



**Г.В. ПАЧУРИН,
А.Б. ЕЛЬКИН,
И.Г. ТРУНОВА,
А.А. ФИЛИППОВ**

БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ В МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

Под общей редакцией *Г.В. Пачурина*

*Рекомендовано УМО РАЕ по классическому университетскому
и техническому образованию в качестве учебного пособия для студентов
высших учебных заведений, обучающихся по направлениям подготовки
15.04.01 «Машиностроение», 15.04.05 «Конструкторско-технологическое
обеспечение машиностроительных производств», 15.04.04 «Автоматизация
технологических процессов и производств»*

Электронно-
Библиотечная
Система
znanium.com

Москва
ИНФРА-М
2020

Рецензенты:

Н.А. Кузьмин, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Автомобильный транспорт», Нижегородский государственный технический университет им Р.Е. Алексеева

С.М. Шевченко, кандидат технических наук, доцент, Нижегородский государственный педагогический университет им. К. Минина

Б **Безопасность и экологичность в машиностроительном производстве** : учебное пособие / Г.В. Пачурин, А.Б. Елькин, И.Г. Трунова, А.А. Филиппов ; под общ. ред. Г.В. Пачурина. — Москва : ИНФРА-М, 2020. — 231 с. — (Высшее образование: Магистратура). — DOI 10.12737/981143.

ISBN 978-5-16-014412-2 (print)

ISBN 978-5-16-106925-7 (online)

В учебном пособии рассмотрены основные производственные процессы по обработке металлов, опасные и вредные производственные факторы. Приведены оценка профессионального риска работников основных профессий, мероприятия по обеспечению безопасности технологических процессов в машиностроении, сведения о негативном воздействии производственных процессов на окружающую природную среду, организационно-технические мероприятия по обеспечению безопасности производственных процессов, санитарно-гигиенические мероприятия и меры пожарной безопасности, а также требования к зданиям и сооружениям промышленных предприятий.

Соответствует федеральным государственным стандартам высшего образования последнего поколения и предназначено для студентов вузов, обучающихся по направлениям подготовки магистратуры 20.04.01, 15.04.01, 15.04.04, 15.04.05, 15.04.06, 27.04.03, преподавателей, инженеров и специалистов машиностроительного производства, а также широкого круга читателей, интересующихся проблемами безопасности производственных процессов.

УДК
ББК

Экономическое развитие Российской Федерации требует постоянного увеличения объемов промышленного производства. В стране появляются новые производства, наблюдается рост материально-экономического, энергетического, информационного потенциала производственных комплексов и систем. Применяются наукоемкие, экологичные, материалоемкие и энергоэкономные, ресурсосберегающие технологии, которые связаны с научно-техническим прогрессом и требуют новых, более полных сведений о производственном травматизме и различных опасных производственных факторах, а также переоценки имеющихся и выработки новых критериев оценки и профилактики травматизма.

Современное производство продолжает оставаться источником опасных и вредных производственных факторов. Требуется дальнейшее изучение проблем и причинно-следственных связей травматизма и эффективности производства на данном этапе развития общества. Необходимо решать вопросы профилактики и снижения риска несчастных случаев в условиях производственного процесса.

По информации Министерства здравоохранения РФ, за период с 2013 по 2016 г. в нашей стране было зарегистрировано 25 565 профессиональных заболеваний. В 2016 г. численность пострадавших при несчастных случаях на производстве составила 26,7 тыс. человек, в том числе со смертельным исходом 1,29 тыс. человек. Уровень смертельного травматизма достиг 6,2 случаев на 100 тыс. работающих, т.е. он в несколько раз выше, чем в США и странах Евросоюза. Средняя продолжительность жизни в России составляет 71,8 лет, что на 7 лет меньше, чем в США, и на 6,5 лет меньше, чем в Евросоюзе. При этом дополнительные расходы государства на оплату больничных листов по временной нетрудоспособности и семьям в результате летального исхода на производстве составляют ежегодно 4% ВВП. Потери рабочего времени вследствие временной нетрудоспособности в среднем составляют до 49 человеко-дней на одного пострадавшего. Общие потери рабочего времени, согласно экспертным оценкам, составляют около 1,3 млн дней в году.

Всестороннее рассмотрение данной проблемы в масштабах Российской Федерации показало, что структура травматизма отличается постоянством и мало зависит от его уровня. Представляется, что методологической основой профилактики травм является адекватный анализ опасных и вредных производственных факторов,

ISBN 978-5-16-014412-2 (print)
ISBN 978-5-16-106925-7 (online)

© Пачурин Г.В., Елькин А.Б.,
Трунова И.Г., Филиппов А.А., 2020

риска их возникновения. Для разработки профилактических мероприятий по снижению травматизма необходимо располагать достоверными данными по конкретному предприятию, цеху, участку с учетом времени получения травмы. В связи с этим требуется грамотно и квалифицированно провести расследование несчастного случая на производстве. В противном случае помимо ошибочных выводов о причинах случившегося и неэффективных мероприятий по устранению последствий могут быть разработаны неадекватные мероприятия по профилактике несчастных случаев.

Уровень производственного травматизма на многих предприятиях в России остается достаточно высоким и вызывает серьезную озабоченность, учитывая постоянный рост травматизма и частоты тяжелых повреждений.

Основными причинами производственного травматизма являются:

- старение и износ основных производственных фондов;
- несовершенство и нарушение технологических процессов;
- неудовлетворительная организация производства работ;
- эксплуатация неисправных механизмов и оборудования;
- ухудшение производственного контроля;
- ухудшение обеспечения средствами индивидуальной и коллективной защиты;
- снижение производственной и технологической дисциплины;
- снижение ответственности работодателей и руководителей производств за состояние условий и охраны труда;
- различные психофизиологические факторы.

В машиностроительном производстве предъявляются все более жесткие требования к эксплуатационным свойствам производимой продукции. Наряду с этим отмечается потребность в снижении затрат, экономии материальных и энергетических ресурсов, снижении рисков безопасности производственных процессов и решении все более острых экологических проблем.

В учебном пособии рассмотрены основные производственные процессы по обработке металлов, опасные и вредные производственные факторы. Приведены оценка профессионального риска работников основных профессий, мероприятия по обеспечению безопасности технологических процессов в машиностроении, сведения о средствах защиты от механического травмирования, негативном воздействии производственных процессов на окружающую природную среду, методика расчета загрязнения атмосферного воздуха при обработке металлов резанием, а также организационно-технические мероприятия по обеспечению безопасности про-

изводственных процессов, санитарно-гигиенические мероприятия и меры пожарной безопасности, безопасной эксплуатации грузоподъемного оборудования и сосудов, работающих под давлением, на предприятиях машиностроения, требования к зданиям и сооружениям промышленных предприятий.

В результате освоения материала учебного пособия обучающиеся должны:

- **приобрести:** способность самостоятельно получать знания, используя различные источники информации; способность анализировать, оптимизировать и применять современные информационные технологии при решении научных задач;
- **знать:** мероприятия по защите производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, специфику опасностей техногенного и антропогенного характера, опасные и вредные факторы производственной (рабочей) среды и их действие на человека; способы защиты человека от вредных и опасных производственных факторов; основы пожарной безопасности; основы электробезопасности; правовые основы охраны труда;
- **уметь:** использовать средства индивидуальной и коллективной защиты; разрабатывать мероприятия по защите персонала при ликвидации последствий аварий; проводить анализ и давать оценку действующих опасных и вредных производственных факторов, применять нормативные документы для их оценки; выполнять инженерные расчеты по защите персонала от действующих опасных и вредных производственных факторов;
- **владеть:** навыками применения основных методов защиты производственного персонала от возможных последствий аварий; профилактическими мерами для снижения уровня действующих опасностей различного вида и их последствий в профессиональной деятельности; навыками проектирования и эксплуатации систем обеспечения безопасности технологических процессов для снижения уровня действующих опасностей различного вида и их последствий в профессиональной деятельности.

Учебное пособие может быть использовано при подготовке магистерских диссертаций.

Глава 1

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

О ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ

1.1. ТОКАРНАЯ ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ

Способы обработки металлов, основанные на удалении припуска и превращении его в стружку, связаны с понятием «резание металла». Процесс резания возможен при наличии основных движений: главного движения — вращения заготовки и поступательного движения инструмента, называемого подачей.

При действии на резец усилия его режущая кромка врезается в заготовку и отделяет слой металла от основной массы в виде стружки. Слой металла, срезаемый при обработке, называется припуском.

При резании различных материалов могут образовываться следующие типы стружек: сливные (непрерывные), скалывания (элементные) и надлома. Типы стружек представлены на рис. 1.1.

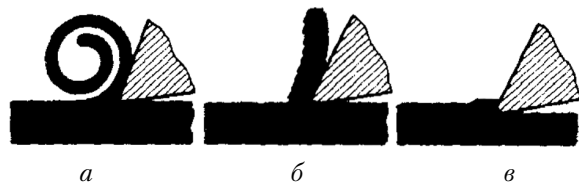


Рис. 1.1. Типы стружек:
а — сливная; б — скалывания; в — надлома

Сливная стружка образуется при резании вязких и мягких металлов (мягкая сталь, латунь) с высокой скоростью. Чем больше скорость резания и вязкость обрабатываемого материала, а также меньше угол резания и толщина среза и выше качество смазочно-охлаждающей жидкости, тем стружка ближе к сливной.

Стружка надлома образуется при резании хрупких металлов (бронзы, чугуны). Такая стружка состоит из отдельных, почти не связанных между собой элементов. Обработанная поверхность при образовании такой стружки получается шероховатой, с большими впадинами и выступами. В определенных условиях, например при обработке чугунов средней твердости, стружка надлома может получиться в виде колец. Сходство ее со сливной стружкой только

внешнее, так как достаточно сжать такую стружку в руке — и она легко разрушится на отдельные элементы.

Стружка скалывания занимает промежуточное положение между сливной стружкой и стружкой надлома и образуется при обработке некоторых сортов латуни и твердых сталей с большими подачами и относительно малыми скоростями резания. При изменении условий резания стружка скалывания может перейти в сливную и наоборот. В целях создания наилучших условий для отвода стружки из зоны резания необходимо обеспечить ее дробление или завивание в спираль определенной длины.

Дробленую стружку в виде колец и полуколец диаметром 10–15 мм и более следует рассматривать как хорошую. Эта стружка, несмотря на то, что занимает меньший объем и легче транспортируется, снижает стойкость инструмента. Мелкодробленая стружка рассматривается как удовлетворительная. Помимо снижения стойкости резцов такая стружка, разлетаясь во все стороны, попадает на поверхности станка, нарушает нормальную работу его узлов.

Формирование стружки в виде непрерывной спирали, прямой ленты и путаного клубка не удовлетворяет требованиям обработки деталей на станках и поэтому должно быть исключено. При некоторых условиях резания на переднюю поверхность режущей кромки налипает обрабатываемый материал, образуя нарост. Он имеет клиновидную форму, по твердости в 2–3 раза превышает твердость обрабатываемого металла. Являясь как бы продолжением резца, нарост изменяет его геометрические параметры: участвует в резании металла, влияет на результаты обработки, изнашивает резец. При обработке нарост периодически разрушается (скалывается) и вновь образуется. Часть его уходит со стружкой, а часть остается вдавненной в обработанную поверхность (рис. 1.2).

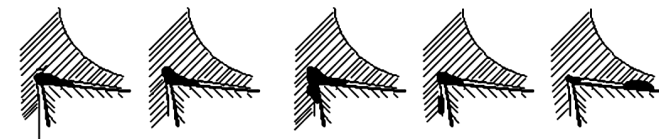


Рис. 1.2. Образование и срыв нароста

Отрыв частиц нароста происходит неравномерно по длине режущего лезвия, что приводит к мгновенному изменению глубины резания. Эти явления, повторяющиеся периодически, ухудшают качество обработанной поверхности, так как она оказывается усыпанной неровностями. С увеличением пластичности обрабатыва-

емого металла размеры нароста возрастают. При обработке хрупких материалов, например чугуна, нарост может и не образоваться.

В процессе токарной обработки выполняются следующие виды работ:

- токарная обработка и доводка сложных деталей и инструментов с большим числом переходов по 6–7 квалитетам;
- обтачивание наружных и внутренних фасонных поверхностей;
- токарная обработка длинных валов и винтов с применением нескольких люнетов;
- нарезание и накатка многозаходных резьб различного профиля и шага;
- выполнение операций по доводке инструмента, имеющего несколько сопрягающихся поверхностей;
- токарная обработка сложных крупногабаритных деталей и узлов на универсальном оборудовании;
- токарная обработка новых и переточка выработанных прокатных валков с калибровкой сложного профиля.

Производственный процесс включает в себя отдельные циклы: начиная с момента запуска исходных материалов и полуфабрикатов в производство до полного изготовления и сдачи продукции.

Технологический процесс механической обработки заготовок делится на составные части (технологические операции).

Технологической операцией называют законченную часть технологического процесса, выполняемую на одном рабочем месте и охватывающую все действия рабочего по обработке детали до перехода к следующей. Кроме того, есть ряд других операций, которые используются в процессе обработки заготовки, такие как установ, технологический переход, вспомогательный переход, рабочий ход, вспомогательный ход. Все эти операции — неотъемлемые составляющие токарной обработки.

Установ — это часть технологической операции, выполняемой при неизменном закреплении обрабатываемого изделия. Обработка детали за два установка представлена на рис. 1.3, за три перехода — на рис. 1.4.

Технологический переход — законченная часть технологической операции, выполняемая одними и теми же средствами технологического оснащения при постоянных технологических режимах и установке.

Вспомогательный переход — законченная часть технологической операции, состоящая из действий человека или оборудования, которые не сопровождаются изменением свойств предмета труда, но необходимы для выполнения технологического перехода.

Например, при черновой обточке вала резец возвращается в исходное положение, совершая вспомогательный ход.

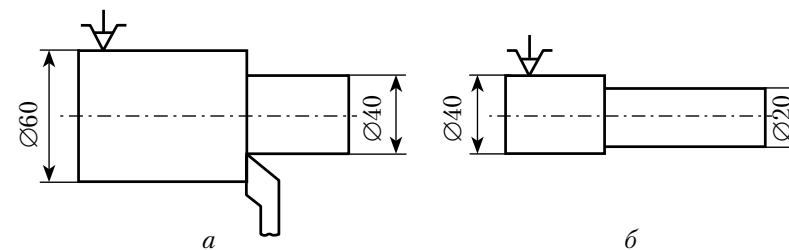


Рис. 1.3. Обработка детали за два установка:

a — обработка цилиндрической поверхности Ø40;
б — обработка цилиндрической поверхности Ø30

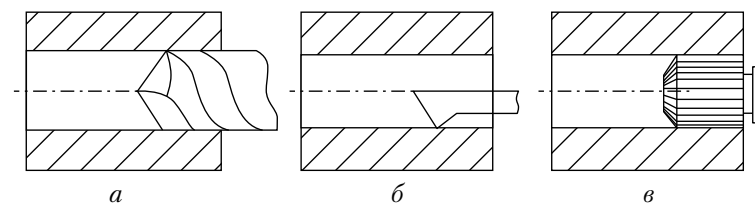


Рис. 1.4. Обработка отверстия за три перехода:

a — сверление; *б* — растачивание; *в* — развертывание

Рабочий ход — законченная часть технологического перехода, состоящая из однократного перемещения инструмента относительно заготовки, сопровождаемого изменением формы, размеров, качества поверхности и свойств заготовки. Рабочий ход представляет собой непрерывное срезание одного слоя заготовки. Например, на токарном станке — обработка вала на проход.

1.2. РЕЗКА МЕТАЛЛОВ

На сегодняшний день существует несколько видов резки листовых материалов: плазменная, механическая, лазерная и гидроабразивная. Рассмотрим достоинства и недостатки каждого метода.

Плазменная резка. Принцип работы оборудования плазменной резки основан на свойствах плазменной дуги местно расплавлять и удалять материал с места разреза. При этом используется постоянный ток прямого действия. Главным преимуществом плазменной резки является возможность обеспечения высокой скорости резки металла (2 м/мин при резке стального листа толщиной 20 мм).

К недостаткам можно отнести низкое качество реза, риск появления микротрещин, оплавлений, выброс в рабочую зону аэрозолей преимущественно фиброгенного действия (АПФД).

Механическая резка — это резка, во время которой применяются физический труд или специальные механические приспособления (специальные резаки). Достоинствами механической резки являются высокое качество среза и его высокая точность, возможность резки металла под углом и небольшие потери металла при его обработке. Основным недостатком механической резки металла заключается в том, что все ее способы позволяют выполнять разрез только по прямой линии. В том случае, если требуется раскрой металла по сложной криволинейной траектории, этот вид резки применить невозможно. Кроме того, к недостаткам механической резки можно отнести и не слишком высокую производительность труда, а также недостаточно большую глубину пропила.

Лазерная резка считается высокотехнологичным методом. Принцип ее действия основан на способности лазерного луча нагревать и расплавлять обрабатываемый материал. Мощность лазерного луча можно корректировать в зависимости от плотности материала. Что же касается резки металла, то лазер может справиться с ним лишь в случаях, когда толщина металла не превышает 20 мм. При этом лазерная резка имеет минусы, схожие с особенностями плазменной резки: служит причиной обгорания, оплавления на разрезаемых кромках, создает напряжения, микротрещины и структурные изменения в обрабатываемых материалах.

Гидроабразивная резка — единственный вид резки, технология которой предусматривает использование воды. Гидроабразивная резка основана на обработке материала сильной струей воды с абразивными частицами, скорость которой может составлять до 900 м/мин благодаря микроотверстиям размером всего 0,2 мм. В этом и состоит секрет превращения энергии, при котором кинетика струи переходит в механическую силу резки материала.

К достоинствам гидроабразивной резки можно отнести то, что:

- метод гидроабразивной резки подходит для всех материалов;
- она характеризуется высокой степенью безопасности — в процессе резки удаляются лишь пылеобразные частицы;
- метод не подразумевает термообработки;
- в процессе гидроабразивной резки образуется разрез шириной 1 мм с минимумом отходов;
- метод не требует частой заточки инструмента;
- она не требует специально оборудованных рабочих мест и жесткого закрепления деталей в силу минимальных касательных усилий;

- скорость данного способа резки можно регулировать, благодаря чему область его применения чрезвычайно широка;
- особенности метода позволяют использовать его при резке сложных контуров, эффективно расходуя обрабатываемый материал.

Недостатками гидроабразивной резки являются:

- высокая потребность в комплектующих в силу их ограниченного ресурса (в частности, режущей головки);
- низкая скорость обработки тонколистовой стали.

Гидроабразивный способ имеет массу возможностей; его можно довольно гибко перестраивать под цели осуществления тех или иных рабочих процессов. Дополнительными плюсами являются отсутствие необходимости в нагреве и, как следствие, отсутствие риска появления микротрещин, оплавлений, обгораний, а также структурных изменений, высокое качество разреза, удовлетворительные экологические характеристики и исключение фактора воздействия АПДФ на рабочего, что является важным в связи с улучшением условий труда обслуживающего персонала.

1.3. ХОЛОДНАЯ ШТАМПОВКА

Холодная штамповка представляет собой один из видов обработки металлов давлением, при котором металл деформируется пластически в холодном состоянии. По сравнению с горячей штамповкой холодная имеет ряд преимуществ: нет операции нагрева металла, поверхностный слой металла не окисляется (не образуется окалина), изделия получаются более точными по размерам и с меньшей шероховатостью поверхности.

В зависимости от вида исходного материала и типа изделия холодная штамповка может быть листовой или объемной.

Листовая штамповка применяется для изготовления деталей из листового материала, например деталей автомобилей, самолетов, вагонов, химических аппаратов, электроприборов, многих бытовых изделий.

Холодной объемной штамповкой изготавливают изделия из объемных заготовок — главным образом из пруткового материала. Объемной штамповкой получают крепежные детали, шарики, ролики, кольца подшипников, многие детали автомобилей, самолетов. Наибольший эффект от применения холодной листовой штамповки может быть обеспечен при комплексном решении технических вопросов на всех стадиях подготовки производства начиная с создания технологических конструкций или форм деталей, допускающих их экономичное изготовление.

Холодная листовая штамповка объединяет большое количество разнообразных операций, которые могут быть систематизированы по технологическим признакам.

По характеру деформаций холодную штамповку подразделяют на две основные группы:

- деформация с разделением материала;
- пластические деформации.

Первая группа объединяет деформации, которые приводят к местному разведению материала путем среза и отделения одной его части от другой. Группа пластических деформаций холодной листовой штамповки включает операции по изменению формы гнутых и полых листовых деталей.

Выделяют четыре основных вида деформаций холодной листовой штамповки:

- резка — отделение одной части материала от другой по замкнутому или незамкнутому контуру;
- гибка — превращение плоской заготовки в изогнутую деталь;
- вытяжка — превращение плоской заготовки в полую деталь любой формы или изменение ее размеров;
- формовка — изменение формы детали или заготовки путем местных деформаций различного характера.

Каждый из основных видов деформаций холодной штамповки подразделяется на ряд отдельных операций, имеющих свою специфику и назначение, а также определенный тип штампа.

Рассмотрим подробнее такие операции холодной штамповки, как вырубка, пробивка отверстий, гибка и неглубокая вытяжка.

Вырубка (высечка штампом) — это процесс, при котором продукция разрезается по определенному шаблону. Вырубка производится с помощью высекального инструмента (штампа).

Достоинством вырубки является ее максимально низкая энергоемкость на единицу обрабатываемого материала по сравнению с такими видами обработки резанием, как точение, фрезерование, шлифование и др.

Вырубка — наиболее предпочтительная операция, так как отходы от вырубки легче утилизируются и скорость вырубки (производительность) весьма высока.

Пробивка — образование в заготовке сквозных отверстий с удалением материала в отход.

Гибка — образование или изменение углов между частями заготовки или придание ей криволинейной формы (рис. 1.5). Определяющим для этой операции является радиус кривизны r . При малых радиусах гибки происходит разрыв наружных волокон ма-

териала. Значение радиуса кривизны зависит от механических свойств металла, толщины заготовки, направления линии изгиба относительно направления прокатки и других факторов.

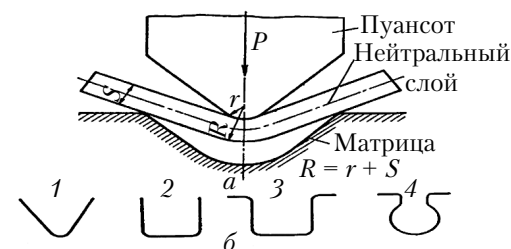


Рис. 1.5. Операции гибки:

a — схема процесса: P — усилие гибки; R и r — наружный и внутренний радиусы гибки; S — толщина материала; b — виды гибки: 1 — одноуголовая, V-образная; 2 — двухуголовая, U-образная; 3 — четырехуголовая, 4 — с круглым элементом

В месте изгиба слои металла, расположенные с внутренней стороны, сжимаются, а слои металла, расположенные с наружной стороны, растягиваются в продольном направлении. В месте изгиба форма поперечного сечения нешироких и достаточно толстых полос искажается.

Гибка осуществляется в результате упругопластической деформации, при которой пластической деформации предшествует значительная упругая деформация. В результате упругой деформации растянутые и сжатые слои стремятся возвратиться в исходное положение. Вследствие этого форма детали после гибки не будет соответствовать форме штампа на величину угла упругой деформации.

При малых радиусах гибки в процессе штамповки возможны образование трещин или разрыв заготовки. Ориентировочные значения минимально допустимых радиусов гибки представлены в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Ориентировочные минимально допустимые радиусы гибки в долях от толщины S материала

Направление линии гибки	Материалы					
	Al, Cu, латунь Л 62	сталь 10, сталь 20	сталь 55, дюралюмин мягкий	сталь 65, сталь 70	бронза, дюралюмин закаленный	
Волокна проката	Поперек	0	0,1	0,5	1,0	2,0
	Вдоль	0,4	0,5	1,5	2,0	3,5

Вытяжка — образование полой заготовки или изделия из плоской или полой исходной заготовки. Вытяжкой получают полые полуфабрикаты. При данной операции толщина заготовки несколько изменяется, края заготовки получаются неровными. Это объясняется тем, что металл в разных направлениях относительно расположения волокон течет неравномерно. Эти неровности после вытяжки обрезают.

Контрольные вопросы

1. Какие типы стружек могут образовываться при резке различных материалов?
2. Какие виды работ выполняются в процессе токарной обработки?
3. Назовите основные преимущества гидроабразивной резки.
4. В чем отличие вырубки от пробивки?
5. Возможно ли образование трещин или разрыв заготовки в процессе штамповки?
6. Что такое вытяжка?

Глава 2

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ОПАСНЫХ И ВРЕДНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ФАКТОРОВ

2.1. АНАЛИЗ ОПАСНЫХ И ВРЕДНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ФАКТОРОВ В МЕХАНИЧЕСКИХ ЦЕХАХ

Классификация и терминология опасных и вредных производственных факторов установлена ГОСТ 12.0.003–2015 «ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация».

По происхождению опасные и вредные факторы подразделяются на факторы производственной среды и факторы трудового процесса. Неблагоприятные производственные факторы делятся на вредные, приводящие к заболеванию и на опасные, приводящие к травме (смерти). Опасные и вредные производственные факторы бывают физическими, химическими, биологическими, психофизиологическими и социально-экономическими.

В процессе обработки металлов на металлорежущих станках возникает ряд физических, химических, психофизиологических и биологических опасных и вредных производственных факторов.

К физическим факторам относятся острые кромки, заусенцы, шероховатость поверхности заготовок, инструментов, оборудования, движущиеся части производственного оборудования, передвигающиеся изделия и заготовки, отлетающая стружка обрабатываемых материалов, осколки инструментов, высокая температура поверхности обрабатываемых деталей и инструмента. Так, при обработке хрупких материалов (чугуна, латуни, бронзы, графита, карболита, текстолита и др.) на высоких скоростях резания стружка от станка разлетается на значительное расстояние (3–5 м).

Металлическая стружка, особенно при точении вязких металлов (сталей), имеющая высокую температуру (400–600 °С) и большую кинетическую энергию, представляет серьезную опасность не только для работающего на станке, но и для лиц, находящихся вблизи станка. Наиболее распространенными у станочников являются травмы глаз. Так, в общем числе производственных травм количество случаев повреждения глаз при токарной обработке превышает 50%, при фрезеровании составляет 10%, при заточке инструмента и шлифовании — около 8%. Глаза повреждаются отлетающей стружкой, пылевыми частицами обрабатываемого материала, осколками режущего инструмента и частицами абразива.

Травмоопасными являются режущие инструменты, особенно быстро вращающиеся фрезы, сверла, абразивные круги. Они могут нанести травму при случайном соприкосновении с ними в процессе работы, в случае захвата ими одежды, а также в случаях внезапного их разрушения (разрыв шлифовального или заточного круга, дисковой фрезы, вылет вставных ножей торцовых фрез и т.д.)

Опасность представляют приспособления для закрепления обрабатываемой детали, особенно поводковые и кулачковые патроны, планшайбы карусельных станков, обрабатываемые детали, быстро вращающиеся заготовки, приводные и передаточные механизмы станка, ходовые винты, ременные, цепные и зубчатые передачи.

Для процесса обработки металлов характерны также: повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны; высокий уровень шума и вибрации; недостаточная освещенность рабочей зоны; наличие прямой и отраженной блескости; повышенная пульсация светового потока. При отсутствии средств защиты запыленность воздушной среды в зоне дыхания станочников при точении, фрезеровании и сверлении хрупких материалов может превышать предельно допустимые концентрации. При точении латуни и бронзы количество пыли в воздухе помещения относительно невелико (14,5–20,0 мг/м³). Однако некоторые сплавы (латунь ЛЦ40С и бронза БрОЦС 6–6–3) содержат свинец, поэтому токсичность пыли, образующейся при их точении, следует оценивать с учетом количества в сплаве свинца. Размер пылевых частиц в зоне дыхания колеблется в широком диапазоне — от 2 до 60 мкм. При обработке латуни, бронзы, карболита, графита на высоких скоростях резания (300–400 м/мин) количество пылевых частиц размером до 10 мкм составляет 50–60% от общего их числа.

В процессе механической обработки полимерных материалов происходят механические и физико-химические изменения их структуры (термоокислительная деструкция). При работе режущим тупым инструментом происходит интенсивное нагревание, вследствие чего пыль и стружка переходят в парообразное и газообразное состояние, а иногда возникает воспламенение материала, например при обработке текстолита.

Санитарно-гигиенические условия труда определяются наличием в воздухе производственного помещения вредных токсичных веществ: масляного аэрозоля (с концентрацией в воздухе рабочей зоны на рабочих местах до 2,7...8,4 мг/м³), из смазочных материалов (минеральных масел, масел животного происхождения,

воска, эмульсий, консистентных смазочных материалов, синтетических масел, графитных смазочных материалов и др.).

В процессе штамповки изделий в помещения цеха, кроме того, поступают пылевидные частицы окалина и графита, сдуваемые сжатом воздухом с поверхности матриц, штампов и поковок, при этом их концентрация в воздухе рабочей зоны составляет 3,9...4,1 мг/м³, а за прессами может достигать 22...138 мг/м³ (при отсутствии местных отсосов).

Опасные и вредные факторы, обладающие свойствами химического воздействия на организм человека, проникающие через органы дыхания, желудочно-кишечный тракт, кожные покровы, оказывают токсическое, раздражающее, сенсibiliзирующее и канцерогенное действие.

Продукты термоокислительной деструкции (предельные и непредельные углеводороды, а также ароматические углеводороды) могут вызывать наркотическое опьянение, изменения со стороны центральной нервной системы, сердечно-сосудистой системы, внутренних органов, а также кожно-трофические нарушения. Аэрозоль нефтяных масел, входящих в состав смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ), может вызывать раздражение слизистых оболочек верхних дыхательных путей, способствовать снижению иммунологической реактивности.

Концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны, образующихся при обработке резанием, не должны превышать предельно допустимых значений. Согласно ГН 2.2.5.3532–18 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны» ПДК в воздухе рабочей зоны составляют: паров масла — 5 мг/м³, пыли (диоксид серы) — 6 мг/м³, аэрозолей железа — 6 мг/м³, аэрозолей СОЖ — 5 мг/м³.

К психофизиологическим вредным производственным факторам процессов обработки материалов резанием можно отнести физическую динамическую нагрузку, перемещение груза вручную при установке, закреплении и съеме крупногабаритных деталей, стереотипные рабочие движения, статическую нагрузку, наклоны корпуса и перемещение в пространстве. Нервно-психические перегрузки обусловлены умственным перенапряжением, перенапряжением анализаторов, монотонностью труда и эмоциональной перегрузкой.

К биологическим факторам относятся болезнетворные микроорганизмы и бактерии, появляющиеся при использовании СОЖ.

В табл. 2.1–2.4 представлены результаты специальной оценки условий труда работников механического цеха.

