) должны быть приведены ПДК вредных веществ в атмосферный воздух для каждого источника и вещества в соответствии с ГОСТ 17.2.3.02-78.

Для уменьшения выделений вредных веществ в окружающую среду смазывание штампов необходимо проводить негорючими бездымными маслами, а для уменьшения образования окалины – предусмотреть автоматизацию управления тепловым режимом, усовершенствование способа сжигания топлива, использование скоростного (конвективного и радиационного) и безокислительного нагрева в пламенных печах.

В кузнечно-прессовых цехах должны быть предусмотрены природоохранные мероприятия:

- оборудование газоочистными и пылеулавливающими сооружениями нагревательных и термических печей при использовании твердого и жидкого топлива, кузнечно-штамповочного оборудования, дробеметных и дробеструйных установок, наждачных и заточных станков и другого оборудования, при работе которого образуется пыль;
- улавливание и обезвреживание парогазовых выбросов в атмосферу от ванн закалки в масле и ванн травления.

Кузнечно-прессовые заводы (цеха) должны уменьшать водопотребление и водоотведение путем максимального использования очищенных сточных вод в системах оборотного и повторного водоснабжения промводопроводов. Водопотребление для процессов охлаждения заслонок нагревательных печей, для водяных завес у печей и охлаждения компрессора насосноаккумуляторной станции должно осуществляться замкнутыми циклами.

Очистка сточных вод кузнечнопрессовых цехов проводят в отстойниках и маслоуловителях. Для очистки сточных вод от масла предусматривают устройство отстойника периодического действия. В отстойнике перемешивают очищаемую воду, с молотой известью или известковым молоком. Перемешивание рекомендуется проводить барботированным сжатым воздухом. Продолжительность отстаивания не менее 30 мин.

Раствор травильной ванны разбавляют до содержания 30 г/л кислоты и после нейтрализации добавлением гашеной извести и отстоя заменяют. В последнее время разработан эффективный способ очистки с помощью аммиака.

Меры по обеспечению электробезопасности

Нормативные требования для обеспечения электробезопасности приведены в ГОСТ 12.1.019-79, ГОСТ 12.1.009-76, ГОСТ 12.1.031-87, ГОСТ 12.1.038-81, НПАОП 40.1-1.07-01, НПАОП 40.1-1.01-97, НПАОП 40.1-1.21-98 (названия см. приложение А) и литературе [8, 14, 23].

Для обеспечения электробезопасности в соответствии с нормативными документами необходимо предусмотреть следующие средства защиты :

- применение малых напряжений и защитное разделение сетей;
- применение усиленной (двойной) изоляции;
- защитное заземление и зануление корпусов электрооборудования и других конструктивных элементов электроустановок, которые могут оказаться под напряжением; металлических конструкций, на которых устанавливается электрооборудование; приводов электрических аппаратов; корпусов электрических машин; трансформаторов; оборудования, размещенного на подвижных частях станков, машин и механизмов;
- автоматическое защитное отключение частей электрооборудования и поврежденных участков сети, которые случайно оказались под напряжением;
- все неизолированные токопроводные части электрооборудования, которое установлено вне электрических помещений, должны иметь сплошные ограждения, снятие или открытие которых возможно при помощи специальных ключей или инструментов;
- средства индивидуальной защиты;
- организационные мероприятия.

В дипломном проекте необходимо определить категорию помещения по опасности поражения людей электрическим током и характеристики среды в помещении (согласно ПУЭ); обосновать проектируемые мероприятия и средства электробезопасности; предусмотреть мероприятия (при необходимости) по предотвращению появления и накопления статических электрических зарядов. Учитывая класс взрыво- и пожароопасности помещения (в соответствии с ПУЭ), в котором будет установлено оборудование, необходимо выбрать соответствующее исполнение электродвигателей и пускорегулирующей аппаратуры, тип электропроводки, а также обосновать необходимость применения защитных ограждений, блокировок, предохранительных устройств, заземления, зануления, отключения и тому подобное.

Методика расчета защитного заземления приведена в подразделе 5.4.

Мероприятия по обеспечению пожарной и взрывной безопасности

Нормативные требования по обеспечению пожарной и взрывной безопасности приведены в ГОСТ 12.1.004-91, ГОСТ 12.1.033-81, ГОСТ 12.1.044-89, ГОСТ 12.1.010-76, ОНТП 24-86, СНиП 2.01.02-85 (названия см. приложение А) и литературе [2, 3, 12, 18, 21].

Кузнечно-прессовые цеха по пожарной опасности относятся к категории Г, Д и имеют II степень огнестойкости зданий. В цехах существует опасность возникновения пожаров в приемках под прессами (из-за скопления масла), в подвальных помещениях, на складах сгораемых материалов или материалов в сгораемой упаковке, стеллажных складах, закрытых электромашинных помещениях, при обработке легковоспламеняющихся металлов. Причиной пожара также могут стать искры, летящие с горнов и нагревательных печей, складирования горячих поковок после штамповки или термообработки в непосредственной близости от легковоспламеняющихся предметов, неправильное хранение запасов топлива, возгорания электропроводки и др.

Меры пожарной профилактики включают:

- систему предупреждения пожаров;
- систему противопожарной защиты;
- систему организационно-технических мероприятий.

Мероприятия пожарной профилактики включают:

- систему предупреждения пожаров;
- систему противопожарной защиты;
- систему организационно-технических мероприятий.

В дипломном проекте необходимо определить, к какой категории по взрыво- и пожароопасности принадлежит производственное здание и отдельные помещения; провести классификацию помещений (зон) по взрывной и пожарной опасности; выбрать степени огнестойкости здания, а также необходимые пределы огнестойкости строительных конструкций; обосновать необходимость установки противопожарного перекрытия и

преград, а также применение автоматических установок пожаротушения; проанализировать причины воспламенений и пожаров, которые могут случиться во время эксплуатации проектированного оборудования, и предусмотреть средства по их недопущению; определить, какие первичные средства пожаротушения можно использовать при возникновении воспламенения во время эксплуатации оборудования.

Основные противопожарные мероприятия:

- правильный выбор электрооборудования, постоянный контроль за эксплуатацией электрооборудования;
- своевременная смазка трущихся поверхностей;
- создание определенных условий, изолирование нагретых деталей от изолированных проводов;
- герметизация трубопровода с огнеопасными продуктами;
- запрещение хранения на рабочих местах огнеопасной жидкости в открытых емкостях;
- своевременное удаление промышленных тряпок и отходов в специально отведенные места.

Для безопасности эвакуации людей необходимы более двух выходов наружу. Двери, предназначенные для эвакуации, должны легко открываться в стороны выхода из здания.

Повышать пожарную опасность процессов механической обработки магния, титана, циркония и их сплавов будет способность их образовывать взрывоопасные смеси пыли с воздухом, склонность этих пылей к электризации и самовозгоранию в контакте с водой и маслами.

Специфические требования пожарной безопасности при проведении процессов механической обработки металлов регламентируют:

- не допускается нарушать режим обработки, использования в работе неисправного и неправильно заточенного инструмента, а также станков, не приспособленных для обработки данного материала;
- металлическую стружку, промасленные обтирочные материалы необходимо по мере накопления убирать в металлические ящики с плотно закрывающимися крышками и по окончании смены удалять из производственных помещений в специально отведенные места;
- необходимо контролировать исправность и эффективность работы систем охлаждения и смазки станков.

Методика определения категории помещения по взрыво-пожарной и пожарной безопасности и определение необходимого количества огнетушителей приведена в примерах 9, 10 подраздела 5.4 [19].

5 МЕТОДИКИ РАСЧЕТОВ ОСНОВНЫХ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ

5.1 Вентиляция производственных помещений

Во всех производственных и вспомогательных помещениях необходимо предусмотреть вентиляцию – это является основной мерой по оздоровлению воздуха рабочей зоны. Для кузнечно-прессовых цехов наиболее распространена аэрация, в некоторых случаях используют общеобменную механическую вентиляцию. Расчеты аэрации приведены в литературе [3, 4, 19, 20, 21]. Расчет механической вентиляции производственного помещения осуществляют по разным принципам [3, 5, 19, 20, 21, 24]. Наиболее распространенными в машиностроении являются расчеты по выделению излишков тепла. Также используют местную вытяжную и приточную вентиляцию. Расчет местной вентиляции подробно приведен в литературе [4, 7, 18, 19, 20, 23, 24].

Пример 1

Рассчитать аэрацию в однопролетного здания (цеха) в теплый период года, то есть определить площадь аэрационных отверстий для следующих данных: количество воздуха, которое должно поступать в помещение $G_{\text{прит}} = 38000$ кг/час, а удаляемого из помещения $G_{\text{уд}} = 29000$ кг/час, расстояние между осями отверстий $h = 10$ м температура наружного воздуха $t_{\text{нар}} = 20$ °С, температура внутреннего воздуха $t_{\text{вн}} = 25$ °С. Коэффициент $\tau = 0,41$ (для машиностроения 0,25...0,45). Конструкция створки оконного проема - одинарная верхнеподвесная ($h/b = 1$) с углом открывания отверстия $\alpha = 45$ ° (табл. 5.1). Фонарь П-образный с фрамугами на вертикальной оси с ветрозащитными панелями, которые находятся на относительном расстоянии $l/h = 1,5$, с углом открывания $\alpha = 90$ ° (табл. 5.3).

Решение

Аэрация используется в цехах (производственных помещениях) со значительными тепловыделениями, если концентрация вредных веществ в приточном воздухе не превышает 30% ПДК в рабочей зоне. Для регулирования приточного наружного воздуха в одно- и двухпролетных помещениях в теплый период года в наружных стенах делают отверстия, расположенные на высоте 0,3...1,8 м над полом.

Для регулирования притока наружного воздуха в многопролетных цехах (производственных помещениях) делают отверстия в наружных стенах и фонари в "холодных" пролетах, которые должны чередоваться с "горячими", учитывая, что "холодные" пролеты отделяются от "горячих" спущенными сверху перегородками, которые не доходят до пола на 2...4 м.

Расчет аэрации сводится к определению необходимой площади приточных $F_{\text{прит}}$ и вытяжных $F_{\text{выт}}$ аэрационных отверстий, обеспечивающих необходимый воздухообмен.

Таблица 5.1 - Характеристика приточных отверстий и величины коэффициентов местного сопротивления ξ приточных отверстий

Створка	h/b	Угол открывания отверстия, α^0				
		15	30	45	60	90
Одинарная верхнеподвесная	0	30,8	9,2	5,2	3,5	2,6
	0,5	20,6	6,9	4	3,2	2,6
	1	16	5,7	3,7	3,1	2,6
Одинарная среднеподвесная	0	59	13,6	6,6	3,2	2,7
	1	45,3	11,1	5,2	3,2	2,4
Двойная	0,5	30,8	9,8	5,2	3,5	2,4
	1	14,8	4,9	3,8	3	2,4

Площадь (м^2), приточных аэрационных отверстий в стене определяется по формуле:

$$F_{\text{прит}} = \frac{G_{\text{прит}}}{3600 \sqrt{\frac{2g\gamma_{\text{прит}}}{\xi_1} \Delta p_1}} \quad (5.1)$$

где $G_{\text{прит}}$ - необходимое количество (по массе) воздуха, поступающего в помещение, кг/ч;

g - ускорение свободного падения, $\text{м}/\text{с}^2$ ($g = 9,8 \text{ м}/\text{с}^2$);

$\gamma_{\text{нар}}$ - удельный вес наружного воздуха ($\text{кг}/\text{м}^3$), определяется по формуле:

$$\gamma = \frac{353}{t + 273} \quad (5.2)$$

где t - температура воздуха, для которого определяется γ , $^{\circ}\text{C}$;

ξ - коэффициент местного сопротивления приточных отверстий (табл. 5.1);

Δp_1 - потери давления на проход воздуха через приточные отверстия ($\text{кг}/\text{м}^2$), определяются по формуле:

$$\Delta p = \beta \Delta p \quad (5.3)$$

где β - часть разности давлений, которая расходуется на проход воздуха через приточные отверстия ($\beta = 0,1 \dots 0,4$);

Δp - разность давлений, которая создает перемещения аэрационного воздуха через приточные и вытяжные отверстия (кг/м^2), определяется по формуле:

$$\Delta p = (h_{\text{т.пер}} - h_{\text{н}})(\gamma_{\text{нар}} - \gamma_{\text{вн}}) + (h_{\text{в}} - h_{\text{т.пер}})(\gamma_{\text{нар}} - \gamma_{\text{уд}}), \quad (5.4)$$

где $h_{\text{н}}$ - расстояние от центра приточного (нижнего) отверстия до нейтральной зоны (это условная плоскость внутри помещения, которая находится на высоте, где давление равно давлению наружного воздуха), м;

$h_{\text{в}}$ - расстояние от центра вытяжного (верхнего) отверстия до нейтральной зоны, м;

$\gamma_{\text{вн}}$ - удельный вес внутреннего воздуха, кг/м^3 ;

$\gamma_{\text{уд}}$ - удельный вес воздуха, удаляемого кг/м^3 ;

$h_{\text{т.пер}}$ - расстояние от температурного перекрытия над полом (м), определяется по формуле:

$$h_{\text{т.пер}} = 0,1 \left(\frac{C(t+273)G}{g \gamma n Q_{\text{конв}}} \right) - h_{\text{пол}}, \quad (5.5)$$

где C - удельная теплоемкость воздуха, $\text{ккал/кг} \text{ } ^\circ\text{C}$ ($C = 0,24 \text{ ккал/кг} \text{ } ^\circ\text{C}$);

t - температура внутреннего воздуха (в рабочей зоне) $^\circ\text{C}$;

G - необходимое количество (по массе) воздуха, которое обеспечивает поддержание оптимальной температуры в рабочей зоне помещения, кг/ч ;

n - число основных источников тепловыделения;

$Q_{\text{конв}}$ - количество конвективного тепла, которое выделяется в помещении от основных источников тепловыделения, ккал/ч ;

$h_{\text{пол}}$ - полюсное расстояние источников тепловыделения (м), определяется по формуле:

$$h_{\text{пол}} = \frac{2lb}{l+b}, \quad (5.6)$$

где l, b - соответственно длина и ширина источника тепловыделения, м (табл. 5.2).

Площадь отверстий фонаря определяется по формуле:

$$F_{\text{фон}} = \frac{G_{\text{вви}}}{3600 \sqrt{\frac{2g\gamma_{\text{уд}}}{\xi_2} \Delta p_2}} \quad (5.7)$$

где ξ_2 - коэффициент местного сопротивления фонаря (табл. 5.3);
 Δp_2 - потери давления на проход воздуха через отверстия фонаря (кг/м²), определяется:

$$\Delta p_2 = \Delta p - \Delta p_1 \quad (5.8)$$

Таблица 5.2 - Характеристик источников теплоизлучения

Источник теплоизлучения	Число источников, n	Геометрические размеры			тепловыделение Q _{т.в} , тыс.ккал/ч.
		Длина, l	Ширина, b	Высота, h	
Печь камерная	5	3	4	2,5	280
Печь термическая	4	3,5	2	3	225
печь методическая	5	5	3	3	375
Пресс	2	2	2	4,5	115
Место хранения продукции	2	2	2	1,5	275

Определим температуру воздуха, удаляемого из верхней зоны помещения по формуле:

$$t_{уд} = t_{нар} + \frac{t_{уд} - t_{нрз}}{m} \quad (5.9)$$

где $t_{нрз}$ - температура воздуха, поступившего в рабочую зону (в теплый период года $t_{нрз} = t_{нар}$).

m - коэффициент, принимаемый согласно табл 5.4.