Таблица 2.1

Гигиеническая оценка условий труда шлифовщика

Наименование факторов производственной среды и трудового процесса		Класс условий труда
Химический		2
Биологический		—
АПФД		3.1
Акустические	Шум	2
	Инфразвук	—
	Ультразвук воздушный	—
	Ультразвук контактный	—
Вибрация общая		2
Вибрация локальная		—
Неионизирующие излучения		—
Ионизирующие излучения		—
Микроклимат		2
Освещение		3.1
Тяжесть труда (трудоого процесса)		3.1
Напряженность труда (трудоого процесса)		—
Общая оценка условий труда		3.2

Таблица 2.2

Гигиеническая оценка условий труда токаря

Наименование факторов производственной среды и трудового процесса		Класс условий труда
Химический		2
Биологический		—
АПФД		2
Акустические	Шум	2
	Инфразвук	—
	Ультразвук воздушный	—
	Ультразвук контактный	—
Вибрация общая		2
Вибрация локальная		—
Неионизирующие излучения		—
Ионизирующие излучения		—

Окончание табл. 2.2

Наименование факторов производственной среды и трудового процесса	Класс условий труда
Микроклимат	2
Освещение	2
Тяжесть труда (трудоого процесса)	3.1
Напряженность труда (трудоого процесса)	—
Общая оценка условий труда	3.1

Таблица 2.3

Гигиеническая оценка условий труда сверловщика

Наименование факторов производственной среды и трудового процесса		Класс условий труда
Химический		2
Биологический		—
АПФД		2
Акустические	Шум	2
	Инфразвук	-
	Ультразвук воздушный	-
	Ультразвук контактный	-
Вибрация общая		2
Вибрация локальная		—
Неионизирующие излучения		—
Ионизирующие излучения		—
Микроклимат		2
Освещение		3.1
Тяжесть труда (трудоого процесса)		3.1
Напряженность труда (трудоого процесса)		—
Общая оценка условий труда		3.1

Таблица 2.4

Гигиеническая оценка условий труда слесаря

Наименование факторов производственной среды и трудового процесса	Класс условий труда
Химический	2
Биологический	—

Окончание табл. 2.2

Наименование факторов производственной среды и трудового процесса		Класс условий труда
АПФД		2
Акустические	Шум	3.1
	Инфразвук	—
	Ультразвук воздушный	—
	Ультразвук контактный	—
Вибрация общая		2
Вибрация локальная		—
Неионизирующие излучения		—
Ионизирующие излучения		—
Микроклимат		2
Освещение		3.1
Тяжесть труда (трудового процесса)		3.1
Напряженность труда (трудового процесса)		—
Общая оценка условий труда		3.2

2.2. МЕХАНИЧЕСКОЕ ТРАВМИРОВАНИЕ РАБОТНИКОВ НА УЧАСТКАХ ХОЛОДНОЙ ШТАМПОВКИ

Большую опасность для рабочих этих профессий представляет механическое травмирование. Под механическим травмированием человека понимают повреждение кожных покровов, мышц, костей, сухожилий, позвоночника, глаз, головы и других частей тела. Причинами такого рода травм являются прежде всего шероховатость поверхности, острые кромки и грани инструмента и оборудования, движущиеся механизмы и машины, незащищенные элементы производственного оборудования, передвигающиеся изделия, материалы, заготовки, разрушающиеся конструкции. Механические травмы могут быть следствием падения с высоты. Возможны травмы глаз твердыми частицами, образующимися при обработке материалов.

С опасностью механического травмирования обслуживающего персонала связано выполнение работ на прессах на участке холодной штамповки.

Степень опасности определяется видом операций, уровнем механизации и автоматизации производства, степенью совершенства конструкции прессового оборудования и технологических про-

цессов. Наиболее травмоопасными в рассматриваемых цехах являются кривошипные прессы. При работе на последних происходит до 60% общего числа несчастных случаев. Основные причины несчастных случаев при эксплуатации прессового оборудования распределяются следующим образом:

- при работе на прессах — конструктивные недостатки штампов (6,2%); несовершенство защитных, оградительных и предохранительных устройств (53,8%);
- при обслуживании молотов — отсутствие специальных и несовершенство имеющихся устройств для забивки клиньев крепления бойка (штампа) к молоту, а также отсутствие или конструктивные недостатки вспомогательных приспособлений (14,6%);
- при обслуживании гильотинных ножниц — отсутствие ограждений, предупреждающих попадание рук под ножи и прижимы, а также отсутствие устройств для отделения листа от стола и подачи его на резку (14,1%).

Кроме того, причинами несчастных случаев являются:

- дефекты механизма пресса: несовершенство конструкций пускового механизма, органов управления и тормозного устройства; недостаточная жесткость станины;
- отсутствие или дефекты предохранительных приспособлений и устройств: несовершенство конструкций ручного инструмента для подачи заготовок и съема отштампованных деталей со штампа; отсутствие предохранителей от перегрузки; отсутствие или несовершенство конструкции ограждения педали; отсутствие или неисправное состояние ограждения привода и движущихся частей пресса; отсутствие приспособления, предотвращающего опускание ползуна при смене или зачистке штампа;
- дефекты штампа: отсутствие устройств, облегчающих укладку заготовок и удаление отштампованных деталей; отсутствие или несовершенство конструкций приспособлений, регулирующих подачу штампуемого материала и фиксирующих положение заготовки; отсутствие устройств, облегчающих транспортировку штампа; недостаточная прочность деталей штампа;
- нарушение технологического процесса: использование заготовок, толщина которых не соответствует заданной по технологии, заготовок с волнистой поверхностью, неровных, с заусенцами, с острыми кромками и др.; укладка в штамп более одной заготовки; штамповка без смазки или с несоответствующей смазкой, что может быть причиной разрыва заготовки.

При заточке режущих инструментов возможны физические вредные и опасные производственные факторы:

- повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека;
- повышенная запыленность воздуха рабочей зоны абразивной пылью;
- вращающийся шлифовальный круг, разрыв шлифовального круга, отрыв эльборосодержащего слоя от корпуса круга, отрыв сегментов от корпуса инструмента.
- повышенная температура поверхностей обрабатываемых инструментов;
- повышенный уровень шума на рабочем месте;
- повышенный уровень вибрации станка и инструмента при заточке;
- недостаточная освещенность рабочей зоны;
- острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях инструментов.

Опасные и вредные производственные факторы на рабочем месте заточника наглядно представлены на рис. 2.1. В табл. 2.5 приведены результаты специальной оценки условий труда заточника.

Таблица 2.5

Гигиеническая оценка условий труда заточника

Наименование факторов производственной среды и трудового процесса		Класс условий труда
Химический		2
Биологический		—
АПФД		3.1
Акустические	Шум	3.2
	Инфразвук	—
	Ультразвук воздушный	—
	Ультразвук контактный	—
Вибрация общая		2
Вибрация локальная		2
Неионизирующие излучения		—
Ионизирующие излучения		—
Микроклимат		2
Световая среда		2
Тяжесть труда		3.1
Напряженность труда		—
Общая оценка условий труда		3.2



Рис. 2.1. Опасные и вредные производственные факторы при заточке режущего инструмента

В заготовительных отделениях характерными травмами рабочих являются повреждения при удалении обвязочной проволоки, ранение отлетающими осколками при ломке заготовок, ушибы заготовками при их перемещении по роликовому конвейеру и концами прутков при резке, порезы рук об острые кромки и заусенцы заготовок. Возможно падение предметов на работающий персонал.

В процессе штамповки в силу специфики конструкции и работы прессового оборудования, которое представляет собой совокупность источников, излучающих значительный суммарный шум и вибрацию, на рабочих местах штамповщиков наблюдаются повышенные уровни звука (до 100...110 дБА и выше). При этом шум

носит выраженный высокочастотный характер и является прерывистым (по большей части импульсным), т.е. наиболее неблагоприятным с точки зрения, воздействия на человека. Превышение уровня звукового давления в области высоких частот может составлять 25...30 дБ. Вибрация общая, технологическая возникает из-за работы мощного стационарного оборудования.

В табл. 2.6 приведены результаты специальной оценки условий труда штамповщика.

Таблица 2.6

Гигиеническая оценка условий труда штамповщика

Наименование факторов производственной среды и трудового процесса		Класс условий труда
Химический		2
Биологический		—
АПФД		3.1
Акустические	Шум	3.2
	Инфразвук	—
	Ультразвук воздушный	—
	Ультразвук контактный	—
Вибрация общая		3.1
Вибрация локальная		—
Неионизирующие излучения		—
Ионизирующие излучения		—
Микроклимат		2
Освещение		3.1
Тяжесть труда (трудоого процесса)		3.1
Напряженность труда (трудоого процесса)		—
Общая оценка условий труда		3.2

Основными источниками опасности поражения электрическим током в механических цехах являются: основное и вспомогательное оборудование, подъемно-транспортные устройства, средства автоматизации и механизации. Применяется оборудование в основном напряжением до 1000 В. Силовая сеть трехфазная с глухозаземленной нейтралью, частота тока — 50 Гц, напряжение в сети — 380/220 В.

2.3. АНАЛИЗ ОПАСНЫХ И ВРЕДНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ФАКТОРОВ В СВАРОЧНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

В механических цехах существует опасность возникновения пожаров. Пожары могут возникнуть в подвальных помещениях, на складах сгораемых материалов или материалов в сгораемой упаковке, стеллажных складах, закрытых электромашинных помещениях. Пожар может возникнуть также при обработке легковоспламеняющихся металлов, например поковок из магния и его сплавов. Магниева пыль, осевшая на металлоконструкции, склонна к самовоспламенению.

Пожарная опасность связана со сваркой в среде углекислого газа плавящимся электродом, сопровождающейся сильным разбрызгиванием металла. Этот вид сварки опасен также по причине возможности возникновения пожара из-за неисправности сварочного оборудования. Так, при неправильном устройстве обратного провода, соединяющего аппарат с изделием, его сопротивление прохождению тока может оказаться выше, чем сопротивление других обходных путей, и тогда часть сварочного тока (так называемый блуждающий ток) протекает по этим новым путям, что приводит к искрению и нагреву участков со значительным переходным сопротивлением. В результате этого может произойти воспламенение горючих материалов, расположенных в зоне прохождения обратного провода.

При проведении сварочных работ в механических цехах имеют место повышенная загазованность воздуха рабочей зоны, излишняя яркость сварочной дуги, высокий уровень ультрафиолетового и инфракрасного излучения.

Сварочные процессы отличаются интенсивными тепловыделениями (лучистыми и конвективными), пылевыведениями, приводящими к большой запыленности производственных помещений мелкодисперсной пылью, и газовыделениями, оказывающими отрицательное действие на работающих. Высокая температура сварочной дуги способствует интенсивному окислению и испарению металла и защитного газа. Эти пары образуют мелкодисперсную пыль, а возникающие при сварке конвективные потоки уносят газы и пыль вверх, приводя к большой запыленности и загазованности производственных помещений. Сварочная пыль — мелкодисперсная, скорость витания ее частиц — не более 0,08 м/с, оседает она незначительно, поэтому распределение ее по высоте помещения в большинстве случаев равномерно, что чрезвычайно затрудняет борьбу с ней. Мелкие частицы пыли (от 2 до 5 мкм), проникающие

глубоко в дыхательные пути, представляют наибольшую опасность для здоровья, пылинки до 10 мкм и более задерживаются в бронхах, также вызывая их заболевания.

Основными компонентами аэрозолей при дуговой сварке сталей в углекислом газе являются окислы железа и марганца. Окислы марганца наиболее опасны и вызывают заболевания нервной системы, легких, печени и крови. Окислы железа при длительном воздействии откладываются в легких и вызывают хроническое заболевание легких — сидероз. Фактические значения концентраций вредных веществ в аэрозолях составляют: Mn — 0,58 мг/м³, Fe₂O₃ — 6,73 мг/м³, CO — 12,6 мг/м³.

Предельно допустимые концентрации в воздухе рабочей зоны вредных веществ, выделяющихся при дуговой сварке, представлены в табл. 2.7.

Таблица 2.7

ПДК в воздухе рабочей зоны вредных веществ, выделяющихся при электродуговой сварке

Наименование вещества	Величина ПДК, мг/м ³ (ПДКм.р./ПДКс.с.)	Преимущественное агрегатное состояние в условиях производства	Класс опасности
Марганец в сварочных аэрозолях при его содержании до 20%	0,6/0,2	Аэрозоль	2
диЖелезо триоксид	6,0	Аэрозоль	4
Углерод оксид	20,0	Газ	4

Примечание. ПДКм.р. — максимальная разовая концентрация вредного вещества; ПДКс.с. — среднесуточная предельно допустимая концентрация.

Условия труда электросварщика по химическому фактору относятся к классу 3.1 — вредные условия труда первой степени. То есть условия труда характеризуются такими отклонениями уровней вредных факторов от гигиенических нормативов, которые вызывают функциональные изменения, восстанавливающиеся, как правило, при более длительном (чем к началу следующей смены) прерывании контакта с вредными факторами и увеличивают риск повреждения здоровья.

В табл. 2.8 приведены результаты специальной оценки условий труда сварщика.

Гигиеническая оценка условий труда сварщика

Наименование факторов производственной среды и трудового процесса		Класс условий труда
Химический		3.1
Биологический		—
АПФД		3.1
Акустические	Шум	2
	Инфразвук	—
	Ультразвук воздушный	—
	Ультразвук контактный	—
Вибрация общая		2
Вибрация локальная		—
Неионизирующие излучения		—
Ионизирующие излучения		—
Микроклимат		2
Освещение		2
Тяжесть труда (трудового процесса)		3.1
Общая оценка условий труда		3.2

Для улучшения условий труда и обеспечения необходимых допустимых параметров воздуха рабочей зоны требуются применение местной вытяжной вентиляции, улучшение гигиенических характеристик сварочных материалов путем изменения их химического состава и сварка в защитной среде.

Дуговая сварка в углекислом газе сопровождается оптическим излучением в ультрафиолетовом (UVC, 100–290 нм), видимом и инфракрасном диапазонах, многократно превышающих физиологически переносимую глазом человека величину.

Ультрафиолетовое излучение прежде всего действует на глаза, вызывая повреждение роговицы, хрусталика и сетчатки. При незначительном содержании ультрафиолета (при естественном солнечном освещении например) он поглощается хрусталиком и внутриглазной жидкостью и практически не достигает сетчатки. При сварке интенсивность УФ-излучения значительно превышает естественный уровень, поэтому часть его достигает сетчатки глаза, вызывая фотохимические повреждения. Сетчатка имеет ограни-

ченную способность к восстановлению, и длительное ее облучение приводит к необратимым последствиям и потере зрения. УФ-излучение вызывает также ожоги роговицы глаза и раздражение кожи.

Инфракрасное излучение, особенно длинноволновое, поглощается тканями организма человека, вызывая их нагрев, который может привести к ожогам. Синяя часть спектра излучения дуги в сочетании с воздействием инфракрасного излучения вызывает фотохимические повреждения сетчатки глаза; в дополнение к этому ИК-излучение снижает пороговые значения воздействия УФ-излучения и тем самым увеличивает вероятность повреждения глаза.

Для защиты глаз от вредных излучений необходимо использовать защитные щитки со стеклянными светофильтрами для электросварщиков. Учитывая, что при электросварке на сварщика действует не только прямая, но и рассеянная ультрафиолетовая радиация, отраженная от окружающих поверхностей, стены кабин, ширмы следует окрашивать в светлые матовые тона с применением цинковых или титановых белил, которые поглощают ультрафиолетовые лучи.

Одним из элементов, влияющих на комфортные условия работающих, является производственное освещение.

К системам производственного освещения предъявляются следующие основные требования:

- соответствие уровня освещенности рабочих мест характеру выполняемой зрительной работы;
- достаточно равномерное распределение яркости на рабочих поверхностях и в окружающем пространстве;
- отсутствие резких теней, прямой и отраженной блескости (повышенной яркости светящихся поверхностей, вызывающей ослепленность);
- оптимальная направленность излучаемого осветительными приборами светового потока;
- постоянство освещенности во времени;
- долговечность, экономичность, электро- и пожаробезопасность, эстетичность, удобство и простота в эксплуатации.

Поражения электрическим током происходят вследствие неисправности сварочного оборудования или защитного заземления, неправильного подключения сварочного оборудования к сети, неправильного ведения сварочных работ.

Для подключения сварочных аппаратов к сети должны использоваться настенные ящики с рубильниками, предохранителями и зажимами. Вводы и выводы должны иметь втулки или воронки, предохраняющие провода от перегибов, а изоляцию от порчи. Все

сварочные провода должны иметь исправную изоляцию и соответствовать применяемым токам. Применение оголенных проводов и проводов с ветхой и растрепанной изоляцией запрещается.

Для создания безопасных и безвредных условий труда сварщика необходимо повышать эффективность местной вытяжной вентиляции, предусмотреть защиту от воздействия шума, ультрафиолетового и инфракрасного излучения.

Контрольные вопросы

1. Какие физические опасные и вредные факторы возникают при обработке металлов резанием?
2. Какое воздействие на организм человека оказывают химические производственные факторы?
3. Каким показателем оценивается загрязнение воздуха рабочей зоны?
4. Какое воздействие на человека оказывает вибрация?
5. Что означает класс условий труда 2?
6. Как определяется общая оценка условий труда?
7. По каким параметрам оценивается микроклимат в производственных помещениях?
8. Какие вредные и опасные производственные факторы необходимо контролировать на рабочем месте электрогазосварщика?
9. Какие требования предъявляются к производственному освещению?
10. В чем проявляется негативное воздействие повышенного уровня шума на работников?

Глава 3

ОЦЕНКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА РАБОТНИКОВ МЕХАНИЧЕСКИХ ЦЕХОВ АПРИОРНЫМ МЕТОДОМ

Оценка профессионального риска работников может проводиться априорным методом по результатам специальной оценки условий труда. Условия труда оцениваются интегрированно с учетом комплексного воздействия на человека различных опасных и вредных производственных факторов. Суть методики интегральной оценки условий труда заключается в балльной оценке условий труда по гигиеническим показателям производственной среды. Балльные оценки условий труда приведены в Р 2.2.2006–05 «Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда».

В качестве показателей безопасности для оценки профессионального риска используются следующие показатели:

- обобщенный уровень безопасности $S_{\text{пс}}$, который определяется по формуле

$$S_{\text{пс}} = \prod_{i=1}^n S_{\text{пс}i}, \quad (3.1)$$

где $S_{\text{пс}i}$ — уровень безопасности по i -му фактору производственной среды; n — число учитываемых факторов производственной среды;

- обобщенный уровень риска $R_{\text{пс}}$, который определяется по формуле

$$R_{\text{пс}} = 1 - \prod_{i=1}^n S_{\text{пс}i}, \quad (3.2)$$

- годовой профессиональный риск $R_{\text{г}}$, вычисляемый по формуле

$$R_{\text{г}} = 1 - \sqrt[t]{\prod_{i=1}^n S_{\text{пс}i}}, \quad (3.3)$$

где t — трудовой стаж, принимается $t = 25$ лет;

- уровень безопасности $S_{\text{пс}i}$ по i -му фактору производственной среды, который определяется по формуле

$$S_{\text{пс}i} = \frac{(x_{\text{max}} + 1) - x_i}{x_{\text{max}}}, \quad (3.4)$$

где x_{max} — максимальная балльная оценка, принимаемая в соответствии с методикой НИИ труда¹ $x_{\text{max}} = 6$; x_i — балльная оценка по i -му фактору среды, определяемая по классу условий труда в соответствии с Р 2.2.2006–05, приведенная в табл. 3.1.

Таблица 3.1

Балльная оценка условий труда

Условия труда	Балльная оценка x_i
Класс 1	1 балл
Класс 2	2 балла
Класс 3.1	3 балла
Класс 3.2	4 балла
Класс 3.3	5 баллов
Класс 3.4	6 баллов

Результаты расчета обобщенного уровня безопасности $S_{\text{пс}}$, обобщенного уровня риска $R_{\text{пс}}$ и годового профессионального риска $R_{\text{г}}$ станочников приведены в табл. 3.2.

Таблица 3.2

Результаты расчета профессионального риска

Наименование профессии	Значения x_i и $S_{\text{пс}i}$ для факторов производственной среды							$S_{\text{пс}}$	$R_{\text{пс}}$	$R_{\text{г}}$	
	Химический	АПДФ	Шум	Вибрация	Микроклимат	Освещение	Тяжесть				
Шлифовщик	x_i	2	3	2	2	2	3	3	0,143	0,857	0,075
	$S_{\text{пс}i}$	0,83	0,67	0,83	0,83	0,83	0,67	0,67			
Токарь	x_i	2	2	2	2	2	2	3	0,219	0,781	0,059
	$S_{\text{пс}i}$	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,67			

¹ Оценка влияния условий труда на его производительность и эффективность производства. Межотраслевые методические рекомендации. М.: НИИ труда, 1984. 55 с.

Окончание табл. 3.2

Наименование профессии	Значения x_i и S_{pci} для факторов производственной среды							S_{pc}	R_{pc}	R_r	
	Химический	АПДФ	Шум	Вибрация	Микроклимат	Освещение	Тяжесть				
Сверловщик	x_i	2	2	2	2	2	3	3	0,177	0,823	0,067
	S_{pci}	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,67	0,67			
Заточник	x_i	2	3	4	2	2	2	3	0,107	0,893	0,086
	S_{pci}	0,83	0,67	0,50	0,83	0,83	0,83	0,67			
Штамповщик	x_i	2	3	4	3	2	3	3	0,069	0,931	0,101
	S_{pci}	0,83	0,67	0,50	0,67	0,83	0,67	0,67			
Слесарь	x_i	2	2	3	2	2	3	3	0,143	0,857	0,075
	S_{pci}	0,83	0,83	0,67	0,83	0,83	0,67	0,67			
Сварщик	x_i	3	3	2	2	2	2	3	0,162	0,838	0,070
	S_{pci}	0,67	0,67	0,83	0,83	0,83	0,83	0,67			

Как видно из полученных результатов, рассчитанных по материалам специальной оценки условий труда, наибольшему профессиональному риску подвержены такие рабочие профессии, как заточник и штамповщик.

В табл. 3.3 приведены показатели и критерии профессионального риска согласно Р 2.2.1766–03 «Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки».

Таблица 3.3

Показатели и критерии профессионального риска

Класс условий труда по Р 2.2.2006–05	Индекс профзаболеваемости	Категория профессионального риска	Срочность мероприятий по снижению риска
Оптимальный – 1	–	Риск отсутствует	Меры не требуются
Допустимый – 2	< 0,05	Пренебрежительно малый (переносимый) риск	Меры не требуются, но уязвимые лица нуждаются в дополнительной защите

Класс условий труда по Р 2.2.2006–05	Индекс профзаболеваемости	Категория профессионального риска	Срочность мероприятий по снижению риска
Вредный – 3.1	0,05–0,11	Малый (умеренный) риск	Требуются меры по снижению риска
Вредный – 3.2	0,12–0,24	Средний (существенный) риск	Требуются меры по снижению риска в установленные сроки
Вредный – 3.3	0,25–0,49	Высокий (непереносимый) риск	Требуются неотложные меры по снижению риска
Вредный – 3.4	0,5–1,0	Очень высокий (непереносимый) риск	Работы нельзя начинать или продолжать до снижения риска
Опасный (экстремальный)	> 1,0	Сверхвысокий риск и риск для жизни, присущий данной профессии	Работы должны проводиться только по специальным регламентам

Профессиональный риск работников механических цехов относится к категории малого (умеренного) риска, для снижения которого требуются меры по снижению риска.

Контрольные вопросы

1. В чем заключается априорный метод оценки профессионального риска?
2. Как классифицируются условия труда по показателям вредности и опасности?
3. В чем заключается балльная оценка условий труда?
4. Как определить максимально допустимый уровень риска?
5. Какими мероприятиями можно снизить уровень профессионального риска?

Глава 4

МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ И ОБОРУДОВАНИЯ

4.1. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ К ПРОИЗВОДСТВЕННЫМ ПРОЦЕССАМ

Согласно требованиям ГОСТ 12.3.002–2014 «ССБТ. Процессы производственные. Общие требования безопасности» безопасность производственных процессов в течение всего времени их функционирования должна быть обеспечена выбором промышленных технологических процессов, а также приемов, режимов работы и порядка обслуживания производственного оборудования.

Основными требованиями безопасности к технологическим процессам являются:

- устранение непосредственного контакта работающих с исходными материалами, заготовками, полуфабрикатами, готовой продукцией и отходами производства, оказывающими вредное действие. Необходимо стремиться выбирать такие исходные материалы, заготовки и т.п., которые не оказывают вредного воздействия на работающих. Если это невозможно, то должны применяться соответствующие средства защиты людей;
- замена технологических процессов и операций, связанных с возникновением опасных и вредных производственных факторов, процессами и операциями, при которых указанные факторы отсутствуют или обладают меньшей интенсивностью;
- комплексная механизация, автоматизация, применение дистанционного управления технологическими процессами и операциями при наличии опасных и вредных производственных факторов;
- герметизация оборудования;
- применение средств защиты работающих;
- рациональная организация труда и отдыха, оптимальное распределение функций между человеком и оборудованием с целью профилактики монотонности и гиподинамии, а также ограничения тяжести труда;
- своевременное получение информации о возникновении опасных и вредных производственных факторов на отдельных тех-

нологических операциях (причем системы получения такой информации необходимо выполнять по принципу устройств автоматического действия с выводом на системы предупреждающей сигнализации);

- внедрение систем контроля и управления технологическими процессами, обеспечивающих защиту работающих и аварийное отключение производственного оборудования;
- своевременное удаление и обезвреживание отходов производства, являющихся источниками опасных и вредных производственных факторов;
- обеспечение пожаро- и взрывобезопасности;
- производственные процессы не должны загрязнять окружающую среду (воздух, почву, водоемы) вредными веществами.

Требования к производственным зданиям, помещениям и сооружениям установлены СП 2.2.1.1312–03 «Гигиенические требования к проектированию вновь строящихся и реконструируемых промышленных предприятий». Размещение производственного оборудования, исходных материалов, заготовок, полуфабрикатов, готовой продукции и отходов производства в производственных помещениях и на рабочих местах не должно представлять опасности для персонала. Расстояние между единицами оборудования, а также между оборудованием и стенами производственных зданий, сооружений и помещений должно соответствовать требованиям действующих норм технологического проектирования, строительным нормам и правилам.

Правильная организация рабочих мест предполагает учет эргономических требований (экономии движений, исключение неудобных поз при обслуживании оборудования и пультов управления, правильную компоновку органов управления и т.п.).

Хранение исходных материалов, готовой продукции, отходов производства и т.п. должно предусматривать:

- применение способов хранения, исключающих возникновение опасных и вредных производственных факторов;
 - использование безопасных устройств для хранения (контейнеры, герметично закрывающиеся бункеры и т.п.);
 - механизацию и автоматизацию погрузо-разгрузочных работ.
- При транспортировании необходимо обеспечивать:
- использование безопасных транспортных коммуникаций;
 - применение средств транспортирования, исключающих возникновение опасных и вредных производственных факторов (например, специализированного подвижного состава);
 - механизацию и автоматизацию транспортирования.

Механизация удаления отходов, в особенности стружки, окарины и т.п., уменьшает опасность травмирования станочников и вспомогательных рабочих. Сыпучие материалы и стружку рекомендуется удалять от станков и из цеха специальными транспортерами, установленными под полом помещения.

В формировании безопасных условий труда большое значение имеет учет медицинских противопоказаний к использованию персонала в отдельных технологических процессах, а также обучение и инструктаж по безопасным методам ведения работ. К лицам, допускаемым к участию в производственном процессе, должны предъявляться требования соответствия их физических, психофизиологических, психологических и, в отдельных случаях, антропометрических данных характеру работы. Проверка здоровья работающих должна проводиться как при допуске их к работе, так и во время плановых медицинских осмотров.

Лица, допускаемые к участию в производственном процессе, должны иметь профессиональную подготовку (в том числе по безопасности труда), соответствующую характеру работ. Обучение работающих безопасности труда проводят на всех предприятиях и в организациях независимо от характера и степени опасности производства.

Требования безопасности при проведении технологического процесса должны включаться в нормативно-техническую и технологическую документацию, где должны оговариваться не только требования безопасности к техпроцессу, но и методы контроля за их выполнением.

Общие направления повышения безопасности и экологичности технологических процессов установлены СП 2.2.1.1312–03 «Гигиенические требования к проектированию вновь строящихся и реконструируемых промышленных предприятий». Они предусматривают:

- замену вредных веществ безвредными или менее вредными;
- замену сухих способов переработки пылящих материалов мокрыми;
- применение гидро- и пневмотранспорта при транспортировании пылящих материалов;
- замену технологических процессов и технологических операций, связанных с возникновением шума, вибрации и других вредных факторов, процессами или операциями, при которых обеспечены отсутствие или меньшая интенсивность этих факторов;
- замену пламенного нагрева электрическим, твердого и жидкого топлива — газообразным;

- герметизацию оборудования и аппаратуры;
- применение оборудования со встроенными отсосами; автоблокировку технологического оборудования; сигнализацию при неисправности системы отсосов;
- полное улавливание и очистку технологических выбросов, а также удаляемого вентиляцией загрязненного воздуха от вредных химических веществ; очистку промышленных стоков от загрязнения;
- тепловую изоляцию нагретых поверхностей оборудования, воздуховодов и трубопроводов; применение средств защиты от конвекционного и лучистого тепла.

Используют также конструктивные меры по снижению выбросов и стоков, защиту от энергетических воздействий экранированием и ряд других мероприятий.

Эти общие направления обеспечения безопасности реализованы для основных технологических процессов в виде нормативных документов, регламентирующих требования к ним.

Требования безопасности к обработке металлов резанием определены ГОСТ 12.3.025–80 «ССБТ. Обработка металлов резанием. Требования безопасности».

Специальные требования в литейном производстве изложены в стандартах ГОСТ 12.3.027–2004 «Работы литейные. Требования безопасности» и ГОСТ 12.2.046–2004 «ССБТ. Оборудование технологическое для литейного производства. Требования безопасности».

Для кузнечно-прессового производства требования безопасности установлены ГОСТ 12.3.026–81 «ССБТ. Работы кузнечно-прессовые. Требования безопасности».

Для обеспечения безопасности электросварочных работ необходимо соблюдать требования ГОСТ 12.3.003–86 «ССБТ. Работы электросварочные. Требования безопасности».

При термической обработке металлов безопасность производственного процесса обеспечивается в соответствии с ГОСТ 12.3.004–75 «ССБТ. Термическая обработка металлов. Общие требования безопасности».

При окрасочных работах необходимо соблюдать ГОСТ 12.3.005–75 «ССБТ. Работы окрасочные. Общие требования безопасности».

При обработке материалов из древесины действует ГОСТ 12.3.042–88 «ССБТ. Деревообрабатывающее производство. Общие требования безопасности».

Безопасность процессов, связанных с нанесением покрытий, обеспечивается соблюдением ГОСТ 12.3.008–75 «ССБТ. Произ-

водство покрытий металлических и неметаллических неорганических. Общие требования безопасности».

При перемещении грузов и выполнении погрузочно-разгрузочных работ в механических цехах должны соблюдаться требования ГОСТ 12.3.009–76 «ССБТ. Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности» и ГОСТ 12.3.020–80 «ССБТ. Процессы перемещения грузов на предприятиях. Общие требования безопасности».

Мероприятия по обеспечению безопасности производственных процессов по переработке полимеров установлены ГОСТ 12.3.030–83 «ССБТ. Переработка пластических масс. Требования безопасности».

При выполнении электромонтажных работ необходимо соблюдать ГОСТ 12.3.032–84 «ССБТ. Работы электромонтажные. Общие требования безопасности».

Безопасность газопламенной и плазменной обработки металлов обеспечивается согласно ГОСТ 12.3.036–84 «ССБТ. Газопламенная обработка металлов. Требования безопасности» и ГОСТ 12.3.039–85 «ССБТ. Плазменная обработка металлов. Требования безопасности».

Выполнение технологического процесса должно проводиться в полном соответствии с технологической документацией на него. Эксплуатацию производственного оборудования следует осуществлять в соответствии с эксплуатационной документацией на это оборудование.

Перед установкой на станок и автоматические линии обрабатываемые заготовки, приспособления, инструмент, особенно базовые и посадочные поверхности, должны очищаться от масла, стружки и других загрязнений.

Обдувку заготовки, приспособления, инструмента сжатым воздухом следует производить только в специально оборудованных шкафах (камерах) с работающей местной вытяжной вентиляцией. В технически обоснованных случаях на действующем оборудовании допускается применение сжатого воздуха при давлении в пневмосети не выше 1,5 атм. При этом необходимо выполнять следующие требования: пневмосеть должна быть подведена к рабочему месту; гибкий шланг должен иметь минимальную длину, которая определяется спецификой выполняемой операции; на конце гибкого шланга должно быть запорное устройство, предотвращающее самопроизвольное истечение сжатого воздуха. Кроме того, необходимо принимать меры, исключающие появление стружки, аэрозолей в воздухе рабочей зоны, и защищать глаза работающего от возможного травмирования стружкой.

Для работы следует применять инструменты, приспособления, которые отвечают требованиям соответствующей нормативно-технической документации и указаны в техническом паспорте. Применяемые приспособления должны соответствовать ГОСТ 12.2.029–89 «ССБТ. Приспособления станочные. Требования безопасности». Крепление инструмента, заготовки, приспособления независимо от размера и массы должно быть надежным, исключая самопроизвольное ослабление крепления при работе, в том числе и при реверсировании. Смену инструмента следует производить специальными приспособлениями, указанными в технологической документации. Для съема инструмента необходимо применять гаечные ключи, молотки и выколотки, изготовленные из материала, исключающего отделение частиц в нем при ударе.

Режущие инструменты с напаянными пластинками из твердого сплава, быстрорежущей стали и т.п. должны применяться только после технического контроля.

Установку инструмента, заготовки и приспособлений на станок и снятие их со станка, а также замеры заготовок измерительным инструментом следует производить после останова движущихся частей оборудования. Установка и снятие заготовок во время работы допускаются:

- вне зоны обработки при применении специальных позиционных приспособлений (например, поворотных столов), обеспечивающих безопасность работающих;
- при применении автоматических устройств (манипуляторов, револьверных головок и др.), исключающих соприкосновение рук станочников с движущимися частями оборудования, приспособлениями, инструментом.

При работе с блестящими заготовками необходимо принимать меры по устранению (ограничению) отраженной блескости. Для чего следует:

- располагать светильник таким образом, чтобы отраженный блестящей поверхностью блик не попадал в глаза работающего;
- применять светильники, имеющие меньшую яркость выходного отверстия.

При установке, перемещении и снятии заготовок, приспособлений, инструмента, масса которых превышает установленные нормы, а также крупногабаритных грузов необходимо использовать грузоподъемные механизмы и другие средства механизации. Применяемые грузоподъемные механизмы должны отвечать требованиям Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности опасных производственных

объектов, на которых используются подъемные сооружения» (утв. приказом Ростехнадзора от 12.11.2013 № 533).

При выполнении работ на оборудовании, подвижные части которого, а также инструмент и обрабатываемые заготовки представляют опасность для работающих, они должны быть ограждены защитными устройствами.

При обработке металлов резанием необходимо принимать меры, предотвращающие опасное действие стружки на работающих. При обработке вязких металлов, дающих сливную стружку, следует применять резцы со специальными стружкодробящими или стружкозавивающими устройствами.

Автоматы и полуавтоматы, при работе которых в течение смены образуется более 30 кг стружки, должны снабжаться автоматически действующими транспортерами для ее удаления.

4.2. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ К ПРОИЗВОДСТВЕННОМУ ОБОРУДОВАНИЮ

Общие требования безопасности, предъявляемые к оборудованию, содержатся в ГОСТ 12.2.003–91 «ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности», а специфические требования безопасности к отдельным видам оборудования — в системе стандартов безопасности труда для конкретных видов оборудования.

Любое оборудование независимо от назначения должно отвечать следующим требованиям:

- быть безопасным при монтаже, ремонте, модернизации и эксплуатации, при транспортировке и хранении в течение всего срока службы;
- не загрязнять окружающую среду выбросами и сбросами вредных веществ, содержание которых превышает норму;
- быть надежным в течение срока, установленного эксплуатационно-технической документацией;
- материалы конструкции не должны быть вредными и опасными;
- составные части оборудования при повреждении не должны создавать опасность;
- конструкция машины должна исключать контакт работающих с горячими (t выше $45\text{ }^{\circ}\text{C}$) и переохлажденными частями;
- выделение и поглощение теплоты оборудованием должно быть в пределах допустимого в рабочей зоне;
- конструкция оборудования должна обеспечивать защиту от электрического тока;

- при прекращении подачи энергоносителя к приводам оборудования эти устройства не должны представлять опасность;
 - конструкция не должна создавать шум, вибрацию, излучения выше норм;
 - исключать пожаро- и взрывоопасность.
- Безопасность производственного оборудования обеспечивается:
- включением требований безопасности в техническую документацию по монтажу, ремонту, транспортировке и хранению;
 - выбором принципов действия, конструктивных схем, элементов конструкции;
 - применением средств механизации, автоматизации и дистанционного управления;
 - выполнением эргономических требований;
 - применением в конструкции технических средств безопасности и производственной санитарии.

Согласно с ГОСТ 12.2.003–91 конструкция производственного оборудования и его отдельных частей должна исключать: возможность их падения, опрокидывания и самопроизвольного смещения при всех условиях эксплуатации и монтажа; выбрасывание инструмента, заготовок, стружки, а также выбросы смазывающих и охлаждающих жидкостей.

Конструкция зажимных, захватывающих, подъемных и загрузочных устройств или их приводов должна исключать возможность возникновения опасности при полном или частичном прекращении подачи энергии. Элементы конструкции не должны иметь острых углов, кромок и заусенцев.

Конструкция производственного оборудования должна исключать самопроизвольное ослабление или разъединение креплений сборочных единиц и деталей, а также перемещение подвижных частей за пределы, предусмотренные конструкцией, если это может вызвать опасную ситуацию.

Прекращение подачи питания не должно приводить к опусканию груза или к возникновению другой опасной ситуации.

Электрическое, гидравлическое и другое оборудование должно быть закрыто крышками или кожухами, для съема которых должен применяться инструмент.

Выбор оборудования необходимо производить с учетом потенциально возможных опасных и вредных производственных факторов. Например, при повышенной опасности поражения электрическим током следует отдать предпочтение устройствам с гидро- и пневмоприводом, при высоких уровнях шума — редукторам со специальными зубчатыми зацеплениями с пониженным

шумообразованием, при высоких уровнях вибраций — механизмам с равномерно вращающимися элементами (вместо кривошипно-шатунных, кулачковых).

Надежность работы технологического оборудования во многом определяется эффективностью действий обслуживающего персонала. Поэтому производственное оборудование и рабочее место оператора следует проектировать с учетом физиологических и психологических особенностей человека и его антропометрических данных. Согласно ГОСТ 12.2.064–81 «ССБТ. Органы управления производственным оборудованием. Общие требования безопасности» органы управления производственным оборудованием должны соответствовать следующим требованиям:

- иметь форму, размеры и поверхность, безопасные и удобные для работы;
- располагаться в рабочей зоне так, чтобы расстояние между ними не затрудняло выполнения операций; расстояние между кнопками и клавишами — 15 мм, а при работе в перчатках — 25 мм;
- размещаться с учетом требуемых для их перемещений усилий и направлений при последовательном использовании слева направо или сверху вниз;
- компоновка органов управления должна учитывать последовательность и частоту их использования;
- приводиться в действие усилиями, не превышающими установленных соответствующими нормами. Усилия на органы управления не должны превышать 40 Н при постоянной работе, 80 Н при использовании менее 25 раз в смену и 150 Н при использовании менее 5 раз в смену. Усилие нажатия на педали составляет 25–40 Н, на пальцы — не более 10 Н.

Органы управления производственным оборудованием должны быть выполнены или заблокированы так, чтобы исключалась неправильная последовательность операций. Конструкция и расположение органов управления должны исключать возможность непроизвольного или самопроизвольного включения и выключения производственного оборудования. Органы аварийного выключения должны быть красного цвета, иметь указатели их нахождения. Крупногабаритное или имеющее большую протяженность оборудование, при обслуживании которого оператор находится в движении, через каждые 10 000 мм должно иметь аварийные кнопки «Стоп». При расположении оборудования в смежных помещениях аварийные кнопки «Стоп» должны быть в каждом помещении.

Если несколько станков, имеющих индивидуальные органы отключения, объединены в автоматическую линию, длина которой

превышает 10 000 мм, то такая линия дополнительно оснащается общим органом аварийного отключения.

Применение в конструкции машин средств защиты — одно из основных направлений по обеспечению безопасности оборудования. Средства защиты должны постоянно функционировать или срабатывать при возникновении опасности и приближении человека к опасной зоне. Их воздействие не должно прекращаться раньше, чем перестает действовать опасный фактор.

Средства защиты от механического травмирования включают использование оградительных устройств (кожухи, дверцы, щиты, экраны и т.п.), предохранительных устройств (блокировки и ограничители движения), тормозных устройств, а также устройств автоматического контроля и сигнализации.

Защитные ограждения должны отвечать требованиям ГОСТ 12.2.062–81 «ССБТ. Оборудование производственное. Ограждения защитные». Форма, размеры, прочность и жесткость защитного ограждения, его расположение должны исключать воздействие на работающих движущихся и вращающихся частей производственного оборудования, инструмента, изделий, отлетающей стружки и СОЖ. Стационарные ограждения должны крепиться так, чтобы для их демонтажа требовался инструмент. Окраска ограждения выполняется согласно ГОСТ 12.4.026–2015 «ССБТ. Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение и правила применения. Общие технические требования и характеристики. Методы испытаний».

Выбор конкретного вида защиты определяется видом опасных и вредных факторов и опасной зоной, т.е. пространством, в котором возможно действие на работающего этих факторов. При проектировании и эксплуатации оборудования необходимо предусматривать применение устройств либо исключающих возможность контакта человека с опасной зоной, либо снижающих опасность контакта. При использовании в технологическом процессе роботизированных технологических комплексов и автоматических линий согласно ГОСТ 12.2.072–98 «Роботы промышленные. Роботизированные технологические комплексы. Требования безопасности и методы испытаний» необходимо исключить нахождение лиц и обслуживающего персонала в рабочем пространстве робота или манипулятора, ограничить рабочее пространство с помощью физических барьеров, защитных ограждений, блокировок.

Для роботизированных технологических комплексов и автоматических линий в соответствии с ГОСТ 12.2.072–98 необходимо предусмотреть регулятор скорости, снижающий скорость пере-

мещения исполнительных органов до 0,25 м/с в режиме наладки, устройство для получения и передачи на пульт информации о режиме работы, срабатывании блокировок, наличии сбоя, начале движения исполнительных устройств. Кроме того, следует обеспечить надежное удержание детали при отключении питания, неисправностях в гидро- и пневмосистемах.

При использовании в производственных процессах гидро- и пневмоприводов необходимо учесть требования ГОСТ Р 52543–2006 «Национальный стандарт Российской Федерации. Гидроприводы объемные. Требования безопасности» и ГОСТ Р 52869–2007 «Национальный стандарт Российской Федерации. Пневмоприводы. Требования безопасности» и предусмотреть элементы, обеспечивающие безопасность работы систем в случае внезапного падения или возрастания давления.

Станки и оборудование, при обслуживании которых требуется пребывание работающего на высоте, должны быть оснащены площадками и галереями с нескользким настилом, перилами высотой не менее 1000 мм. Для подъема на площадки и галереи предусматриваются лестницы с перилами, надежно прикрепленные к станкам.

В оборудовании, сборочных единицах, деталях, съемных приспособлениях и инструментах массой более 25 кг, неудобных для захвата грузозахватными средствами, должны предусматриваться устройства (рукоятки, крюки, отверстия, приливы, рым-болты) для надежного их захватывания и безопасного перемещения грузоподъемными средствами.

Требования безопасности к отдельным видам оборудования приведены в следующих стандартах ССБТ:

- ГОСТ 12.2.009–99 «Станки металлообрабатывающие. Общие требования безопасности»;
- ГОСТ 12.2.017–93 «Оборудование кузнечно-прессовое. Общие требования безопасности»;
- ГОСТ 12.2.022–80 «Конвейеры. Общие требования безопасности»;
- ГОСТ 12.2.046.0–2004 «Оборудование технологическое для литейного производства. Требования безопасности»;
- ГОСТ 12.2.051–80 «Оборудование технологическое ультразвуковое. Требования безопасности»;
- ГОСТ 12.2.053–91 «Краны-штабелеры. Требования безопасности».
- ГОСТ 12.2.071–90 «Краны грузоподъемные. Краны контейнерные. Требования безопасности».

- ГОСТ 12.2.109–89 «Штампы для листовой штамповки. Общие требования безопасности»;
- ГОСТ 12.2.113–2006 «Прессы кривошипные. Требования безопасности»;
- ГОСТ 12.2.114–86 «Прессы винтовые. Требования безопасности»;
- ГОСТ 12.2.131–92 «Машины ковочные. Требования безопасности», а также ГОСТ 31733–2012 (EN 693:2001) «Прессы гидравлические. Требования безопасности».

4.2.1. Безопасная эксплуатация грузоподъемных кранов

Все погрузо-разгрузочные работы с грузами более 50 кг при перемещении по горизонтали и при подъеме груза на высоту более 3 м должны выполняться механизированным способом при помощи кранов, лебедок, талей и других механизмов.

Предельная норма переноса тяжестей по горизонтали на расстояние до 50 м разрешается на одного человека:

- для подростков женского и мужского пола в возрасте от 16 до 18 лет — 10 и 16 кг соответственно;
- женщин и мужчин старше 18 лет не более 20 и 50 кг соответственно.

Проектирование, изготовление, монтаж и эксплуатация грузоподъемных кранов должны соответствовать приказу Ростехнадзора от 12.11.2013 № 533 «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности “Правила безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения”» и другим нормативным документам и ГОСТам, согласованным с Ростехнадзором.

Эти Правила распространяются: на грузоподъемные краны всех типов; мостовые краны-штабелеры; краны-трубоукладчики; краны-манипуляторы; строительные подъемники; подъемники (вышки), предназначенные для перемещения людей, а также людей и груза (подъемники с рабочими платформами); грузовые электрические тележки, передвигающиеся по надземным рельсовым путям совместно с кабиной управления; электрические тали; краны-экскаваторы, предназначенные для работы с крюком; сменные грузозахватные органы и съемные грузозахватные приспособления (крюки, рейферы, магниты, спредеры, траверсы, захваты, стропы), используемые совместно с подъемными средствами (ПС) для подъема и перемещения грузов; тару для транспортировки грузов, за исклю-

чением специальной тары, применяемой в металлургическом производстве (ковшей, мульд), а также специальной тары, используемой в морских и речных портах; специальные съемные кабины и люльки, навешиваемые на грузозахватные органы кранов и используемые для подъема и перемещения людей; рельсовые пути (для опорных и подвесных ПС, передвигающихся по рельсам).

Указанные Правила не распространяются на подъемные средства:

- применяемые в интересах обороны и безопасности государства, гражданской и территориальной обороны или относящиеся к вооружению и военной технике, кроме ПС общепромышленного назначения, перечисленных выше и предназначенных только для транспортировки обычных грузов;
- применяемые на объектах использования атомной энергии, а также оказывающие влияние на ядерную и радиационную безопасность;
- с ручным приводом, лифты, канатные дороги, фуникулеры, эскалаторы, напольные, завалочные и посадочные грузоподъемные машины, электро- и автопогрузчики, путе- и мостоукладочные машины, подъемные комплексы для парковки автомобилей, эвакуаторы автомобилей;
- установленные в шахтах, на судах и иных плавучих средствах;
- предназначенные для работы только в исполнении, исключающем применение грузозахватных приспособлений с навесным оборудованием (например, вибропогружателями, шпунтовывергивателями, буровым оборудованием), а также кабин (люлек) с людьми, используемых в качестве аттракционов;
- монтажные полиспасты и конструкции, к которым они подвешиваются (мачты, балки, шевры);
- краны для подъема створов (затворов) плотин без зацепления их крюками;
- домкраты;
- манипуляторы, используемые в технологических процессах.

По конструкции грузоподъемные краны классифицируются: на мостовые, козловые, стреловые, башенные, порталные и железнодорожные.

В механических цехах чаще всего используются мостовые (рис. 4.1) и козловые (рис. 4.2) краны. Мостовой кран обладает максимальной грузоподъемностью, устойчивостью и надежностью в работе.

У козлового крана мост опирается на крановый путь при помощи двух опорных стоек (рис. 4.2).

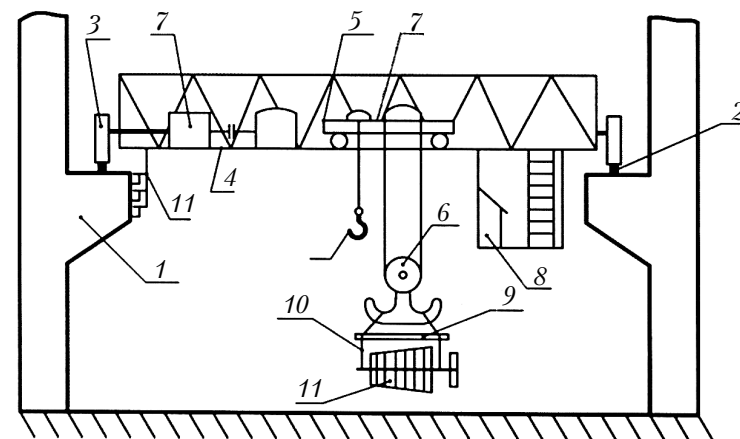


Рис. 4.1. Мостовой кран:

- 1 — строительные колонны; 2 — рельсы подкранового пути; 3 — ходовые колеса; 4 — мост крана; 5 — тележка грузовая; 6 — грузозахватные органы: большой крюк $P = 100$ т, малый крюк $P = 20$ т; 7 — электроприводы: моста крана, грузовой тележки, большого крюка, малого крюка; 8 — кабина управления краном; 9 — грузозахватное приспособление — траверса; 10 — стропы; 11 — поднимаемый груз — ротор турбины

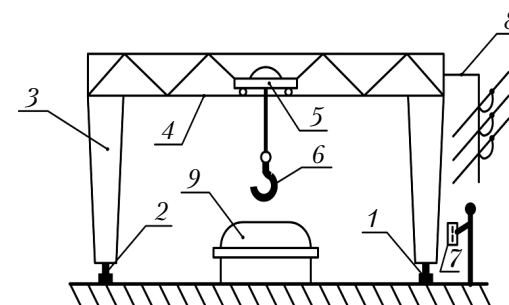


Рис. 4.2. Козловой кран:

- 1 — рельсы кранового пути; 2 — ходовые колеса; 3 — опорные стойки крана; 4 — мост козлового крана; 5 — грузовая тележка; 6 — грузозахватный орган — крюк; 7 — пульт управления; 8 — гибкий кабель электропитания

По типу грузозахватного органа различают следующие виды кранов: крюковой (грузозахватный орган в виде однокрюкового или двухкрюкового), магнитный (грузозахватный орган — электромагнит), литейный (оборудован литейным ковшом).

В зависимости от типа приводов различают: электрический (выполнен с электрическим приводом), механический (выполнен

с механическим приводом), гидравлический (выполнен с гидравлическим приводом) краны.

Основными элементами конструкции крана являются:

- стальной трос, специально изготовленный, на который подвешивается грузозахватный орган — крюк;
- строп — стальной трос, предназначенный для строповки перемещаемого груза.

Браковка канатов и стропов осуществляется по числу обрывов проволок z на участке длиной $l = 3d, 6d$ и $30d$ (d — диаметр каната, стропа): $z = 4$, если $l = 3d$; $z = 6$, если $l = 6d$; $z = 16$, если $l = 30d$.

Ходовые колеса кранов бракуются в следующих случаях:

- при наличии трещин любых размеров;
- если выработка поверхности реборды до 50% от первоначальной толщины;
- если поверхность качения уменьшилась на 2% от первоначального диаметра;
- если разность диаметра колес, связанных между собой кинематически, более 0,5%.

Крановый путь бракуется при наличии следующих дефектов и повреждений:

- трещины и сколы любых размеров;
- износ головки рельса более чем на 15% от неизношенного профиля;
- взаимное смещение торцов стыкуемых рельсов более чем на 2 мм;
- зазор между торцами рельс S более 6 мм при температуре наружного воздуха $t_{\text{нв}} = 0$ °С. При изменении температуры $t_{\text{нв}}$ на $\Delta t = \pm 10$ °С зазор между торцами рельс должен изменяться (увеличиваться или уменьшаться на величину $\Delta S = \pm 1,5$ мм) соответственно.

К грузозахватным органам — крюкам предъявляются следующие требования:

- грузовые крюки изготавливаются ковкой или штамповкой и должны соответствовать государственным стандартам;
- однорогие крюки должны иметь предохранительные замки от соскальзывания стропа;
- все крюки грузоподъемностью более 3 т устанавливаются на подшипниках качения и должны иметь стопорные планки от самопроизвольного свинчивания гаек крепления крюка;
- все грузовые крюки должны иметь паспорт завода-изготовителя с указанием материала, из которого они изготовлены;

- все крюки должны иметь маркировку с нанесением заводского номера и грузоподъемности.

Грузоподъемные краны должны удовлетворять следующим *требованиям безопасности*:

- они должны быть снабжены звуковыми сигнальными устройствами;
- должно быть обеспечено затормаживание груза при внезапном обесточивании крана или обрыве фазного проводника питающей сети;
- должна быть выполнена защита для снятия напряжения с крана при выходе крановщика (персонала) на галерею моста крана;
- все двери мостовых кранов должны иметь блокировку;
- мостовые краны и другие краны, работающие на открытом воздухе, должны быть оборудованы противоугонными механическими устройствами — рельсовыми захватами;
- мостовые краны должны быть снабжены упругими демпферными (пружинными) устройствами для смягчения удара об упоры в конце пути;
- мостовые и другие краны должны быть оснащены опорными штырями на случай поломки колес и проседания вниз моста крана на расстояние 20 мм от рельса;
- у магнитных кранов при снятии напряжения с крана по условиям безопасности напряжение с грузового электромагнита не снимается;
- каждый кран должен быть оборудован (оснащен) аварийным выходом крановщика с крана:
- либо через галерею на подкрановый путь, имеющий поручни;
- либо при помощи ручного механизма перемещения моста крана до посадочной площадки;
- либо при помощи лестницы аварийного схода;
- все краны должны быть оснащены устройствами безопасности. К ним относятся:
- ограничители рабочего движения (конечные выключатели) механизма подъема, передвижения тележки и моста;
- защиты, отключающие кран в аварийных режимах (при перегрузках, коротких замыканиях, обрывах фазных проводников), нулевая защита;
- все краны должны иметь защитное заземление.

Механизм подъема груза. Механизм подъема груза является основным рабочим механизмом мостового крана, предназначенным для перемещения груза в вертикальном направлении (подъем

и спуск). Опускание груза производится также принудительно, включением двигателя. Кинематическая схема механизма подъема мостового крана приведена на рис. 4.3.

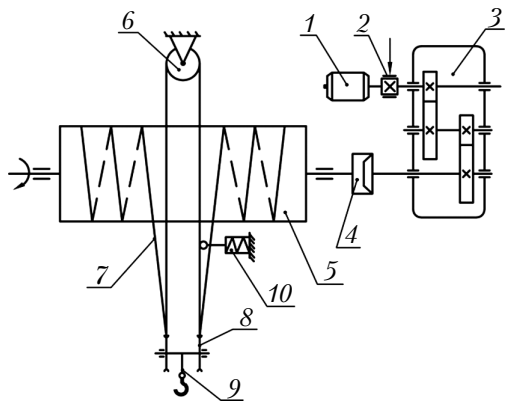


Рис. 4.3. Кинематическая схема механизма подъема мостового крана:

- 1 — электродвигатель; 2 — упругая муфта-шків тормоза; 3 — редуктор; 4 — зубчатая муфта сцепления; 5 — барабан; 6 — уравнильный блок; 7 — канат грузовой; 8 — крюковая подвеска; 9 — крюк; 10 — ограничитель груза

При включении двигателя 1 крутящий момент с его вала через упругую муфту сцепления 2 передается на входной вал редуктора 3. Одновременно муфта 2 выполняет функцию шкива электромагнитного тормоза. Увеличенный крутящий момент с выходного вала редуктора 3 через зубчатую муфту сцепления 4 передается на вал-барабан 5. На вращающийся барабан навивается канат 7, что вызывает изменение высоты крюковой подвески 8 и крюка 9. Ограничитель груза 10 служит для отключения приводного двигателя 1, если масса поднимаемого груза превысит паспортную грузоподъемность на 25%.

Тормоза грузоподъемных кранов. На всех кранах механизмы подъема груза снабжаются тормозами. У кранов, транспортирующих расплавленный металл, ядовитые или взрывоопасные вещества, механизмы подъема оборудованы двумя независимыми тормозами. Тормоза на механизмах передвижения моста и тележки устанавливаются только у кранов, работающих на открытом воздухе, а также у кранов, движущихся со скоростью более 32 м/мин.

На мостовых кранах в качестве тормоза механизма подъема применяются колодочные или дискоколодочные тормоза. В колодочных тормозах тормозные колодки прижимаются к наружной поверхности тормозного шкива, насаженного и закрепленного на полумуфте входного вала редуктора, имеющей наименьший кру-

тящий момент. В дискоколодочных тормозах тормозные колодки выполнены плоскими и прижимаются к торцевым поверхностям диска, прочно сидящего на вале редуктора. Колодки тормозов прижимаются к тормозному шкиву или диску, когда приводной двигатель и электромагнит тормоза отключены от сети. Усилие прижатия создается либо пружиной в случае применения пружинного электромагнитного тормоза, либо положением груза на рычаге при использовании рычажного электромагнитного тормоза. Таким образом, тормоз механизма подъема удерживает груз, когда контакты магнитного контроллера находятся в нулевом положении. При этом превышение тормозного момента M_T на шкиве или диске по сравнению с крутящим моментом $M_{кр}$, создаваемым приводным двигателем, называется коэффициентом запаса торможения, который должен быть равным не менее 1,5, т.е.

$$K_T = \frac{M_T}{M_{кр}} \geq 1,5. \quad (4.1)$$

На рис. 4.4 представлен общий вид колодочного электромагнитного тормоза с пружинным (а) и рычажным (б) приводами.

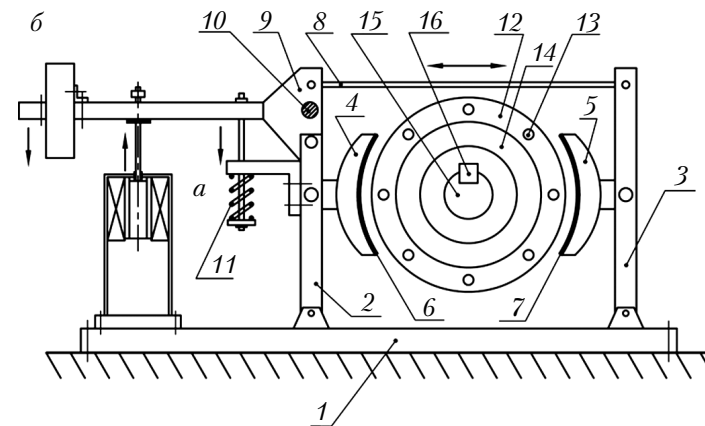


Рис. 4.4. Колодочный электромагнитный тормоз с пружинным (а) и рычажным (б) приводами:

- 1 — плита тормоза; 2, 3 — вертикальные рычаги; 4, 5 — тормозные колодки; 6, 7 — фрикционные накладки; 8 — шток; 9 — силовой рычаг; 10 — неподвижная ось; 11 — пружина; 12 — тормозной шкив; 13 — болты крепления; 14 — полумуфта соединительная; 15 — входной вал редуктора; 16 — шпонка

Тормоз состоит из плиты 1, которая крепится к мосту крана. С плитой шарнирно соединяются вертикальные рычаги 2 и 3,

к которым также шарнирно закрепляются тормозные колодки 4 и 5 с прикрепленными к ним фрикционными накладками 6 и 7. Верхний конец вертикального рычага 3 при помощи штока 8 соединен с силовым рычагом 9, к которому также шарнирно подсоединен вертикальный рычаг 2.

Вращаясь вокруг неподвижной оси 10, силовой рычаг 9 при помощи пружины 11 или груза в тормозах с пружинным (а) или рычажным (б) способами торможения соответственно перемещает колодки 4 и 5 во взаимно противоположные стороны и зажимает таким образом тормозной шкив 12. Шкив насаживается и крепится болтами 13 к соединительной полумуфте 14 входного вала редуктора 15. Полумуфта удерживается от проворота на валу редуктора шпонкой 16.

Электрозащитные устройства. Грузоподъемные краны относятся к оборудованию с повышенной опасностью. Правила устройства электроустановок (ПУЭ) требуют введения в систему управления краном защитных устройств, которые обеспечивают.

- защиту от перегрузок электродвигателей;
- защиту от коротких замыканий;
- нулевую защиту от исчезновения и внезапной подачи напряжения;
- защиту от перехода крайних положений;
- защиту от поражения электрическим током обслуживающего персонала.

Защита от перегрузок. Перегрузка электрических приводов возникает либо при неисправностях в механизмах (заклинивание в редукторах, неправильное регулирование тормозов), либо при подъеме груза, вес которого больше предельно допустимого. Защита от перегрузок осуществляется установкой реле максимального тока (например, $I_{\max} = 50 \div 100$ А). Тепловая защита при перегрузках на кранах не применяется, так как крановые электродвигатели рассчитаны на повторно-кратковременный режим и на значительные перегрузки до 200%, при которых возможны ложные срабатывания тепловых реле.

Защита от коротких замыканий в цепях крана $U = 380$ В осуществляется автоматическими выключателями, имеющими дугогасящие устройства, которые предохраняют контакты от обгорания при размыкании больших токов.

Нулевая защита на кранах необходима для предотвращения произвольного запуска любого двигателя при внезапной подаче напряжения после его исчезновения. Для этой цели используется реле напряжения, замыкающие контакты которого находятся

в цепи линейного контактора. Напряжение на него подается лишь при нулевом положении всех контроллеров.

Защита от перехода крайних положений грузозахватного органа (крюка), грузовой тележки и моста крана осуществляется с помощью конечных выключателей.

Надзор и обслуживание. Руководители организаций и индивидуальные предприниматели (владельцы кранов) обязаны обеспечить содержание их в исправном состоянии и безопасность условий работы путем организации технического освидетельствования, осмотра, ремонта, надзора и обслуживания. Для этих целей, согласно ПУЭ, руководитель организации назначает трех инженерно-технических работников:

- ответственного по надзору за безопасной эксплуатацией грузоподъемных кранов;
- ответственного за содержание кранов в исправном состоянии;
- ответственного за безопасное производство работ.

Обязанности ответственных служащих устанавливаются в должностных инструкциях. Периодическая проверка знаний ответственных инженерно-технических работников должна проводиться специальной комиссией с участием инспектора Ростехнадзора не реже одного раза в 3 года.

Для управления кранами и их обслуживания владелец обязан назначить крановщиков, слесарей по ремонту и электромонтеров, а также назначить стропальщиков для зацепки (обвязки) грузов. Проверка знаний обслуживающего персонала должна проводиться квалификационной комиссией предприятия не реже одного раза в 12 месяцев.

Защитное заземление мостового крана. Принципиальная схема защитного заземления мостового крана приведена на рис. 4.5.

Все мостовые краны должны быть заземлены. Заземление выполняется для защиты людей от поражения электрическим током в случае прикосновения к металлическим частям крана, оказавшимся под напряжением в результате повреждения изоляции и замыканий фазового проводника на корпус электрической установки (ЭУ). В этом случае возникает разность потенциалов между корпусом ЭУ и мостом крана, равная фазному напряжению $U_{\text{пр}} = U_{\text{ф}} = 220$ В. В результате прикосновения к такому корпусу может возникнуть ток смертельной величины ($I_h \geq 100$ мА). Обязательному заземлению подлежат крановые металлические конструкции, корпуса электродвигателей, кабелей, вся аппаратура, находящаяся в кабине машиниста (крановщика). Заземление осуществляется надежным электрическим соединением с металлоконструкцией

крана, которую, в свою очередь, заземляют через крановый путь. Заземление крановых путей выполняют с обоих концов каждого пути соединением с основным контуром заземления. Кроме того, крановые рельсы присоединяют к нулевому защитному проводнику PE или PEN через сопротивление r_d .