Определяем удельный вес воздуха по формуле (5.2)

$$\gamma_{нар} = \frac{353}{20 + 273} = 1,205 \text{ кг/м}^3;$$

$$\gamma_{уд} = \frac{353}{32,2 + 273} = 1,157 \text{ кг/м}^3.$$

Распределенное давление определяем по формуле:

$$\Delta p_{1,2} = h (\gamma_{нар} - \gamma_{вн}) \quad (5.10)$$

где h - расстояние между осями отверстий, м.

$$\Delta p_{1,2} = 10(1,205 - 1,157) = 0,48 \text{ кг/м}^2$$

Потери давления на проход воздуха через отверстия для приточного определяем по формуле (5.3):

$$\Delta p = 0,2 \cdot 0,48 = 0,096 \text{ кг/м}^2$$

Таблица 5.3 - Характеристика аэрационных фонарей и величины коэффициентов местного сопротивления ξ отверстий фонаря

Тип фонаря	A/h	l/h	α^0	ξ
Вытяжной КТИС	4	1,1	40	4,3
Приточный П-образный без ветрозащитных панелей	3,3	–	35	12,2
			70	6
Вытяжной П-образный без ветрозащитных панелей	3,3	–	35	8,9
			45	5,9
			55	3,8
Вытяжной П-образный с ветрозащитными панелями	3,3	1,5	35	11,5
			45	9,2,
			55	7,1
			70	5,8
Вытяжной П-образный с ветрозащитными панелями	3,3	2	35	9,4
			45	6,2
			55	5,1
Вытяжной П-образный со створками на вертикальной оси без ветрозащитных панелей	7,4	–	90	2,1
	3,6			1,8
	2,8			1,4
Вытяжной П-образный со створками на вертикальной оси без ветрозащитных панелей	7,4	1,5	90	4,2
	3,6			4,1
	2,8			3,7
Вытяжной щелевой	–	–	45	4,3
			75	3
			90	2,8

Потери давления на проход воздуха через фонарь определяем по формуле:

$$\Delta p_2 = \Delta p_{1,2} - \Delta p_1 \quad (5.11)$$

$$\Delta p_2 = 0,48 - 0,096 = 0,384 \text{ кг/м}^2$$

Таблица 5.4 - Коэффициент m для производственных помещений, в которых установлено теплоизлучающее оборудование

f/F	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
m	0,33	0,41	0,53	0,63	0,69	0,75	0,8

Примечание. f - площадь, занимаемая теплоизлучающее оборудованием, м²; F - общая площадь производственного помещения, м²

Определяем площадь отверстий в стене $F_{\text{прит}}$ и площадь отверстий фонаря $F_{\text{фон}}$ по формулам (5.1) и (5.5):

$$F_{\text{прит}} = \frac{38000}{3600 \sqrt{\frac{2 \cdot 9,8 \cdot 1,205}{3,7} \cdot 0,096}} = 13,5 \text{ м}^2$$

$$F_{\text{фон}} = \frac{29000}{3600 \sqrt{\frac{2 \cdot 9,8 \cdot 1,157}{4,1} \cdot 0,384}} = 5,5 \text{ м}^2$$

При механической вентиляции воздухообмен достигается за счет разности давлений, создаваемых вентилятором. Механическая вентиляция применяется в тех случаях, когда тепловыделение в цехе (производственном помещении) недостаточны для постоянного (в течение года) использования аэрации, а также тогда, когда количество или токсичность вредных веществ, которые выделяются в воздух помещения такова, что возникает необходимость постоянного воздухообмена независимо от внешних метеорологических условий.

Пример 2

Рассчитать необходимый воздухообмен кузнечно-прессового цеха. В цехе установлено оборудование, общая мощность которого 170 кВт, средняя мощность одного электродвигателя не превышает 10 кВт. Коэффициент загрузки электродвигателей - не менее 0,8. В цехе работают 60 человек, категория работ по тяжести - III. Помещение освещается 20 лампами мощностью 700 Вт, высота помещения 10 м. Расчет сделать для периода года со средней температурой -10°C.

Решение

Расчет вентиляции необходимо производить по выделению тепловых излишков, так как в местах выделения вредных веществ должна быть организована система местной вентиляции. Количество воздуха, которое необходимо подавать вентиляцией, м³/с, определяют по следующей формуле:

$$L = \frac{Q}{C \rho (t_{уд} - t_{пост})}, \quad (5.12)$$

где Q - количество тепла, выделяемого всеми источниками, кВт;
 C - теплоемкость воздуха при температуре $t_{пост}$, кДж/(кг·К);
 ρ - плотность воздуха при температуре $t_{пр}$, кг/м³;
 $t_{уд}$, $t_{пост}$ - температура уходящего и приточного воздуха, °С.

Свойства воздуха в зависимости от его температуры $t_{пост}$ определяют по данным табл. 5.5. Температуру поступающего воздуха принимают как среднее значение температур воздуха для рассматриваемого периода года.

Таблица 5.5 - Физические свойства воздуха

Температура, °С	Теплоемкость, кДж/(кг·К)	Плотность, кг/м ³
- 20	1,009	1,395
- 10	1,009	1,342
0	1,005	1,293
10	1,005	1,247
20	1,005	1,205
30	1,005	1,165
40	1,005	1,128

Температуру воздуха, удаляемого из помещения, определяют согласно требуемого значения температуры рабочей зоны:

$$t_{уд} = t_{р.з.} + \Delta t (H - 2), \quad (5.13)$$

где $t_{р.з.}$ - температура воздуха рабочей зоны, °С; (выбирают в соответствии с требованиями ДСН 3.3.6.042-99 и ГОСТ 12.1.005-88 в зависимости от категории работ по тяжести и периода года по табл. Б.1 приложения Б);

H - высота помещения, м;

Δt - градиент увеличения температуры по высоте (принимает значения в интервале 0,5...1,5), °С/м.

Если категория работ по тяжести неизвестна, определение ее осуществляют с помощью табл. Б.3 приложения Б.

Температура воздуха рабочей зоны в соответствии с требованиями ДСН 3.3.6.042-99 и ГОСТ 12.1.005-88 для категории работ по тяжести Пб для холодного периода года (средняя температура воздуха -10°С) составляет 18°С. Тогда температура воздуха, удаляемого из помещения, составляет:

$$t_{\text{вид}} = 18 + 1,0 \cdot (7 - 2) = 23^{\circ}\text{C}.$$

Свойства воздуха, поступающего при температуре -10°C определяем по данным табл. 5.5:

$$\rho = 1,342 \text{ кг/м}^3, \quad C = 1,009 \text{ кДж/(кг} \cdot \text{K)}$$

Основными источниками выделения тепла в цехах являются [4]:

- тепловыделение оборудования;
- тепловыделения от ламп искусственного освещения;
- тепловыделения от работающих людей;
- тепловыделения от солнечной радиации.

Тепловыделение от оборудования, кВт, зависит от мощности установленных электродвигателей, степени его использования, условий работы и определяется по формуле:

$$Q = N k_{\text{заг}} k_{\text{од}} \eta_1^{-1}, \quad (5.14)$$

где N - номинальная мощность электродвигателей, кВт;
 $k_{\text{заг}}$ - коэффициент загрузки электродвигателей (0,5...0,8);
 $k_{\text{од}}$ - коэффициент одновременной работы (0,5...1,0);
 η - коэффициент полезного действия при данной нагрузке.

Коэффициент полезного действия при данном загрузке определяется по формуле

$$\eta_1 = \eta k_{\text{п}}, \quad (5.15)$$

$k_{\text{п}}$ - поправочный коэффициент, учитывающий полноту загрузки (при коэффициенте загрузки, большей или равной 0,8, поправочный коэффициент равен 1, при меньших значениях определяется по каталогам);

η -коэффициент полезного действия электродвигателя при полной нагрузке, определяется по каталогам или по данным табл. 5.6.

Количество тепла, выделяемого от оборудования, определяется по формулам (5.14), (5.15) и данным табл. 5.2

$$Q = 170 \cdot 0,8 \cdot 0,7 / 0,85 = 112 \text{ кВт}.$$

Таблица 5.6-Зависимость коэффициента полезного действия электродвигателя от его номинальной мощности, кВт

N	Меньше 0,5	0,5...5	5...10	10...28	28...50	Больше 50
η	0,75	0,84	0,85	0,88	0,9	0,92

Количество тепла, выделяемого от работающих людей, Вт, определяют по формуле

$$Q = nq, \quad (5.16)$$

где q - тепловыделения одного человека, Вт/чел.;

n - количество работающих людей, чел.

Тепловыделения одного человека принимаем равным 80 Вт. Тогда количество тепла, выделяемого работающими людьми, составляет

$$Q = 60 \cdot 8 \cdot 80 = 4800 \text{ Вт}$$

Количество тепла, выделяемого источниками искусственного освещения, Вт, определяют по формуле

$$Q = PE, \quad (5.17)$$

где P - мощность ламп с учетом их количества, Вт;

E - коэффициент, учитывающий потери тепла (0,55).

Количество тепла, выделяемого источниками искусственного освещения, соответственно равно

$$Q = 700 \cdot 20 \cdot 0,55 = 7700 \text{ Вт} = 7,7 \text{ кВт.}$$

Тепловыделение от солнечной радиации, Вт, определяют по формуле

$$Q = m S k Q_c, \quad (5.18)$$

где m - количество окон;

S - площадь одного окна, м^2 ;

k - коэффициент, учитывающий остекление оконных проемов (для двойного остекления равна 0,6);

Q_c - тепло, поступающее от одного окна, $\text{Вт}/\text{м}^2$.

В нашем случае выделениями тепла от солнечной радиации (холодный период года) мы можем пренебречь.

Количество воздуха, которое необходимо подавать вентиляцией, определяется по формуле (5.12)

$$L = \frac{112 + 4,8 + 7,7}{1,009 \cdot 1,342 (23 - (-10))} = 2,8 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Рассчитанная система вентиляции обеспечит выполнение нормативных требований по качеству воздуха рабочей зоны.

Пример 3

Определить количество воздуха, который будет удаляться вытяжным зонтом, открытым с одной стороны. Размеры зонта: длина 1,5 м, ширина 0,8 м. При работе выделяются вредные газы и пары.

Решение

Количество воздуха, которое изымается вытяжным зонтом определяем по формуле

$$L = a \cdot b \cdot v \cdot 3600 \text{ м}^3/\text{гго} \quad (5.19)$$

где v - скорость изымаемого воздуха в плоскости сечения по краю зонта] (приемное отверстие зонта), м/с.

Средняя скорость движения загрязненного потока воздуха в приемном отверстии зонта должна быть:

$v_{\text{CP}} = 1,05 \dots 1,25$ м/с - зонт открыт с четырех сторон;

$v_{\text{CP}} = 0,9 \dots 1,05$ м/с - зонт открыт с трех сторон;

$v_{\text{CP}} = 0,75 \dots 0,9$ м/с - зонт открыт с двух сторон;

$v_{\text{CP}} = 0,5 \dots 0,75$ м/с - зонт открыт с одной стороны.

$$L = 1,5 \cdot 0,8 \cdot 0,5 \cdot 3600 = 2160 \text{ м}^3 / \text{час}$$

Пример 4

Рассчитать объем воздуха, который изымается высасывающей панелью от ванны диаметром $d_b = 1$ м. От передней стороны ванны панель находится на расстоянии $l = 1,4$ м, а середина ее находится на высоте $H = 0,7$ м от верхней плоскости ванны. Количество тепла, которое выделяется от ванны, равно $Q = 5100$ ккал/час.

Решение

Объем воздуха, изымается панелью, определяем по формуле

$$L_{\text{П}} = c \cdot Q^{1/3} \cdot (H + B)^{5/3} \text{ м}^3/\text{гго} \quad (5.20)$$

где c - коэффициент пропорциональности, зависящий от конструкции панели и ее расположения относительно источника выделения тепла;

Q - количественные тепла, которое выделяется источником, ккал/час.;

H - расстояние от верхней плоскости источника к центру всасывания панели, м;

B - ширина источника, м.

Коэффициент c для панели без экрана

$$c = 240 \left(\frac{1}{H+B} \right)^{2/3}; \quad (5.21)$$

для панели с экраном

$$c = 240 \left(\frac{1}{H+B} \right)^{1/2} \text{ м}; \quad (5.22)$$

при установлении экрана на расстоянии:

$$\frac{b_1}{B} = 0; \quad m = 1; \quad \frac{b_1}{B} = 0.3; \quad m = 1.5; \quad (5.23)$$

$$\frac{b_1}{B} = 1; \quad m = 1.8; \quad \frac{b_1}{B} > 1; \quad m = 2; \quad (5.24)$$

$$c = 240 \left(\frac{1.4}{0.7+1} \right)^{2/3} = 212$$

Объем воздуха, который изымается панелью

$$L_{\Pi} = 212 \cdot 5100^{1/3} \cdot (0.7+1)^{5/3} = 8824 \text{ м}^3 / \text{час}$$

5.2 Защита от шума

Для снижения уровней шума на рабочих местах используют различные мероприятия [3, 5, 9, 11, 16, 20, 21, 24]. Для борьбы с производственным шумом применяют следующие основные мероприятия: уменьшение шума в его источнике, звукоизоляцию, звукопоглощение, глушители, архитектурно-планировочные мероприятия, средства индивидуальной защиты.

Пример 5

Определить необходимое снижение шума. В цехе находится несколько источников шума, характеристика которых приведена в табл. 5.7

Решение

Суммарный уровень шума определяют по формуле

$$\Sigma L = 10 \lg(10^{0,1L_1} + 10^{0,1L_2} + \dots + 10^{0,1L_n}), \quad (5.25)$$

где L_1, L_2, \dots, L_n - уровень шума каждого источника с учетом их расстояния до расчетной точки, дБ.

Таблица 5.7 - Характеристика источников шума

Источник шума	Уровень звуковой мощности, дБА	Расстояние до расчетной точки, м
1	115	10
2	112	8
3	122	12
4	115	12
5	114	9

Рассчитаем уровень шума в каждом источнике с учетом расстояния до расчетной точки по формуле

$$L_r = L_i - 10 \lg 2\pi r^2, \quad (5.26)$$

где L_r - уровень шума в расчетной точке, дБ;

L_i - уровень шума в источнике, находящемся на расстоянии r (м) от расчетной точки, дБ.

$$L_1 = 119 - 10 \lg 2 \cdot 3,14 \cdot 6^2 = 95,5 \text{ дБ}$$

$$L_2 = 112 - 10 \lg 2 \cdot 3,14 \cdot 8^2 = 86 \text{ дБ}$$

$$L_3 = 122 - 10 \lg 2 \cdot 3,14 \cdot 12^2 = 119 \text{ дБ}$$

$$L_4 = 115 - 10 \lg 2 \cdot 3,14 \cdot 6^2 = 91,5 \text{ дБ}$$

$$L_5 = 114 - 10 \lg 2 \cdot 3,14 \cdot 4^2 = 94 \text{ дБ}$$

$$\Sigma L = 10 \lg (10^{0,195,5} + 10^{0,186} + 10^{0,119} + 10^{0,191,5} + 10^{0,194}) = 99,7 \text{ дБА}$$

В результате получаем, что уровень шума в расчетной точке составляет 99,7 дБА, что значительно превышает допустимый уровень (табл. В.1 приложения В). Рассчитаем необходимое снижение уровня шума

$$\Delta L = 99,7 - 80 = 19,7 \text{ дБ.}$$

5.3 Производственное освещение

Различают естественное и искусственное освещение помещений. Расчет естественного освещения приведены в литературе [3, 5, 19]. Для расчета искусственного освещения используют 2 метода: метод использования светового потока (рассчитывают общее освещение помещения) [19,20] и точечный метод [5, 19].

Пример 6

Рассчитать освещение помещения механического цеха. Размеры помещения: длина $A = 120$ м, ширина $B = 80$ м, высота $H = 10,8$ м. Коэффициенты отражения потолка – 50%, стен – 30%. Для освещения использованы светильники с лампами типа ДРЛ.

Решение

Систему освещения рассчитываем методом светового потока.

По методу коэффициента использования светового потока определяют необходимый световой поток одной лампы по формуле

$$F_n = \frac{100 E_n S K Z}{\eta n}, \quad (5.27)$$

где E_n – нормируемое значение освещенности горизонтальной рабочей поверхности, лк (определяется по табл. Г.1);

S – площадь помещения, м²;

K – коэффициент запаса (определяется по табл. Г.14);

Z – коэффициент неравномерности освещения (при расположении светильников рядами принимают 1,1);

η – коэффициент использования светового потока;

n – количество светильников;

Нормируемая освещенность для механического цеха при использовании ламп ДРЛ (газоразрядные лампы) составляет 300 лк, коэффициент запаса – 1,3.