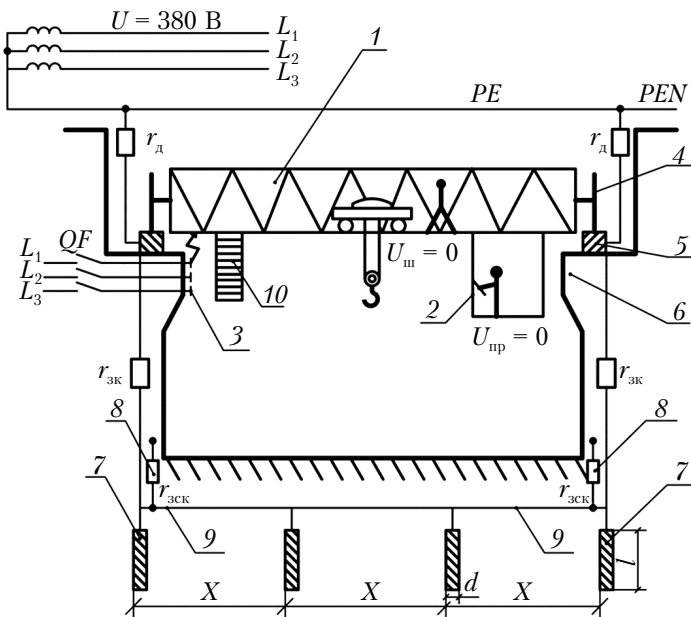


Рис. 4.5. Схема защитного заземления мостового крана:

1 — мост крана; 2 — кабина машиниста; 3 — токоподводящие троллеи; 4 — ходовые колеса; 5 — подкрановый путь; 6 — строительные колонны; 7 — заземлители мостового крана; 8 — заземлители строительных конструкций; 9 — заземляющие проводники; 10 — ремонтная площадка; $r_{зк}$ — сопротивление заземления мостового крана; $r_{зск}$ — сопротивление заземления строительных конструкций; r_d — сопротивление заземления дополнительного соединения; QF — вводной рубильник

Состояние цепи заземления контролируют одновременно с выполнением ремонтных работ, но не реже одного раза в год в периоды наименьшей проводимости: один раз летом при наибольшем просыхании почвы, один раз зимой при наибольшем промерзании почвы. Дополнительное заземление подкрановых путей с сопротивлением r_d способствует снижению потенциала на мосту крана в случае замыкания фазных проводников и повышает надежность защиты при нарушении целостности основной цепи защитного заземления.

Напряжения шага и напряжения прикосновения при эффективной работе защитного заземления на мостовом кране будут всегда иметь нулевые значения, т.е. $U_{ш} = 0$, $U_{пр} = 0$. Электрическое питание крана должно выполняться от трансформатора с изолированной нейтралью.

Регистрация. Техническое освидетельствование. Все грузоподъемные краны, на которые распространяются Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения», подлежат регистрации в местных органах Ростехнадзора. Регистрация проводится по письменному заявлению владельца и паспорту крана. В заявлении должно быть указано наличие у владельца крана ответственных специалистов, прошедших проверку знаний указанных Правил, и обученного персонала для обслуживания крана, а также приведены результаты технического освидетельствования.

Краны, подлежащие регистрации в органах Ростехнадзора, подвергаются техническому освидетельствованию (испытанию и осмотру) до их регистрации.

Кроме того, в течение срока службы краны подвергаются:

- частичному техническому освидетельствованию не реже одного раза в год;
- полному техническому освидетельствованию не реже одного раза в 3 года.

Редко используемые краны (электростанции, химическое и другое производство) проходят полное техническое испытание один раз в 5 лет.

Технические освидетельствования проводятся ответственными лицами по надзору за безопасной эксплуатацией кранов при участии работника, ответственного за содержание кранов в исправном состоянии.

При полном техническом освидетельствовании проводятся:

- осмотр механизмов, тормозов, электрооборудования, устройств безопасности;
- статическое испытание крана;
- динамическое испытание крана.

Кроме того, при полном техническом освидетельствовании проверяются:

- состояние металлоконструкции крана, его сварных (клепаных) соединений (отсутствие трещин, ослаблений);
- состояние крюка (отсутствие трещин в нарезной части кованых крюков);

- состояние кранового пути;
- состояние канатов и их креплений;
- состояние освещения и сигнализации.

При частичном испытании проводится только осмотр оборудования.

Статическое испытание проводится нагрузкой, которая на 25% превышает паспортную грузоподъемность. Кран устанавливается в пролете между опорными строительными колоннами, а его тележка — в середине моста. Груз поднимается на высоту 200÷300 мм и выдерживается 10 мин. При этом специальным отвесом измеряется прогиб моста крана и определяется отсутствие остаточной деформации после опускания груза. При обнаружении остаточной деформации кран не допускается к работе до выяснения причин.

Динамическое испытание проводится грузом, который на 10% превышает паспортную грузоподъемность крана. При этом проверяется действие всех механизмов и тормозов подъемом, опусканием и перемещением груза не менее 3 раз.

4.2.2. Безопасность систем, работающих под давлением

Сосудом, работающим под давлением, называется герметически закрытая емкость, предназначенная для осуществления химических, тепловых и других технологических процессов, а также для хранения и транспортирования газообразных, жидких и других веществ. Границей сосуда являются входные и выходные штуцера.

Наиболее распространенными сосудами под давлением являются баллоны, цистерны, бочки.

Баллон — сосуд, имеющий одну или две горловины для установки вентиля, фланцев и штуцеров, предназначенных для транспортирования, хранения и использования сжатых, сжиженных или растворенных под давлением газов.

Бочка — сосуд цилиндрической или другой формы, который можно перекачивать с одного места на другое, ставить на торцы без дополнительных опор и который предназначен для транспортирования и хранения жидких и других веществ.

Цистерна — передвижной сосуд, постоянно установленный на раме железнодорожного вагона, на шасси автомобиля (прицепа) или на других средствах передвижения, предназначенный для транспортирования и хранения газообразных, жидких и других веществ.

Потенциальная опасность сосудов заключается в возможности при определенных условиях физического или химического взрыва, тепловых и химических ожогов, механических травм, разрушений

оборудования и помещений, а в случае применения токсичных веществ — отравления работающих.

Физическим взрывом называется освобождение работы адиабатического сжатия паров или газов при разгерметизации или нарушении механической прочности корпуса емкости, в которой находится вещество под большим давлением.

Химический взрыв может произойти при разгерметизации систем, содержащих сжатые, сжиженные или растворенные горючие газы и жидкости, которые при соединении с кислородом воздуха образуют взрывоопасные смеси. Источником зажигания чаще всего являются разряды статического электричества, возникающие при истечении газа из разгерметизированной емкости.

Причинами взрывов сосудов и баллонов, предназначенных для хранения, транспортировки и использования сжатых, сжиженных и растворенных газов, являются:

- нагрев баллонов солнцем, открытым огнем;
- быстрое наполнение баллонов при зарядке;
- падение баллонов и удары о твердые предметы (поверхности);
- попадание масел на арматуру или горловину кислородных баллонов;
- низкое качество или осадка пористой массы в ацетиленовых баллонах;
- быстрый выпуск газа из баллонов, который может вызвать искры в струе газа;
- ошибочное заполнение баллонов газами или жидкостями, для которых они не предназначены;
- появление дефектов (например, литейных раковин, газовых пор, трещин, прожогов и др.), снижающих прочностные характеристики баллонов и сосудов;
- нарушение режимов эксплуатации и др.

Вследствие высокой опасности герметичных систем, работающих под избыточным внутренним давлением, их проектирование, устройство, изготовление, монтаж, испытание, ремонт и эксплуатация регламентируются Федеральными нормами и правилами в области промышленной безопасности «Правила промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением», утвержденными приказом Ростехнадзора от 25.03.2014 № 116 (далее также ФНиП).

Общие технические требования. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила промышленной

безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением» (утв. приказом Ростехнадзора от 25.03.2014 № 116) распространяются:

- на сосуды, работающие под давлением воды с температурой выше 115 °С или другой жидкости с температурой, превышающей температуру кипения при давлении 0,07 МПа, без учета гидростатического давления;
- сосуды, работающие под давлением пара или газа свыше 0,07 МПа;
- баллоны, предназначенные для транспортирования и хранения сжатых, сжиженных и растворенных газов под давлением свыше 0,07 МПа;
- цистерны и бочки для транспортирования и хранения сжатых и сжиженных газов, давление паров которых при температуре до 50 °С превышает давление 0,07 МПа;
- цистерны и сосуды для транспортирования или хранения сжатых, сжиженных газов, жидкостей и сыпучих тел, в которых давление выше 0,07 МПа создается периодически для их опорожнения.

Данные Правила не распространяются на перечисленные ниже сосуды:

1) сосуды, изготавливаемые в соответствии с Правилами устройства и безопасной эксплуатации оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок, утвержденными приказом Ростехнадзора от 17.12.2015 № 521, а также сосуды, работающие с радиоактивной средой;

2) сосуды вместимостью не более 0,025 м³ независимо от давления, используемые для научно-экспериментальных целей. При определении вместимости из общей емкости сосуда исключается объем, занимаемый футеровкой, трубами и другими внутренними устройствами. Группа сосудов, а также сосуды, состоящие из отдельных корпусов и соединенные между собой трубами с внутренним диаметром более 100 мм, рассматриваются как один сосуд;

3) котлы объемом парового и водяного пространства 0,001 м³ и менее, у которых производство рабочего давления (МПа) на объем не превышает 0,002;

4) сосуды и баллоны вместимостью не более 0,025 м³, у которых производство давления в МПа на вместимость в м³ не превышает 0,02;

5) сосуды, работающие под давлением, создающимся при взрыве внутри них в соответствии с технологическим процессом или го-

рении в режиме самораспространяющегося высокотемпературного синтеза;

6) сосуды и трубопроводы, работающие под вакуумом;

7) котлы, включая электродкотлы, а также автономные пароперегреватели и экономайзеры, трубопроводы пара и горячей воды, сосуды, устанавливаемые на морских, и речных судах и других плавучих средствах (кроме драг и плавучих буровых установок) и объектах подводного применения;

8) сосуды, устанавливаемые на самолетах и других летательных аппаратах;

9) отопительные и паровозные котлы железнодорожного подвижного состава;

10) сосуды специального назначения военного ведомства;

11) воздушные резервуары тормозного оборудования подвижного состава железнодорожного транспорта, автомобилей и других средств передвижения;

12) оборудование под давлением, входящее в состав вооружения и военной техники, применяемое для обеспечения интересов обороны и безопасности государства, гражданской и территориальной обороны, а также в условиях ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, за исключением оборудования общепромышленного назначения;

13) приборы парового и водяного отопления;

14) электродкотлы вместимостью не более 0,025 м³;

15) трубчатые печи и пароперегреватели трубчатых печей предприятий нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности;

16) сосуды, состоящие из труб с внутренним диаметром не более 150 мм без коллекторов, а также с коллекторами, выполненными из труб с внутренним диаметром не более 150 мм;

17) части машин, не представляющие собой самостоятельных сосудов (корпусы насосов или турбин, цилиндры двигателей паровых, гидравлических, воздушных машин и компрессоров);

18) трубопроводы пара и горячей воды, устанавливаемые на подвижном составе железнодорожного, автомобильного транспорта;

19) трубопроводы пара и горячей воды наружным диаметром менее 76 мм, у которых параметры рабочей среды не превышают температуру 450 °С и давление 8 МПа;

20) трубопроводы пара и горячей воды наружным диаметром менее 51 мм, у которых температура рабочей среды не превышает 450 °С при давлении рабочей среды более 8,0 МПа, а также у ко-

торых температура рабочей среды превышает 450 °С без ограничения давления рабочей среды;

21) сливные, продувочные и выхлопные трубопроводы котлов, трубопроводов, сосудов, редуционно-охладительных и других устройств, соединенные с атмосферой;

22) магистральные трубопроводы, внутрипромысловые и местные распределительные трубопроводы, предназначенные для транспортирования газа, нефти и других продуктов;

23) трубопроводы сетей газораспределения и сетей газопотребления;

24) оборудование, изготовленное (произведенное) из неметаллической гибкой (эластичной) оболочки.

Проекты сосудов и их элементов (в том числе запасных частей к ним), а также проекты их монтажа или реконструкции должны выполняться организациями, имеющими разрешение (лицензию) органов Ростехнадзора на проведение соответствующих работ, полученное в соответствии с указанными Правилами. Проекты и технические условия на изготовление сосудов должны согласовываться и утверждаться в установленном порядке. Отступление от установленного порядка может быть допущено лишь в исключительном случае по разрешению Ростехнадзора. Для получения разрешения необходимо представить Ростехнадзору соответствующее обоснование, а в случае необходимости — также заключение специализированной научно-исследовательской или экспертной организации.

Соответствие сосуда требованиям должно быть подтверждено изготовителем (поставщиком) оборудования сертификатом соответствия, выданным сертификационным центром. Копия сертификата соответствия прилагается к паспорту сосуда.

О каждой аварии, смертельном или групповом несчастном случае, которые связаны с обслуживанием сосудов, работающих под давлением, зарегистрированных в органах Ростехнадзора, их владелец обязан уведомить орган Ростехнадзора и другие организации в соответствии с порядком, установленным Ростехнадзором.

До прибытия представителя Ростехнадзора для расследования обстоятельств и причин аварии или несчастного случая администрация организации обязана обеспечить сохранность всей обстановки аварии (несчастного случая), если это не представляет опасности для жизни людей и не вызывает дальнейшего развития аварии.

Требования к конструкции сосудов. Конструкция сосудов должна обеспечивать надежность и безопасность эксплуатации в течение

расчетного срока службы и предусматривать возможность проведения технического освидетельствования, очистки, промывки, полного опорожнения, продувки, ремонта, эксплуатационного контроля металла и соединений. Поэтому для каждого сосуда должен быть установлен и указан в паспорте расчетный срок службы с учетом условий эксплуатации.

Устройства, препятствующие наружному и внутреннему осмотрам сосудов (мешалки, змеевики, рубашки, тарелки, перегородки и другие приспособления), должны быть, как правило, съемными. При применении приварных устройств должна быть предусмотрена возможность их удаления для проведения осмотров и последующей установки на место. Порядок съема и установки этих устройств должен быть указан в инструкции по монтажу и эксплуатации сосуда.

На каждом сосуде должны быть предусмотрены вентиль, кран или другое устройство, позволяющее осуществлять контроль за отсутствием давления в сосуде перед его открыванием; при этом отвод среды должен быть направлен в безопасное место.

Все сосуды должны быть снабжены необходимым количеством люков и смотровых лючков, обеспечивающих осмотр, очистку и ремонт сосудов, а также монтаж и демонтаж разборных внутренних устройств, а сосуды, которые в процессе эксплуатации изменяют свое положение в пространстве, должны иметь приспособления, предотвращающие их самопрокидывание.

Конструкция сосудов, обогреваемых горячими газами, должна обеспечивать надежное охлаждение стенок, находящихся под давлением, до расчетной температуры. Установки воздухохранилищ, холодильников воздуха и других сосудов, рабочей средой которых является сжатый воздух, должны удовлетворять требованиям Правил устройства и безопасной эксплуатации стационарных компрессорных установок, воздухопроводов и газопроводов (ПБ 03-581-03 в соответствии с П-01-01-2017). Заземление и электрическое оборудование сосудов должны соответствовать Правилам технической эксплуатации электроустановок потребителей, утвержденным приказом Минэнерго России от 13.01.2003 № 6, и Правилам переключений в электроустановках (утв. приказом Минэнерго России от 13.09.2018 № 757).

При сварочных работах стыковые швы должны выполняться с полным проплавлением. Кроме того, допускаются сварные соединения в тавр и угловые с полным проплавлением для приварки плоских днищ, плоских фланцев, трубных решеток, штуцеров, люков, рубашек. Применение нахлесточных сварных швов допускается

для приварки к корпусу укрепляющих колец, опорных элементов, подкладных листов, пластин под площадки, лестницы, кронштейны и т.п. Все сварные швы должны быть доступны для контроля при изготовлении, монтаже и эксплуатации сосудов. Сварочные материалы, применяемые для сварки сосудов, должны соответствовать требованиям стандартов и технических условий, что должно подтверждаться сертификатом организации-изготовителя.

К сварочным работам допускаются сварщики, аттестованные в соответствии с Правилами аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства (утв. постановлением Госгортехнадзора России от 30.10.1998 № 63) и имеющие удостоверение установленной формы; при этом они могут производить сварочные работы только тех видов, которые указаны в их удостоверении.

Контроль качества сварки и сварных соединений включает:

- проверку аттестации персонала;
- проверку сборочно-сварочного, термического и контрольного оборудования, аппаратуры, приборов и инструментов;
- контроль качества основных материалов;
- контроль качества сварочных материалов и материалов для дефектоскопии;
- операционный контроль технологии сварки;
- неразрушающий контроль качества сварных соединений;
- разрушающий контроль качества сварных соединений;
- контроль исправления дефектов.

Для установления методов и объемов контроля сварных соединений необходимо определить группу сосуда в зависимости от расчетного давления, температуры стенки и характера среды.

В процессе изготовления сосудов должны проверяться:

- соответствие металла свариваемых деталей и сварочных материалов требованиям нормативной документации (НД);
- соответствие качества подготовки кромок и сборки под сварку требованиям действующих стандартов и чертежей;
- соблюдение технологического процесса сварки и термической обработки, разработанной в соответствии с требованиями НД.

Основными видами неразрушающего контроля металла и сварных соединений являются:

- визуальный и измерительный;
- радиографический;
- ультразвуковой;
- радиоскопический (допускается применять только по инструкции, согласованной с Ростехнадзором);
- стилоскопирование;

- измерение твердости;
- гидравлические испытания;
- пневматические испытания.

Помимо этого, могут применяться другие методы (акустическая эмиссия, магнитография, цветная дефектоскопия, определение содержания в металле шва ферритной фазы и др.) в соответствии с техническими условиями организации-изготовителя. Контроль материалов и сварных соединений неразрушающими методами должен проводиться организациями, имеющими разрешение (лицензию) органов Ростехнадзора на выполнение этих работ. При разрушающем контроле должны проводиться испытания механических свойств, металлографические исследования и испытания на стойкость против межкристаллитной коррозии.

Приемочный контроль изделия, сборочных единиц и сварных соединений должен выполняться после окончания всех технологических операций, связанных с термической обработкой, деформированием и наклепом металла. Визуальный и измерительный контроль, а также стилоскопирование должны предшествовать контролю другими методами. Визуальному и измерительному контролю подлежат все сварные соединения сосудов и их элементов с целью выявления в них следующих дефектов:

- трещин всех видов и направлений;
- свищей и пористости наружной поверхности шва;
- подрезов;
- наплывов, прожогов, незаплавленных кратеров;
- смещения и совместного увода кромок свариваемых элементов свыше норм, предусмотренных ФНиП (приказ Ростехнадзора № 116);
- непрямолинейности соединяемых элементов;
- несоответствия формы и размеров швов требованиям технической документации.

Результаты по каждому виду контроля должны фиксироваться в отчетной документации (журналах, формулярах, протоколах, маршрутных паспортах и т.д.).

Гидравлическому испытанию подлежат все сосуды после их изготовления. Сосуды, изготовление которых заканчивается на месте установки и транспортируются на место монтажа частями, подвергаются гидравлическому испытанию на месте монтажа.

Гидравлическое испытание сосудов, за исключением литых, должно проводиться пробным давлением P , определяемым по формуле

$$P_{пр} = 1,25P_p \cdot \frac{[\sigma_{20}]}{[\sigma_t]}, \quad (4.2)$$

где P — расчетное давление сосуда, МПа; $[\sigma_{20}]$, $[\sigma_t]$ — допускаемые напряжения для материала сосуда или его элементов соответственно при 20 °С и расчетной температуре, МПа.

Отношение $\frac{[\sigma_{20}]}{[\sigma_t]}$ принимается по тому из использованных материалов элементов (обечаек, днищ, фланцев, крепежа, патрубков и др.) сосуда, для которого оно является наименьшим.

Гидравлическое испытание деталей, изготовленных из литья, должно проводиться пробным давлением, определяемым по формуле

$$P_{пр} = 1,5P_p \cdot \frac{[\sigma_{20}]}{[\sigma_t]}. \quad (4.3)$$

Испытание отливок разрешается проводить после сборки и сварки в собранном узле или готовом сосуде пробным давлением, принятым для сосудов, при условии 100%-ного контроля отливок неразрушающими методами.

Гидравлические испытания сосудов и деталей, изготовленных из неметаллических материалов с ударной вязкостью более 20 Дж/см², должны производиться пробным давлением, определяемым по формуле

$$P_{пр} = 1,3P_p \cdot \frac{[\sigma_{20}]}{[\sigma_t]}. \quad (4.4)$$

Гидравлическое испытание сосудов и деталей, изготовленных из неметаллических материалов с ударной вязкостью 20 Дж/см² (2 кгс·м/см²) и менее, должно производиться пробным давлением, определяемым по формуле

$$P_{пр} = 1,6P_p \cdot \frac{[\sigma_{20}]}{[\sigma_t]}. \quad (4.5)$$

Гидравлическое испытание криогенных сосудов при наличии вакуума в изоляционном пространстве должно проводиться пробным давлением, определяемым по формуле

$$P_{пр} = 1,25P - 0,1 \text{ (МПа)}. \quad (4.6)$$

Гидравлические испытания металлопластиковых сосудов должны производиться пробным давлением, определяемым по формуле

$$P_{пр} = [1,25 K_m + \alpha (1 - K_m)] \cdot P [\sigma_{20}] / [\sigma_t], \quad (4.7)$$

где K_m — отношение массы металлоконструкции к общей массе сосуда; $\alpha = 1,3$ — для неметаллических материалов с ударной вязкостью 20 Дж/см² и более; $\alpha = 1,6$ — для неметаллических материалов с ударной вязкостью 20 Дж/см² и менее.

Для гидравлического испытания сосудов должна применяться вода с температурой не ниже 5 °С и не выше 40 °С, если в технических условиях не указано конкретное значение температуры, допускаемой по условию предотвращения хрупкого разрушения. Разность температур стенки сосуда и окружающего воздуха во время испытаний не должна вызывать конденсации влаги на поверхности стенок сосуда. По согласованию с разработчиком проекта сосуда вместо воды может быть использована другая жидкость.

Давление в испытываемом сосуде следует повышать плавно. Скорость подъема давления должна быть указана: для испытания сосуда в организации-изготовителе — в технической документации, для испытания сосуда в процессе работы — в инструкции по монтажу и эксплуатации. Использование сжатого воздуха или другого газа для подъема давления не допускается.

Давление при испытании должно контролироваться двумя манометрами. Оба манометра выбираются одного типа, предела измерения, одинаковых классов точности, цены деления. Время выдержки сосуда под пробным давлением устанавливается разработчиком проекта. При отсутствии указаний в проекте время выдержки должно быть не менее значений, приведенных в табл. 4.1. После выдержки под пробным давлением давление снижается до расчетного, при котором производят осмотр наружной поверхности сосуда, всех его разъемных и сварных соединений.

Таблица 4.1

Время выдержки сосуда под пробным давлением

Толщина стенки сосуда, мм	Время выдержки, мин.
<50	10
50–100	20
>100	30
Для литых неметаллических и многослойных сосудов независимо от толщины стенки	60

Сосуд считается выдержавшим гидравлическое испытание, если не обнаружено:

- течи, трещин, слезок, потения в сварных соединениях и на основном металле;

- течи в разъемных соединениях;
- видимых остаточных деформаций, падения давления по манометру.

Каждый сосуд должен поставляться изготовителем заказчику с паспортом установленной формы. К паспорту должна быть приложена инструкция по монтажу и эксплуатации. Элементы сосудов (корпуса, обечайки, днища, крышки, трубные решетки, фланцы корпуса, укрупненные сборочные единицы), предназначенные для реконструкции или ремонта, должны поставляться изготовителем с удостоверением о качестве изготовления, содержащим сведения в объеме согласно требованиям соответствующих разделов паспорта.

На каждом сосуде должна быть прикреплена табличка, выполненная в соответствии с ГОСТ 12971–67 «Таблички прямоугольные для машин и приборов. Размеры». На табличке должны быть нанесены:

- товарный знак или наименование изготовителя;
- наименование или обозначение сосуда;
- порядковый номер сосуда по системе нумерации изготовителя;
- год изготовления;
- рабочее давление, МПа;
- расчетное давление, МПа;
- пробное давление, МПа;
- допустимая максимальная и (или) минимальная рабочая температура стенки, °С;
- масса сосуда, кг.

Для управления работой и обеспечения безопасных условий эксплуатации сосуда в зависимости от назначения должны быть оснащены:

- а) запорной или запорно-регулирующей арматурой;
- б) приборами для измерения давления;
- в) приборами для измерения температуры;
- г) предохранительными устройствами;
- д) указателями уровня жидкости.

При регулировании уровня жидкости в разделителях жидкости, сепараторах, абсорберах и адсорберах используют стальной сварной запорный клапан с мембранным пневматическим исполнительным механизмом, используемый в качестве регулирующего клапана.

Для снижения давления сжиженных углеводородных газов в бытовых и промышленных установках с 0,2 МПа до 3 кПа используется регулятор давления баллонный «Балтика-1». Он выполнен как насадка на запорно-регулирующий клапан и удерживается на нем при помощи шарикового замка.

Железнодорожные и автомобильные цистерны с наиболее пожароопасными жидкостями (бензин, керосин, сжиженные газы) снабжаются пружинными предохранительными клапанами. Для повышения герметичности в некоторых конструкциях предохранительных клапанов предусматривается разрывная мембрана, которая до определенного (расчетного) давления полностью изолирует полость цистерны от окружающего воздуха, и только после разрыва мембраны срабатывает предохранительный клапан.

Запорная и запорно-регулирующая арматура должна устанавливаться на штуцерах, непосредственно присоединенных к сосуду, или на трубопроводах, подводящих к сосуду и отводящих из него рабочую среду. Арматура должна иметь следующую маркировку:

- наименование или товарный знак изготовителя;
- условный проход, мм;
- условное давление, МПа (допускается указывать рабочее давление и допустимую температуру);
- направление потока среды;
- марку материала корпуса.

На маховике запорной арматуры должно быть указано направление его вращения при открывании или закрывании. Сосуды для взрывоопасных, пожароопасных веществ, веществ 1-го и 2-го классов опасности, а также испарители с огневым или газовым обогревом должны иметь на подводящей линии от насоса или компрессора обратный клапан, автоматически закрывающийся давлением из сосуда. Обратный клапан должен устанавливаться между насосом (компрессором) и запорной арматурой сосуда.

Каждый сосуд и самостоятельные полости с разными давлениями должны быть снабжены манометрами прямого действия. Манометр устанавливается на штуцере сосуда или трубопроводе между сосудом и запорной арматурой. Манометры должны иметь класс точности не ниже: 2,5 — при рабочем давлении сосуда до 2,5 МПа, 1,5 — при рабочем давлении сосуда свыше 2,5 МПа.

Шкала манометра выбирается такой, чтобы предел измерения рабочего давления находился во второй трети шкалы; на ней также должна быть красная черта, указывающая рабочее давление в сосуде. Взамен красной черты разрешается прикреплять к корпусу манометра металлическую пластину, окрашенную в красный цвет и плотно прилегающую к стеклу манометра.

Манометр не допускается к применению в случаях, когда:

- отсутствует пломба или клеймо с отметкой о проведении поверки;
- просрочен срок поверки;

- стрелка при его отключении не возвращается к нулевому показанию шкалы на величину, превышающую половину допускаемой погрешности для данного прибора;
- разбито стекло или имеются повреждения, которые могут отразиться на правильности его показаний.

Проверка манометров с их опломбированием или клеймением должна производиться не реже одного раза в 12 месяцев. Кроме того, не реже одного раза в 6 месяцев владельцем сосуда должна производиться дополнительная проверка рабочих манометров контрольным манометром с записью результатов в журнал контрольных проверок. При отсутствии контрольного манометра дополнительную проверку допускается производить проверенным рабочим манометром, имеющим одинаковую шкалу и класс точности с проверяемым манометром. Порядок и сроки проверки исправности манометров обслуживающим персоналом в процессе эксплуатации сосудов должны определяться инструкцией по режиму работы и безопасному обслуживанию сосудов, утвержденной руководством организации — владельца сосуда.

Сосуды, работающие при изменяющейся температуре стенок, должны быть снабжены приборами для контроля скорости и равномерности прогрева по длине и высоте сосуда и реперами для контроля тепловых перемещений.

В качестве предохранительных устройств от повышения давления выше допустимого значения применяются:

- пружинные предохранительные клапаны;
- рычажно-грузовые предохранительные клапаны;
- импульсные предохранительные устройства (ИПУ), состоящие из главного предохранительного клапана (ГПК) и управляющего импульсного клапана (ИПК) прямого действия;
- предохранительные устройства с разрушающимися мембранами — мембранные предохранительные устройства (МПУ);
- другие устройства, применение которых согласовано с Ростехнадзором.

Количество предохранительных клапанов, их размеры и пропускная способность выбираются по предварительному расчету так, чтобы в сосуде не создавалось давление, превышающее избыточное рабочее более чем на 0,05 МПа для сосудов с давлением до 0,3 МПа, на 15% — для сосудов с давлением от 0,3 до 6,0 МПа и на 10% — для сосудов с давлением свыше 6,0 МПа. При работающих предохранительных клапанах допускается превышение давления в сосуде не более чем на 25% от рабочего при условии, что это превышение предусмотрено проектом и отражено в паспорте сосуда.

Предохранительные устройства должны устанавливаться на патрубках или трубопроводах, непосредственно присоединенных к сосуду. Присоединительные трубопроводы предохранительных устройств (подводящие, отводящие и дренажные) должны быть защищены от замерзания в них рабочей среды. При установке на одном патрубке (трубопроводе) нескольких предохранительных устройств площадь поперечного сечения патрубка (трубопровода) должна быть не менее 1,25 суммарной площади сечения клапанов, установленных на нем.

При необходимости контроля уровня жидкости в сосудах, имеющих границу раздела сред, должны применяться указатели уровня. Помимо указателей уровня на сосудах могут устанавливаться звуковые, световые и другие сигнализаторы и блокировки по уровню. На сосудах, обогреваемых пламенем или горячими газами, у которых возможно понижение уровня жидкости ниже допустимого, должно быть установлено не менее двух указателей уровня жидкости прямого действия.

На каждом указателе уровня жидкости должны быть отмечены допустимые верхний и нижний уровни; они устанавливаются разработчиком проекта. Высота прозрачного указателя уровня жидкости должна быть не менее чем на 25 мм ниже нижнего и выше верхнего допустимых уровней жидкости соответственно.

Сосуды должны устанавливаться на открытых площадках в местах, исключающих скопление людей, или в отдельно стоящих зданиях. Допускается установка сосудов:

- в помещениях, примыкающих к производственным зданиям, при условии отделения их от здания капитальной стеной;
- в производственных помещениях в случаях, предусмотренных отраслевыми правилами безопасности;
- с заглублением в грунт при условии обеспечения доступа к арматуре и защиты стенок сосуда от почвенной коррозии и коррозии блуждающими токами.

Не разрешается установка сосудов в жилых, общественных и бытовых зданиях, а также в примыкающих к ним помещениях.

Разрешение на ввод в эксплуатацию сосудов, работающих под давлением, выдается после удовлетворительных результатов технического освидетельствования: на сосуды, подлежащие регистрации в Ростехнадзоре, — его местными органами; на сосуды, не подлежащие регистрации в Ростехнадзоре, — бюро (отделом) по надзору предприятия.

Все сосуды, регистрируемые в органах Ростехнадзора и на предприятии, учитываются в специальной книге учета и освидетель-

ствования сосудов. Книга хранится у начальника бюро (отдела) по надзору предприятия и предъявляется при контроле лицам, инспектирующим предприятие. Для регистрации сосудов в органах Ростехнадзора предприятие представляет следующие документы:

а) паспорт сосуда установленной формы;

б) удостоверение о качестве монтажа. В удостоверении должны быть приведены следующие данные:

- наименование монтажной организации;
- наименование организации — владельца сосуда;
- наименование организации-изготовителя и заводской номер сосуда;
- сведения о материалах, использованных монтажной организацией, дополнительно к указанным в паспорте;
- сведения о сварке (в том числе вид сварки, тип и марку электродов), о термообработке, режиме термообработки;
- фамилии сварщиков и термистов, номера их удостоверений;
- результаты испытаний контрольных стыков (образцов), а также результаты неразрушающего дефектоскопического контроля стыков;
- заключение о соответствии произведенных монтажных работ ФНиП (приказ № 116), проекту, техническим условиям и инструкции по монтажу, а также пригодности сосуда к эксплуатации при указанных в паспорте параметрах;
- копия разрешения на монтаж сосуда органов Ростехнадзора;

в) схема включения сосуда с указанием источника давления, параметров, его рабочей среды, арматуры, контрольно-измерительных приборов, средств автоматического управления, предохранительных и блокирующих устройств. Схема должна быть утверждена руководством организации;

г) паспорт предохранительного клапана с расчетом его пропускной способности.

Указанные документы после регистрации сосудов и присвоения им регистрационных номеров возвращаются предприятию. Если же сосуд будет передан другому предприятию, он снова, до пуска в работу, должен быть зарегистрирован в приведенном выше порядке.

Эксплуатация баллонов. Основными причинами взрывов и пожаров являются:

- низкое качество изготовления баллонов;
- заполнение их сжиженными газами сверх установленных норм;
- размещение их в зоне высоких температур;
- эксплуатация с недопустимым утонением стенки вследствие коррозии;

- нарушение правил безопасности при хранении, транспортировке баллонов и использовании содержащихся в них газов;
- толчки, удары, падение баллонов;
- их перегревание; загрязнение вентилей маслами;
- слишком быстрое их открывание и другие причины.

Аварии баллонов со сжатым кислородом возможны из-за попадания масел в выходные отверстия и воспламенения при выходе кислорода, а также из-за имевшихся в баллоне частиц окалины, загрязнения органическими веществами внутренней части баллонов, падения баллонов на металлические или другие предметы, нагрева баллонов и других нарушений.

Баллоны с газом, устанавливаемые в помещениях, должны находиться на расстоянии не менее 1 м от радиаторов отопления и других отопительных приборов и печей и на расстоянии не менее 5 м от источников тепла с открытым огнем. При эксплуатации баллонов находящийся в них газ запрещается расходовать полностью. Остаточное давление газа в баллоне должно быть не менее 0,05 МПа (0,5 кг/см²).

Наполнение баллонов газами должно производиться по инструкции, разработанной и утвержденной организацией в установленном порядке с учетом свойств газа, местных условий и требований типовой инструкции по наполнению баллонов газами. Наполнение баллонов сжиженными газами должно соответствовать нормам.

Запрещается наполнять газом баллоны, у которых:

- истек срок назначенного освидетельствования;
- истек срок проверки пористой массы;
- поврежден корпус баллона;
- неисправны вентили;
- отсутствуют надлежащая окраска или надписи;
- отсутствует избыточное давление газа;
- отсутствуют установленные клейма.

Склады для хранения баллонов, наполненных газами, должны быть одноэтажными с покрытиями легкого типа и не иметь чердачных помещений. Стены, перегородки, покрытия складов для хранения газов должны быть из негорючих материалов не ниже II степени огнестойкости; окна и двери должны открываться наружу. Оконные и дверные стекла должны быть матовыми или закрашенными белой краской. Высота складских помещений для баллонов должна быть не менее 3,25 м от пола до нижних выступающих частей кровельного покрытия. Полы складов должны быть ровными с нескользкой поверхностью, а складов для баллонов с горю-

чими газами — с поверхностью из материалов, исключающих искрообразование при ударе о них какими-либо предметами.

Склады для баллонов, наполненных газом, должны иметь естественную или искусственную вентиляцию в соответствии с требованиями санитарных норм проектирования. Склады для баллонов с взрыво- и пожароопасными газами должны находиться в зоне молниезащиты. Складское помещение должно быть разделено негораемыми стенами на отсеки, в каждом из которых допускается хранение не более 500 баллонов (40 л) с горючими или ядовитыми газами и не более 1000 баллонов (40 л) с негорючими и неядовитыми газами. Отсеки для хранения баллонов с негорючими и неядовитыми газами могут быть отделены негораемыми перегородками высотой не менее 2,5 м с открытыми проемами для прохода людей и проемами для средств механизации. Каждый отсек должен иметь самостоятельный выход наружу.

Перемещение баллонов в пунктах наполнения и потребления газов должно производиться на специально приспособленных для этого тележках или при помощи других устройств. Перевозку наполненных газами баллонов необходимо производить на рессорном транспорте или на автокарах в горизонтальном положении и обязательно с прокладками между баллонами. В качестве прокладок могут применяться деревянные бруски с вырезанными гнездами для баллонов, а также веревочные или резиновые кольца толщиной не менее 25 мм (по два кольца на баллон) либо другие прокладки, предохраняющие баллоны от ударов друг о друга. Все баллоны во время перевозки должны укладываться вентилями в одну сторону. Разрешается перевозка баллонов в специальных контейнерах, а также без контейнеров в вертикальном положении, обязательно с прокладками между ними и ограждением от возможного падения. Перевозка баллонов автомобильным, железнодорожным, водным и воздушным транспортом должна производиться согласно правилам соответствующих министерств и ведомств.

Баллоны должны рассчитываться и изготавливаться по НД, согласованной с Ростехнадзором. На баллоны вместимостью более 100 л должны устанавливаться предохранительные клапаны. При групповой установке баллонов допускается установка предохранительного клапана на всю группу баллонов.

Баллоны для растворенного ацетилена должны быть заполнены соответствующим количеством пористой массы и растворителя. После заполнения баллона пористой массой и растворителем на его горловине выбивается масса тары (масса баллона без кол-

пака, но с пористой массой и растворителем, башмаком, кольцом и вентилем).

Наружная поверхность баллонов должна быть окрашена в соответствующий цвет. Надписи на баллонах наносят по окружности на длину не менее 1/3 окружности, а полосы — по всей окружности.

Освидетельствование баллонов, за исключением баллонов для ацетилена, включает:

- осмотр внутренней (за исключением баллонов для сжиженного углеводородного газа (пропан-бутана) вместимостью до 55 л) и наружной поверхности баллонов;
- проверку массы и вместимости;
- гидравлическое испытание.

Проверка массы и вместимости бесшовных баллонов до 12 л включительно и свыше 55 л, а также сварных баллонов независимо от вместимости не производится.

Результаты освидетельствования баллонов, за исключением баллонов для ацетилена, записываются лицом, освидетельствовавшим баллоны, в журнал испытаний, имеющий, в частности, следующие графы:

1. Товарный знак изготовителя.
2. Номер баллона.
3. Дата (месяц, год) изготовления баллона.
4. Дата произведенного и следующего освидетельствования.
5. Масса, выбитая на баллоне, кг.
6. Масса баллона, установленная при освидетельствовании, кг.
7. Вместимость баллона, выбитая на баллоне, л.
8. Вместимость баллона, определенная при освидетельствовании, л.
9. Рабочее давление, P_p , МПа (кг/см²).
10. Отметка о пригодности баллона.
11. Подпись лица, производившего освидетельствование баллонов.

Состояние пористой массы в баллонах для ацетилена должно проверяться на наполнительных станциях не реже чем через 24 месяца. Результаты освидетельствования баллонов для ацетилена заносят в журнал испытаний, имеющий, в частности, следующие графы:

1. Номер баллона,
2. Товарный знак изготовителя.
3. Дата (месяц, год) изготовления баллона.
4. Подпись лица, производившего освидетельствование баллона.

5. Дата проведенного и следующего освидетельствования баллона.

Наполненные газом баллоны, находящиеся на длительном складском хранении, при наступлении очередных сроков периодического освидетельствования подвергаются представителем администрации организации освидетельствованию в выборочном порядке в количестве не менее 5 шт. из партии до 100 баллонов, 10 шт. — из партии до 500 баллонов и 20 шт. — из партии свыше 500 баллонов. При удовлетворительных результатах освидетельствования срок хранения баллонов устанавливается лицом, производившим освидетельствование, но не более чем 2 года. Результаты выборочного освидетельствования оформляются соответствующим актом.

4.3. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И МОДЕРНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

4.3.1. Обработка металлов резанием

В настоящее время на предприятиях машиностроения еще находится в эксплуатации много станков с ручным управлением — группы токарных, фрезерных, сверлильных, расточных, строгальных, шлифовальных и других станков, выполняющих различные операции, при которых возникает определенная опасность травмирования рабочего-станочника. Внедрение станков с программным управлением позволяет значительно улучшить условия труда и уменьшить вероятность травмирования рабочего, поскольку в процессе обработки металла он может находиться вне зоны опасности.

Металлорежущие станки с ручным управлением вытесняются современными автоматическими станками, применение которых дает возможность снизить производственный травматизм при обработке материалов резанием, так как при этом исключается контакт рабочего со многими опасными производственными факторами. Автоматические станки и автоматические линии станков применяются в массовом и серийном производстве.

Современные технологические процессы по обработке металлов резанием основаны на применении обрабатывающих центров и станков с числовым программным обеспечением. На рис. 4.6 представлен общий вид многооперационного станка с числовым программным управлением.

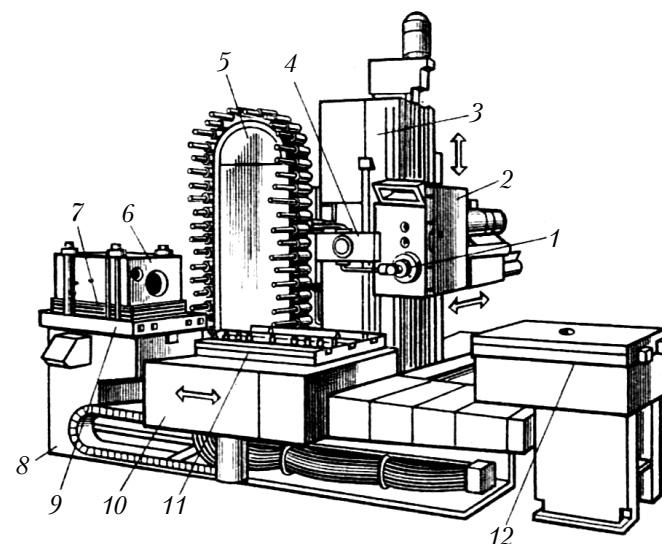


Рис. 4.6. Многооперационный станок с ЧПУ:

1 — шпиндель; 2 — шпиндельная бабка; 3 — вертикальная стойка;
4 — автооператор; 5 — магазин; 6 — заготовка; 7 — приспособление-спутник;
8 — станина; 9 — дополнительный стол; 10 — стол; 11 — поворотная часть стола;
12 — дополнительный стол

Автоматическая смена режущего инструмента производится с помощью автооператора 4, который по команде системы ЧПУ (числового программного управления) станка извлекает из соответствующего гнезда магазина 5 необходимый режущий инструмент и перемещает его в шпиндель для закрепления. Приспособление-спутник 7 с крепленной на нем заготовкой 6 размещается на установленном на станине 8 дополнительном столе 9. В начале цикла обработки приспособление-спутник 7 с заготовкой 6 перемещается по столу 9 в направлении установленного в положении загрузки стола 10. Затем приспособление-спутник 7 с заготовкой 6 размещается на поворотной части 11 стола, фиксируется относительно него, стол перемещается в зону обработки, и заготовка обрабатывается со всех сторон. Во время обработки заготовки 6 на дополнительном столе 12 готовится к обработке следующая заготовка 6. После обработки деталь 6 возвращается на дополнительный стол 9, а заготовка 6 со стола 12 аналогичным образом перемещается в зону резания.

Многоцелевые станки для обработки металлов резанием обеспечивают высокоэффективную работу благодаря интеграции различных процессов обработки. На многих из них осуществляются

все операции механообработки от установки заготовки и до финишной обработки. Это позволяет существенно сократить длительность производственного цикла, уменьшить площади под установку оборудования, сохранить высокую точность обработки и снизить эксплуатационные расходы, а также улучшить условия труда оператора.

В настоящее время используется целый ряд компоновок станков и обрабатывающих центров токарной группы в зависимости от их технологического назначения.

Станки с горизонтальной осью вращения шпинделя могут иметь один суппорт (или два) с возможностью перемещения по осям X и Z , на котором установлена револьверная головка с неподвижными и вращающимися инструментами. Заготовки устанавливаются в патроне с возможностью обработки с одной стороны, с управляемым вращением относительно оси шпинделя (координата C).

Для обработки деталей типа валов с закреплением в патроне и поджатием задним центром используются станки с задней бабкой. На некоторых станках закрепление деталей производится по одной из двух схем: в патроне либо в центрах, причем задний центр установлен в одном из гнезд револьверной головки. В случае такой компоновки возможна смена схемы базирования при обработке нежестких деталей типа валов.

Обработку детали со всех сторон обеспечивают станки с двумя соосно расположенными шпинделями. Заготовка закрепляется сначала в основном, а затем во вспомогательном (перехватывающем) патроне. Перехват обрабатываемой детали осуществляется без остановки вращения основного шпинделя вследствие синхронизации частот вращения обоих патронов. На некоторых станках функция перехвата осуществляется одним из гнезд револьверной головки; в этом случае вспомогательный шпиндель отсутствует.

На токарно-револьверных станках обработка может производиться как из штучных заготовок, так и из прутка. В последнем случае станок может оснащаться автозагрузчиком прутков, что превращает полуавтомат в автомат.

Станки с вертикальной осью вращения шпинделя изделия (карусельные) используются в основном для обработки крупных тяжелых деталей. Как правило, они имеют компоновку с одной или двумя револьверными головками. В отдельных моделях станков закрепление деталей в патроне может осуществляться с поджатием задним центром. Прогрессивной является компоновка станка с двумя параллельными шпинделями. На них можно проводить обработку деталей по одной из трех схем: одновременная обработка

двух одинаковых заготовок по одной и той же управляющей программе; обработка двух заготовок одного и того же наименования с двух установов; одновременная обработка двух различных заготовок по разным управляющим программам. Станки вертикальной компоновки с верхним шпинделем могут оснащаться встроенным манипулятором для переустановки заготовок с одного шпинделя на другой, что позволяет производить автоматизированную загрузку без использования промышленных роботов.

Наряду с рассмотренными компоновками токарных станков получили распространение другие компоновки с более широкими технологическими возможностями, в частности:

- установка в револьверной головке червячной зуборезной фрезы, что обеспечивает возможность нарезания на детали зубьев, шлицев и исключает необходимость соответствующих операций;
- введение в состав многоцелевого токарного станка шлифовального шпинделя, что позволяет совмещать операции точения и шлифования;
- введение в конструкцию 4–6 шпинделей изделия вместо одного с возможностью поворота шпиндельного барабана на постоянный угол, что позволяет использовать оборудование с ЧПУ в крупносерийном и массовом производстве; подготовительно-заключительное время в этом случае в 4–5 раз меньше, чем при использовании традиционных многшпиндельных токарных автоматов и полуавтоматов;
- замена одной из традиционных револьверных головок на инструментальный шпиндель с возможностью управляемого поворота его оси на произвольный угол; инструментальный магазин в этом случае содержит до 100 режущих инструментов.

Автоматизация обработки. Основными особенностями современных металлорежущих станков (МС) являются: автоматизация всего цикла обработки (формообразования, изменения режимов резания, выполнения вспомогательных команд); многоинструментность в результате последовательно вводимых в работу разнообразных инструментов; быстроедействие при выполнении вспомогательных команд и холостых перемещений, повышение доли основного времени в операционном цикле до 70–90%; повышенная точность обработки; возможность быстрой переналадки.

Наличие поворотного стола. Наличие у станков поворотных столов во многих случаях позволяет осуществлять обработку сложных корпусных деталей со всех сторон, кроме базовой поверхности, по которой произведена установка и закрепление. Высокая точность МС обеспечивает возможность выполнения как черновых,

так и чистовых операций, благодаря чему на МС можно производить полную обработку детали без каких-либо дополнительных доделок.

На рис. 4.7 представлен станок многоцелевой токарный патронно-центровой с ЧПУ модели 200НТ, который предназначен для выполнения разнообразных токарных работ при обработке деталей различной сложности в условиях единичного и серийного производства. Наклонное расположение станины обеспечивает свободный сход стружки и доступ в зону резания. Станок может быть оснащен различными револьверными головками с приводным инструментом.



Рис. 4.7. Многоцелевой токарный патронно-центровой станок 200НТ

Технические характеристики станка. Габариты 200НТ (600) — 2800-1797-1795 мм. Мощность двигателя главного движения — 11 кВт. Масса станка с выносным оборудованием — 5500 кг. Минимальная частота вращения шпинделя — 45 об/мин. Максимальная частота вращения шпинделя — 4500 об/мин. Наибольший диаметр обработки над станиной — 500 мм. Наибольшая длина точения — 500–850 мм. Наибольший диаметр точения (валы) — 200 мм. Наибольший диаметр точения (диски) — 300 мм. Размер патрона — 210 мм. Конус шпинделя — ISOA2–6. Скорость шпинделя — 5–4000 об/мин. Мощность главного двигателя — 12 кВт. Наибольший крутящий момент — 200 Нм. Перемещение по осям X, Z — 250/520, 250/870 мм. Быстрое перемещение по осям X и Z — 20–25 м/мин. Рабочая подача на осях X и Z — 0,01–9000 / 0,01–12000 мм/мин. Точность позиционирования по осям X и Z — 0,01 мм. Диаметр пиноли задней бабки — 85 мм. Перемещение пиноли — 125 мм. Количество позиций револьверной головки — 8. Время смены ин-

струмента — 0,5 сек. Точность позиционирования $\pm 4\mu$. Габаритные размеры: длина — 2800–3730 мм, ширина — 1850 мм, высота — 1800 мм. Вес нетто — 4500–5400 кг.

Новейшие токарные центры с ЧПУ мирового класса объединяют в себе передовые технологии, высокую производительность и качество, а также безопасность производственного процесса. Широкое разнообразие доступных технических характеристик — от двухосевых моделей до токарных центров с ЧПУ, оборудованных вторым шпинделем и шпинделем вращающегося инструмента, — позволяют осуществлять обработку детали за один установ. На рис. 4.8 представлен токарный центр MEGA TURN 1600.



Рис. 4.8. Токарный центр MEGA TURN 1600

Вертикальный обрабатывающий центр для обработки деталей при тяжелых режимах резания и высокоскоростной обработки обеспечивает решение широкого спектра производственных задач.

Технические характеристики станка. Максимально устанавливаемый диаметр — 1650 мм. Максимальная частота вращения — 350 об/мин. Количество инструмента — 12.

На рис. 4.9 изображен станок VERTICAL CENTER SMART 530C L. Этот станок представляет новое поколение вертикальных обрабатывающих центров мирового класса. Станки данной серии выполняют разные станочные операции на высочайшем уровне: от обработки при тяжелых режимах резания до высокоскоростной обработки. Система ЧПУ SMART существенно упрощает процесс управления и программирования и отличается высокой надежностью.



Рис. 4.9. Вертикально обрабатывающий центр VERTICAL CENTER SMART 530C L

Технические характеристики станка. Параметры заготовки: ширина – 1300 мм, длина – 550 мм. Максимальная частота вращения – 12 000 об/мин. Максимальная мощность – 19 кВт. Количество инструмента – 30.

Среди широкого спектра функций станков, разработанных специалистами компании Yamazaki Mazak, есть такие, как активный контроль вибраций (позволяет увеличить срок службы инструмента), интеллектуальная система компенсации тепловых деформаций, голосовой помощник Mazak, интеллектуальная система технического обслуживания (при помощи нее отображаются данные о состоянии рабочих органов станка для предотвращения неисправностей и своевременного технического обслуживания), интеллектуальная система безопасности, обеспечивающая безопасность во время настройки станка и работы в режиме ручного управления.

Например, вертикально-фрезерный обрабатывающий центр FJV 35/80-II (рис. 4.10) сочетает в себе интеллектуальные функции с возможностями автоматической обработки боковых поверхностей с помощью новой угловой головки. Это позволяет добиться самой высокоточной и высокоэффективной обработки.

Компанией Yamazaki Mazak производится широкая линейка горизонтальных обрабатывающих центров с различными типоразмерами столов (от 400 мм до 1250 мм) для решения любых производственных задач. Доступны опциональные пакеты для работы с труднообрабатываемыми видами материалов. Множество интеллектуальных функций делают работу оператора исключительно простой и обеспечивают оптимально высокую мощность оборудования. Горизонтальный обрабатывающий центр с ЧПУ по-

стоянно улучшается и совершенствуется разработчиками. Это подтверждают и операторы станков, отмечая, что их работа становится более продуктивной.



Рис. 4.10. Вертикально-фрезерный обрабатывающий центр FJV 35/80-II

На рис. 4.11 представлен станок HCN-6800 – горизонтальный обрабатывающий центр мирового класса, сочетающий в себе передовые технологии, производительность и качество для достижения максимальной эффективности при работе практически с любыми типами материалов. Станок имеет широкую рабочую зону, большие размеры паллеты, высокую скорость быстрого перемещения, а также высокожесткий шпиндель. Благодаря трем типам шпинделей (стандартный, высокомоментный, высокоскоростной) станок HCN-6800 позволяет пользователям быстро и эффективно обрабатывать различные материалы начиная от стали и заканчивая цветными металлами.



Рис. 4.11. Горизонтальный обрабатывающий центр HCN-6800

Многоцелевой станок, сочетающий в себе функции токарного станка с ЧПУ и обрабатывающего центра, представлен на рис. 4.12. Станок имеет возможность выполнения всех видов операций за один установ — токарных и расточных операций, фрезерной обработки, сверления и др. Идеально подходит для высокоточной обработки крупногабаритных деталей типа «вал».



Рис. 4.12. Многоцелевой станок INTEGREX e-420H II

Технические характеристики станка. Максимально устанавливаемый диаметр — 670 мм. Максимально обрабатываемая длина — 1530–3060 мм. Максимальная частота вращения — 4000–12000 об/мин. Максимальная мощность — 22–35 кВт. Количество инструмента — 40.

Компания INDEX представляет второе поколение зарекомендовавших себя на рынке токарно-фрезерных обрабатывающих центров INDEX G200.

Новая модель G200 (рис. 4.13) была значительно усовершенствована, начиная с конструкции станка с увеличенной длиной обработки, включая дополнительный инструментальный суппорт, и заканчивая производительностью фрезерного шпинделя. Новый станок полностью ориентирован на потребности рынка: он приспособлен для комплексной обработки как пруткового материала, так и патронных деталей и отличается при этом высокой скоростью и производительностью. Дополнительный инструментальный суппорт обеспечивает высокую производительность, увеличившееся пространство рабочей зоны используется для размещения в ней второго нижнего инструментального суппорта и повышения за счет этого производительности станка. Таким образом, становится возможным сокращение штучного времени при изготовлении определенных деталей на 30% по сравнению со станками G200 первого поколения. Револьверы расположены зеркально, и каждый из них

имеет по одной независимой оси Y . Каждый из револьверов рассчитан на 14 инструментальных станций, которые могут быть укомплектованы приводным инструментом. Инструментальный привод мощностью 16 кВт имеет крутящий момент 16 Нм. Максимальная частота вращения составляет 7200 об/мин.



Рис. 4.13. Токарно-фрезерный обрабатывающий центр INDEX G200

Верхний инструментальный суппорт с револьвером и фрезерным шпинделем. Особенностью станка также является верхний револьвер, который располагает дополнительной осью Y и поворотной осью B с диапазоном поворота 360° . С одной стороны он выполнен в виде инструментального револьвера на 14 станций (VDI-25), а с обратной стороны на нем установлен фрезерный шпиндель (HSK-A40). Подобная конструкция хорошо зарекомендовала себя еще в предыдущей версии G200. В новой версии G200 производительность привода шпинделя значительно увеличена: в предыдущем исполнении частота вращения ограничивалась 2000 об/мин, новый шпиндель имеет частоту вращения 7200 об/мин (мощность 22 кВт, крутящий момент 52 Нм). Благодаря этому можно использовать обширный спектр инструментов: от резцовой головки для торцевого фрезерования до небольших филигранных фрез и сверл для обработки заготовок с прецизионными контурами.

Для распределения технологических операций G200 оснащен тремя инструментальными суппортами, инструменты на которых могут практически произвольным образом участвовать в обработке на главном шпинделе и контршпинделе. Для программиста это означает высокую гибкость при распределении технологических операций. Просторная рабочая зона позволяет производить обработку с одновременным использованием трех револьверов

на главном шпинделе или на контршпинделе, исключая при этом возможность столкновения между ними. Например, правый нижний револьвер с угловым инструментом может производить внутреннюю обработку заготовки, находящейся в главном шпинделе, в то время как левый нижний, а также верхний револьверы производят обработку внешнего контура детали. То же самое возможно и на контршпинделе. Таким образом, благодаря одновременной обработке тремя резцами увеличивается производительность оборудования.

Инструментальные суппорты имеют и другие особенности. Так, посредством оси *B* верхняя револьверная головка может поворачиваться в горизонтальное положение и затем перемещаться в рабочей зоне до уровня 30 мм ниже центра вращения. В данном положении револьвер может работать с главным шпинделем и контршпинделем, в том числе одновременно, в зависимости от задачи. Чаще всего это положение используется для обработки торцов и выполнения одновременной обработки прямыми инструментами на главном шпинделе и контршпинделе. Это менее затратно и обеспечивает более высокую точность по сравнению с обработкой при помощи угловых держателей инструмента.

Еще одной особенностью нижних инструментальных суппортов является так называемое парковочное положение. Конструктивно была создана возможность перемещения револьверов влево или вправо в позицию, находящуюся за пределами рабочей зоны станка и за счет этого не подверженную опасности столкновений. Благодаря этому второй инструментальный суппорт может свободно производить обработку по всей длине точения (рис. 4.14). Особенно полезной эта особенность оказывается прежде всего при обработке длинных валов, которые можно обработать по всей длине одним инструментом без перехвата. Ход салазок верхнего инструментального суппорта составляет 845 мм по оси *Z* и рассчитан таким образом, чтобы инструмент полностью преодолевал длину точения в 660 мм без поворота оси *B* на 180°, как это часто бывает в концепциях других станков.

Многоцелевые станки пятого поколения, реализующая концепцию гармоничного сочетания обрабатывающего центра и токарного станка с ЧПУ, позволяют проводить обработку детали за один установ (рис. 4.15). Большие величины ходов обеспечивают превосходную обработку крупногабаритных деталей, в том числе деталей сложной формы одновременно по пяти осям.

Технические характеристики станка. Максимально устанавливаемый диаметр — 530 мм. Максимально обрабатываемая длина —

519 мм. Максимальная частота вращения — 6000 об/мин. Максимальная мощность — 11 кВт. Количество инструмента — 36.

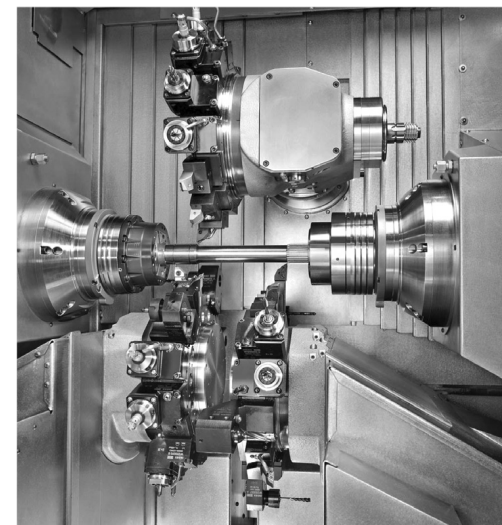


Рис. 4.14. Универсальный инструментальный суппорт



Рис. 4.15. Многоцелевой станок INTEGREX i-100

Корпорация Yamazaki Mazak производит 2D- и 3D-станки лазерной резки CO₂, а также станки с оптоволоконным лазером для обработки объемных, структурных и листовых материалов. На станке для лазерной резки (рис. 4.16) можно выполнять непрерывную обработку различных материалов разной толщины и формы без из-

менения настроек. Такая непрерывная эксплуатация значительно снижает время простоя, а значит увеличивает производительность.



Рис. 4.16. Станок лазерной резки SUPER TURBO-X 4020

Следует отметить огромную роль, которую играют в решении проблем безопасности на производстве дистанционное управление и манипуляторы с программным управлением, так называемые промышленные роботы. Промышленным роботом обычно называют манипулятор автоматического действия, предназначенный для воспроизведения некоторых двигательных функций человека, необходимых при выполнении различных производственных процессов. Современный промышленный робот отличается большой гибкостью и надежностью исполнительного органа (механической руки), который может перенастраиваться системой программного управления на различные траектории и режимы движения.

В настоящее время различают роботы трех поколений. Наиболее широко применяются в промышленности роботы первого поколения. Такие роботы работают по жесткой программе и только в случаях, когда обеспечивается точная ориентация детали. Роботы второго поколения могут воспринимать (с помощью тактильных датчиков) информацию о внешней среде и использовать ее для выполнения задания. Такие роботы уже начинают использоваться на производстве. Роботы третьего поколения снабжены системой средств сбора информации о среде, включая искусственное зрение, и управляются от вычислительных комплексов. Такой робот может принимать решение о целесообразности тех или иных действий, «разумно» осуществлять движения.

На рис. 4.17 показан процесс шлифовки изделия с помощью промышленного робота.

С помощью промышленных роботов можно решить ряд задач: обеспечить безопасность труда при выполнении технологических процессов, протекающих в условиях, опасных для жизни и здо-

ровья человека; исключить необходимость непосредственного участия человека в осуществлении физически тяжелых и монотонных ручных операций (загрузка автоматического оборудования, транспортные и складские работы, сборка на поточных линиях и др.); создать автоматизированные цеха и заводы, в производственной среде которых не находятся люди.

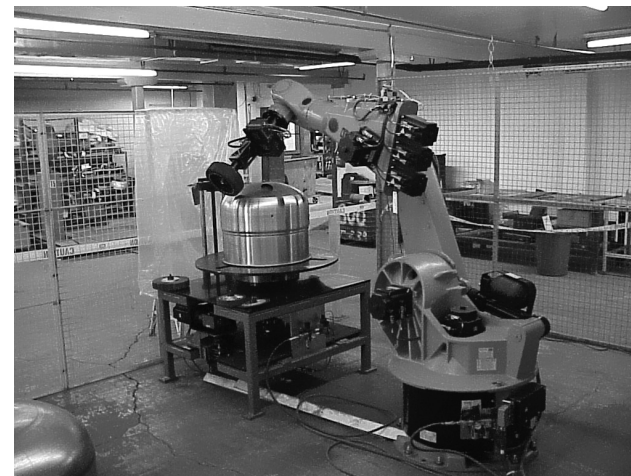


Рис. 4.17. Процесс шлифовки изделия промышленным роботом

На рис. 4.18 показан процесс фрезерования детали промышленным роботом.

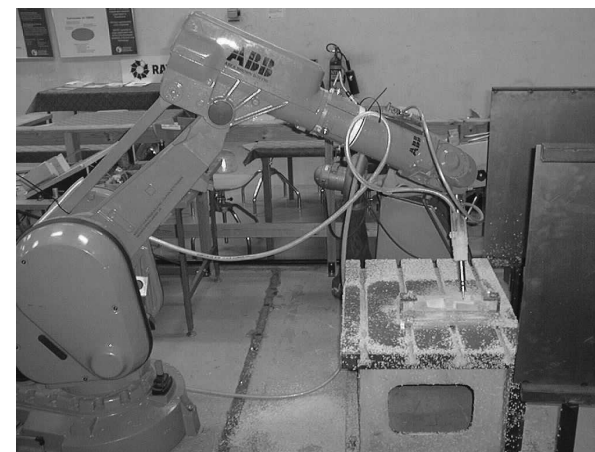


Рис. 4.18. Фрезерование детали промышленным роботом

4.3.2. Холодная штамповка

Автоматизация листовых штамповочных работ позволяет в несколько раз увеличить производительность труда, а также обеспечивает полную безопасность работы на прессах.