Коэффициент использования светового потока лампы зависит от типа светильника, коэффициентов отражения потолка ρ_n и стен ρ_c , индекса помещения (определяется по табл. Г.15).

Индекс помещения находим по формуле

$$i = \frac{A \cdot B}{H_p (A + B)}, \quad (5.28)$$

где A, B - длина и ширина помещения, м;

h - высота подвеса светильника от уровня рабочей поверхности, м.

Для расчета системы освещения необходимо выбрать схему расположения светильников и, исходя из схемы, определить их

количество. Наиболее часто используются схемы квадратного или прямоугольного размещения светильников. Расстояние между светильниками L определяют по данным табл. 5.8, в которой приведены оптимальные отношения L к высоте подвеса светильника H_p над рабочей поверхностью. По величине L для данной схемы расположения светильников определяют количество светильников по длине и ширине помещения, а также их общее количество - n .

Таблица 5.8 - Оптимальные относительные расстояния между светильниками

Типичная кривая силы света светильника	Рекомендуемое отношение L/H_p	Примеры использования
Концентрированная	0,4...0,7	Светильники с лампами ДРЛ, высокие помещения (12...18 м)
Глубокая	0,8...1,2	Светильники с лампами ДРЛ, высокие помещения (6...15 м)
Косинусная	1,2...1,6	Светильники с лампами ДРЛ, Глубокоизлучатель *, помещения (6...7 м)
Равномерная	1,8...2,6	Светильники Универсаль * Люцета *, невысокие помещения (до 6 м)
Полуширокая	1,4...2,0	Светильники с люминесцентными лампами, невысокие помещения (до 6 м)

Примечание. * Светильники с лампами накаливания

Высота подвеса светильника в нашем случае составляет $H_p = 10$ м (высота рабочей поверхности принимаем 0,8 м).

Для светильника с лампами ДРЛ и высоких помещений ($H = 10,8$ м) по табл. 5.8 принимаем оптимальное отношение расстояния между светильниками L к высоте подвеса светильника H_p над рабочей поверхностью равное 0,8 и находим L

$$L = 0.8 \cdot H_p = 0.8 \cdot 10 = 8 \text{ м.}$$

Рассчитаем количество светильников для прямоугольного размещения их в помещении. Количество светильников по длине цеха:

$$n_A = A / L = 120 / 8 = 15 \text{ шт.}$$

Количество светильников по ширине цеха:

$$n_B = B / L = 80 / 8 = 10 \text{ шт.}$$

Общее количество светильников:

$$n = n_A \cdot n_B = 15 \cdot 10 = 150 \text{ шт.}$$

Рассчитаем по формуле (5.33) индекс помещения:

$$i = \frac{120 \cdot 80}{10(120 + 80)} = 4,8.$$

Находим коэффициент использования светового потока для светильников с лампами ДРЛ по табл. Г.15 (коэффициенты отражения потолка 50%. стен – 30%. Коэффициент использования составляет 70%.

Рассчитываем по формуле (5.32) световой поток для одной лампы:

$$F_{\text{л}} = \frac{100 \cdot 300 \cdot 120 \cdot 80 \cdot 1,3 \cdot 1,1}{70 \cdot 150} = 39223 \text{ лм.}$$

Выбираем ближайшую стандартную лампу (табл. Г.16), причем ее световой поток не должен отличаться от расчетного более чем на (-10) – (+20) %. При невозможности выбрать лампу с таким приближением корректируется количество ламп в светильнике n , или количество светильников.

В нашем случае необходимо взять 4 лампы: ДРЛ-250 ($F_{\text{л}} = 10000 \text{ лм}$, $W_{\text{л}} = 250 \text{ Вт}$).

Определяем фактическую освещенность:

$$E_{\text{факт.}} = \frac{F_{\text{факт.}} \cdot E_n}{F_{\text{л}}} = \frac{4 * 10000 \cdot 300}{39223} = 306 \text{ лк.}$$

Отклонение фактической освещенности от нормируемой составляет:

$$\Delta E = \left| \frac{E_{\text{ф}} - E_n}{E_n} \right| 100 = \left| \frac{306 - 300}{300} \right| 100 = 2 \%,$$

что отвечает требованиям.

Определяем общую мощность осветительной установки:

$$W = 4 \cdot 250 \cdot 150 = 150 \text{ кВт.}$$

Рассчитанная система общего освещения обеспечивает выполнение нормативных требований.

Пример 7

Рассчитать боковое одностороннее естественное освещение для производственного участка с размерами $L = 120 \text{ м}$ $B = 30 \text{ м}$ и высотой

$H = 5$ м. Высота рабочей поверхности $h_p = 0,9$ м. Здание находится в городе Краматорске (IV световой пояс) и напротив окон участка, которые сориентированы на запад, нет затеняющих объектов. В производственной деятельности выполняются работы высокой точности (III разряд, подразряд б). Окна изготовлены из двойных деревянных рам, в которых вставлено оконное листовое стекло, светозащитные устройства отсутствуют. Размеры окон: 1,8 x 2,4 м. Окна расположены на высоте 1,5 м от пола, расстояние от расчетной точки к стене составляет 15 м.

Решение.

Расчет естественного освещения заключается в определении площади световых проемов по формулам:

– при одностороннем освещении помещения

$$100 \frac{S_o}{S_n} = \frac{e_n K_3 \eta_o K_{зд}}{\tau_o r_1}; \quad (5.29)$$

– при верхнем освещении помещения

$$100 \frac{S_\phi}{S_n} = \frac{e_n K_3 \eta_\phi}{\tau_o r_2 K_\phi}; \quad (5.30)$$

где S_o — площадь окон;

S_n — площадь пола;

E_n — нормируемое значение КЕО (определяется по табл. Г.1);

K_3 — коэффициент запаса (для производственных помещений $K_3=1,3-1,5$);

η_o — световая характеристика окон (определяется по табл. Г.2);

$K_{зд}$ — коэффициент, который учитывает затенение окон зданиями, которые расположены напротив (определяется по табл. Г.3);

τ_o — общий коэффициент светопропускания;

r_1 — коэффициент, который учитывает повышение КЕО при боковом освещении благодаря свету, который отражается от поверхностей помещения (определяется по табл. Г.6);

S_ϕ — площадь фонарей;

η_ϕ — световая характеристика фонарей (определяется по табл. Г.7);

r_2 — коэффициент, который учитывает повышение КЕО при верхнем освещении благодаря свету, которое отражается от поверхностей помещения (определяется по табл. ДБН В.2.5-28-2006);

K_ϕ — коэффициент, который учитывает тип фонаря (определяется по табл. ДБН В.2.5-28-2006).

Общий коэффициент светопропускания определяется по формуле:

$$\tau_o = \tau_1 \tau_2 \tau_3 \tau_4 \tau_5, \quad (5.31)$$

где τ_1 – коэффициент светопропускания материала (определяется по табл. Г.5);

τ_2 – коэффициент, который учитывает потери света в оконной раме (определяется по табл. Г.5);

τ_3 – коэффициент, который учитывает потери света в несущих конструкциях (при боковом освещении 1; при верхнем – определяется по табл. Г.5);

τ_4 – коэффициент, который учитывает потери света в солнцезащитных устройствах (определяется по табл. Г.5);

τ_5 – коэффициент, который учитывает потери света в защитной сетке, которая устанавливается под фонарями (принимается равным 0,9).

Значение коэффициента ρ_1 определяется по табл. Г.6 в зависимости от параметров помещения и среднего коэффициента отражения $\rho_{ср}$ потолка, стен, пола, который определяется по формуле:

$$\rho_{ср} = \frac{\rho_{потолка} S_{потолка} + \rho_{стен} S_{стен} + \rho_{пола} S_{пола}}{S_{потолка} + S_{стен} + S_{пола}}, \quad (5.32)$$

где $\rho_{потолка}$, $\rho_{стен}$, $\rho_{пола}$ – соответствующие коэффициенты отражения; $S_{потолка}$, $S_{стен}$, $S_{пола}$ – соответствующие площади поверхностей.

Определенные с помощью расчета размеры световых прорезей допускается изменять на (+5)% – (-10)%.

Нормируемые значения КЕО определяются в соответствии с ДБН В.2.5-28-2006. С целью учета особенностей светового климата в разных географических пунктах вся территория бывшего СССР разделена на 5 поясов светового климата (табл. Г.1).

Нормируемое значение КЕО (e_n) для зданий, размещенных в I, II, IV и V поясах светового климата, определяется по формуле:

$$e_n = e_n^{III} m C \quad (5.33)$$

где e_n^{III} – значение КЕО (определяется по табл. Г.1);

m – коэффициент светового климата;

C – коэффициент солнечности климата (определяется по табл. Г.4).

Территория Крымского полуострова принадлежит к V поясу светового климата, остальная территория Украины – к IV. Коэффициент для IV и V поясов светового климата представляет соответственно 0,9 и 0,8.

Исходя из формулы 5.29, необходимая площадь окон определяется по формуле:

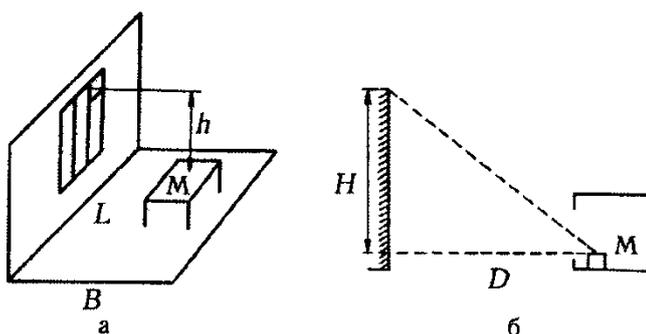
$$S_o = \frac{e_n K_3 \eta_o S_n}{\tau_o r_1 100}$$

Определим сначала необходимые для расчета значения.
Нормируемое значение КЕО найдем, воспользовавшись табл. Г.1:

$$e_n = e_n^{III} m C = 2 \cdot 0,9 \cdot 0,8 = 1,44$$

Принимаем коэффициент запаса $K_3 = 1,3$. Значение световой характеристики окон η_o определяется отношениями $L/B = 120/30 = 4$ и $B/h = 30/3 = 10$ (рис. 5.3, а). По табл. Г.2 находим $\eta_o = 12,5$. Площадь пола производственного участка составляет $S_{п} = 3600 \text{ м}^2$. Поскольку окна не имеют солнцезащитных устройств, выполненных из двойных деревянных рам, в которых вставлено оконное листовое стекло, то по найденным в табл. Г.5 значениями определяем общий коэффициент светопропускания окон:

$$\tau_o = \tau_1 \tau_2 \tau_3 \tau_4 \tau_5 = 0,8 * 0,6 * 1 * 1 * 1 = 0,48.$$



*а – световая характеристика окна; б – затенение окна зданием
Рисунок 5.3 – Естественное боковое освещение помещения*

Определяем средний коэффициент отражения помещения:

$$\rho_{cp} = \frac{0,7 \cdot 3600 + 0,5 \cdot 1500 + 0,1 \cdot 3600}{3600 + 1500 + 3600} = 0,42$$

Для определения коэффициента r_1 рассчитаем значение параметров, которые характеризуют помещение, :

$$B/h = 30/3 = 10; \quad 1/B = 15/30 = 0,5; \quad L/B = 120/30 = 4.$$

По табл. Г.6 определяем коэффициент $r_1 = 1,5$.

Подставив предварительно найденные значения определяем необходимую площадь окон производственного участка:

$$S_o = \frac{1,44 \cdot 1,3 \cdot 12,5 \cdot 3600}{0,48 \cdot 1,5 \cdot 100} = 1170 \text{ м}^2$$

В помещении установлены окна с размером 1,8 х 2,4 м, тогда площадь одного окна будет представлять $S_o^1 = 4,32 \text{ м}^2$. Определим необходимое количество окон:

$$n = \frac{S_o}{S_o^1} = \frac{1170}{4,32} = 270,8$$

Принимаем 271 окно.

5.4 Защитное заземление.

Одним из важнейших мероприятий по обеспечению электробезопасности является организация защитного заземления [10; 17; 20; 27]. Методика расчета защитного заземления приведена в примере 8. Для расчетов защитного заземления можно использовать характеристики устройства, которые приведены в таблице 5.9.

Таблица 5.9-Характеристики устройства защитного заземления

Предпоследняя цифра	d, м	l, м	h, м	Последняя цифра	a, м	b, м	Тип грунта	Влажность грунта
0	0,05	2,3	0,8	0	4,5	0,06	Ж	В
1	0,05	2,4	0,8	1	2,0	0,04	А	В
2	0,05	2,5	1,0	2	3,0	0,04	Б	В
3	0,10	2,6	0,5	3	4,0	0,05	В	С
4	0,10	2,7	0,9	4	5,0	0,05	Г	С
5	0,05	2,8	0,6	5	6,0	0,06	Д	Н
6	0,05	2,9	0,4	6	7,0	0,06	Ж	Н
7	0,10	3,0	1,2	7	8,0	0,04	З	В
8	0,10	2,0	0,7	8	9,0	0,04	А	С
9	0,05	2,2	1,0	9	2,5	0,06	Г	Н

Примечания:

1 В нечетных вариантах заземлители расположены по контуру, в парных - в ряд.

2 Вид почвы: А - песок, Б - супесь, В - каменистый грунт, Г - суглинок, Д - глина, Ж - чернозем, С - садовая земля.

3 Влажность почвы: В - большая, С - средняя, Н - низкая.

Пример 8

Рассчитать систему защитного заземления, которая выполнена из вертикальных труб, соединенных ленточной шиной и расположенных по контуру здания. Характеристики устройства: длина трубы 2,4 м; диаметр трубы 0,05 м; расстояние между трубами 2,4 м; углубление устройства 0,8 м; ширина полосы 0,8 м. Защитное заземление расположено в III климатической зоне, тип почвы – чернозем.

Решения

Расчет защитного заземления осуществляется в такой последовательности [9]:

- определяют расчетное удельное сопротивление грунта;
- рассчитывают сопротивление растеканию тока одного вертикального заземлителя;
- определяют необходимое количество заземлителей и ориентировочное их расположение по периметру помещения или в ряд с определением расстояния между ними (расстояние между заземлителями и расположения их в ряд или по контуру могут быть заданы - см. табл. 5.9);
- рассчитывают сопротивление растеканию соединительной шины;
- рассчитывают общее сопротивление заземляющего устройства с учетом соединительной шины.

Расчетное удельное сопротивление грунта (ρ_p Ом·м) определяют по формуле:

$$\rho_p = \rho \cdot \varphi \quad (5.34)$$

где ρ - удельное сопротивление грунта по замерам или ориентировочно по данным табл. Д.1;

φ -коэффициент сезонности, зависит от климатических зон и вида заземлителя (табл. Д.2).

$$\rho_p = \rho \cdot \varphi = 30 \cdot 1,5 = 45 \text{ Ом} \cdot \text{м}.$$

Сопротивление растеканию тока одного вертикального стержневого (трубчатого) заземлителя при углублении, Ом

$$R_{\text{од}} = \frac{\rho_p}{2 \pi \ell} \left(\ln \frac{2 \ell}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 t + \ell}{4 t - \ell} \right), \quad (5.35)$$

где ℓ - длина заземлителя, м;

d - диаметр заземлителя, м;

h - углубление заземлителя, м;

t - расстояние от поверхности земли до середины заземлителя, м

$$t = h + \frac{\ell}{2} = 0,8 + \frac{2,4}{2} = 2 \text{ м.}$$

В нашем случае:

$$R_{\text{од}} = \frac{\rho_p}{2 \pi \ell} \left(\ln \frac{2 \ell}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 t + \ell}{4 t - \ell} \right) = \frac{45}{2 \cdot 3,14 \cdot 2,4} \left(\ln \frac{2 \cdot 2,4}{0,05} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot 2 + 2,4}{4 \cdot 2 - 2,4} \right) = 14,5 \text{ Ом}$$

Формулы для расчета сопротивления растекания тока заземлителей других видов приведены в табл Д.3.