К современному оборудованию для холодной штамповки относится автоматизированный кривошипный пресс КЕ 2330, представленный на рис. 4.19. Пресс типа КЕ 2330 предназначен для различных операций холодной листовой штамповки, вырубки, пробивки, гибки, неглубокой вытяжки, формовки и других холодноштамповочных операций. В силу универсальности он может применяться почти во всех отраслях промышленности. Прессы могут быть оснащены устройствами для автоматической штамповки из рулонной ленты, полосы и штучных заготовок. Пресс имеет: регулируемый ход ползуна; централизованную систему смазки; предохранительные устройства по усилию (в ползуне) и крутящему моменту (в муфте-тормозе); жестко заблокированную муфту-тормоз; блокировку угла торможения.

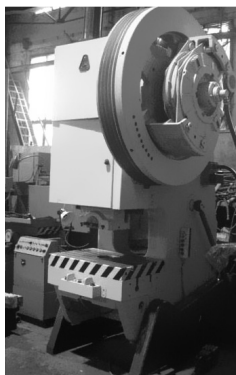


Рис. 4.19. Кривошипный пресс автоматического действия КЕ 2330

Технические характеристики однокривошипного прессы КЕ 2330 приведены в табл. 4.2.

Таблица 4.2

Технические характеристики прессы КЕ 2330

Наименование параметра	Величина	Единица измерения
1. Номинальное усилие прессы	1000	кН (тс)
2. Ход ползуна	10–130	мм
3. Число непрерывных ходов ползуна в минуту	1–100	мм

Окончание табл. 4.2

Наименование параметра	Величина	Единица измерения
4. Размеры стола: длина, ширина	950–630	мм
5. Наибольшее расстояние между столом и ползуном в его нижнем положении при верхнем положении регулировки	400	кВт
6. Размеры ползуна	400–370	мм
7. Толщина подштамповой плиты	100	мм
8. Масса станка	7840	кг

При ручной подаче заготовок и ручном удалении изделий и отходов число ходов прессы используется лишь на 25–30%, а в ряде случаев и меньше. При автоматизации работы коэффициент использования числа ходов прессы достигает 100%, хотя абсолютное число используемых ходов за рабочую смену несколько ниже предельно возможного из-за потерь времени на перестановку штампов, заправку ленты и т.п. и составляет от 80 до 95%. Кроме того, автоматизация процесса штамповки позволяет увеличить номинальное число ходов прессы без его модернизации на 20–30%, а с модернизацией в 2–3 раза.

В процессе изготовления деталей типа «крышка» применяется штамповка на гидравлических вытяжных прессах.

Гидравлическими прессами называются кузнечно-штамповочные машины почти статического (квазистатического) воздействия на деформируемый материал силой давления жидкости на поршень или плунжер рабочего исполнительного механизма. Для этих целей возможно использование нескольких видов прессы: гидравлического вытяжного прессы НВС-2–160 (рис. 4.20, а) и двухстоечного гидравлического прессы ОП.М-250 (рис. 4.20, б).

Прессы НВС-2–160 и ОП.М 250 являются машинами двойного действия. Прессы двойного действия (с двумя ползунами — прижимным наружным и вытяжным внутренним) предназначены для операций глубокой вытяжки, требующих прижима фланца листовой заготовки.

На рис. 4.21 представлена типовая конструкция гидравлического листоштамповочного прессы двойного действия.

Четыре колонны 10 соединены с поперечинами станины при помощи разъемных гаек 11. На верхней поперечине 1 смонтированы три главных 2 и четыре прижимных 5 цилиндра. Вытяжная поперечина 9 направляется четырьмя колоннами при помощи бронзовых

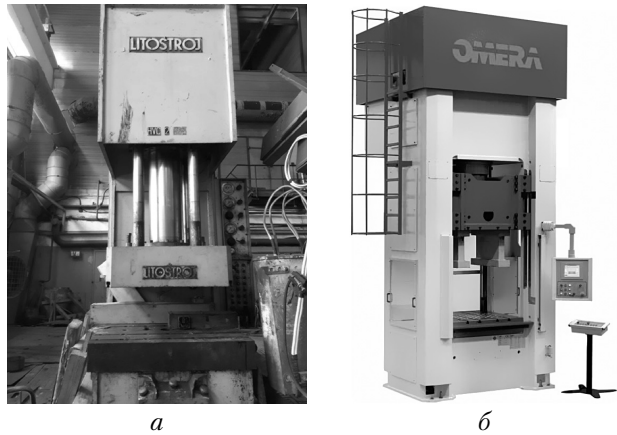


Рис. 4.20. Прессы гидравлические HVC-2-160 и OPI.M-250:
 а — гидравлический вытяжной пресс HVC-2-160 (Litostroj);
 б — двухстоечный гидравлический пресс OPI M-250 (Omera)

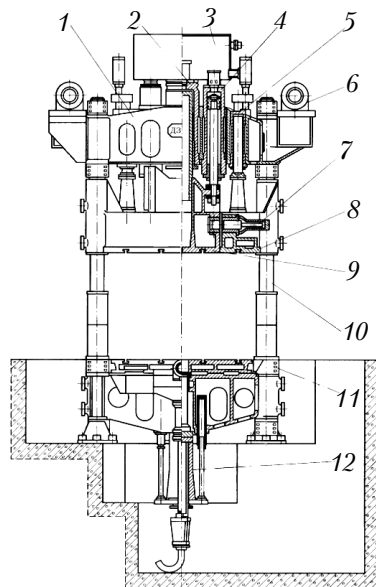


Рис. 4.21. Конструкция гидравлического листоштамповочного прессы двойного действия:

- 1 — верхняя поперечина; 2 — главный цилиндр; 3 — бак с рабочей жидкостью;
- 4 — возвратный цилиндр; 5 — прижимной цилиндр; 6 — насос; 7 — механизм соединения поперечин; 8 — прижимная поперечина; 9 — вытяжная поперечина;
- 10 — колонна; 11 — разъемная гайка; 12 — гидроподушка-выталкиватель

разъемных втулок. Верхняя прижимная поперечина 8 направляется четырьмя бронзовыми направляющими втулками и специальными колоннами, жестко закрепленными в вытяжной поперечине. Возвратный ход поперечин (и вытяжной, и прижимной) осуществляется двумя цилиндрами 4, укрепленными в верхней поперечине. В нижней поперечине смонтирована гидроподушка 12, которая служит также центральным выталкивателем.

В табл. 4.3 приведены основные характеристики гидравлических прессов.

Таблица 4.3

Основные характеристики гидравлических прессов

Характеристика	HVC-2-160	OPI.M-250
Усилие ползуна, кН	160–1600	250–2500
Максимальный ход ползуна, мм	630	800
Расстояние между столом и ползуном, мм	1000	1300
Размеры стола, мм	1000×800	1200×1100
Размеры ползуна, мм	800×800	1200×1100
Скорость ползуна, мм/с	250	550
Скорость возврата ползуна, мм/с	250	540
Мощность привода, кВт	32	75
Напряжение, В	3-380/220	380
Частота, Гц	50	50
Объем масляного бака, л	630	1650

4.3.3. Гидроабразивная резка материалов

В гидроабразивной установке для работы используется вода под высоким давлением 350 МПа. Эта вода подается в режущую головку и проходит через сопло с профилированным каналом (рис. 4.22). Сопло изготавливается из искусственного алмаза, рубина или сапфира (в дальнейшем — камень сопла). Проходя через сопло, струя воды приобретает высокую скорость и попадает в смесительную камеру. В смесительной камере струя воды захватывает абразив. Далее смесь воды и абразива движется в смесительную трубку. Смесительная трубка имеет сквозное отверстие небольшого диаметра, в котором формируется абразивная струя, состоящая из воды и абразива. Струя с высокой скоростью выходит из рабочей части смесительной трубки и становится режущим инструментом, обрабатывающим материал. Для гашения остаточной энергии струи

используется слой воды толщиной 30 см. Компоненты режущей головки показаны на рис. 4.23.

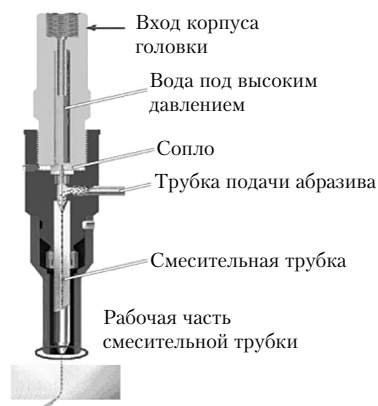


Рис. 4.22. Устройство режущей головки

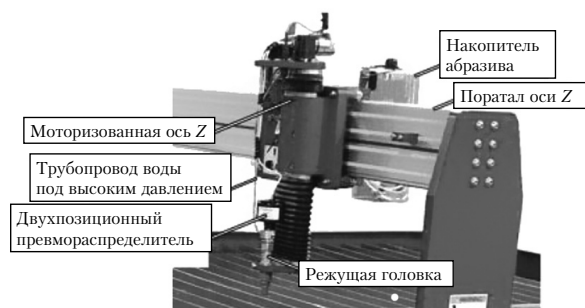


Рис. 4.23. Ось Z установки MAXIEM и компоненты режущей головки

В качестве абразива применяются различные материалы с твердостью по Моосу от 6,5. Их выбор зависит от вида и твердости обрабатываемого изделия, а также следует учитывать, что более твердый абразив быстрее изнашивает узлы режущей головки. Область применения абразивных материалов при резке приведена в табл. 4.4.

Качество резки определяется по показателю качества от 1 до 5, который зависит от скорости резки частей изделия. Чем медленнее движется режущая головка, тем выше качество резки. На рис. 4.24 показано, как изменяется поверхность среза в зависимости от качества. Чем ниже оценка качества, тем выше скорость резки, а поверхность среза становится менее гладкой.

Типичная область применения некоторых абразивных материалов при резке

Наименование	Характерная область применения
Гранатовый песок (состоит из корунда Al_2O_3 , кварцевого песка SiO_2 , оксида железа Fe_2O_3 и других компонентов)	Широко применяется для резки различных материалов, в особенности высоколегированных сталей и титановых сплавов
Зерна электрокорунда (состоит преимущественно из корунда Al_2O_3 , а также примесей) или его разновидностей	Искусственные материалы с очень высокой твердостью по Моосу. Используются для резки сталей, алюминия, титана, железобетона, гранита и других материалов
Зерна карбида кремния (SiC) – зеленого или черного	
Кварцевый песок (SiO_2)	Резка стекла
Частицы силикатного шлака	Резка пластика, армированного стекловолокнами либо углеродными волокнами

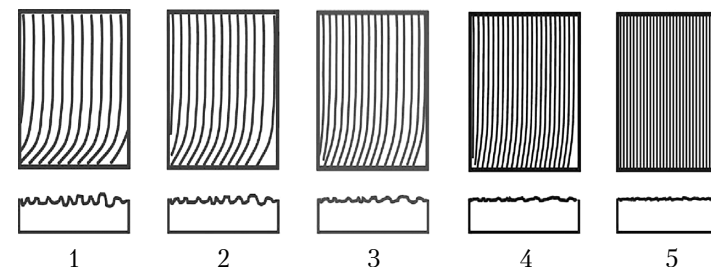


Рис. 4.24. Изменение поверхности среза в зависимости от качества

На рис. 4.25 представлена компоновка установки гидроабразивной резки. Блок управления столом MAXIEM (контроллер) изображен на рис. 4.26.

Выключатель аварийного останова (ВАО) немедленно останавливает водяной насос высокого давления и все операции гидроабразивной резки.

Нажатие кнопки перезагрузки включает контроллер MAXIEM. Удержание ее в нажатом положении более 2 сек. вызывает сброс в исходное состояние. Нажатие ВАО отключает питание контроллера. После включения питания и готовности насоса к работе между этими двумя кнопками загорается индикатор.

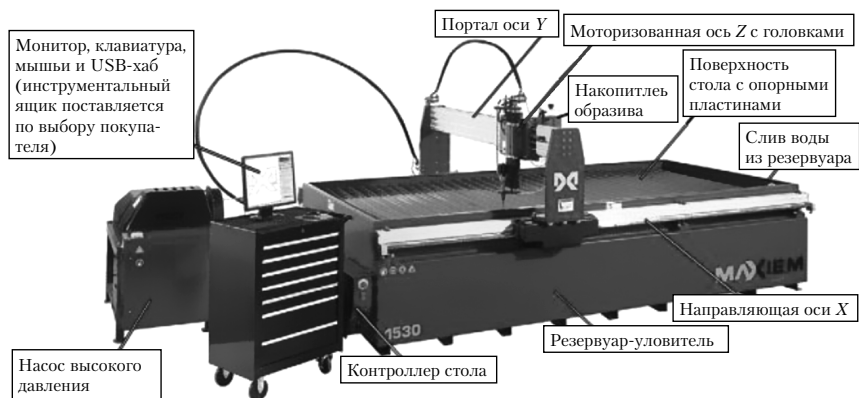


Рис. 4.25. Компоненты гидроабразивной установки MAXIEM

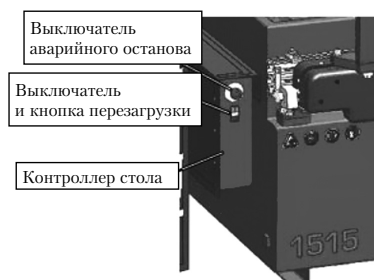


Рис. 4.26. Блок управления столом (контроллер)

На рис. 4.27 представлен общий вид насоса высокого давления.

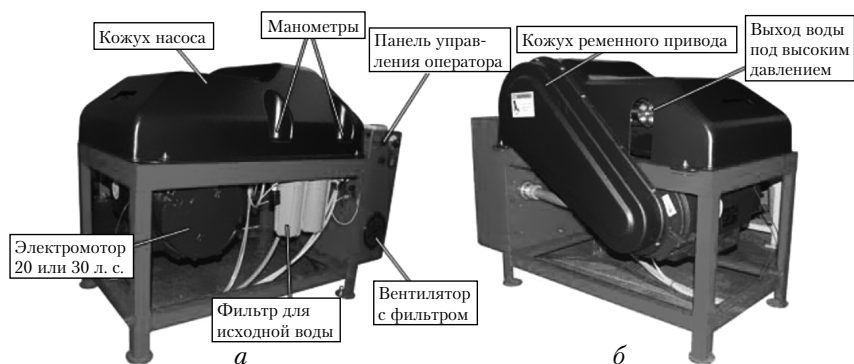


Рис. 4.27. Общий вид насоса высокого давления MAXIEM:

а — вид спереди; б — вид сзади

Программное обеспечение Intelli-MAX Basic управляет работой оборудования. Intelli-MAX Basic Layout («Чертеж») используется для создания чертежей изделий. Intelli-MAX Basic Make («Производство») используется для производства изделий.

Программа Layout содержит полный набор инструментов для рисования и редактирования. Она позволяет импортировать DXF-файлы из других CAD-программ и экспортировать их в эти программы. Программа Layout создает файлы в формате ORD (OMAX Routed Data — OMAX-данные траектории), которые содержат данные о траектории резки и команды. Для каждого сегмента чертежа программа определяет скорость (качество) резки. Чем выше качество, тем меньше скорость резки, а края изделий получаются гладкими. В Layout можно открывать файлы из других чертежных программ, а также импортировать файлы в формате DXF. Возможности программы позволяют использовать фотографии или рисунки.

Программа Make управляет процессом резки. Она рассчитывает скорость режущей струи для оптимальной работы и управляет всеми процессами обработки. Даже без подключения к установке программа рассчитывает количество времени и абразива для обработки изделия, а также дает возможность проверить и изменить траекторию абразивной струи.

После создания чертежа модуль программы Layout Generate Tool Path («Генератор траектории инструмента») рассчитывает траекторию перемещения режущего инструмента и сохраняет данные в файле с расширением ORD. При необходимости траекторию режущего инструмента, заданную программой, всегда можно изменить вручную.

После расчета траектории и создания ORD-файла программа Make управляет движением режущей струи и вырезает изделия.

4.4. ЗАЩИТА ОТ МЕХАНИЧЕСКОГО ТРАВМИРОВАНИЯ

К средствам коллективной защиты работающих от механического травмирования (физического опасного фактора) относятся ограждения (кожухи, козырьки, дверцы, экраны, щиты, барьеры), предохранительно-блокировочные устройства (механические, электрические, электронные, пневматические, гидравлические), тормозные устройства (рабочие, стояночные, экстренного торможения), сигнальные устройства (звуковые, световые), которые могут встраиваться в оборудование или быть составными элементами.

Тормозные устройства могут быть механическими, электромагнитными, пневматическими, гидравлическими и комбинированными. Тормозное устройство считается исправным, если установлено, что после отключения оборудования время выбега опасных органов не превышает указанных в нормативной документации.

Сигнализация является одним из звеньев непосредственной связи между машиной и человеком. Она способствует облегчению труда, рациональной организации рабочего места и безопасности работы. Сигнализация может быть звуковой, световой, цветовой и знаковой. Сигнализация должна быть расположена и выполнена так, чтобы сигналы, предупреждающие об опасности, были хорошо различимы и слышны в производственной обстановке всеми лицами, которым может угрожать опасность. К предупредительной сигнализации относятся указатели и плакаты: «Не включать — работают люди», «Не входить», «Не открывать — высокое напряжение» и другие, применяемые в соответствии с ГОСТ 12.4.026–2015 «ССБТ. Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение и правила применения. Общие технические требования и характеристики. Методы испытаний».

Блокировочные устройства предназначены для автоматического отключения оборудования при ошибочных действиях работающего или опасных изменениях режима работы машин, при поступлении информации о наличии опасности травмирования через имеющиеся чувствительные элементы контактным и бесконтактным способом.

Оградительные устройства предназначены для предотвращения случайного попадания человека в опасную зону. Они применяются для изоляции движущихся частей машин, зон обработки станков, прессов, ударных элементов машин и т.д. Оградительные устройства могут быть стационарными, подвижными и переносными. Они выполняются в виде защитных кожухов, дверец, козырьков, барьеров, экранов.

Ограждения должны быть снабжены приспособлениями для надежного удерживания их в закрытом и открытом положениях, а в случае необходимости сблокированы с приводом для его отключения при их открывании или снятии. С наружной стороны ограждений наносится предупреждающий знак опасности по ГОСТ 12.4.026–2015.

Для защиты от отлетающей стружки и брызг смазочно-охлаждающей жидкости применяются защитные экраны, кожухи, ограждающие зону обработки. При необходимости наблюдения за процессом обработки в ограждениях предусматриваются смотровые окна необходимых размеров со стеклом толщиной не менее 4 мм.

Ограждения не должны ограничивать технологических возможностей оборудования, вызывать неудобства при работе, уборке, наладке. Они должны иметь рукоятки, скобы для удобства открывания, закрывания, съема, перемещения и установки.

4.4.1. Меры и средства защиты от травмирования при работе на прессах

Прессовое оборудование, эксплуатируемое на предприятии, должно соответствовать требованиям ГОСТ 3.1701–79 «ЕСТД. Правила записи операции и переходов. Холодная штамповка», ГОСТ 22472–87 «Штампы для листовой штамповки. Общие технические условия», а также требованиям нормативных документов на конкретные типы оборудования: ГОСТ 12.2.113–2006 «Прессы кривошипные. Требования безопасности», ГОСТ 31733–2012 «Прессы гидравлические. Требования безопасности». Оно должно быть установлено на прочных основаниях и фундаментах.

Конструктивное исполнение и расположение сборочных единиц и механизмов прессового оборудования должно обеспечивать свободный и безопасный доступ к инструменту, предохранительным и регулирующим устройствам. Конструкция и содержание пусковых устройств, а также муфт включения и тормоза должны обеспечивать быстрое и надежное включение и выключение оборудования и исключать возможность самопроизвольного или случайного включения его на рабочий ход. Механизмы включения и торможения рабочих органов, зажимные, захватывающие, подъемные и другие устройства, перерыв в работе которых связан с возможностью травмирования работающих, должны быть оборудованы средствами, предотвращающими возникновение опасности (отключающими машину) при полном или частичном прекращении подачи энергоносителя (сжатого воздуха, электрического тока и т.п.) к приводам этих устройств и исключают включение при восстановлении подачи энергоносителя.

Для предотвращения травмирования работающих опасная (штамповая) зона прессового оборудования должна быть оснащена защитными устройствами. Защитное устройство должно исключать возможность хода ползуна (ножевой балки и т.п.) при введении рук оператора в опасную зону с рабочей стороны.

В качестве защитного устройства для значительной части оборудования может быть использовано двуручное включение. Устранение возможности нахождения рук в опасной зоне достигается тем, что двуручное управление обеспечивает включение хода машины только при одновременном нажатии органов управления

(пусковых кнопок, рычагов и т.п.) с рассогласованием не более 0,5 сек. При наличии на прессовом оборудовании нескольких пультов двуручного управления данное условие относится к каждому из них в отдельности. При двуручном управлении, применяемом к прессовому оборудованию с возвратно-поступательным движением рабочего органа, длительность воздействия на органы управления и расположение последних относительно опасной зоны должны исключать возможность ввода рук оператора в опасную зону во время хода рабочего органа. Преждевременное освобождение органов управления во время хода должно вызывать возврат рабочего органа в исходное положение и промежуточный останов.

Двуручное управление должно исключать возможность включения хода прессового оборудования при отказе или заклинивании (умышленном или непроизвольном) одного из органов управления. Пульт двуручного управления с противозаклинивающим устройством представлен на рис. 4.28.

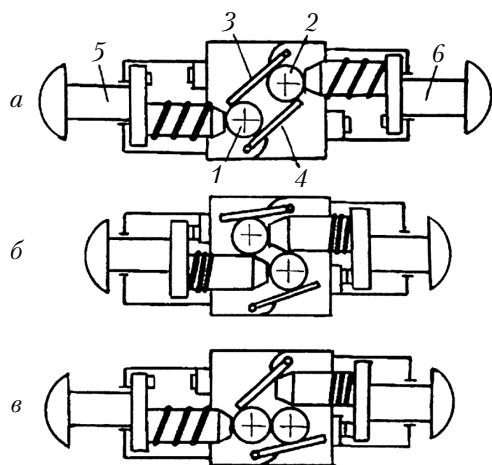


Рис. 4.28. Схема пульта двуручного управления с противозаклинивающим устройством:

а — исходное положение; б — включенное положение (при одновременном нажатии на обе кнопки); в — положение при одной заклиненной пусковой кнопке;
1, 2 — элементы качения; 3, 4 — подпружиненные створки;
5, 6 — пусковые кнопки

Гидравлический пресс НВС-2-160 оснащен системой двуручного включения. Двуручное включение — это синхронное включение с интервалом времени рассогласования, не превышающим 0,5 сек. Принцип действия этого предохранительного устройства заключа-

ется в том, что работающий на станке должен сначала убрать руку из опасной зоны, а затем включить станок. При отпускании любой из кнопок до прохождения ползуном нижней «мертвой» точки муфта отключается. Кнопки или рукоятки двуручного включения должны быть размещены на расстоянии 300 мм друг от друга, чтобы исключить возможность нажатия на них одной рукой. Усилие нажатия на кнопку не должно превышать 4–8 Н.

Ручное управление занимает руки оператора, что может привести к снижению производительности. В связи с этим в прессах предусматривают и педальное управление, причем педаль для удобства пользования должна находиться на расстоянии 80–100 мм от пола, иметь ход (прожим), равный 45–70 мм до момента срабатывания, а усилие нажатия 25–35 Н. Чтобы избежать случайного включения педали, сверху ее ограждают козырьком, в котором имеется место для размещения ноги при отдыхе.

Для обеспечения безопасной эксплуатации гидравлический пресс ОРМ-250 оснащен надежно работающими тормозными устройствами, гарантирующими в нужный момент остановку машины, оградительными и блокировочными устройствами, устройствами аварийного отключения, устройствами дистанционного управления. Имеется только одна плановая рабочая позиция для ручной загрузки и выгрузки заготовки, и она расположена на передней части машины, где консоль управления находится на безопасном расстоянии. Чтобы предотвратить доступ оператора в опасную зону с обратной стороны в нижней части пресса установлена пневматическая подвижная защита, управляемая электрическими ограничивающими устройствами. Чтобы предотвратить доступ оператора в опасную зону сбоку, пресс оборудован фиксированными механическими барьерами, контролируемые выключателями. На пресс также установлено автоматическое устройство блокировки ползуна, которое блокирует его движение вниз под собственным весом в случае, когда машина не обслуживается.

Пресс оснащен фотоэлектрическим барьером SICK 4000 с разрешающей способностью до 14 мм, расположенным на передней части пресса. Фотоэлектрический барьер (рис. 4.29) управляется системой, которая обеспечивает постоянный автоматический контроль за несанкционированным доступом в опасные зоны машины.

Все перемещения подвижных элементов (ползун, подушка, выталкиватель) возможны только при условии исправной работы фотоэлектрического барьера. Прерывание светового луча препятствует управлению подвижными элементами.



Рис. 4.29. Фотоэлектрический барьер

Противозаклинивающее устройство предотвращает включение пресса при заклинивании (умышленном или непроизвольном) одной из пусковых кнопок. Конструкция (см. рис. 4.28) представляет собой два элемента качения 1, 2 и две подпружиненные створки 3, 4. При нажатии на пусковые кнопки 5, 6 элементы качения взаимно перемещаются (меняются местами), а штифты пусковых кнопок замыкают цепь включения пресса (устройство из положения *a* переходит в положение *б*).

Если одна из пусковых кнопок будет заклинена, то нажатие на другую приведет к тому, что элементы качения выстроятся в одну линию по направлению движения этой кнопки (положение *в*), вследствие чего исключается возможность ее нажатия.

Во избежание случайного включения машины органы двуручного управления должны быть ограждены или расположены так (на расстоянии не менее 300 мм и не более 800 мм друг от друга и на высоте не менее 600 мм и не более 1300 мм от уровня поля), чтобы исключалась возможность их случайного нажатия, а ножные педали управления ограждены с трех сторон. При этом конструкция, размещение, форма, размеры, величина прилагаемого усилия, обозначение органов управления прессового оборудования должны соответствовать ГОСТ 22269–76 «Система “Человек-машина”. Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места. Общие эргономические требования», ГОСТ 22614–77 «Система “Человек-машина”. Выключатели и переключатели клавишные и кнопочные. Общие эргономические требования», ГОСТ 12.2.032–78 «ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования», ГОСТ 12.2.049–80 «ССБТ. Оборудование производственное. Общие эргономические требования», ГОСТ 12.2.064–81 «ССБТ. Органы управления производственным оборудованием. Общие требования безопасности», ГОСТ 12.0.004–2015 «ССБТ. Организация обучения безопасности труда. Общие положения».

Кроме того, во всех случаях открытые движущиеся и вращающиеся части оборудования, расположенные на высоте до 2500 мм

от уровня пола или рабочей площадки, являющиеся источником опасности, должны быть закрыты ограждениями, за исключением частей, ограждение которых не допускается их функциональным назначением.

Защитные ограждения прессового оборудования должны соответствовать ГОСТ 12.2.062–81 «ССБТ. Оборудование производственное. Ограждения защитные». Конструкция ограждения должна соответствовать функциональному назначению и конструктивному исполнению машины, на которой оно установлено, согласно требованиям ГОСТ 12.2.061–81 «Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам», а также условиям, в которых прессовое оборудование эксплуатируется.

Ограждающие устройства, закрывающие движущиеся части прессового оборудования, должны быть жесткими. Они выполняются сплошными или сетчатыми. Если ограждение имеет отверстие или изготовлено из сетки, то расстояние от движущихся деталей до поверхности ограждения должно соответствовать указанному в табл. 4.5.

Таблица 4.5

Минимальное расстояние между движущейся деталью и поверхностью ограждения

Наибольший диаметр окружности, вписанной в отверстие решетки (сетки), мм	Расстояние от движущейся детали до поверхности ограждения, мм, не менее
До 8	15
От 8 до 25	120
От 25 до 40	200

Стационарные ограждения опасной (штамповой) зоны, исключая возможность проникновения в нее в течение всего времени работы оборудования, изготавливаются из листовой, полосовой стали толщиной 0,5...1,5 мм, из прозрачной небьющейся пластмассы или в виде решетки из металлических прутков диаметром 6...8 мм. Допускается изготовление ограждений из сетки или материалов с отверстиями. При этом расстояние от движущегося рабочего органа до ограждения должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.062–81, а конструкция, блокировка и т.п. — требованиям для ограждений подвижных частей прессового оборудования, изложенным ранее. Схема типового стационарного неподвижного ограждения зоны обработки (опасной зоны) приведена на рис. 4.30.

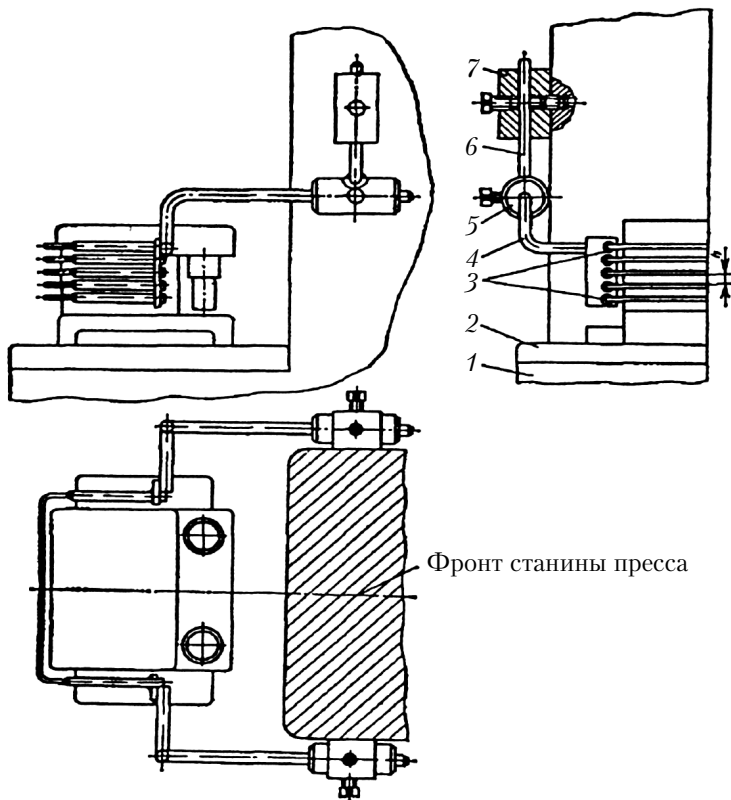


Рис. 4.30. Универсальное неподвижное ограждение опасной зоны одностоечных прессов:

1 — стол прессы; 2 — плита прессы; 3 — решетки; 4 — горизонтальные тяги; 5 — втулки; 6 — вертикальные тяги; 7 — кронштейны

Для машин-автоматов возможно использование стационарных ограждений типа кожухов, закрывающих их целиком. В этом случае появляется возможность одновременного решения проблемы защиты от шума путем облицовки внутренней поверхности ограждения звукопоглощающими материалами.

Передвижные ограждающие устройства могут быть с приводом от рабочего органа, с индивидуальным и ручным приводом.

Во всех случаях передвижное устройство должно ограждать опасную зону до окончания рабочего хода, иметь электрическую или гидравлическую блокировку, исключающую включение машины на ход при открытой опасной зоне, отключении или снятии защитных устройств (блокирующие устройства должны распола-

гаться в местах, где исключается непроизвольное выключение их оператором), и не должно травмировать работающего.

Для подвижных ограждений применяются те же материалы, что и для неподвижных. Подвижные устройства с приводом от рабочего органа применяются при штамповке деталей из штучных заготовок. Возможно их использование при штамповке из полосы, ленты и листа. Такие устройства в зависимости от характера движения делятся на четыре группы: движущиеся синхронно; движущиеся с опережением хода рабочего органа; комбинированного действия; отводящего действия.

Первую группу устройств рекомендуется применять для механических прессов, имеющих ход ползуна более 500 мм. При ходе рабочего органа устройство перемещается на величину хода ползуна со скоростью, равной его скорости.

Устройства второй группы целесообразно применять на прессах с ходом ползуна 400...500 мм и числом ходов не более 25 в минуту. С увеличением числа ходов растет скорость движения устройства, что может привести к травмированию работающего самим устройством.