Ориентировочное количество вертикальных заземлителей, шт.

$$n' = \frac{R_{\text{од}}}{R_n}, \quad (5.36)$$

где R_n – наибольшее допустимое сопротивление заземляющего устройства (согласно ПУЭ $R_n = 4 \text{ Ом}$).

$$n' = \frac{R_{\text{од}}}{R_n} = \frac{14,5}{4} = 3,625 \approx 4 \text{ шт.}$$

Путем расположения полученного количества заземлителей на плане определяют ориентировочно расстояние между ними и коэффициентом использования вертикальных заземлителей η_v (табл. Д.4) в зависимости от количества стержней и отношения расстояния между ними к их длине.

Необходимое количество заземлителей с учетом коэффициента использования η_v

$$n = \frac{R_{\text{од}}}{R_n \eta_v}. \quad (5.37)$$

Определяем коэффициент использования вертикальных заземлителей η_v (табл. Д.4) в зависимости от количества стержней и отношения расстояния между ними к их длине

$$\frac{a}{\ell_v} = \frac{2,4}{2,4} = 1,$$

$$\eta_B = 0,7.$$

Необходимое количество заземлителей с учетом коэффициента использования $\eta_{и}$

$$n = \frac{R_{од}}{R_{и} \eta_{е}} = \frac{14,5}{4 \cdot 0,7} = 5,17 \approx 5$$

Сопротивление растеканию соединительной шины при углублении с учетом коэффициента ее использования $\eta_{ш}$ (табл. Д.5), Ом

$$R_{ш} = \frac{\rho_p}{2 \pi L \eta_{ш}} \ln \frac{2 L^2}{b h}, \quad (5.38)$$

где L - длина шины, м;

b - ширина шины, м;

$\eta_{ш}$ - коэффициента использования шины, г.

Длина шины определяется по формуле:

$$L = 1,05 a n, \quad (5.39)$$

где a - расстояние между заземлителями, г.

Определяем коэффициента использования и длину шины:

$$\eta_{ш} = 0,74, \quad L = 1,05 \cdot 2,4 \cdot 5 = 12,6 \text{ м.}$$

Общее сопротивление сложного заземляющего устройства, Ом

$$R = \frac{1}{\frac{\eta_{ш}}{R_{ш}} + \frac{n \eta_{е}}{R_{од}}} \leq R_{н}. \quad (5.40)$$

Если общее сопротивление больше нормативного, необходимо увеличить количество заземлителей или изменить их расположение.

$$R = \frac{1}{\frac{0,74}{12,6} + \frac{5 \cdot 0,7}{14,5}} = 1,3 \text{ Ом.}$$

Рассчитанное значение сопротивления заземляющего устройства менее нормативного ($1,3 \text{ Ом} < 4 \text{ Ом}$), следовательно устройство спроектировано верно.

5.5 Определение категории помещения по взрывопожарной и пожарной опасности

Основным мероприятием по обеспечению пожарной безопасности являются определение категории производственного помещения по взрывопожарной и пожарной опасности, а также определение типа и необходимого количества первичных средств пожаротушения.

Пример 9.

Определить тип и необходимое количество первичных средств пожаротушения. Вычислительный зал (площадь 1200 м^2) находится в административном корпусе предприятия.

Решение.

Рассмотрим методику определения категории производственного помещения по взрывопожарной и пожарной опасности [19].

Категория взрыво-пожарной и пожарной опасности определяется в соответствии с НАПБ Б.03.002-2007 (табл. Е.1).

Здание относится к категории А, если в нем суммарная площадь помещений категории А превышает 5 % площади всех помещений или 200 м^2 . Здание относится к категории Б, если одновременно выполняются два условия:

- здание не принадлежит к категории А;
- суммарная площадь помещений категории А и Б превышает 5 % площади всех помещений или 200 м^2 .

Здание относится к категории В, если одновременно выполняются два условия:

- здание не принадлежит к категориям А или Б;
- суммарная площадь помещений категорий А, Б и В превышает 5 % (10 %, если в здании отсутствуют помещения категорий А и Б) площади всех помещений.

Здание относится к категории Г, если одновременно выполняются два условия:

- здание не принадлежит к категориям А, Б или В;
- суммарная площадь помещений категорий А, Б, В и Г превышает 5 % площади всех помещений.

Если здание не принадлежит к категориям А, Б, В или Г, то, соответственно, категория здания может быть определена как Д.

Определение категории необходимо осуществлять путем последовательной проверки принадлежности помещения к категориям, начиная от наивысшей (категория А).

В данном примере в соответствии с табл. Е.1 помещения и здание относятся к категории Д.

Необходимое количество огнетушителей и их тип определяются в зависимости от их огнетушительной возможности, предельной площади, которая защищается, категории помещения по взрывопожарной и пожарной опасности, а также от класса пожара, типа горючих веществ и материалов (табл. Е.1–Е.4).

Категории пожаров в соответствии с международным стандартом (ISO №3941-77) приведены в таблице Е.2. В нашем случае возможно загорание электрооборудования, то есть класс возможного пожара Е.

Выбор типа и количества огнетушителей для оснастки помещения производится на основе рекомендаций, представленных в таблицах Е.3–Е.4. Исходя из категории помещения по взрывопожарной и пожарной опасности (категория Д) и площади, которая защищается (1200 м²) в соответствии с рекомендациями определяем, что для защиты помещения вычислительного зала необходимы 2 порошковых огнетушителя емкостью 5 литров или 2 углекислотных огнетушителя емкостью 5 литров.

Пример 10.

Определить категорию здания по взрывопожарной и пожарной опасности, а также тип и необходимое количество первичных средств пожаротушения. Характеристика производственного помещения приведена в таблице 5.10. Общая площадь 800 м².

Решение.

Определяем категорию производственного помещения по взрывопожарной и пожарной опасности по методике, которая приведена в примере 44 и данных табл. 5.26.

Здание не принадлежит к категории А, потому что в нем суммарная площадь помещений категории А не превышает 5 % площади всех помещений (сумма составляет только 2 %). Здание не принадлежит к категории Б, потому что в нем суммарная площадь помещений категории А и Б не превышает 5 % площади всех помещений (сумма составляет только 4 %). Здание принадлежит к категории В, потому что в нем суммарная площадь помещений категории А, Б и В значительно превышает 5 % площади всех помещений (сумма составляет 74 %).

Таблица 5.10 – Характеристика производственных помещений

Характеристика помещения	Категория помещения	Часть площади помещения в общей площади, %
Плавильное отделение	В	20
Отделение обрубки изделий и их термической обработки	В	30

Отделение обработки магниевых изделий на металлорежущих станках	Б	2
Отделение нанесения покрытия на изделия	А	2
Отделение приготовления смесей	Д	16
Склад продукции	В	20
Санитарно-бытовые помещения	Д	10

Определяем категорию пожаров в соответствии с международным стандартом (ISO №3941–77). В нашем случае возможное загорание металлов и их сплавов, то есть класс возможного пожара D (согласно табл. Е.2).

Выбор типа и количества огнетушителей для оснащения помещения проводится на основе рекомендаций, представленных в таблицах Е.3–Е.4. Исходя из категории помещения по взрывопожарной и пожарной опасности (категория В) и площади, которая защищается (800 м²) в соответствии с рекомендациями определяем, что для защиты помещения литейного производства необходимы 4 порошковых огнетушителя емкостью 5 литров или 2 емкостью 10 литров.

6 БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Чрезвычайная ситуация (ЧС) – нарушение нормальных условий жизни и деятельности людей на объекте или территории, вызванное аварией, катастрофой, стихийным бедствием или другим опасным событием, которое привело (или может привести) к гибели людей и (или) значительным материальным потерям. По типу (происхождению) чрезвычайные ситуации классифицируются на технические, медико-биологические, природные, экологические, криминогенные и прочие.

Очагом поражения называется территория с расположенными на ней зданиями, сооружениями, инженерными сетями, коммуникациями, оборудованием, техникой и людьми, которая пострадала от разрушения или заражения в результате возникновения чрезвычайной ситуации. В зависимости от числа одновременно действующих поражающих факторов различают простые и комплексные (сложные) очаги поражения. Важнейшие поражающие факторы, которые возникают при техногенных чрезвычайных ситуациях: ударная волна при взрыве; пламя пожара и световое излучение; радиоактивное заражение местности; химическое заражение местности; затопление; эпидемии.

Наиболее часто происходят чрезвычайные ситуации, связанные с воздействием на людей ударной волны при взрыве. При написании данного подраздела необходимо оценить устойчивость промышленного объекта к воздействию воздушной ударной волны и разработать мероприятия для повышения устойчивости работы промышленного объекта на случай взрыва Q тонн сжиженного газа на расстоянии r метров [12, 15]. Структура объекта задается в соответствии с темой дипломного проекта и консультантом по таблице Ж1.

Для решения данной задачи необходимо знать наименование взорвавшегося вещества, его количество, расстояние от центра взрыва до объекта, характеристику объекта. В ходе решения необходимо последовательно дать ответы на следующие вопросы:

1. Вычислить величину избыточного давления ударной волны в месте расположения объекта.

2. Занести элементы объекта в сводную таблицу.

3. Для каждого элемента занести в сводную таблицу условными отметками степень разрушения при разных избыточных давлениях ударной волны.

4. Определить предел устойчивости каждого элемента как границу между слабыми и средними разрушениями, занести полученное число в предпоследний столбец сводной таблицы.

5. Определить предел устойчивости объекта в целом, по минимальному пределу устойчивости элементов, которые входят в состав объекта. Занести полученное число в последний столбец сводной таблицы.

6. Дать определение критерия устойчивости объекта к действию ударной волны.

7. Проанализировать результаты заполнения сводной таблицы, сделать выводы, а в случае, когда объект признан неустойчивым к ударной волне, внести предложения для увеличения устойчивости каждого неустойчивого элемента.

Для повышения устойчивости зданий и сооружений можно предложить:

- укрепление несущих конструкций зданий и сооружений установлением дополнительных колонн или ферм;
- укрепление цокольного этажа стойками и прогонами;
- установление новых перекрытий, подкосов, распорок;
- установление дополнительных связей между отдельными элементами сооружений;
- закрепление стяжками высоких сооружений (труб, вышек);
- уменьшение прогона несущих конструкций установлением контрфорсов.

Для повышения устойчивости технологического оборудования, коммунально-энергетических сетей (КЭС) и транспорта можно предложить:

- размещение тяжелого оборудования на первом этаже;
- прочное крепление оборудования (станков) на фундаменте;
- установку контрфорсов, которые повышают устойчивость станков к опрокидыванию;
- размещение ценного и уникального оборудования в зданиях повышенной устойчивости или в легких каркасных зданиях;
- установку над оборудованием защищающих специальных конструкций (навесов, кожухов, защитных козырьков и т.д.);
- углубление КЭС в землю;
- оснащение аварийных складов запасных частей и оборудования;
- установку дополнительных силовых элементов (для металлических конструкций).

Методика оценки устойчивости промышленного объекта к воздействию воздушной ударной волны приведена в примерах 11, 12.

Пример 11.

Механический цех расположен в промышленном здании с металлическим каркасом и бетонным заполнением стен, с поверхностью остекления около 30 %. В цехе расположено следующее оборудование: легкие станки, электродвигатели герметические мощностью до 2 кВт, подъемно-транспортное оборудование. Коммунально-энергетические сети и транспорт: кабельные наземные электролинии, трубопроводы, углубленные на 20 см, грузовые автомобили. Оценить устойчивость данного объекта на случай взрыва 138 т жидкого пропана на расстоянии

580 метров, при необходимости предложить меры для повышения устойчивости.

Решение.

Вычислим величину избыточного давления ударной волны в месте расположения объекта. Определим радиус действия детонационной волны:

Определим радиус действия детонационной волны:

$$r_1 = 17,5\sqrt[3]{Q},$$

где r_1 – радиус действия детонационной волны, м;

Q – количество взрывоопасного вещества, т.

$$r_1 = 17,5\sqrt[3]{138} = 90,4$$

Определим радиус действия продуктов взрыва:

$$r_2 = 1,7 * r_1,$$

где r_2 – радиус действия продуктов взрыва, м;

$$r_2 = 1,7 \cdot 90,4 = 153,7\text{м.}$$

Сравнивая величины r_2 и r_1 с расстоянием от центра взрыва до объекта, можно сделать вывод, что объект находится в третьей зоне – зоне действия воздушной ударной волны.

Вычислим величину избыточного давления, для чего сначала рассчитаем относительную величину φ :

$$\varphi = 0,24 \frac{r_3}{r_1},$$

где r_3 – расстояние от объекта, который находится в третьей зоне, до центра взрыва.

$$\varphi = 0,24 \frac{580}{90,4} = 1,54.$$

Затем, чтобы вычислить избыточное давление ударной волны, воспользуемся одной из нижеприведенных формул, кПа:

$$\text{если } \varphi < 2 \text{ или } \varphi = 2, \text{ то } \Delta P_{\varphi} = \frac{700}{3(\sqrt{1 + 29,8\varphi^3} - 1)} ;$$

$$\text{если } \varphi > 2, \text{ то } \Delta P_{\varphi} = \frac{22}{\varphi\sqrt{0,158 + \lg \varphi}},$$

где ΔP_{φ} – избыточное давление ударной волны, кПа.
В нашем случае:

$$\varphi = 1,54 < 2,$$

Следовательно,

$$\Delta P_{\varphi} = \frac{700}{3(\sqrt{1 + 29,8\varphi^3} - 1)} = \frac{700}{3(\sqrt{1 + 29,8 \times 1,54^3} - 1)} = 24,6 \text{ кПа}$$

Составим сводную таблицу, внесем в нее характеристики элементов объекта (табл. 6.1).

Занесем в сводную таблицу условными обозначениями степени разрушения элементов объекта при разных избыточных давлениях ударной волны. Необходимые данные можно взять из табл. Ж.2.

Определим предел устойчивости каждого элемента объекта как границу между слабыми и средними разрушениями, занесем полученные цифры в предпоследний столбец графы «Предел устойчивости элементов, кПа» (см. табл. 6.1)

Среди полученных цифр найдем наименьшую, она и будет пределом устойчивости объекта в целом. Занесем эту цифру в последний столбец графы «Предел устойчивости элементов, кПа». В данном примере:

$$\Delta P_{\varphi \text{ предельное}} = 12 \text{ кПа.}$$

Поскольку на объект ожидается максимальное избыточное давление 24,6 кПа, а предел устойчивости объекта равен 12 кПа, то объект является неустойчивым к действию ударной волны. Неустойчивыми элементами являются легкие станки, здание цеха. Следует повысить устойчивость объекта до 25 кПа.

Для повышения устойчивости объекта предлагаются следующие мероприятия:

– для повышения устойчивости легких станков: надежное крепление станков к фундаменту; устройство контрфорсов, которые повышают устойчивость станков к опрокидыванию;

Таблица 6.1 – Сводная таблица результатов оценки устойчивости объекта к действию ударной волны

Характеристики элементов объекта	Степень разрушения при ΔP_{ϕ} , кПа									Предел устойчивости, кПа			
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	эл-та	объекта		
<p>Здание:</p> <p>Промышленное здание с металлическим каркасом и бетонным заполнением стен, с площадью остекления около 30%</p>										20	12		
<p>Оборудование:</p> <p>легкие станки -----</p> <p>электродвигатели герметичные мощностью до 2кВт -----</p> <p>подъемно-транспортное оборудование -----</p>										12		50	50
<p>Коммунально-энергетические сети:</p> <p>кабельные наземные электролинии -----</p> <p>трубопроводы, углубленные на 20 см ---</p> <p>грузовые автомобили -</p>										30		200	30
										Выдерживают до 200 кПа			

Примечание. Используются условные обозначения:



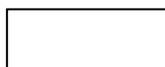
слабые разрушения;



сильные разрушения;



средние разрушения;



полные разрушения.

– для здания: укрепление несущих элементов конструкции здания дополнительными колоннами и фермами; установка дополнительных перекрытий, подкосов и распорок.

Пример 12.

Рабочее место пользователя ПЭВМ расположено в административном многоэтажном здании с металлическим или железобетонным каркасом. В помещении расположены компьютеры и оргтехника. Коммунально-энергетические сети представлены компьютерной сетью, воздушными линиями низкого напряжения и трубопроводами. Разработаем мероприятия, направленные на повышение устойчивости проектируемого объекта на случай взрыва 100 тонн жидкого пропана. Источник взрыва находится на расстоянии 560 метров от проектируемого объекта.

Необходимо рассчитать величину избыточного давления ударной волны в месте расположения объекта, для этого определим в какой зоне воздействия ударной волны находится наш объект.

Определим радиус действия детонационной волны:

$$r_1 = 17,5\sqrt[3]{Q},$$

где r_1 – радиус действия детонационной волны, м;

Q – количество взрывоопасного вещества, т.

$$r_1 = 17,5\sqrt[3]{100} = 81,5 \text{ м.}$$

Определим радиус действия продуктов взрыва:

$$r_2 = 1,7 \cdot r_1,$$

где r_2 – радиус действия продуктов взрыва, м;

$$r_2 = 1,7 \cdot 81,5 = 138 \text{ м.}$$

Сравнивая величины r_2 и r_1 с расстоянием от центра взрыва до объекта, можно сделать вывод, что объект находится в третьей зоне – зоне действия воздушной ударной волны.

Вычислим величину избыточного давления, для чего сначала рассчитаем относительную величину φ :

$$\varphi = 0,24 \cdot r_3 / r_1,$$

где r_3 – расстояние от объекта, который находится в третьей зоне, до центра взрыва.

$$\varphi = 0,24 \cdot 560 / 81,5 = 1,65.$$

Затем, чтобы вычислить избыточное давление ударной волны, воспользуемся одной из нижеприведенных формул, кПа:

$$\text{если } \varphi < 2 \text{ или } \varphi = 2, \text{ то } \Delta P_{\varphi} = \frac{700}{3(\sqrt{1 + 29,8\varphi^3} - 1)} ;$$

$$\text{если } \varphi > 2, \text{ то } \Delta P_{\varphi} = \frac{22}{\varphi \sqrt{0,158 + \lg \varphi}} ,$$

где ΔP_{φ} – избыточное давление ударной волны, кПа.

В нашем случае $\varphi = 1,65 < 2$, следовательно

$$\Delta P_{\varphi} = \frac{700}{3(\sqrt{1 + 29,8\varphi^3} - 1)} = \frac{700}{3(\sqrt{1 + 29,8 \cdot 1,65^3} - 1)} = 22,0 \text{ кПа},$$

Составим сводную таблицу 6.2, внесем в нее характеристики элементов объекта.

Занесем в сводную таблицу условными обозначениями степени разрушения элементов объекта при разных избыточных давлениях ударной волны.

Определим предел устойчивости каждого элемента объекта как границу между слабыми и средними разрушениями, занесем полученные цифры в предпоследний столбец графы «Предел устойчивости элементов, кПа».

Среди полученных цифр найдем наименьшую, она и будет пределом устойчивости объекта в целом. Занесем эту цифру в последний столбец графы «Предел устойчивости элементов, кПа». В нашем случае это 10 кПа.

Критерием (показателем) устойчивости объекта к действию ударной волны является значение избыточного давления, при котором здания, сооружения, оборудование объекта сохраняются или получают слабые разрушения. В нашем случае:

$$\Delta P_{\varphi \text{ предельное}} = 10 \text{ кПа}.$$

Таким образом, расчеты и анализ показали, что предел устойчивости объекта к действию ударной волны составляет 10 кПа.

Поскольку на объекте ожидается максимальное избыточное давление 22 кПа, а предел устойчивости объекта равен 10 кПа, то объект является неустойчивым к действию ударной волны. Неустойчивыми элементами являются компьютеры и оргтехника.

Необходимо повысить устойчивость объекта. Рекомендуем повысить устойчивость объекта до 23 кПа. Для повышения устойчивости объекта предлагаются следующие мероприятия: установка над компьютерами и

оргтехникой защищающих конструкций и создание аварийного склада запасных частей.

Таблица 6.2 – Сводная таблица результатов оценки устойчивости объекта к действию ударной волны

Характеристики элементов объекта	Степень разрушения при ΔP_{ϕ} , кПа										Предел устойчивости, кПа		
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	эл-та	объекта		
<u>Здание:</u> Административные многоэтажные здания с металлическим или железобетонным каркасом												30	10
<u>Оборудование:</u> компьютеры..... оргтехника.....												10	
												12	
<u>Коммунально-энергетические сети:</u> компьютерная сеть.. воздушные линии низкого напряжения трубопроводы												30	
												60	
												50	

Примечание. Используются условные обозначения:



слабое разрушение;



сильное разрушение;



среднее разрушение;



полное разрушение.

ЛИТЕРАТУРА

1. Безопасность жизнедеятельности в машиностроении / под ред. Ю. М. Соломенцева. - М.: Высш. шк., 2002. - 310 с.
2. Безопасность производственных процессов: справочник / под ред. С. В. Белова. - М.: Машиностроение, 1985. - 448 с.
3. Безопасность труда в промышленности: справочник / К. Н. Ткачук [и др.] - М.: Техника, 1982. - 231 с.
4. Вентиляция и отопление цехов машиностроительных заводов / М. И. Гримитлин [и др.] - М.: Машиностроение, 1978. - 272 с.
5. **Виноградов, Б. В.** Безопасность труда и производственная санитария в машиностроении: сборник расчетов / Б. В. Виноградов. - М.: Машиностроение, 1963. - 264 с.
6. **Войтенко, В. М.** Эргономические принципы конструирования / В.М. Войтенко, В. М. Мунипов - К.: Техника, 1988. - 119 с.
7. **Волков, Ю. Н.** Безопасность производственных процессов в машиностроении. - М.: Машиностроение, 1972. - 168 с.
8. **Гажаман, В. И.** Электробезопасность на производстве: учеб. пособие / В. И. Гажаман. - К.: Охрана труда, 2002. - 272 с.
9. **Дементий, Л. В.** Охрана труда в автоматизированного производстве. Обеспечение безопасности труда / Л. В. Дементий, А. Л. Юсин. - Краматорск: ДГМА, 2007. - 300 с. - ISBN 978-966-379-163-0.
10. **Злотников, С. Л.** Техника безопасности и промышленная санитария в кузнечно - прессовых цехах / С. Л. Злотников, П. И. Казакевич, В. Л. Михайлова. - М.: Машиностроение, 1974. - 296 с.
11. Инженерные решения по охране труда при разработке дипломных проектов инженерно -строительных специальностей: учеб. пособие. / Под ред. В. В. Сафонова. - К.: Основа, 2000. - 336 с. - ISBN 966-7233-23-5.
12. **Козьяков, А. Ф.** Охрана труда в машиностроении / А. Ф. Козьяков, Л. Л. Морозова - М.: Машиностроение, 1990. - 256 с.
13. **Лагунов, Л.В.** Борьба с шумом в машиностроении / Л. В. Лагунов, Г. Л. Осипов. - М.: Машиностроение, 1980. - 150 с.
14. **Маньков, В.Д.** Защитное заземление и зануление электроустановок: Справочник / В. Д. Маньков, С. Ф. Заграничный. - СПб.: Политехника, 2005. - 400 с. - ISBN 5-7325-0791-4.
15. **Марченко, И. Л.** Охрана труда в кузнечно - прессовых цехах: учеб-ных пособие / И. Л. Марченко, А. Н. Бакланов. - Краматорск: ДГМА, 2009. - 196 с.
16. **Михайлова, В. Л.** Безопасность труда в кузнечно - штамповочных цехах / В. В. Буренин.: Учебное пособие. - 3-е изд., Перераб. и доп. - М.: Высш., 1988. - 120 с.: Ил. - ISBN 5-06-001338-3.
17. **Михайлова, В. Л.** Безопасность труда кузнеца на молотах и прессах / В. В. Буренин. - М.: Высш., 1986. - 64 с.

18. Охрана труда в машиностроении: Учебник для вузов / под ред. Е. Я. Юдина. - М.: Машиностроение, 1993. - 432 с.
19. Практикум по охране труда: учеб. пособие / под ред. В. Ц. Жидецкий. - Львов: Афиша, 2000. - 352 с. - ISBN 966-7760 -09- X.
20. **Сивко, В. И.** Расчеты по охране труда / В. И. Сивко. - М.: Финансы, 2001. -152 С. - ISBN 966-7570-90-8.
21. Справочная книга по охране труда в машиностроении / под ред. А. Н. Русака. - Л.: Машиностроение. Ленингр. отд - ние, 1989. - 541 с. - ISBN 5-217-00415-0.
22. Справочник по технике безопасности, противопожарной технике и производственной санитарии / под ред. А. И. Игнатка. - Л.: Судостроение, 1971. - 664 с.
23. Техника пылеулавливания и очистки промышленных газов. Справочники / Алиев Г.М. - М.: Металлургия, 1986. - 544 с.
24. Средства защиты в машиностроении. Расчет и проектирование: справочник / Под ред. С. В. Белова. - М.: Машиностроение, 1989. - 368 с. - ISBN 5 - 217- 00407 -X.
25. Электробезопасность на промышленных предприятиях: справочник / Г. В. Сабарно [и др.] - М.: Техника, 1985. - 288 с.
26. Эргономика: Учеб. пособие для вузов / Под ред. В. В. Адамчук. - М.: ЮНИТИ- ДАНА, 1999. - 254 с. - ISBN 5-238-0086-3.
27. Гражданская оборона / под ред. Е. П. Шубина. – М. : Просвещение, 1991. –223 с.
28. Защита объектов народного хозяйства от оружия массового поражения: Справочник / под ред. Г. П. Демиденко. – К. : Выща школа, 1987. – 256 с.

Приложение А
Рекомендации по использованию нормативно-технической документации.

Таблица А.1 - Стандарты системы безопасности труда.

Обозначения	Наименование
ССБТ. Подсистема 0	
ГОСТ 12.0.001-82	Основные положения
ГОСТ 12.0.002-80	Термины и определения
ГОСТ 12.0.003-74	Опасные и вредные производственные факторы. Классификация
ССБТ. Подсистема 1	
ГОСТ 12.1.001-89	Ультразвук. Общие требования безопасности
ГОСТ 12.1.002-84	Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах
ГОСТ 12.1.003-89	Шум. Общие требования безопасности
ГОСТ 12.1.004-91	Пожарная безопасность. Общие требования
ГОСТ 12.1.005-88	Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны
ГОСТ 12.1.006-84	Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля
ГОСТ 12.1.007-76	Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности
ГОСТ 12.1.009-76	Электробезопасность. Термины и определения
ГОСТ 12.1.010-76	Взрывобезопасность. Общие требования
ГОСТ 12.1.011-78	Смеси взрывоопасные. Классификация и методы испытаний
ГОСТ 12.1.012-90	Вибрационная безопасность. Общие требования

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 12.1.018-79	Статическое электричество. Искробезопасность. Общие требования
ГОСТ 12.1.019-79	Электробезопасность. Общие требования
ГОСТ 12.1.029-80	Средства и методы защиты от шума
ГОСТ 12.1.030-87	Электробезопасность. Защитное заземление, зануление
ГОСТ 12.1.031-81	Лазеры. Методы дозиметрического контроля лазерного излучения
ГОСТ 12.1.033-81	Пожарная безопасность. Термины и определения
ГОСТ 12.1.034-81	Шум. Допустимые уровни в жилых и общественных

	зданиях
ГОСТ 12.1.038-82	Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов
ГОСТ 12.1.040-83	Лазерная безопасность. Общие положения
ГОСТ 12.1.044-89	Пожароопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения
ГОСТ 12.1.045-84	Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля
ССБТ. Подсистема 2	
ГОСТ 12.2.003-91	Оборудование производственное. Общие требования безопасности
ГОСТ 12.2.017-93	Оборудование кузнечно-прессовое. Общие требования безопасности
ГОСТ 12.2.020-76	Электрооборудование взрывозащищенное. Термины и определения. Классификация. Маркировка
ГОСТ 12.2.022-80	Конвейеры. Общие требования безопасности

Продолжение таблицы А.1

Обозначения	Наименование
ГОСТ 12.2.032-78	Общие эргономические требования. Рабочее место при выполнении работ сидя
ГОСТ 12.2.033-78	Общие эргономические требования. Рабочее место при выполнении работ стоя
ГОСТ 12.2.040-79	Гидроприводы объемные и системы смазочные. Общие требования безопасности
ГОСТ 12.2.049-80	Оборудование производственное. Общие эргономические требования
ГОСТ 12.2.061-81	Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам
ГОСТ 12.2.064-81	Органы управления производственным оборудованием. Общие требования безопасности
ГОСТ 12.2.065-81	Краны грузоподъемные. Общие требования безопасности
ГОСТ 12.2.072-82	Роботы промышленные, роботизированные технологические комплексы и участки. Общие требования безопасности
ГОСТ 12.2.074-82	Лифты электрические. Общие требования безопасности
ГОСТ 12.2.119-88	Линии автоматические роторные и роторно-конвейерные. Общие требования безопасности
ССБТ. Підсистема 3	
ГОСТ 12.3.001-73	Пневмоприводы. Общие требования безопасности
ГОСТ 12.3.002-	Процессы производственные. Общие требования

75	безопасности
ГОСТ 12.3.004-75	Термическая обработка металла. Общие требования безопасности
ГОСТ 12.3.009-76	Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности
ГОСТ 12.3.020-80	Процессы перемещения грузов на предприятиях. Общие требования безопасности
ГОСТ 12.3.026-81	Работы кузнечно-прессовое. Требования безопасности
ССБТ. Подсистема 4	
ГОСТ 12.4.009-83	Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды. Размещение и обслуживание
ГОСТ 12.4.011-89	Средства защиты работающих. Классификация
ГОСТ 12.4.021-75	Системы вентиляционные. Общие требования
ГОСТ 12.4.026-76	Цвета сигнальные и знаки безопасности
ГОСТ 12.4.040-78	Символы органов управления производственным оборудованием
ГОСТ 12.4.046-78	Методы и средства вибрационной защиты
ГОСТ 12.4.103-83	Одежда специальная защитная, средства индивидуальной защиты ног и рук. Классификация
ГОСТ 12.4.125-83	Средства коллективной защиты работающих от воздействия механических факторов. Классификация

Таблица А.2 – Стандарты системы «Человек – машина»

Обозначения	Названия
ГОСТ 21033-75	Система «Человек – машина». Основные понятия. Термины и определения
ГОСТ 21034-75	Система «Человек – машина». Рабочее место человека-оператора. Термины и определения
ГОСТ 21889-76	Система «Человек – машина». Кресло человека-оператора. Общие эргономические требования
ГОСТ 21958-76	Система «Человек – машина». Зал и кабина оператора, взаимное расположение рабочих мест. Общие эргономические требования
ГОСТ 22269-76	Система «Человек – машина». Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места. Общие эргономические требования
ГОСТ 22973-76	Система «Человек – машина». Общие эргономические требования. Классификация
ГОСТ 23000-76	Система «Человек – машина». Пульты управления. Общие эргономические требования

Таблица А.3 – Нормативно-правовые акты Украины

Обозначение	Название
НПАОП 0.00-1.01-07	Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов
НПАОП 0.00-1.07-94	Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением
НПАОП 0.00-1.08-94	Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов
НПАОП 0.00-1.12-84	Правила взрывобезопасности при использовании мазута и природного газа в котельных установках
НПАОП 0.00-1.13-71	Правила устройства и безопасной эксплуатации стационарных компрессорных установок, воздухопроводов и газопроводов
НПАОП 0.00-1.15-07	Правила охраны труда во время выполнения работ на высоте
НПАОП 0.00-1.22-08	Правила устройства и безопасной эксплуатации погрузчиков
НПАОП 0.00-1.24-10	Правила охраны труда при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом
НПАОП 0.00-1.26-96	Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых котлов с давлением пара не более 0,07 МПа (0,7 кгс/см ²), водогрейных котлов и водоподогревателей с температурой нагрева воды не выше 115°С

Продолжение таблицы А.3

Обозначение	Название
НПАОП 0.00-1.28-10	Правила охраны труда во время эксплуатации электронно-вычислительных машин
НПАОП 0.00-1.29-97	Правила защиты от статического электричества
НПАОП 0.00-1.30-01	Правила безопасной работы с инструментом и приспособлениями
НПАОП 0.00-1.36-03	Правила устройства и безопасной эксплуатации подъемников
НПАОП 0.00-1.48-91	Правила охраны труда при холодной обработке металлов
НПАОП 27.4-7.15-86	ОСТ 48.264-86 Ограждения движущихся частей оборудования. Общие технические требования
НПАОП 27.5-1.44-61	Правила безопасности при литье и обработке свинцово-цинковых штампов
НПАОП 28.0-1.02-83	Правила по технике безопасности и производственной санитарии при холодной