Устройства комбинированного действия рекомендуется применять на прессах с ходом ползуна не менее 200 мм. Устройство в зависимости от соотношения плеч рычагов может перемещаться с различным опережением хода ползуна. Типовые схемы рассмотренных видов защитных ограждающих устройств представлены на рис. 4.31–4.34.

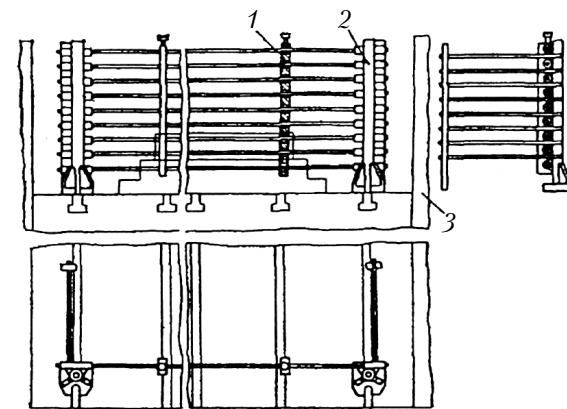


Рис. 4.31. Универсальное неподвижное ограждение опасной зоны двухстоечных прессов:

1 — направляющие; 2 — колонки регулировочные; 3 — подштамповая плита

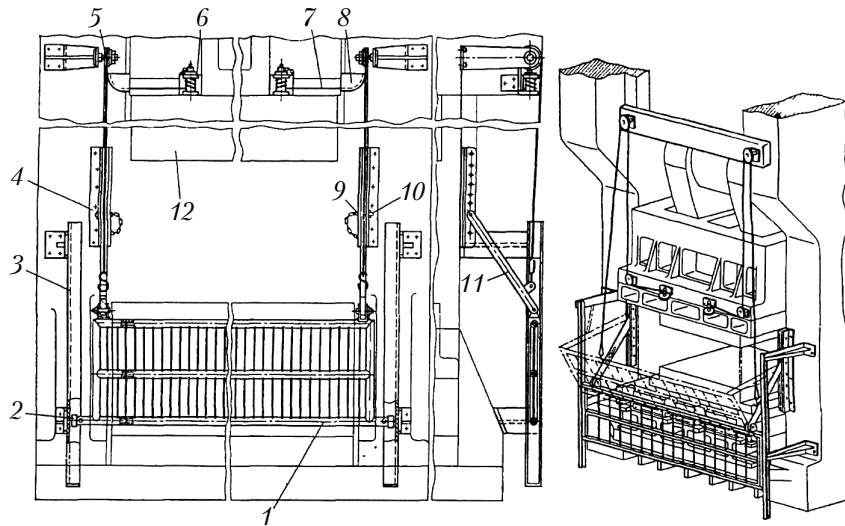


Рис. 4.32. Автоматическое ограждение опасной зоны, движущееся вверх и в сторону рабочего:

1 — защитная решетка; 2 — ролики; 3 — направляющие; 4 — кронштейн;
5 — блок; 6 — барабан; 7 — трос; 8 — направляющие; 9 — палец; 10 — защелка;
11 — отталкивающий рычаг; 12 — ползун

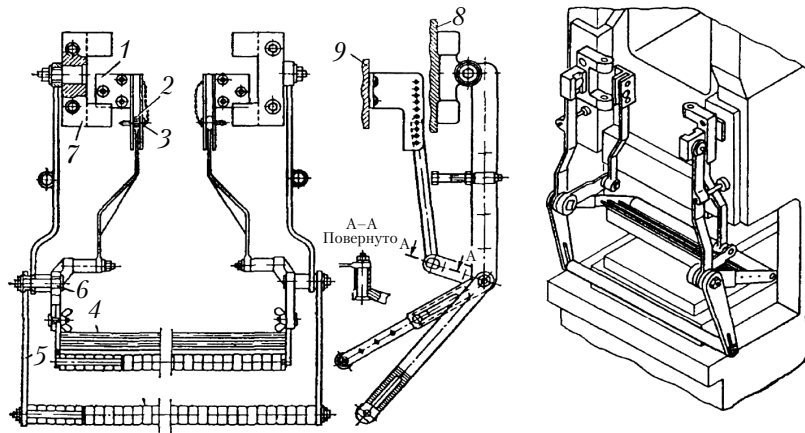


Рис. 4.33. Подвижное ограждение опасной зоны открытых прессов:

1 — кронштейн; 2 — тяга; 3 — пальцы; 4 — защитная решетка; 5 — рамка;
6 — ось; 7 — кронштейны; 8 — станина пресса; 9 — ползун

Устройство отводящего действия, двигаясь по дуге, отводит руки работающего и надежно закрывает опасную зону раньше, чем

происходит смыкание штампов. Такие устройства следует применять на прессах с ходом ползуна до 400 мм.

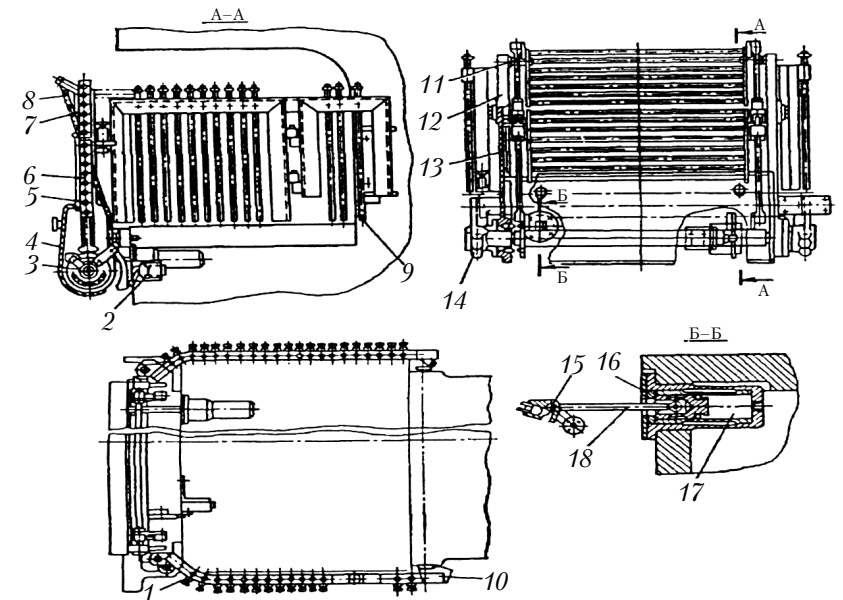


Рис. 4.34. Комбинированное ограждение опасной зоны пресса:

1 — откидывающаяся решетка; 2 — конечный выключатель; 3 — кривошипный вал; 4 — передний щиток; 5, 8 — рычаги; 6, 7, 9, 10 — нижняя, верхняя, левая, неподвижная решетки; 11 — стержни; 12, 14 — кронштейны; 13 — ползунки; 15 — оси; 16 — упор; 17 — однополостной цилиндр; 18 — шток пневмоцилиндра

К устройствам отводящего действия относятся так называемые руко- и корпусоотводчики. При опускании ползуна вниз устройство совершает движение в сторону работающего и вынуждает его отходить назад, что вызывает у него повышенную утомляемость и боязнь травмирования самим устройством. Поэтому этот тип устройств рекомендуется использовать в тех случаях, когда нет возможности применения более эффективных средств защиты (рис. 4.35).

Передвижные защитные устройства с индивидуальным приводом являются наиболее перспективным средством защиты, отвечающим современным эстетическим, эргономическим и техническим требованиям безопасности. По принципу действия и характеру защиты данные устройства подобны устройствам с приводом от рабочего органа и отличаются тем, что подвижное ограждение связано с системой управления и приводится в действие от индивидуального привода. Такие устройства обеспечивают защиту опасной зоны при совер-

шении прессом 50 ходов в минуту и более. При отключении электро- или пневмопитания конструкции некоторых подвижных защитных устройств перекрывают рабочую зону подвижным экраном. В случае сдвоенных ходов ползуна такой экран будет находиться в защитном положении и тем самым исключать травмирование оператора. Кинематическая схема типового подвижного защитного устройства с электропневматическим управлением приведена на рис. 4.36.

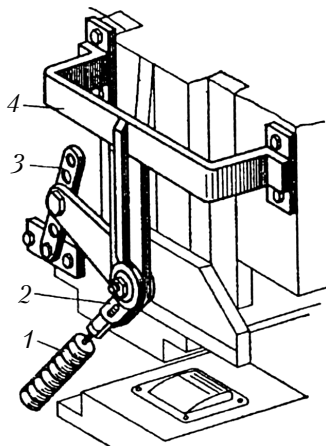


Рис. 4.35. Рукоотводчик для одностоечных прессов:

- 1 — рукоотводчик; 2 — двухплечный рычаг;
3 — регулировочная планка; 4 — кронштейн

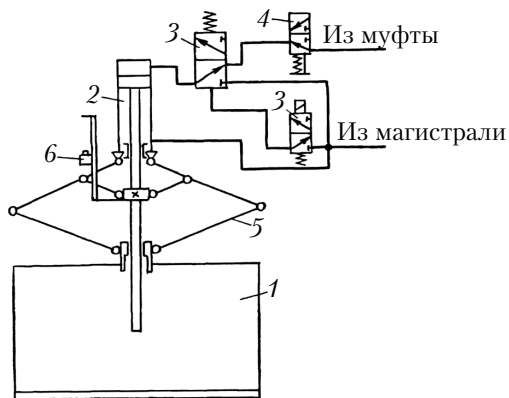


Рис. 4.36. Кинематическая схема защитного устройства к механическим прессам усилием 100...1000 кН серии КД:

- 1 — ограждающий щиток; 2 — пневмоцилиндр; 3 — клапаны управления;
4 — запорный клапан; 5 — рычаги; 6 — выключающий элемент

В качестве бесконтактного защитного устройства может быть использована фотозащита. Последнюю рекомендуется применять на быстроходных прессах, прессах с малым ходом ползуна — кривошипных (с любой муфтой включения) и гидравлических прессах. При этом доступ к опасной зоне должен осуществляться только через защитное поле, а расстояние между защитным полем и опасной зоной должно быть таким, чтобы обеспечивался останов рабочего органа прессового оборудования при введении руки оператора в опасную зону (из расчета, что скорость руки оператора равна 2 м/с). Схема фотоэлектрического реле представлена на рис. 4.37.

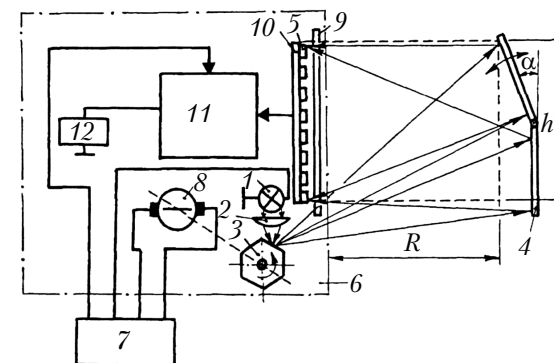


Рис. 4.37. Защита при помощи фотоэлектрического реле:

- 1 — источник света; 2 — фокусирующая линза; 3 — отражательная призма;
4 — плоский зеркальный отражатель; 5 — фотоэлементы; 6 — корпус; 7 — блок питания; 8 — электродвигатель; 9 — цилиндрическая линза; 10 — линейка;
11 — регистратор; 12 — исполнительное реле

Рекомендации по применению того или иного типа защитных устройств опасной (штамповой) зоны приведены в табл. 4.6.

Таблица 4.6

Применение защитных устройств опасной (штамповой) зоны прессов

Защитные устройства	Тип пресса	Обрабатываемые заготовки
Неподвижные ограждения	Открытые и закрытые	Лист, полоса, лента, штучные заготовки (при отсутствии необходимости ввода рук в опасную зону для удаления отштампованных деталей и отходов)
Подвижные ограждения	Открытые и закрытые	Полоса, лента, штучные заготовки. Вид заготовки определяет конструктивное исполнение подвижного ограждения

Окончание табл. 4.6

Защитные устройства	Тип прессы	Обрабатываемые заготовки
Рукоотстранители	Открытые	Штучные заготовки
Фотоэлектронная защита	Открытые и закрытые	Штучные заготовки
Двухручное управление	Открытые и закрытые	Штучные заготовки

Электрооборудование прессов и источники его питания должны отвечать требованиям ГОСТ 12.1.019–2009 «ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты», ГОСТ 12.2.007.0–75 «ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности», ГОСТ 12.2.017–93, ГОСТ Р МЭК 60204-1–2007 «Безопасность машин. Электрооборудование машин и механизмов. Часть 1. Общие требования», Правил устройства электроустановок и Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей, утвержденных приказом Минэнерго России от 13.01.2003 № 6.

Для обеспечения электробезопасности должны применяться отдельно или в сочетании друг с другом следующие технические средства и способы:

- защитное заземление;
- защитное отключение от источника питания;
- изоляция токоведущих частей (рабочая, усиленная, двойная);
- оградительные устройства;
- малые напряжения;
- предупредительная сигнализация, блокировки, знаки безопасности.

Все металлические части прессового оборудования, к которым не исключена возможность прикосновения и которые могут оказаться под напряжением выше 50 В переменного тока и 120 В постоянного тока, должны быть оснащены легко обозримыми устройствами заземления по ГОСТ 21130–75 «Изделия электротехнические. Зажимы заземляющие и знаки заземления. Конструкция и размеры» или соединены с нулевым проводом.

Если неисправности питающей силовой цепи могут повлечь за собой отключение электроаппаратуры, вызвать опасность для работающих и возможность аварии, то должна предусматриваться защита, отключающая электрооборудование. Защиту рекоменду-

ется подключать к источнику питания до вводного выключателя. Устройство аварийного отключения должно быть рассчитано на максимальную нагрузку, соответствующую начальному пусковому току при номинальном напряжении наибольшего по мощности двигателя и сумме номинальных токов всех остальных потребителей.

Токоведущие части, находящиеся под напряжением выше 50 В переменного тока или 120 В постоянного тока и доступные для прикосновения, должны быть полностью покрыты изоляционным материалом, обладающим необходимой механической прочностью и изоляционными свойствами. Металлические части электроаппаратов с ручным приводом должны иметь двойную или усиленную изоляцию, которая отделяет их от частей, находящихся под напряжением. Пробивное напряжение двойной или усиленной изоляции должно быть не менее 4000 В. Допускается изготовлять из изоляционного материала или покрывать изоляционным материалом элементы электрооборудования машины и части аппаратов ручного привода, к которым в нормальных рабочих условиях прикасаются рукой.

Шкафы, ниши, ящики металлические, станции, пульта управления, в которых расположена электрическая аппаратура управления, должны иметь исполнение, соответствующее степеням защиты по ГОСТ 14254–96 (МЭК 529–89) «Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (код IP)».

При использовании малых напряжений должны выполняться следующие требования:

- напряжение между частями, находящимися и не находящимися под напряжением в нормальном режиме, не должно превышать 50 В (эффективного значения) переменного тока;
- электрические цепи с малым напряжением должны быть изолированы от цепей опасного напряжения;
- штепсельные разъемы в цепях с малым напряжением не должны сочленяться со штепсельными разъемами цепей с более высоким напряжением.

Дверцы шкафов, ниш и пультов управления, в которых имеются электроаппараты, работающие при напряжении выше 50 В, с внутренней стороны должны быть окрашены в красный цвет. Кроме того, они должны быть заблокированы с вводным выключателем таким образом, чтобы устранялась возможность их открытия при его включенном состоянии и электрооборудование нельзя было включать, когда дверцы открыты. На наружной стороне должны быть помещены предупреждающие знаки электрического напря-

жения по ГОСТ 12.4.026–2015 «Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение и правила применения. Общие технические требования и характеристики. Методы испытаний».

Электрооборудование должно быть оснащено нулевой защитой, исключающей, независимо от положения органов управления, самопроизвольное включение механизмов прессового оборудования при восстановлении внезапно исчезнувшего напряжения.

Штампы для листовой штамповки должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.109–89 «ССБТ. Штампы для листовой штамповки. Общие требования безопасности». Кожухи оградительных колонок штампов, в том числе телескопические быстросъемные, должны соответствовать ГОСТ 24538–80 «Кожухи оградительные телескопические. Конструкция и размеры», ГОСТ 24539–80 «Кожухи оградительные телескопические быстросъемные. Конструкция и размеры». Во всех случаях, когда это допускается ходом ползуна, разделительные штампы должны быть закрытого типа с жестким съемником, высота которого должна быть такой, чтобы пуансон в крайнем верхнем положении не выходил за его пределы. Штампы, которые вследствие особенностей технологической операции не могут быть выполнены безопасными, следует применять только на прессах, оснащенных защитными устройствами, обеспечивающими безопасность прессовщика. При применении выталкивающего (буферного) устройства в столе или ползуне пресса конструкцией штампа должна быть обеспечена надежность центрирования последнего на прессе. При укладке заготовок и удалении готовых изделий с помощью вспомогательного инструмента (пинцетом, клещами и т.п.) в соответствующих деталях штампа следует предусмотреть выемки, пазы, скосы, уменьшающие опасность травмирования оператора.

Кроме того, необходимо следить за тем, чтобы фиксирующие детали штампа были прочно закреплены, обеспечивали удобную и надежную установку штучных заготовок и удаление изделий. Для этого трафареты должны быть выполнены с приемной фаской, а фиксаторы — с приемным конусом. Направляющие штампуемого материала должны обеспечивать необходимую точность и надежность его перемещения. При ручной подаче материала усилие перемещения, создаваемое боковым прижимом, не должно превышать 10 Н. Если по условиям работы требуются большие усилия, то необходимо применять прижимы прерывистого действия. В штампах с направляющими колонками следует исключать сход направляющих втулок с колонок при верхнем положении ползуна. При

невозможности соблюдения этого требования необходимо, чтобы заходная сторона колонок обеспечивала свободный вход во втулки до момента соприкосновения пуансона с заготовкой. При этом необходимо предусмотреть предохранительные устройства или другие меры, исключающие возможность травмирования.

В штампах должны быть предусмотрены зазоры безопасности между подвижными и неподвижными частями штампа: не более 8 мм при нахождении ползуна пресса в верхнем рабочем положении; не менее 25 мм при нахождении ползуна пресса в нижнем рабочем положении, исключающем травмирование. Зазор безопасности 25 мм может быть уменьшен, если выбранная защита исключает травмирование пальцев оператора. При невозможности выполнения этих требований необходимо обеспечить соответствующие меры защиты на штампе или прессе, например, установкой защитного ограждения по ГОСТ 12.2.062–81 «ССБТ. Оборудование производственное. Ограждения защитные».

Одним из способов устранения случаев травмирования рук является применение в штампах устройств, исключающих необходимость ввода рук в опасную зону для загрузки заготовок и удаления отштампованных изделий.

Наиболее простыми и рекомендуемыми для использования являются выдвигаемые матрицы, кассеты, шиберы, которые приводятся в движение вручную или механизированным способом. Загрузка этих устройств заготовками и выгрузка отштампованных деталей происходят вне опасной зоны. Штампы с выдвигаемыми матрицами, кассетами и шиберами должны иметь упоры, исключающие их чрезмерное выдвижение и падение, а также фиксаторы рабочего положения матрицы. Штампы, конструкция которых полностью не исключает опасность травмирования оператора, должны иметь предупреждающую окраску в сигнальные цвета по ГОСТ 12.4.026–2015 и (или) маркировку. Окраска производится по всей длине фронтальной стороны плит штампов.

Металл (прутки, профили), поступающий в заготовительное отделение (на склады), разгружают, используя приспособления самозахватывающего типа. Работы по погрузке, транспортированию, промежуточному складированию грузов следует выполнять в соответствии с ГОСТ 12.3.020–80 «ССБТ. Процессы перемещения грузов на предприятиях. Общие требования безопасности».

Металл укладывают в устойчивые штабеля высотой не более 1...1,2 м (при отсутствии упоров-столбиков), оставляя проходы между штабелями шириной не менее 1 м. Ширина главного прохода должна быть не менее 2 м. Расстояние от штабелей до крайних

выступающих частей железнодорожного состава — не менее 1 м. Устойчивость штабелей металла обеспечивается установкой прочных металлических стоек. При использовании стоек-стеллажей высота штабелей может быть увеличена на 2 м. Высота штабелей из толстых листов, укладываемых электромагнитными кранами, должна быть не более 1,5 м.

Сортовой и фасонный прокат должен храниться в штабелях, елочных и стоечных стеллажах. В случае использования одно- и двухстоечных стеллажей высотой до 12 ярусов прокат должен храниться в связках. Высота укладки связок при использовании электропогрузчиков — до 4,5 м, а при использовании крана-штабелера — до 8,5 м.

Листовой металл, упакованный в пачки, должен быть уложен на деревянные бруски и укреплен. Допускается укладывать пачки листового металла в штабели высотой не более 4 м.

Широкофульная сталь должна храниться на специальных металлических подставках в рулонах с установкой рулонов на ребро в два и три ряда в зависимости от диаметра. Общая высота укладки не должна превышать 2 м. Рулоны должны быть обвязаны.

Стальную ленту и ленту из цветных металлов в кругах массой до 60 кг хранят на полочных стеллажах, а массой более 60 кг — в штабелях в горизонтальном положении в два ряда и более. Высота укладки в штабеле — не более 4 м.

Полосовой материал должен храниться в устройствах, конструкция которых предусматривает возможность их транспортирования.

Материал в бунтах массой до 60 кг должен храниться на стеллажах высотой не более 5,5 м в подвешенном состоянии. Бунты материала массой более 60 кг необходимо хранить в штабелях с укладкой бунтов на ребро. При этом ось бунтов должна быть наклонена на 15...20° к горизонтальной плоскости и штабель должен иметь вертикальную опору с одной стороны по торцу бунтов. Допускается хранить и транспортировать бунты материала в специальной стержневой таре.

Слитки и блюмы сечением 160·160 мм и более должны храниться на полу в штабелях или поштучно; высота штабелей — не более 2 м при крюковом захвате и не более 4 м при автоматизированном захвате груза подъемными средствами.

Поковки массой до 500 кг должны храниться в специальной таре. Тару допускается устанавливать в штабеля высотой до 4 м. Поковки массой свыше 500 кг должны храниться на полу в один

ряд или в штабелях высотой до 2 м. Штампованные заготовки в прессовом производстве хранят на подвесках.

4.4.2. Средства и методы защиты от механического травмирования при токарной обработке металлов

Для обеспечения безопасности технологического процесса при токарной обработке на станках принимаются следующие меры безопасности. Внутренние поверхности ограждения патрона и торцы шкивов окрашиваются в желтый цвет, на наружной поверхности ограждений наносится предупреждающий знак безопасности по ГОСТ 12.4.026–2015.

Внутренние поверхности дверей, закрывающих движущиеся элементы станков (шестерни, шкивы и т.п.), требующих периодического доступа при наладке, смене ремней и т.п. и способных при движении травмировать работающего, окрашиваются в желтый сигнальный цвет.

Для предотвращения травмирования во время работы с открытыми (или снятыми) ограждениями предусматривается блокировка, автоматически отключающая станок при открывании (снятии) ограждений.

Предусмотрено также защитное ограждение патрона согласно ГОСТ 12.2.062–81. Станки имеют блокировку, которая автоматически отключает вращение шпинделя при открывании защитного ограждения и не допускает включение вращения шпинделя. Зона обработки закрывается откидываемым ограждением, имеющим смотровое окно из прозрачного материала. С противоположной рабочему месту стороны зона обработки ограждается защитным неподвижным экраном. На токарных станках фартук имеет регулируемое предохранительное устройство, останавливающее перемещение суппорта при перегрузке, а также при возникновении препятствия его движению. Перемещение поперечной каретки суппорта ограничивается в крайнем положении жестким упором. Станки подключаются к цепи заземления медным проводом сечением 5 мм² и оборудуются сигнальными лампами, которые показывают наличие напряжения в сети.

Токарные станки характеризуются повышенной интенсивностью образования стружки, представляющей потенциальную опасность для работающих, в связи с чем предъявляются повышенные требования к образованию транспортабельной, разделенной на мелкие куски стружки, и поэтому геометрия и конструкция режущих инструментов должны обеспечивать устойчивое завивание и ломание

стружки. Конструкция станков должна предусматривать легкое удаление образовавшейся стружки из зоны резания и от станка.

4.4.3. Защита от травмирования при заточке инструментов

Основным опасным фактором при заточке инструментов является вращающийся шлифовальный круг. Высокая частота вращения (до 2500 об/мин) создает достаточную центробежную силу для разрыва круга при незначительном дефекте и, как следствие, может привести к серьезным травмам. Поэтому перед началом работы требуется осмотреть абразивный инструмент на наличие повреждений и испытать на прочность. При заточке также могут появляться различные микродефекты как на шлифовальном круге, так и на затачиваемом инструменте, защитой от которых служат предохранительный кожух и экран. Кроме того, дополнительную опасность несет попадание рукавов одежды или рукавиц под вращающийся инструмент, поэтому необходима спецодежда с манжетами, прилегающими к запястьям.

Рабочее место заточника должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.033–78 «ССБТ. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования». При этом организация рабочего места и конструкция оборудования должны обеспечивать прямое и свободное положение корпуса тела работающего или наклон его вперед не более чем на 15° . Для обеспечения оптимального положения выбирается определенная высота подставки для ног при нерегулируемой высоте рабочей поверхности. В этом случае высоту рабочей поверхности устанавливают по номограмме, приведенной на рис. 4.38, для работающего ростом 1800 мм. Оптимальная рабочая поза для работающих более низкого роста достигается за счет увеличения высоты подставки для ног на величину, равную разности между высотой рабочей поверхности для работающего ростом 1800 мм и высотой рабочей поверхности, оптимальной для его роста.

Помимо этого, для обеспечения удобного подхода к станку предусматривается пространство для стоп размером не менее 530 мм по ширине.

Для экстренной остановки оборудование оснащается кнопками «Стоп» красного цвета с грибовидным толкателем, находящимися на панели управления. Возврат кнопки в исходное положение не должен приводить к пуску станка.

Рабочее направление вращения шпинделя абразивного станка указывается хорошо видимой стрелкой, помещенной на защитном кожухе абразивного круга.

Каждый круг, полученный от завода-изготовителя, с базы или со склада, должен быть проверен на отсутствие трещин, выбоин и других видимых дефектов. В соответствии с ГОСТ Р 52588–2011 «Инструмент абразивный. Требования безопасности» отсутствие трещин проверяется легким простукиванием круга (по торцу) деревянным молотком массой 150–200 г.

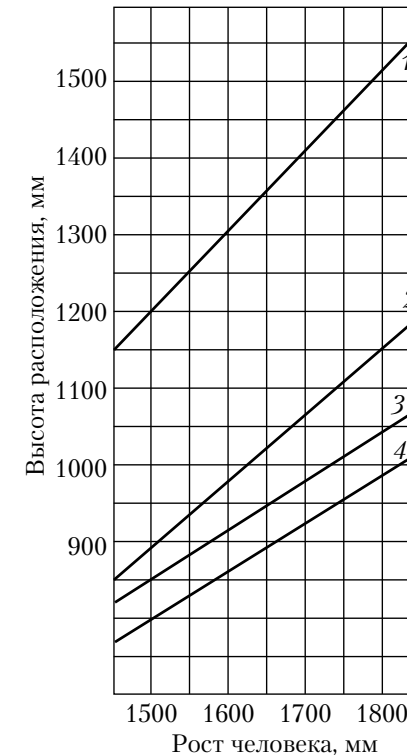


Рис. 4.38. Номограмма зависимости средств отображения информации и высоты рабочей поверхности от роста человека:

1 — средства отображения информации; 2 — высота рабочей поверхности при легкой работе; 3 — при работе средней тяжести; 4 — при тяжелой работе

Круг без трещин, подвешенный на деревянный или металлический стержень, при простукивании должен издавать чистый звук. Если звук дребезжащий, то круг бракуется.

Перед установкой на заточной или шлифовальный станок круги диаметром 150 мм и более, а также скоростные круги диаметром 30 мм и более испытываются на прочность при вращении со скоростью, указанной в табл. 4.7.

Таблица 4.7

Испытательная скорость шлифовальных кругов

Вид инструмента	Наружный диаметр инструмента, мм	Рабочая скорость инструмента (V_p), м/с	Испытательная скорость инструмента (V_n), м/с
Шлифовальные круги на керамической и органической связках, в том числе эльборовые и лепестковые, а также фибровые шлифовальные диски	≥ 150	≤ 40	$1,5V_p$
	≥ 30	От 40 до 80	$1,4V_p$
		От 80 до 120	

Испытания проводятся на специальных испытательных стандах, стоящих отдельно от основного производства (рис. 4.39). Они устанавливаются на прочный фундамент. Стенд должен иметь камеру для защиты от осколков круга при его разрыве, которая изготавливается из стали, а также блокировку, исключающую включение станда при открытой камере и открывание камеры во время испытаний. В помещении вывешивается инструкция по проведению испытаний. Испытывает круги специально обученный персонал.

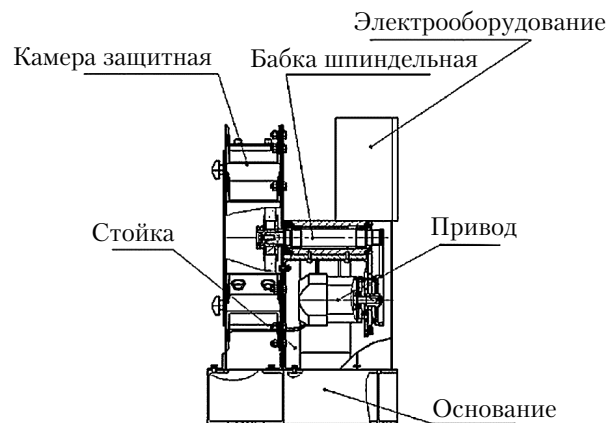


Рис. 4.39. Общий вид испытательного станда для абразивных кругов

Продолжительность вращения кругов при этих испытаниях должна быть не менее: 1,5 мин. на керамической связке — для кругов диаметром до 150 мм и 3 мин. на органической и металлической связках; для кругов диаметром более 150 мм — 3 мин. на керамической связке, 5 мин. на органической и металлической связках.

Круги, подвергавшиеся какой-либо механической переделке, химической обработке или не имеющие в маркировке указаний о допустимой рабочей скорости, испытываются в течение 10 мин. при скорости, превышающей рабочую на 60%.

На каждом испытанном круге ставится отметка об испытании. Отметка содержит порядковый номер круга по книге испытаний, дату испытаний и подпись (или условный знак) ответственного за испытание лица. Отметка делается краской или посредством закрепления специального ярлыка. Применение круга без отметки не допускается.

После установки кругов на станок их также необходимо подвергнуть вращению вхолостую согласно табл. 4.8.

Таблица 4.8

Время вращения вхолостую перед началом работы

Диаметр круга, мм	Время вращения, мин.
< 150	1
От 150 до 400	2
> 400	5

Согласно ГОСТ Р 52588–2011 шлифовальные круги ограждаются специальными предохранительными кожухами. Их крепление должно быть надежным и удерживать сегменты инструмента при разрыве.

Кожух круга изготавливается из стали или ковкого чугуна, обладающих необходимой прочностью. Толщина стенок кожуха должна быть не тоньше 4 мм в зависимости от размеров круга и материала кожуха. В соответствии с ПОТ Р М-006–97 «Межотраслевые правила по охране труда при холодной обработке металлов» кромки защитных кожухов, обращенные к кругу у зоны их раскрытия, должны быть окрашены в желтый сигнальный цвет. Внутренние поверхности кожухов также окрашиваются в желтый цвет.

Расположение и наибольшие допустимые углы раскрытия защитного кожуха зависят от типа станка и условий работы. Для кругов, применяемых на обдирочных и точильных станках, открытая часть должна быть не более 90° , причем угол раскрытия по отношению к горизонтальной линии не должен превышать 65° (рис. 4.40). При необходимости расположения детали или затачиваемого инструмента ниже оси круга допускается увеличение угла раскрытия до 125° . На круглошлифовальных, резьбошлифовальных, плоскошлифовальных, обдирочно-заточных и некоторых других станках кожухи имеют постоянное крепление. Для кругов,

применяемых на переносных станках с гибким валом, на обдирочных с качающейся рамой (маятниковых) и заточных станках, угол раскрытия ограждения принимается согласно рис. 4.40.