	обработке металлов
НПАОП 28.0-1.02-90	Правила техники безопасности и производственной санитарии в кузнечно-прессовом и листоштамповочные производстве
НПАОП 28.4-1.07-85	Правила охраны труда в кузнечно-прессовом производстве
НПАОП 28.4-1.18-59	Правила по технике безопасности и производственной санитарии в кузнечно-прессовом производстве
НПАОП 28.4-1.31-89	Правила по охране труда в кузнечно-прессовом производстве
НПАОП 28.4-7.08-78	Устройства защитные для для кузнечно-прессового оборудования. Конструкции. Основные размеры. Технические требования
НПАОП 28.4-7.18-81	Холодная штамповка металлов. Электрогидроимпульсного на прессах типа ПЭГ. Общие требования безопасности
НПАОП 28.4-7.23-80	Штампы для объемной штамповки. Инструмент для кузнечных работ. требования безопасности
НПАОП 28.4-7.25-85	Кузнечно-штамповочное производство с нагреванием заготовок. требования безопасности
НПАОП 28.4-7.61-81	Холодноштамповочного производство. требования безопасности
НПАОП 28.5-1.02-07	Правила охраны труда при термической обработке металлов
НПАОП 28.5-1.11-73	Правила техники безопасности и производственной санитарии при газэлектрической резке
НПАОП 28.5-1.34-90	Правила безпеки при обробці металів різанням
НПАОП 28.51-1.03-87	Правила техники безопасности и производственной санитарии при термической обработке металлов
НПАОП 28.51-1.11-67	Правила техники безопасности и производственной санитарии при термической обработке металлов
НПАОП 28.51-1.19-62	Правила безопасности при эксплуатации электротермических установок повышенной и высокой частоты
НПАОП 29.2-1.01-58	Общие правила техники безопасности и производственной санитарии для предприятий и организаций машиностроения
НПАОП 40.1-1.01-97	Правила безопасной эксплуатации электроустановок
НПАОП 40.1-1.07-01	Правила эксплуатации электротехнических средств
НПАОП 40.1-1.21-98	Правила безопасной эксплуатации

	электроустановок потребителей
НПАОП 45.2-4.01-98	Положение о безопасной и надежной эксплуатации производственных зданий и сооружений
НПАОП 45.2-7.01-97	Об обеспечении надежности и безопасной эксплуатации зданий, сооружений и инженерных сетей
НПАОП 45.2-7.02-80	Техника безопасности в строительстве СНиП III-4-80*
НПАОП 63.1-1.06-85	Правила техники безопасности при проведении погрузочно-разгрузочных работ на транспортно-складских работах

Таблица А.4 – Нормы та правила безпеки

Обозначения	Название
СН 245-71	Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий
ОНТП 24-86	Определение категорий помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности
ДБН В.2.5-28-2006	Естественное и искусственное освещение
СНиП 2.01.02-85	Противопожарные нормы проектирования зданий и сооружений
СНиП 2.09.02-85	Производственные здания
СНиП 2.04.05-91	Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха
ДСанПиН 3.3.2-007-98	Государственные санитарные правила и нормы работы с визуальными дисплейными терминалами электронно-вычислительных машин
ДСН 3.3.6.037-99	Государственные санитарные нормы производственного шума, ультразвука и инфразвука
ДСН 3.3.6.039-99	Государственные санитарные нормы производственной общей и локальной вибрации
ДСН 3.3.6.042-99	Государственные санитарные нормы микроклимата производственных помещений
ДСН 3.3.6.096-2002	Государственные санитарные нормы и привила при работе с источниками электромагнитных полей

Приложение Б
Требования к воздуху рабочей зоны

Таблица Б.1 - Оптимальные нормы параметров микроклимата рабочей зоны производственных помещений (ДСН 3.3.6.042-99))

Период года	Категория труда	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м / с, не более
Холодный	Легкая - Ia	22...24	40...60	0,1
	Легкая - Ib	21...23		0,1
	Средней сложности - Па	18...20		0,2
	Средней сложности - Пб	17...19		0,2
	Трудная - III	16...18		0,3
Теплый	Легкая - Ia	23...25		0,1
	Легкая - Ib	22...24		0,2
	Средней сложности - Па	21...23		0,3
	Средней сложности - Пб	20...22		0,3
	Трудная - III	18...20		0,4

Таблица Б.2 - Категории работ по ступени важности (ДСН 3.3.6.042-99, ГОСТ 12.1.005-88)

Категория работ	Затраты энергии		Характеристика работ
	Вт	ккал/ч	
Легкая Ia	До 139	До 120	Работы, выполняемые сидя с незначительными физическими напряжениями
Легкая Ib	140...174	121...150	Работы, выполняемые сидя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением
Средней сложности и Па	175...232	151...200	Работы, связанные с постоянной ходьбой, перемещением мелких (до 1 кг) предметов в положении «стоя» или «сидя» и требуют незначительного физического напряжения
Средней сложности и Пб	233...290	201...250	Работы, связанные с ходьбой, перемещением предметов весом до 10 кг, сопровождаются умеренной физическим напряжением
Трудная III	Больше 290	Больше 250	Работы, связанные с перемещением предметов весом более 10 кг и требуют значительной физической напряжением

Таблица Б.3 - Допустимые значения температуры воздуха рабочей зоны (ДСН 3.3.6.042-99)

Период года	Категория работ	Температура воздуха, °С	
		Постоянные рабочие места	Временные рабочие места
Холодный период	Ia	21...25	18...26
	Iб	20...24	17...25
	IIa	17...23	15...24
	IIб	15...21	13...23
	III	13...19	12...20
Теплый период	Ia	22...28	20...30
	Iб	21...28	19...30
	IIa	18...27	17...29
	IIб	15...27	15...29
	III	15...26	13...28

Приложение В

Требования к производственному шуму и вибрации

Таблица В.1 - Допустимые эквивалентные уровни звукового давления (ДСН 3.3.6.037-99, ГОСТ 12.1.003-89)

Рабочее место	Уровень звука, дБ А
Помещение конструкторских бюро, программистов вычислительных машин, лабораторий для теоретических и исследовательских работ	50
Помещение управления, рабочие комнаты	60
Кабины наблюдений и дистанционного управления: - без речевой связи	80
- с речевой связью по телефону	65
Постоянные рабочие места и рабочие зоны в производственных помещениях и на территории предприятий	80

Таблица В.2 - Допустимые уровни звукового давления в октавных полосах (ДСН 3.3.6.037-99, ГОСТ 12.1.003-89)

Уровень звукового давления, дБ									Эквивалентный уровень звука, дБ А
Средне геометрические частоты октавных полос, Гц									
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	А
86	71	61	54	49	45	42	40	38	50
93	79	70	63	58	55	52	50	49	60
96	83	74	68	63	60	57	55	54	65
103	91	83	77	73	70	68	66	64	75
107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Таблица В.3 - Коэффициенты звукопоглощения материалов [2]

Материал	Коэффициент звукопоглощения α по частоте шума 1000 Гц
Бетонная плита	0,02
Обычная штукатурка	0,03
Штукатурка акустическая (10 мм)	0,11
Перфорированные панели	0,50
Линолеум (5 мм)	0,03
Паркет	0,06

Таблица В.4 - Звукоизоляция материалов [2]

Материал	Масса 1 м ² , кг	Средняя звукоизоляция, дБ
Фанера 3,2 мм	2,2...2,5	17...19
Фанера 6,4 мм	4,5	21
Дерево 5 см	27,5	18,5
Сталь листовая 0,7 мм	5,6	25
Сталь листовая 2 мм	15,7	33
Дюралюминий 0,5 мм	1,8	15
Стекло 3–4 мм	8...10	28
Стекло 6 мм	16	31
Пластик из стекла 11,5 мм	–	23
Пластик из стекла 15 мм	–	26
Войлок 15 мм	2,8	6
Войлок 2 шару	5,6	9
Войлок 4 шару	11,3	17
Картон 5 мм	3	16
Картон 20 мм	12	20
Пробковая плита 50 мм	30	20
Линолеум 0,5 см	55	25...30
Брезент	3,4...6,8	4...8
Стены, перегородки двойные из фанеры 3 мм со шлаковатой (толщиной 25 мм)	8	26
То же самое толщиной 50 мм	12	29
То же самое толщиной 65 мм	14	34

Таблица В.5 - Допустимые величины параметров вибрации (ДСН 3.3.6.039-99, ГОСТ 12.1.012-90)

Локальная вибрация		Общая вибрация	
Средняя геометрическая частота, Гц	Уровень виброскорости, дБ	Средняя геометрическая частота, Гц	Уровень виброскорости, дБ
8	120	2	108
16	120	4	99
32	117	8	93
63	114	16	92
125	111	31,5	92
1000	102	63	92
2000	99		

Приложение Г

Требования к производственному освещению

Таблица Г.1 - Требования к освещению помещений промышленных предприятий (ДБН В.2.5-28-2006)

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Искусственное освещение					Ес о	
						Освещенность, лк			совокупность нормируемых величин показателя ослепленности и коэффициента пульсации			
						при системе комбинированного освещения		при системе общего освещения	Р	Кп, %		при верхнем или комбинированном освеще
						всего	в т. ч. от общего					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Наивысшей точности	Меньше 0,15	I	a	Малый	Темный	5000 4500	500 500	—	20 10	10 10	—	
			б	Малый Средний	Средний Темный	4000 3500	400 400	1200 1000	20 10	10 10		
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	2500 2000	300 200	750 600	20 10	10 10		
			г	Средний Большой Большой	Светлый Светлый Средний	1500 1250	200 200	400 300	20 10	10 10		
Очень высокой точности	От 0,15 до 0,3 включительно	II	a	Малый	Темный	4000 3500	400 400	—	20 10	10 10	—	
			б	Малый Средний	Средний Темный	3000 2500	300 300	750 600	20 10	10 10		
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	2000 1500	200 200	500 400	20 10	10 10		
			г	Средний Большой Большой	Светлый Светлый Средний	1000 750	200 200	300 200	20 10	10 10		

Продолжение таблицы Г.1

Высокой точности	От 0,3 до 0,5 включительно	III	a	Малый	Темный	2000 1500	200 200	500 400	40 20	15 15	—
			б	Малый Средний	Средний Темный	1000 750	200 200	300 200	40 20	15 15	
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	750 600	200 200	300 200	40 20	15 15	
			г	Средний Большой Большой	Светлый Светлый Средний	400	200	200	40	15	
Средней точности	Больше 0,5 до 1,0	IV	a	Малый	Темный	750	200	300	40	20	4
			б	Малый Средний	Средний Темный	500	200	200	40	20	
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	400	200	200	40	20	

			г	Средний Большой Большой	Светлый Светлый Средний	—	—	200	40	20	
Малой точности	Больше 1,0 до 5	V	а	Малый	Темный	400	200	300	40	20	3
			б	Малый Средний	Средний Темный	—	—	200	40	20	
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	—	—	200	40	20	
			г	Средний Большой Большой	Светлый Светлый Средний	—	—	200	40	20	
Грубая (очень малой точности)	Больше 5	VI		Независимо от характеристик фона и контраста объекта с фоном		—	—	200	40	20	3

Таблица Г.2 - значение световой характеристики окон (η_B) при боковом освещении (рис. 5.1 а)

Отношение длины помещения (L) к его глубине (B)	Отношение глубины помещения (B) к высоте от уровня рабочей поверхности до верхнего края окна (h)							
	1	1.5	2	3	4	5	7.5	10
4 и больше	6,5	7	7,5	8	9	10	11	12,5
3	7,5	8	8,5	9,6	10	11	12,5	14
2	8,5	9	9,5	10,5	11,5	13	15	17
1,5	9,5	10,5	13	15	17	19	21	23
1	11	15	16	18	21	23	26,5	29
0,5	18	23	31	37	45	54	66	–

Таблица Г.3 - Значение $K_{б\text{уд}}$ в зависимости от отношения расстояния между противоположными зданиями D к высоте карниза противоположного дома над подоконником H (рис. 5.1 б)

D/H	0,5	1	1,5	2	3 и больше
$K_{б\text{уд}}$	1,7	1,4	1,2	1,1	1,0

Таблица Г.4 - Значение коэффициента солнечности климата для IV и V поясов мирового климата

Пояс светового климата	Коэффициент солнечности климата, C							
	при световых проемах, ориентированных по сторонам света (азимут, град)							при зенитных фонарях
	в наружных стенах зданий			в прямоугольных и трапецевидных фонарях			в фонарях типа «Швед»	
	136-225	226-315 46-135	316-45	69-113 249-293	24-68; 204-248; 114-158; 294-338	159-203 339-23		
IV севернее 50° с. ш.	0,75	0,8	1,0	0,85	0,9	0,95	1,0	
50° с. ш. и южнее	0,7	0,75	0,95	0,8	0,85	0,9	0,95	0,85
V севернее 40° с. ш.	0,65	0,7	0,9	0,75	0,8	0,85	0,9	0,75
40° с. ш. и южнее	0,6	0,65	0,0,85	0,7	0,75	0,8	0,85	0,65

Таблица Г.5 - Значения коэффициентов $\tau_1, \tau_2, \tau_3, \tau_4$

Вид светопропускающего материала	Значение τ_1	Вид оконной рамы	Значение τ_2	Солнцезащитные устройства	Значение τ_4	Несущая конструкция покрытия	Значение τ_3
Стекло оконное листовое:		Оконные рамы для промышленных зданий:		Регулируемые жалюзи и шторы (внутренние, наружные)	1	Стальные формы	0,90
одинарное	0,9						
двойное	0,8	а) деревянные:		Стационарные жалюзи и экраны с защитным углом не более 45°:			
тройное	0,75						
Стекло листовое:		одинарные	0,75	горизонтальные	0,65	Железобетонные и деревянные формы и арки	0,80
армированное	0,6	спаренные	0,7				
с узором	0,65	двойные отдельные	0,6	вертикальные	0,75		
солнцезащитное	0,65						
контрастное	0,75	б) металлические:					
Органическое стекло:							
прозрачное	0,9	одинарные (открываются)	0,75	Горизонтальные козырьки:		Балки и рамы сплошные при высоте сечения: 50 см и более менее 50 см	0,80 0,90
молочное	0,6						
Пустотелые стеклянные блоки:		одинарные (глухие)	0,9	с защитным углом не более 30°	0,8		
светорассеивающие	0,5	двойные (открываются)	0,6	защитным углом от 15 до 45° (многоступенчатые)	0,6-0,9		
прозрачные	0,55						
Стеклопакеты	0,8	двойные(глухие)	0,8				

Таблица Г.6 - Значение коэффициента r_1

В/н	ℓ/В	Значение r_1 при боковом освещении									Значение r_1 при боковом двустороннем освещении								
		Средний коэффициент отражения $\rho_{ср}$ потолка, стен и пола																	
		0,5			0,4			0,3			0,5			0,4			0,3		
		Отношение длины помещения L к его глубине B																	
		0,5	1	2 и Более	0,5	1	2 и более	0,5	1	2 и более	0,5	1	2 и более	0,5	1	2 и более	0,5	1	2 и более
От 1 до 1,5	0,1	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1	1,05	1	1	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1	1	1,05	1
	0,5	1,4	1,3	1,2	1,2	1,15	1,1	1,2	1,1	1,1	1,35	1,25	1,15	1,15	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
	1,0	2,1	1,9	1,5	1,8	1,6	1,3	1,4	1,3	1,2	1,6	1,4	1,25	1,45	1,3	1,15	1,25	1,15	1,1
Более 1,5 до 2,5	0,1	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1	1	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1	1
	0,3	1,3	1,2	1,1	1,2	1,15	1,1	1,15	1,1	1,05	1,3	1,2	1,1	1,2	1,15	1,1	1,15	1,1	1,05
	0,5	1,85	1,6	1,3	1,5	1,35	1,2	1,3	1,2	1,1	1,8	1,45	1,25	1,4	1,25	1,15	1,25	1,15	1,1
	0,7	2,25	2	1,7	1,7	1,6	1,3	1,55	1,35	1,2	2,1	1,75	1,5	1,75	1,45	1,2	1,3	1,25	1,2
Более 2,5 до 3,5	1,0	3,8	3,3	2,4	2,8	2,4	1,8	2	1,8	1,5	2,35	2	1,6	1,9	1,6	1,5	1,5	1,35	1,2
	0,1	1,1	1,05	1,05	1,05	1	1	1	1	1	1,1	1,05	1,05	1,05	1	1	1	1	1
	0,3	1,2	1,15	1,1	1,15	1,1	1,1	1,1	1,1	1,05	1,2	1,15	1,1	1,15	1,1	1,1	1,1	1,1	1,05
	0,5	1,6	1,45	1,3	1,35	1,25	1,2	1,25	1,15	1,1	1,5	1,4	1,25	1,3	1,2	1,15	1,2	1,1	1,1
	0,7	2,6	2,2	1,7	1,9	1,7	1,4	1,6	1,5	1,3	2,25	1,9	1,45	1,7	1,5	1,25	1,5	1,4	1,2
	0,9	5,3	4,2	3	2,9	2,45	1,9	2,2	1,85	1,5	3,65	2,9	2,6	2,2	1,9	1,5	1,8	1,6	1,3
Более 3,5	1,0	7,2	5,4	4,3	3,6	3,1	2,4	2,6	2,2	1,7	4,45	3,35	2,65	2,4	2,1	1,6	2	1,7	1,4
	0,1	1,2	1,15	1,1	1,1	1,1	1,05	1,05	1,05	1	1,2	1,15	1,1	1,1	1,1	1,05	1,05	1,05	1
	0,2	1,4	1,3	1,2	1,2	1,15	1,1	1,1	1,05	1,05	1,4	1,3	1,2	1,2	1,15	1,1	1,1	1,05	1,05
	0,3	1,75	1,5	1,3	1,4	1,3	1,2	1,25	1,2	1,1	1,75	1,5	1,3	1,4	1,3	1,2	1,25	1,2	1,1
	0,4	2,4	2,1	1,8	1,6	1,4	1,3	1,4	1,3	1,2	2,35	2	1,75	1,6	1,4	1,3	1,35	1,25	1,15
	0,5	3,4	2,9	2,5	2	1,8	1,5	1,7	1,5	1,3	3,25	2,8	2,4	1,9	1,7	1,45	1,65	1,5	1,3
	0,6	4,6	3,8	3,1	2,4	2,1	1,8	2	1,8	1,5	4,2	3,5	2,85	2,25	2	1,7	1,95	1,7	1,4
	0,7	6	4,7	3,7	2,9	2,6	2,1	2,3	2	1,7	5,1	4	3,2	2,55	2,3	1,85	2,1	1,8	1,5
	0,8	7,4	5,8	4,7	3,4	2,9	2,4	2,6	2,3	1,9	5,8	4,5	3,6	2,8	2,4	1,95	2,25	2	1,6
0,9	9	7,1	5,6	4,3	3,6	3	3	2,6	2,1	6,2	4,9	3,9	3,4	2,8	2,3	2,45	2,1	1,7	
1,0	10	7,3	5,7	5	4,1	3,5	3,5	3	2,5	6,3	5	4	3,5	2,9	2,4	2,6	2,25	1,9	

Примечание: B - глубина помещения; h -высота от уровня условной рабочей поверхности до верхнего края окна; ℓ - расстояние расчетной точки к наружной стене

Таблица Г.7-Значение световой характеристики фонарей $\eta_{л}$

Тип фонаря	Количество пролетов	Значение световой характеристики фонарей								
		Отношение длины помещения $L_{п}$ к ширине пролета l_1								
		От 1 до 2			От 2 до 4			Больше 4		
		Отношение высоты помещения H к ширине пролета l_1								
		от 0,2 до 0,4	от 0,4 до 0,7	от 0,7 до 1,0	от 0,2 до 0,4	от 0,4 до 0,7	от 0,7 до 1,0	от 0,2 до 0,4	от 0,4 до 0,7	от 0,7 до 0,1
С вертикальным двусторонним остеклением	Один	5,8	9,4	16	4,6	6,8	10,5	4,4	6,4	9,1
	Два	5,2	7,5	12,8	4,0	5,1	7,8	3,7	6,4	6,5
	Три и более	4,8	6,7	11,4	3,8	4,5	6,9	3,4	4,0	5,6
С наклонным двусторонним остеклением	Один	3,5	5,2	6,2	2,80	3,8	4,7	2,7	3,6	4,1
	Два	3,2	4,4	5,3	2,50	3,0	4,1	2,3	2,7	3,4
	Три и более	3,0	4,0	4,7	2,35	2,7	3,7	2,1	2,4	3,0
С вертикальным односторонним остеклением	Один	6,4	10,5	15,2	5,1	7,6	10,0	4,90	7,1	8,5
	Два	6,1	8,0	11,0	4,7	5,5	6,6	4,35	5,0	5,5
	Три и более	5,0	9,5	8,2	4,0	4,3	5,0	3,60	3,8	4,1
С наклонным односторонним остеклением	Один	3,8	4,55	6,8	2,9	3,4	4,5	2,50	3,20	3,9
	Два	3,0	4,30	5,7	2,3	2,9	3,5	2,15	2,65	2,9
	Три и более	2,7	3,70	5,1	2,2	2,5	3,1	2,00	2,25	2,5

Таблица Г.8. - Значение коэффициента r_2

Отношение высоты помещения от условной рабочей поверхности до нижней грани остекления $H_{л}$, и к ширине пролета l_1	Значение коэффициента r_2								
	Средневзвешенный коэффициент отражения потолка, стен и пола								
	$\rho_{ср} = 0,5$			$\rho_{ср} = 0,4$			$\rho_{ср} = 0,3$		
	Количество пролетов								
	1	2	3 и более	1	2	3 и более	1	2	3 и более
2	1,7	1,5	1,15	1,6	1,4	1,1	1,4	1,1	1,05
1	1,5	1,4	1,15	1,4	1,3	1,1	1,3	1,1	1,05
0,75	1,45	1,35	1,15	1,35	1,25	1,1	1,25	1,1	1,05
0,5	1,4	1,3	1,15	1,3	1,2	1,1	1,2	1,1	1,05
0,25	1,35	1,25	1,15	1,25	1,15	1,1	1,15	1,1	1,05

Таблица Г.9 - Значение коэффициента $K_{л}$

Тип фонаря	Значение коэф. $K_{л}$
Световые проемы в плоскости покрытия, ленточные	1
Световые проемы в плоскости покрытия, искусственные	1,1
Фонари с наклонным двусторонним остеклением	1,15
Фонари с вертикальным двусторонним остеклением	1,2
Фонари с односторонним наклонным остеклением	1,3
Фонари с односторонним вертикальным остеклением (шеды)	1,4

Таблица Г.10 - Ориентировочные значения коэффициентов отражения поверхностей интерьера помещения

Поверхности интерьера помещения	Коэффициент отражения ρ , %	Поверхности интерьера помещения	Коэффициент отражения ρ , %
Потолок	80...60	Нижняя часть стены (панель) и перегородки	60...40
Железобетонные фермы и балки перекрытия	70...45		
Металлоконструкции	55...40	Пол	40...10
Верхняя часть стены	70...50	Технологическое оборудование	55...25

Таблица Г.11 - Ориентировочные значения коэффициентов отражения потолка ($\rho_{\text{потолка}}$) та стен ($\rho_{\text{стен}}$)

Состояние потолка	$\rho_{\text{потолка}}$, %	Состояние стен	$\rho_{\text{стен}}$, %
Свежепобеленный	80...65	Свежепобеленные с окнами, закрытыми белыми шторами	75...65
Побеленный в сырых помещениях	65...40		
Бетонный чистый	55...45	Свежепобеленные с окнами без штор	55...45
Бетонный грязный	35...25	Бетонные с окнами	35...25
Светлый деревянный (полакированный)	60...45	Оклеены светлыми обоями	40...25
Темный деревянный (неокрашенный)	30...25	Оклеены темными обоями	15...5
Грязный (кузницы, склады угля)	20...10	Кирпичные нештукатуренные	15...10

Таблица Г.12 - Коэффициенты отражения ρ поверхностей с различным цветом окраски

Цвет окрашенной поверхности	Коэффициент отражения ρ , %	Цвет окрашенной поверхности	Коэффициент отражения ρ , %
Белая политура	85	Светло-серая	53
Белая полуматовая	82	Серая алюминиевая	42
Белая слоновая кость	79	Зеленая (цвет шалфея)	41
Кремово-белая	72	Бежевая	38
Светло-розовая	69	Коричневая	23
Светло-желтая	60	Оливково-зеленая	20
Светло-красная	56	Темно-коричневая	15
Голубая	53	Темно-зеленая	10
		Темно-синяя	4

Таблица Г.13 - Значение коэффициента запаса при искусственном освещении (ДБН В.2.5-28-2006)

Тип помещения	Значение коэффициента запаса	
	Лампы накаливания	Газоразрядные лампы
Помещение обычные (менее 1 мг/м ³ пыли)	1,5	1,3
Помещения пыльные (1–5 мг/м ³ пыли)	1,8	1,5
Помещения пыльные (более 5 мг/м ³ пыли)	2,0	1,7
Помещения с особо чистым режимом	1,4	1,2

Таблица Г.14 - Нормы освещенности для кузнечно - прессовых цехов

№	Цех, дильня, рабочее место, операция	Разряд по СНиП	Наименша освітленість, лк						Плоскость, в которой нормируется освещенность
			Люминесцентные лампы			Лампы накаливания			
			Комбинированное освещение		Одно общее освещение	Комбинированное освещение		Одно общее освещение	
			Общее и местное	От общего освещения в горизонтальной плоскости		Общее и местное	От общего освещения в горизонтальной плоскости		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Заготовительное отделение а) место отгрузки б) механические ножницы	V V	- 150	- 100	100 150	- 150	- 30	30 30	горизонтальная -//-
2	Ковочное отделение а) ковочные молоты б) прессы	VII IVa	- -	- -	150 200	- -	- -	50 75	-//- горизонтальная или вертикальная

Продолжение таблицы Г.14

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	в) рычаги, пусковые кнопки, моторные площадки	IVв	–	–	100	–	–	30	–//–
3	Прессовое отделение								
	а) матрицы, пуансоны, стол гибочные машины	IVа	–	–	200	–	–	75	–//–
	б) рычаги, пусковые кнопки, упоры, моторные площадки	IVв	–	–	100	–	–	30	–//–
4	Правильные отделение								
	а) упоры, рычаги, гнезда	IVв	–	–	100	–	–	30	–//–
	б) пуансоны, поверхности деталей	IIIб	400	100	–	400	50	–	–//–
	в) переносные наждачные точила, поверхности обрабатываемых деталей	IIIб	400	100	–	400	50	–	–//–
	г) верстаки браковки, станки контроля	IIIб	1000	100	–	500	50	–	горизонтальная
5	Термические цеха								
	а) места загрузки в печи и выгрузки из них	VII	–	–	150	–	–	50	вертикальная
	б) транспортеры и рольганги	V	–	–	150	–	–	50	горизонтальная
	в) участок работы с кислотами, расплавленными солями, на газовых установках	IVа	–	–	200	–	–	75	–//–
	в) шкалы приборов	IIIг	400	100	–	200	30	–	Горизонтальная или вертикальная

Таблица Г.15 - Коэффициент использования светового потока

$\rho_{ст}$, %	ρ_c , %	Коэффициент использования η , % , при индексе помещения i											
		0,5	0,6	0,8	1	1,25	1,5	2	2,5	3	3,5	4	5
Светильник «Глибовипроминювач»													
70	50	25	31	38	41	43	46	49	52	53	54	55	57
50	30	21	27	34	38	41	43	46	49	51	52	52	54
30	10	19	24	32	36	39	41	44	47	49	50	51	52
Светильник с лампами ДРЛ													
70	50	30	35	44	49	54	58	63	67	69	70	71	72
50	30	24	30	38	43	49	53	59	62	64	66	68	70
30	10	21	26	34	40	45	49	55	59	61	63	65	67
Светильник «Универсаль» без затенения													
70	50	28	34	39	45	48	51	55	59	60	61	62	63
50	30	24	30	35	43	45	48	52	55	57	58	59	60
39	10	21	27	32	41	44	46	50	54	55	56	57	58
Светильник «Люцетта»													
70	50	29	33	41	44	48	51	55	58	60	63	64	65
50	30	22	27	33	37	41	44	48	52	54	57	59	61
39	10	20	25	26	31	34	37	41	45	47	52	54	56

Таблица Г.16 - Светотехнические характеристики источников освещения

Источник освещения	Тип	Параметры	
		Мощность, Вт	Световой поток, лм
Лампы накаливания-	НВ-100	100	1240
	НВ-150	150	1900
	НВ-200	200	2700
	НВ-300	300	4350
	НВ-500	500	8100
	НВ-750	750	13100
Ртутные лампы	ДРЛ-80	80	2000
	ДРЛ-125	125	4800
	ДРЛ-250	250	10000
	ДРЛ-400	400	18000
	ДРЛ-700	700	33000
	ДРЛ-1000	1000	50000
Люминесцент ные лампы	ПТБ-20	20	900
	ЛТБ-40	40	2200
	ЛТБ-80	80	3540
	ЛД-80	80	4070
	ЛБ-80	80	5220

Приложение Д Требования к электробезопасности

Таблица Д.1 - Значение удельного сопротивления грунтов и воды и климатического коэффициента

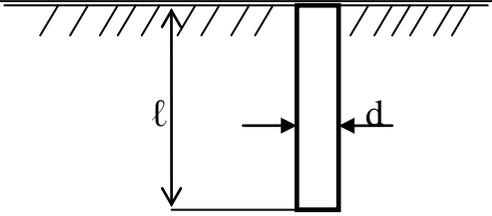
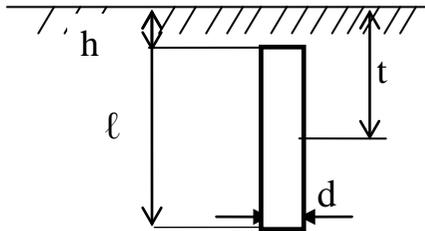
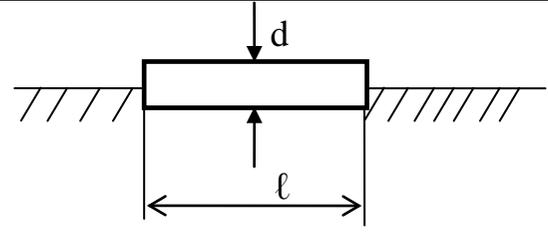
Грунт, вода	Удельное сопротивление, Ом·м			Климатический коэффициент		
	при влажности 10-12% к массе грунта	Пределы колебаний	Рекомендовано для приблизительных расчетов	φ_1	φ_2	φ_3
Глина	40	8...70	60	1,6	1,3	1,2
Гравий, щебень	–	–	2000	–	–	–
Каменный грунт	–	500...800	4000	–	–	–
Песок	700	400...2500	500	2,4	1,56	1,2
Садовая земля	40	30...60	50	–	1,3	1,2
Суглинок	100	40...150	100	2	1,5	1,4
Супесь	300	150...400	300	2	1,5	1,4
Торф	20	10...30	20	1,4	1,1	1
Чернозем	200	9...53	30	–	1,32	1,2
Вода:	–	–	–	–	–	–
– в ручьях	–	10...60	–	–	–	–
– грунтовая	–	20...70	–	–	–	–
– морская	–	0,2...1	–	–	–	–
– прудовая	–	40...50	–	–	–	–
– речная	–	10...100	–	–	–	–

Примечание. φ_1 при большой влажности почвы; φ_2 - при средней влажности почвы; φ_3 - при сухой почве.

Таблица Д.2 - Коэффициенты сезонности

Характеристика климатических зон	Климатические зоны			
	I	II	III	IV
Средняя многолетняя ниже t° (январь)	Від -20°C до -15°C	Від -14°C до -10°C	Від -10°C до -0°C	Від 0°C до +5°C
Средняя многолетняя выше t° (июль)	Від +16°C до +18°C	Від +18°C до +22°C	Від +22°C до +24°C	Від +24°C до +26°C
Среднегодовой уровень осадков, мм	≈ 400	≈ 500	≈ 5000	≈ 300... 500
Продолжительность заморозания вод (дней)	190...170	150	100	0
k_c стержневых заземлителей ($l = 2...3$ м, глубина заземления 0,5 ... 0,8 м)	1,8...2	1,5...1,8	1,4...1,6	1,2...1,4
k_c горизонтальных заземлителей ($l = 2... 3$ м, глубина заземления 0,5 ... 0,8 м)	4,5...7,0	3,5...4,5	2,0...2,5	1,5...2,0
k_c при длине стержней 5 м и глубине заземления 0,7 - 0,8 м	1,35	1,25	1,15	1,1

Таблиця Д.3 – Значення опору розтікання природних заземлювачів

№	Тип заземлителя	Схема	Формула	Дополнительные указания
1	2	3	4	5
1	Трубчатый или стержневой у поверхности почвы		$R_3 = \frac{\rho}{2\pi l} \ln \frac{4l}{d}$	$l \gg d$
2	Трубчатый или стержневой в почве		$R_3 = \frac{\rho}{2\pi l} \left(\ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t+l}{5t-l} \right)$	$t > 5$
3	Горизонтальный круглого сечения (труба, кабель и т.д.) на поверхности почвы		$R_3 = \frac{\rho}{\pi l} \ln \frac{2l}{d}$	$l/H \geq 5$

Продолжение таблицы Д.3

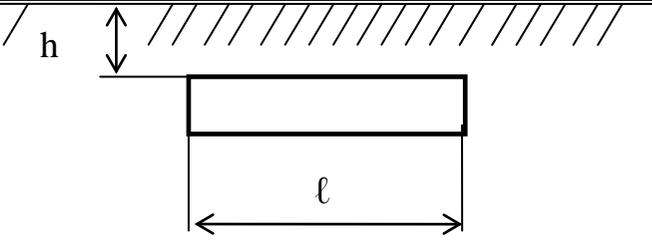
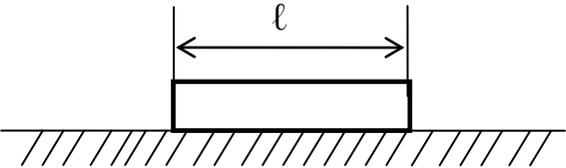
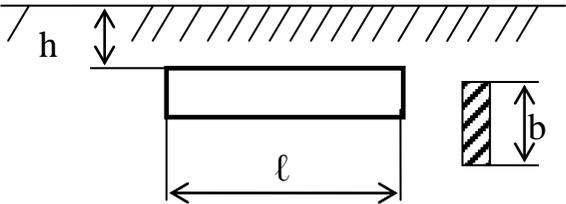
1	2	3	4	5
4	Горизонтальный круглого сечения в почве		$R_3 = \frac{\rho}{2\pi\ell} \ln \frac{\ell^2}{dh}$	$\ell/H \geq 5$
5	Горизонтальный полосный на поверхности почвы		$R_3 = \frac{\rho}{2\pi\ell} \ln \frac{4\ell}{b}$	$\ell \gg d$
6	Горизонтальный - полоса в почве		$R_3 = \frac{\rho}{2\pi\ell} \ln \frac{2\ell^2}{dh}$	$\ell/h \geq 5$

Таблица Д.4 - Коэффициент использования заземлителей, η

Отношение расстояния между трубами (стержнями) к их длине	При расположении в ряд		При расположении по контуру	
	Количество заземлителей	η	Количество заземлителей	η
1	2	0,84...0,87	4	0,66...0,72
	3	0,76...0,80	6	0,58...0,65
	5	0,67...0,72	10	0,52...0,58
	10	0,56...0,62	20	0,44...0,50
	15	0,51...0,56	40	0,38...0,44
	20	0,47...0,50	60	0,36...0,42
	-	-	100	0,33...0,39
2	2	0,90...0,92	4	0,76...0,80
	3	0,85...0,88	6	0,71...0,75
	5	0,79...0,83	10	0,66...0,71
	10	0,72...0,77	20	0,61...0,66
	15	0,66...0,73	40	0,55...0,61
	20	0,65...0,70	60	0,52...0,58
	-	-	100	0,49...0,55
3	2	0,93...0,95	4	0,84...0,86
	3	0,90...0,92	6	0,78...0,82
	5	0,85...0,88	10	0,74...0,78
	10	0,79...0,83	20	0,68...0,73
	15	0,76...0,80	40	0,64...0,69
	20	0,74...0,79	60	0,62...0,67
	-	-	100	0,59...0,65

Таблица Д.5 - Коэффициент использования шины, μ

Отношение расстояния между заземлителями к их длине	Количество заземлителей					
	4	8	10	20	30	50
1	2	3	4	5	6	7
При расположении шины в ряд стержней						
1	0,77	0,67	0,62	0,42	0,31	0,21
2	0,89	0,79	0,75	0,66	0,46	0,36
3	0,92	0,85	0,82	0,68	0,58	0,49
При расположении шины по контуру						
1	0,45	0,36	0,34	0,27	0,24	0,21
2	0,55	0,43	0,40	0,32	0,30	0,23
3	0,70	0,60	0,56	0,45	0,41	0,37

Приложение Е

Требования к пожарной безопасности

Таблица Е.1 – Характеристика категории помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности

Категория помещений	Характеристика веществ и материалов, находящихся в помещении
А Взрывопожароопасная	Горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28°C в таком количестве, что могут образовываться взрывоопасные парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа. 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
Б Взрывопожароопасная	Горючие пыли или волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28°C, горючие жидкости в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные пылевоздушные или парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа
В Пожароопасная	Легковоспламеняющиеся, горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть при условии, что помещения, в которых они находятся или используются, не относятся к категориям А или Б
Г	Негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, иск, пламени; горючие газы, жидкости, твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются как топливо
Д	Негорючие вещества и материалы в холодном состоянии

Таблица Е.2 – Классификация пожаров

Класс пожара	Характеристика веществ и материалов или горящего объекта
А	Твердые вещества, преимущественно органического происхождения, горение которых сопровождается тлением (дерево, текстиль, бумага)
В	Горючие жидкости или твердые вещества, которые расплавляются при нагревании (нефтепродукты, спирты, каучук, стеарин, некоторые синтетические материалы)
С	Горючие газы
Д	Металлы и их сплавы (алюминий, магний, щелочные металлы)
Е	Оборудование под напряжением

Таблица Е.3 – Пенные, порошковые, хладоновые и углекислотные переносные огнетушители [16]

Категория помещения	Площадь, м ²	Класс пожара	Пенные емкостью 10 л	Порошковые емкостью 10 л	Хладоновые емкостью 2 л	Углекислотные емкостью 5 л
А, Б	200	А	2++	1++	–	–
		В	4+	1++	4+	–
		С	–	1++	4+	–
		Д	–	1++	–	–
		Е	–	1++	–	2++
В	400	А	2++	1+	–	2+
		Д	–	1++	–	–
		Е	–	1+	2+	2++
Г	800	В	2+	1+	–	–
		С	–	1+	–	–
Г, Д	1800	А	2++	1+	–	–
		Д	–	1++	–	–
		Е	–	1+	2+	2++

Таблица Е.4 – Воздушно-пенные, комбинированные, порошковые и углекислотные переносные огнетушители [16]

Категория помещения	Площадь, м ²	Класс пожара	Воздушно-пенные емкостью 100 л	Комбинированные емкостью 100 л	Порошковые емкостью 100 л	Углекислотные емкостью 80 л
А, Б, В	500	А	1++	1++	1++	3+
		В	2+	1++	1++	3+
		С	–	1+	1++	3+
		Д	–	–	1++	–
		Е	–	–	1+	1++
В	800	А	1++	1++	1++	2+
		В	2+	1++	1++	3+
		С	–	1+	1++	3+
		Д	–	–	1++	–
		Е	–	–	1+	1+

Примечание. Знак «++» означает огнетушители, которые рекомендуются для оснащения объектов; знак «+» означает огнетушители, использование которых разрешается при отсутствии рекомендованных огнетушителей; знак «–» означает огнетушители, которые не допускаются для оснащения объектов.

Приложение Ж
Безопасность при чрезвычайных ситуациях

Таблица Ж.1 – Варианты заданий для расчета степени устойчивости объекта при взрыве газозооушной смеси

Номер варианта	А, т	Б, м	Номер варианта	А, т	Б, м
1	132	450	36	120	480
2	132	515	37	120	585
3	132	690	38	104	475
4	100	405	39	104	580
5	100	545	40	112	425
6	100	780	41	112	515
7	124	510	42	112	615
8	124	580	43	138	480
9	116	470	44	138	545
10	116	575	45	138	720
11	100	455	46	115	435
12	100	560	47	115	575
13	100	790	48	106	485
14	108	405	49	106	590
15	108	495	50	114	435
16	108	595	51	114	525
17	134	525	52	114	625
18	105	415	53	135	485
19	105	555	54	135	550
20	126	520	55	135	725
21	126	590	56	105	445
22	118	475	57	105	585
23	118	580	58	120	550
24	102	465	59	120	68
25	102	570	60	115	495
26	110	415	61	115	730
27	110	505	62	108	495
28	110	605	63	108	600
29	136	535	64	116	455
30	136	710	65	116	535
31	110	425	66	116	635
32	110	565	67	137	495
33	110	800	68	137	560
34	128	530	69	116	505
35	128	600	70	116	610

Таблица Ж.2 – Степени разрушения элементов объекта при различных избыточных давлениях фронта ударной волны, кПа

№ п/п	Элементы объекта	Разрушения			
		слабые	средние	сильные	полные
1	2	3	4	5	6
1 Производственные, административные и жилые здания					
1	Массивные промышленные здания с металлическим каркасом и крановым оборудованием грузоподъемностью 25...50 т	20...30	30...40	40...50	50...70
2	То же, с крановым оборудованием грузоподъемностью 60...100 т	20...40	40...50	50...60	60...80
3	Бетонные и железобетонные здания и здания антисейсмической конструкции	25...35	80...120	150...200	200
4	Здания с легким металлическим каркасом и бескаркасной конструкции	10...20	20...30	30...50	50...70
5	Промышленные здания с металлическим каркасом и бетонным заполнением с площадью остекления около 30%	10...20	20...30	30...40	40...50
6	Многоэтажные железобетонные здания с большой площадью остекления	8...20	20...40	40...90	90...100
7	Промышленные здания с металлическим каркасом и сплошным хрупким заполнением стен и крыши	10...20	20...30	30...40	40...50
8	Здания из сборного железобетона	10...20	20...30	-	30...60
9	Кирпичные бескаркасные промышленно-вспомогательные здания с перекрытием из железобетонных сборных плит (1- и 2-этажные)	10...20	20...35	35...45	45...60

Продолжение таблицы Ж.2

1	2	3	4	5	6
10	То же, с перекрытием из деревянных элементов	8...15	15...25	25...35	35
11	Складские каменные здания	10...20	20...30	30...40	40...50
12	Административные многоэтажные здания с металлическим или железобетонным каркасом	20...30	30...40	40...50	50...60
13	Каменные малоэтажные здания (1–2 этажа)	8...15	15...25	25...35	35...45
14	Каменные многоэтажные здания (3 этажа и больше)	8...12	12...20	20...30	30...40
15	Доменные печи	20	40	80	100
16	Остекление зданий из армированного стекла	1...1,5	1,5...2	2...5	-
17	Остекление зданий обычное	0,5...1	1...1,5	1,5...3	-
2 Некоторые виды оборудования					
1	Станки тяжелые	25...40	40...60	60...70	-
2	Станки средние	15...25	25...35	35...45	-
3	Станки легкие	6...12	12...50	15...25	-
4	Краны и крановое оборудование	20...30	30...50	50...70	70
5	Подъемно-транспортное оборудование	20...50	50...60	60...80	80
6	Кузнечно-прессовое оборудование	50...100	100...150	150...200	-
7	Гибкие шланги для транспортировки сыпучих материалов	7...15	15...25	25...35	35...45
8	Электродвигатели мощностью до 2 кВт открытые	20...40	40...50	-	50...80
9	То же герметичные	30...50	50...70	-	80...100
10	Электродвигатели мощностью от 2 до 10 кВт открытые	30...50	50...70	-	80...100

Продолжение таблицы Ж.2

1	2	3	4	5	6
11	То же герметичные	40...60	60...75	-	75...110
12	Электродвигатели мощностью 10 кВт и больше открытые	50...60	60...80	-	80...120
13	Электродвигатели мощностью 10 кВт и больше герметичные	60...70	70...80	-	80...120
14	Трансформаторы от 100 до 1000 кВт	20...30	30...50	50...60	60
15	Генераторы на 100...300 кВт	10...25	25...35	35...50	50...70
16	Открытые распределительные устройства	15...25	25...35	-	-
17	Масляные выключатели	5...6	6...10	10...20	20...40
18	Контрольно-измерительная аппаратура	5...10	10...20	20...30	30
19	Магнитные пускатели	20...30	30...40	40...60	-
20	Гибкие шланги для сыпучих материалов	7...15	15...25	25...35	35...45
21	Ленточные конвейеры на железобетонных эстакадах	5...6	6...10	10...20	20...40
22	Стеллажи	10...25	25...35	35...50	50...70
3 Коммунально-энергетические сети					
1	Трансформаторные подстанции закрытого типа	30...40	40...60	60...70	70...80
2	Кабельные подземные линии	200...300	300...600	600...1000	1500
3	Кабельные наземные линии	10...30	30...50	50...60	60
4	Воздушные линии высокого напряжения	25...30	30...50	50...70	70
5	Воздушные линии низкого напряжения	20...60	60...100	100...160	160
6	Подземные чугунные и керамические трубопроводы	200...600	600...1000	1000...1200	1200

Продолжение таблицы Ж.2

1	2	3	4	5	6
7	Трубопроводы, углубленные на 20 см	150...200	250...300	500	-
8	Трубопроводы наземные	20...50	50...130	130	-
9	Трубопроводы на металлических или железобетонных эстакадах	20...30	30..... 40	40...50	-
10	Котельная	7...13	13...25	25...35	35...45
11	Подземные стальные трубопроводы диаметром до 350 мм	600...1000	1000...1500	1500...2000	2000
12	То же самое, диаметром более 350 мм	200...350	350...600	600...1000	1000
13	Водопровод заглубленный	100...200	200...1000	1000...1500	1500
14	Подземные резервуары	20...50	50...100	100...200	200
15	Частично углубленные резервуары	40...50	50...80	80...100	100
16	Наземные резервуары	30...40	40...70	70...90	90
17	Металлические вышки	20...30	30...50	50...70	70
4 Транспорт					
1	Грузовые автомобили	20...30	30...50	55...65	65
2	Легковые автомобили	10...20	20...30	30...50	50
3	Гусеничная техника	30...40	40...80	80...100	100
4	Шоссейные дороги	120...300	300...1000	1000...2000	2000
5	Железнодорожные пути	100...150	150...200	200...300	300...500
6	Передвижной железнодорожный состав	30...40	40...80	80...100	100...200
7	Металлические мосты с прогоном 30..45 м	50...100	100...150	150...200	200
8	Металлические мосты с з прогоном 45...100 м	40...80	80...100	100...150	150...200

Учебное издание

**«ОХРАНА ТРУДА»
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К ВЫПОЛНЕНИЮ РАЗДЕЛА
В ДИПЛОМНОМ ПРОЕКТЕ**

**для студентов специальностей ОМД, ОТПФКМ
всех форм обучения**

Составитель МАРЧЕНКО Инна Леонидовна

По авторской редакции

Компьютерная верстка А. С. Орда

2011. Формат 60x84/16. Ум. печать. л. .
Обл.-вид. л. . Тираж пр. Зам. №

Издатель и изготовитель
Донбасская государственная машиностроительная академия
84313, г. Краматорск, ул. Шкадинова, 72.
Свидетельство субъекта издательского дела
серия ДК № 1633 от 24.12.2003