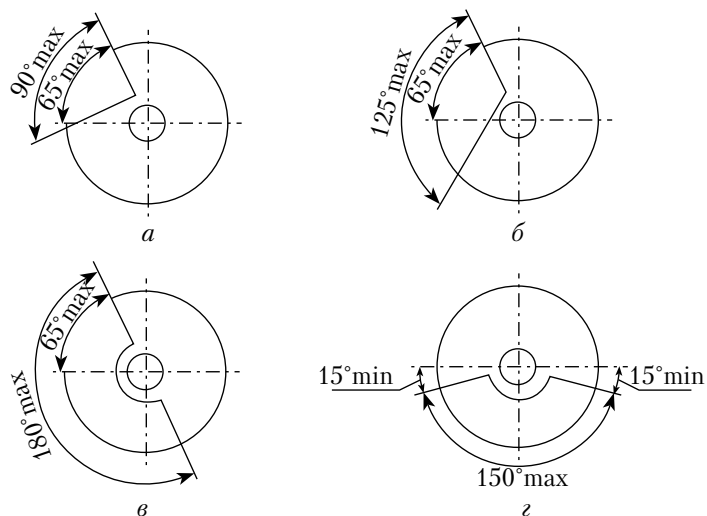


Рис. 4.40. Расположение и наибольшие углы раскрытия защитного кожуха при различных условиях работы:

а — для кругов, применяемых на обдирочных и точильных станках при расположении обрабатываемых деталей ниже оси круга; *б* — для кругов, применяемых на круглошлифовальных, бесцентровошлифовальных и заточных станках; *в* — для кругов, применяемых на плоскошлифовальных и заточных станках, работающих периферией круга; *г* — для кругов, применяемых на переносных станках с гибким валом, на обдирочных с качающейся рамой (маятниковых) и заточных станках

На универсально-заточных станках применяют сменные защитные кожухи с передней стенкой.

При установке круга требуется выдерживать зазор между кругом и боковой стенкой кожуха в пределах 10–15 мм. Зазор между внутренней поверхностью кожуха и поверхностью нового круга должен составлять не менее 3–5% от диаметра круга, для кругов диаметром менее 100 мм — не менее 3 мм, а для кругов диаметром свыше 500 мм — не более 25 мм. Зазор между периферией круга и передней кромкой козырька на неподвижном кожухе не должен превышать 6 мм, что обеспечивает меньшую вероятность ранения в случае разрыва круга.

Для передвижных кожухов угол раскрытия над горизонтальной плоскостью, проходящей через ось шпинделя станка, не должен пре-

вышать 30°. Если по условиям работы кожух имеет больший угол, то в соответствии с ГОСТ Р 52588–2011 «Инструмент абразивный. Требования безопасности» следует устанавливать передвижные козырьки, служащие для уменьшения раскрытия кожуха (рис. 4.41). Они также необходимы при износе круга, так как возрастает вероятность вылета его осколков из кожуха. Козырьки должны плавно перемещаться во время установок и прочно закрепляться во время работы круга. Запрещается перемещать козырьки в процессе шлифования. К ним предъявляются следующие требования:

- козырек должен перемещаться и закрепляться в разных положениях;
- ширина козырька должна быть больше ширины кожуха;
- толщина козырька меньше толщины кожуха не допускается.

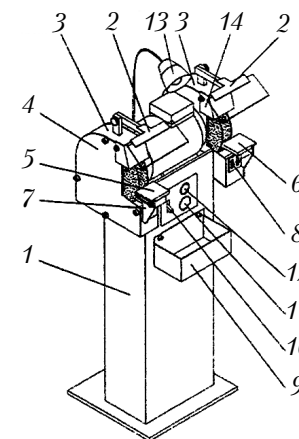


Рис. 4.41. Составные части точно-шлифовального станка ТШ-1:

- 1 — тумба; 2 — кронштейн для защитного экрана; 3 — кожух; 4 — крышка;
5, 6 — подручник; 7, 8 — кронштейн для подручника; 9 — коробка;
10 — электрооборудование; 11 — кнопка «Стоп»; 12 — кнопка «Пуск»;
13 — светильник; 14 — козырек

Подручники применяются на обдирочно-заточных и заточных станках для поддержки затачиваемого инструмента или шлифуемой детали. Подача на круг при работе с подручниками осуществляется вручную. Размеры площадки подручника должны обеспечивать устойчивое положение затачиваемого инструмента.

Зазор между рабочей поверхностью круга и краем подручника допускается не менее половины толщины шлифуемой детали, но не более 3 мм. По мере срабатывания круга подручник переставляется и устанавливается в требуемом положении.

Верхняя точка касания затачиваемого инструмента с поверхностью круга должна находиться в горизонтальной плоскости, проходящей через ось шпинделя станка, или может быть несколько выше ее, но не более чем на 10 мм. Такое положение подручника устанавливается перед началом работы. Перестановка подручника допускается только после полной остановки круга. После каждой перестановки подручник следует надежно закреплять в установленном положении.

Шлифовальные и заточные станки с горизонтальной осью вращения круга и без подвода СОЖ, предназначенные для обработки вручную (стационарного исполнения, на тумбе и настольные), оснащаются защитным экраном для глаз из бесколочного материала толщиной не менее 3 мм. Экран располагается симметрично по отношению к кругу. Ширина экрана должна быть больше высоты круга не менее чем на 150 мм. Конструкция экрана должна предусматривать поворот вокруг оси для регулирования его положения в зависимости от величины обрабатываемой детали и износа шлифовального круга в пределах 20°, исключая полное его откидывание. Поворот экрана на угол более 20° требуется заблокировать с пуском шпинделя станка.

Для защиты от прикосновения к кругу наружного шлифования предусматривается кожух. Защитный кожух представляет собой внешнюю оболочку станка, используемую как с целью обеспечения безопасности работы, так и для защиты механизма от внешних воздействий, таких как попадание влаги или пыли. Кожух изготавливается из стали толщиной 2 мм и крепится к станине станка, устойчив к механическим повреждениям и воздействию факторов окружающей среды. Он полностью закрывает шлифовальный круг и исключает контакт с ним оператора. Шлифовальный круг, в свою очередь, изготавливается из зерен абразивных материалов, скрепленных в одно целое каким-либо связующим веществом. В основном такие круги производятся из искусственных и в небольшом количестве из природных абразивных материалов преимущественно путем прессования массы, состоящей из шлифовального зерна и связки, с последующей термической и механической обработкой полученных заготовок. Кроме того, абразивные инструменты изготавливаются способом горячего прессования, литья, литья под давлением, экструдированием и др. На шлифовальных станках используются круги шлифовальные прямого профиля типа 1 (ПП), применяемые для обдирки литых заготовок, зачистки сварных швов, а также удаления окалины, ржавчины и других загрязнений с поверхности металлических изделий, для придания поверхности

изделия необходимого класса чистоты и заточки различного инструмента — столярного, слесарного и металлорежущего.

Характеристиками абразивного инструмента, определяющими его рабочие свойства, кроме типа и размеров, являются вид и зернистость абразивного материала, твердость, номер структуры и вид связки. Все эти параметры определяют эксплуатационные характеристики абразивного инструмента, поэтому строгое их соблюдение в процессе производства — важнейшее условие обеспечения качества и стабильности свойств абразивного инструмента на заводе-потребителе. Большое значение имеет правильный выбор абразивного инструмента для конкретных условий абразивной обработки. При этом необходимо учитывать условия шлифования: станок, режимы его работы, марку обрабатываемого материала, припуск на обработку, требуемую шероховатость поверхности, вид и характер подачи, использование смазочно-охлаждающей жидкости, способ и инструмент для правки шлифовального круга и т.д. При нарушении этих условий возможно разрушение шлифовального круга и травмирование оператора.

Рабочая зона шлифовального станка закрывается специальными створками из поликарбонатного стекла. Поликарбонат — термопластичный конструкционный полимерный материал, обладающий высокой жесткостью и прочностью в сочетании с очень высокой стойкостью к ударным воздействиям, в том числе при повышенной и пониженной температуре. Отличается хорошими оптическими свойствами, высокой теплостойкостью, незначительным водопоглощением, высоким электрическим сопротивлением и электрической прочностью, незначительными диэлектрическими потерями в широком диапазоне частот. Изделия из поликарбоната сохраняют стабильность свойств и размеров в широком интервале температур: от –100 до +135 °С.

По экологическим параметрам поликарбонат не уступает таким материалам, как стекло, а по прочности намного превосходит его. Его свойства мало изменяются с ростом температуры, а критически низкие температуры, приводящие к хрупким разрушениям, находятся за пределами возможных отрицательных температур эксплуатации.

Основные физико-механические свойства поликарбоната имеют следующие значения:

- плотность — 1,19–1,20 г/см³;
- предел текучести при растяжении при 23 °С — 40–67 МПа;
- модуль упругости при растяжении при 23 °С — 2000–2600 МПа;
- ударная вязкость по Изоду с надрезом — 84–90 кДж/м²;
- температура эксплуатации — от –100 до +125 °С;

- температура плавления — около 250 °С;
- светопропускание — $89 \pm 1\%$;
- водопоглощение — 0,2%;
- усадка — 0,5–0,7%.

Целью расчета на прочность защитного стекла из поликарбоната является определение толщины защитного стекла, выдерживающего ударную нагрузку при разрыве шлифовального круга.

Максимальное напряжение в защитном стекле, возникающее при ударе частицы шлифовального круга, определяется расчетным путем.

Толщина защитного стекла δ определяется по формуле

$$\delta = \frac{9mV^2E}{lh\sigma_{из}^2}, \quad (4.8)$$

где m — масса отлетающей частицы, кг; V — скорость частицы при ударе об экран, м/с; E — модуль упругости материала экрана из безосколочного органического стекла, Н/м²; $\sigma_{из}$ — предел прочности на изгиб материала экрана, Н/м²; l — длина экрана, м; h — высота экрана, м.

4.4.4. Средства индивидуальной защиты от механического травмирования

При невозможности использования стационарного защитного экрана следует применять защитные очки или защитные козырьки, закрепляющиеся на голове рабочего.

Защитные очки предлагается использовать типа ЗП с трехслойным стеклом и прямой вентиляцией (рис. 4.42). Это обусловлено тем, что они защищают глаза работника со всех сторон от воздействия твердых частиц, а три слоя стекла выдерживают одиночные удары энергией 1,2 Дж, что согласно формуле кинетической энергии $E = \frac{1}{2}mV^2$ примерно соответствует частице массой 1 г, летящей со скоростью 50 м/с.



Рис. 4.42. Очки защитные с прямой вентиляцией (ЗП)

Очки испытываются на прочность на стенде (рис. 4.43), где на стекло свободно падает стальной шар массой 0,1 кг с высоты 1,2 м. Стекло укладывается на деревянный макет головы и фиксируется, между ними размещается лист резины толщиной 1,5 мм. Если после трех ударов стекло удержалось в корпусе и под ним нет осколков, то оно считается прошедшим испытания.

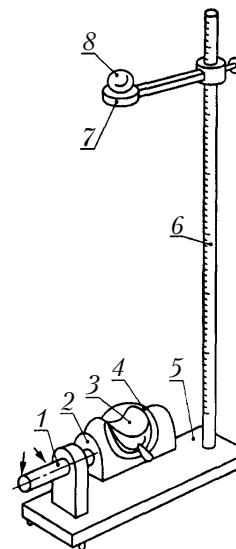


Рис. 4.43. Стенд для испытания защитных очков:

- 1 — поворотное устройство; 2 — макет головы; 3 — испытываемые очки; 4 — резиновая прокладка; 5 — станина; 6 — штанга; 7 — держатель; 8 — шар

В качестве средств защиты рук применяются рукавицы или перчатки, отвечающие требованиям ГОСТ 12.4.010–75 «ССБТ. Средства индивидуальной защиты. Рукавицы специальные. Технические условия». С учетом условий работы рекомендуется использовать рукавицы с основанием и накладками из материала типа двуниток льнокапроновый с эластичной продержечной лентой (рис. 4.44), стягивающей рукавицы у запястья для предотвращения попадания манжеты под вращающийся круг. Защитой от острых кромок и заусенцев служит упругодемпфирующая прокладка. Рукавицы изготавливаются по ГОСТ 29122–91 «Средства индивидуальной защиты. Требования к стежкам, строчкам и швам».

В соответствии с СО 153–34.03.603–2003 «Инструкция по применению и испытанию средств защиты, используемых в электроустановках» перед каждым применением очки и рукавицы должны

быть осмотрены с целью контроля отсутствия механических повреждений.

Во избежание запотевания стекол очков при продолжительной работе внутреннюю поверхность стекол следует обрабатывать специальной смазкой.

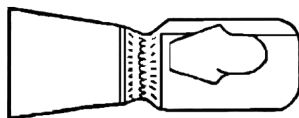


Рис. 4.44. Рукавица защитная с эластичной продержечной лентой

Контрольные вопросы

1. Какие основные требования безопасности предъявляются к производственным процессам?
2. Какие средства защиты применяются при эксплуатации производственного оборудования?
3. Какие меры безопасности предъявляются к грузоподъемному оборудованию?
4. Какие краны подлежат регистрации в органах Ростехнадзора?
5. Что включает в себя частичное и полное техническое освидетельствование грузоподъемных кранов?
6. Каковы меры безопасности сосудов, работающих под давлением?
7. Назовите причины взрывов сосудов и баллонов.
8. На какие сосуды не распространяются Правила промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением?
9. Какие меры безопасности предусматриваются при заточке инструментов?
10. Почему современное оборудование и автоматизация технологических процессов способствуют снижению травматизма и улучшению условий труда?
11. Какие эргономические требования установлены для органов управления?
12. Как ограничивается попадание человека в опасную зону?
13. Какие средства применяются для защиты от механического травмирования?
14. Перечислите общие требования безопасности к производственному оборудованию.
15. Какими нормативными актами регламентируются требования безопасности к производственным процессам и оборудованию?
16. Назовите меры безопасности и средства защиты при холодной штамповке деталей.

Глава 5 ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Характерной особенностью процессов механической обработки является образование отходов в виде твердых частиц (промышленной пыли), а в случае применения смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ) — аэрозолей масла и эмульсола.

При определении выбросов от оборудования механической обработки металлов используются расчетные методы с применением удельных показателей выделения вредных веществ. В связи с особенностями процессов механической обработки металлов удельные показатели выделения устанавливаются как масса промышленной пыли или другого загрязняющего вещества, выделяемую в единицу времени на единицу оборудования. К механической обработке металлов относятся процессы резания и абразивной обработки, которые, в свою очередь, включают процессы точения, фрезерования, сверления, шлифования, полирования и др.

Источниками образования и выделения загрязняющих атмосферу веществ являются различные металлорежущие и абразивные станки. Интенсивность образования загрязнителей зависит, в частности, от следующих факторов:

- вида обрабатываемого материала;
- режима обработки;
- производительности и мощности оборудования;
- геометрических параметров инструмента и обрабатываемых изделий;
- расхода СОЖ.

5.1. ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ БЕЗ ОХЛАЖДЕНИЯ

Наибольшим пылевыведением сопровождаются процессы абразивной обработки металлов: зачистка, полирование, шлифование и др. Образующаяся при этом пыль на 30–40% по массе представляет собой материал абразивного круга и на 60–70% — материал обрабатываемого изделия. Интенсивность пылевыведения при этих видах обработки связана в первую очередь с величиной абразивного инструмента и некоторыми технологическими параметрами резания. При обработке войлочными и матерчатыми кругами обра-

зуется войлочная (шерстяная) или текстильная (хлопковая) пыль с примесью полирующих материалов, например пасты ГОИ.

Удельные показатели выделения пыли основным технологическим оборудованием при механической обработке металлов без охлаждения приведены в табл. 5.1.

Таблица 5.1

Удельные выделения пыли (г/с) основным технологическим оборудованием при механической обработке металлов без охлаждения

Наименование технологического процесса, вида оборудования	Определяющая характеристика оборудования	Выделяющиеся в атмосферу вредные вещества (г/с)		
		Пыль абразивная	Пыль металлическая	Другие виды пыли
Круглошлифовальные станки	Диаметр шлифовального круга, мм:			—
	100	0,010	0,018	
	300	0,017	0,026	
Плоскошлифовальные станки	250	0,016	0,026	
	350	0,020	0,030	
Полировальные станки с войлочным кругом	Диаметр войлочного круга, мм:	—	—	Пыль войлока и металлов:
	200			0,019
	400			0,039
Заточные станки	Диаметр шлифовального круга, мм: 200	0,008	0,012	—
Заточные станки с алмазным кругом	Диаметр алмазного круга, мм: 200	0,011	—	Пыль неорганическая с содержанием оксида кремния выше 70% 0,005
Финишное полирование с применением хромосодержащих паст (паста ГОИ), станки полировальные с войлочными кругами	Диаметр круга, мм: 200	—	—	Пыль войлочная и полировальной пасты 0,022

Окончание табл. 5.1

Наименование технологического процесса, вида оборудования	Определяющая характеристика оборудования	Выделяющиеся в атмосферу вредные вещества (г/с)		
		Пыль абразивная	Пыль металлическая	Другие виды пыли
Полирование поверхности изделий перед нанесением покрытия, станки полировальные с матерчатými (текстильными кругами)	Диаметр текстильного круга, мм: 200	—	—	Пыль текстильная 0,278
Универсально-заточные станки, черновая заточка сверл и резцов, станок ЗБ642	Диаметр абразивного круга, мм: 200	6,3	14,5	—
Плоскошлифовальный заточный станок	Диаметр абразивного круга, мм 250	98,1	227,5	—
Станок для заточки режущего инструмента деревообрабатывающих станков ТчПН-3	Заточка дисковых пил	16,7	—	—
Обработка резанием чугунных деталей без применения СОЖ. Токарные станки: — токарные одношпиндельные автоматы продольного точения — токарные многошпиндельные полуавтоматы — карусельно-фрезерные станки — горизонтально-фрезерные	Мощность главного двигателя: 0,65–5,50 кВт 14,00–28,00 кВт	—	—	Пыль металлическая, чугунная: 1,81 9,70 4,20 16,700

Окончание табл. 5.1

Наименование технологического процесса, вида оборудования	Определяющая характеристика оборудования	Выделяющиеся в атмосферу вредные вещества (г/с)		
		Пыль абразивная	Пыль металлическая	Другие виды пыли
Станки типа «обрабатывающий центр» с ЧПУ, мод. 2204ВМФ-11 и др. (комплексная обработка чугунных корпусных деталей)	—	—	—	13,100
Токарные станки (обработка резанием бронзы и других цветных металлов)	—	—	—	Пыль цветных металлов 2,500
Обработка резанием бериллиевой бронзы: — токарные — фрезерные — сверлильные — расточные	—	—	—	Пыль бериллия: 0,100 0,014 1,00 0,030

5.2. ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИХ ЖИДКОСТЕЙ

В ряде процессов механической обработки металлов и их сплавов применяют СОЖ, которые в зависимости от физико-химических свойств основной фазы подразделяются на водные, масляные и специальные. Применение СОЖ сопровождается образованием тонкодисперсного масляного аэрозоля и продуктов его термического разложения. Количество выделяющегося аэрозоля зависит от многих факторов: формы и размеров изделия, режимов резания, расхода и способов подачи СОЖ.

Применение СОЖ снижает выделение пыли до минимальных значений, однако в процессах шлифования изделий количество выделяющейся совместно с аэрозолями СОЖ металло-абразивной пыли остается значительным. Удельные выделения аэрозолей

масла и эмульсола при механической обработке металлов с охлаждением представлены в табл. 5.2.

Таблица 5.2

Удельные выделения (г/с) аэрозолей масла и эмульсола при механической обработке металлов с охлаждением

Наименование технологического процесса, вид оборудования	Количество выделяющегося в атмосферу масла (эмульсола), 10^{-5} (г/с) на 1 кВт мощности станка
Обработка металлов на токарных, сверлильных, фрезерных, строгальных, протяжных, резьбонакатных, расточных станках: — с охлаждением маслом — с охлаждением эмульсией с содержанием эмульсола менее 3% — с охлаждением эмульсией с содержанием эмульсола 3–10%	5,600 0,050 0,045
Обработка металлов на шлифовальных станках: — с охлаждением маслом — с охлаждением эмульсией с содержанием эмульсола менее 3% — с охлаждением эмульсией с содержанием эмульсола 3–10%	8,000 0,104 1,035

5.3. РАСЧЕТ ВЫДЕЛЕНИЙ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ПРИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ МЕТАЛЛОВ

Количество загрязняющих веществ, выделяющихся при механической обработке металлов без применения СОЖ за год, определяется по формуле

$$M_{\text{выд}} = 3,6K \cdot T \cdot 10^{-9} \text{ (т/г)}, \quad (5.1)$$

где K — удельные выделения пыли технологическим оборудованием; T — фактический годовой фонд времени работы оборудования, ч.

Количество пыли, поступающей в атмосферу за год, при отсутствии газоочистной установки определяется по формуле

$$M_{\text{выд}} = 3,6K \cdot T \cdot (1 - \eta) \cdot 10^{-9} \text{ (т/г)}, \quad (5.2)$$

где η — степень очистки пылеулавливающим оборудованием (в долях единиц).

Валовый выброс загрязняющих веществ при обработке металлов в случае применения СОЖ и газоочистного оборудования рассчитывается по формуле

$$M_{\text{выд}}^x = 3,6K^x \cdot N \cdot T \cdot (1 - \eta) \cdot 10^{-9} \text{ (т/г)}, \quad (5.3)$$

где K^x — удельные показатели выделения масла и эмульсола (см. табл. 5.2), г/с на 1 кВт мощности оборудования; N — мощность установленного оборудования, кВт.

5.4. ОЧИСТКА ВЫБРОСОВ ОТ ПЫЛИ И АЭРОЗОЛЕЙ

Показателями, характеризующими эффективность очистки выбросов от пыли, являются степень очистки выбросов и тонкость очистки, определяемая по размерам улавливаемых частиц (более 50 мкм — грубая, 10–50 мкм — средняя, менее 10 мкм — тонкая).

Современные аппараты для обеспыливания отходящих газов можно разделить на четыре группы:

- 1) механические обеспыливающие устройства, в которых пыль отделяется под действием гравитационных, инерционных или центробежных сил;
- 2) мокрые, или гидравлические, аппараты, в которых твердые частицы улавливаются жидкостью;
- 3) пористые фильтры, удерживающие тонкую пыль;
- 4) электрофильтры, в которых осаждение пыли осуществляется за счет ионизации газа и содержащихся в нем пылинок.

Механические обеспыливающие устройства используются, как правило, для предварительной очистки отходящих газов. Выбор оптимального типа аппаратуры определяется в первую очередь гранулометрическим составом пыли.

Простейшими аппаратами такого типа являются *осадительные камеры*, среди которых лучшее качество очистки достигается в осадительных камерах Говарда. Осадительные камеры применяются для освобождения газов от грубодисперсной пыли (размер частиц 500–50 мкм) и обеспечивают степень очистки 40–50%.

Более высокую степень очистки газов обеспечивают *пылеуловители*. Их действие основано на резком изменении направления потока газа, при котором частицы пыли ударяются о перегородки внутри аппарата, выпадают вниз и выводятся из него.

К аппаратам этого типа относятся *жалюзийные пылеуловители* с производительностью по газу от 100 до 15 000 м³/ч, в которых отделяются частицы размером 50–20 мкм. На жалюзийной решетке поток газа, подаваемого на очистку, разделяется на два потока: очи-

щенный и обогащенный пылью. Отделение частиц пыли от основного газового потока происходит под действием инерционных сил, которые заставляют частицы пыли двигаться вдоль жалюзийной решетки, а также за счет отражения частиц от поверхности решетки при соударении. Очищенный от пыли поток воздуха проходит через отверстия жалюзийной решетки. Обогащенный пылью газовый поток направляется в циклон.

Из инерционных аппаратов центробежного действия наибольшее распространение получили те, в которых частицы пыли отделяются под действием центробежной силы в процессе вращения газового потока в корпусе аппарата. В отечественной практике используются циклоны различных типов с производительностью по газу от 1450 до 6780 м³/ч. Их выпускают как в одиночном, так и в групповом исполнении; группы циклонов имеют общий коллектор запыленного газа, общий сборник очищенного газа и общий пылевой бункер.

Наряду с одиночными применяются *батареи циклонов*, или *мультициклоны*, представляющие собой аппараты, состоящие из большого числа параллельно установленных в одном корпусе циклонных элементов.

К пылеуловителям центробежного типа относятся *ротационные*, в которых пылегазовая смесь приводится во вращательное движение, и пыль выделяется из очищаемого газа под действием центробежных сил. Их производительность по газу находится в пределах от 870 до 2000 м³/ч, а степень очистки составляет от 80 до 99% для частиц пыли размером 20–40 мкм.

В последние годы в нашей стране и за рубежом широкое распространение получил *мокрый (гидравлический) способ очистки* промышленных газов от пыли, отличающийся высокой эффективностью и требующий значительно меньших затрат по сравнению с методом сухой очистки. По принципу работы аппараты мокрой очистки газов подразделяются на несколько групп: полые и насадочные аппараты, барботажные и пенные аппараты, аппараты ударно-инерционного типа, центробежного типа, динамические и турбулентные промыватели.

В *полых и насадочных аппаратах* запыленные газы пропускают через поток распыляемой, разбрызгиваемой или стекающей по насадке жидкости. Частицы пыли захватываются потоками промывной жидкости и осаждаются в аппарате, а очищенные газы выбрасываются в атмосферу. Полые и насадочные пылеуловители задерживают частицы пыли размером более 10 мкм с максимальной эффективностью.

В *барботажных* и *пенных аппаратах* запыленные газы пропускаются сквозь слой жидкости или пены. Благодаря большой поверхности соприкосновения газа с жидкостью (пенной) обеспечивается высокая степень его очистки от взвешенных частиц. Так, в аппаратах с псевдоожиженной шаровой насадкой улавливается до 99% частиц размером от 2 мкм и более.

Мокрые газоочистные *аппараты ударно-инерционного типа* работают по принципу инерционного осаждения частиц во время преодоления очищаемыми газами препятствия или при резком изменении направления движения газового потока над поверхностью жидкости. Их производительность по газу составляет от 2500 до 90 000 м³/ч, а эффективность очистки — 98,0–99,6%.

При мокром способе пылеулавливания используют центробежную силу, причем вращение газового потока в аппарате достигается с помощью специальных направляющих лопаток или путем тангенциального подвода газа. Внутренние стенки такого «мокрого» циклона орошаются водой, стекающей вниз в виде пленки, которая увлекает за собой частицы пыли. Максимальная производительность аппаратов по газу в зависимости от внутреннего диаметра колеблется от 50 000 до 500 000 м³/ч, а степень очистки газов достигает 90%.

К пылеуловителям гидравлического типа относятся также *динамические промыватели*, в которых очищаемые газы контактируют с жидкостью, разбрызгиваемой вращающимся элементом (валом с лопастями, перфорированными дисками и т.п.). Для очистки газов в промышленности используют механические скрубберы с вращающимся ротором, частично погруженным в жидкость: высокая скорость вращения ротора обеспечивает интенсивное дробление жидкости и значительную радиальную скорость движения образующихся капель. Запыленный газовый поток движется перпендикулярно жидкостным завесам, в результате чего достигается эффективная очистка газов.

Для очистки газов от мелкодисперсной (с размером частиц менее 1 мкм) пыли используют *турбулентные промыватели*, среди которых наиболее распространенным является скруббер Вентури. Он представляет собой трубу с плавным сужением на входе газа и плавным расширением на выходе. В наиболее узкую часть трубы Вентури (горловину) с помощью форсунок подводится жидкость, а запыленный газ проходит сквозь горловину с большой скоростью, вступая в тесный контакт с жидкостью, мельчайшие капельки которой образуют своего рода водяной фильтр. При улавливании частиц, размер которых меньше 0,1 мкм, требуется более продолжительный контакт запыленных газов с поверхностью диспергированной жидкости, что достигается снижением скорости газов

до 50 м/с и увеличением плотности орошения до 3,5 л/м³ газа. При улавливании частиц более 0,1 мкм скорость газа в горловине может быть повышена до 120 м/с. Средняя эффективность очистки газов в скруббере Вентури достигает 95–99%.

Одним из наиболее совершенных способов очистки газов от пыли является их *фильтрация через пористые перегородки*. Этот способ обеспечивает более высокую степень очистки, чем сухое или мокрое пылеулавливание, и стабильную работу в широком диапазоне температур, физико-химических свойств улавливаемых частиц и расхода газа.

Уловленные частицы накапливаются в объеме фильтрующего материала или образуют пылевой слой на его поверхности, что для вновь поступающих частиц является дополнительным фильтрующим материалом и повышает эффективность очистки. Однако газопроницаемость фильтра постепенно снижается и периодически необходима его регенерация.

Наибольшее распространение в промышленной газоочистке получили тканевые *рукавные фильтры*, состоящие из ряда тканевых рукавов с заглушенным верхним отверстием, которые закреплены в металлическом кожухе. Поступая в нижнюю часть аппарата, газ проходит сквозь ткань рукавов, а пыль осажается на поверхности и в порах ткани, откуда ее периодически удаляют. Для улавливания зернистой гладкой пыли используют ворсистые шерстяные ткани, для волокнистой пыли — гладкие. Ткани, используемые в качестве фильтрующих материалов, должны отличаться прочностью, стойкостью к истиранию, устойчивостью к агрессивным воздействиям и высокой температуре, хорошей пылеемкостью и минимальным влагопоглощением. Рукавные фильтры способны задерживать пылевые частицы от 1–2 мкм и выше и в зависимости от площади фильтрующей поверхности имеют производительность по газу от 2400 до 15 500 м³/ч. На рис. 5.1 представлен шлифовальный станок, оснащенный рукавным пылеулавливающим агрегатом.

Одним из наиболее совершенных способов очистки промышленных газов от пыли и туманов является их очистка на *электрофильтрах*, эффективность которых достигает 99%, а в ряде случаев — 99,9%. Электрофильтры способны улавливать твердые частицы любых размеров и работать в агрессивных средах и при температурах до 400–450 °С. Конструкция таких агрегатов отличается большим разнообразием, но принцип действия одинаков и основан на осаждении частиц пыли в электрическом поле. Очищаемые газы проходят через систему коронирующих и осадительных электродов. К коронирующим электродам подведен ток высокого напряжения (60 000 В).

Благодаря коронному разряду происходит ионизация частиц пыли, которые приобретают электрический заряд. Заряженные частицы двигаются в электрическом поле в сторону осадительных электродов и оседают на них. Осевшая пыль удаляется из электрофильтров встряхиванием электродов в сухих электрофильтрах или промывкой в мокрых. В однозонных электрофильтрах ионизация и осаждение частиц осуществляются в одной зоне. Для тонкой очистки газов более эффективными являются двухзонные электрофильтры, в которых ионизация частиц происходит в специальном ионизаторе.



Рис. 5.1. Рукавный пылеулавливающий агрегат

Для очистки вентиляционных выбросов от пыли, туманов минеральных масел, пластификаторов и т.п. разработаны электрические туманоуловители. Они состоят из корпуса, в котором установлен блок электродов (двухзонный электрофильтр). Загрязненный воздух через входной патрубок, распределительную решетку и сетку поступает к блоку электродов, очищается от примесей и, пройдя каплеуловитель, подается на выход. Примеси загрязнений, отделенные от воздуха, собираются в воронках и сливаются через гидрозатворы. На рис. 5.2 представлена установка для улавливания аэрозолей при токарной обработке с применением СОЖ.



Рис. 5.2. Установка для улавливания аэрозолей

5.5. УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ МЕТАЛЛА

Производственные отходы металла подвергают многостадийной переработке. С технической точки зрения невозможно найти единого решения для утилизации металлолома. Для каждого металла в силу его особых свойств и специфики применения разрабатывают особые методы утилизации лома или отходов. В качестве основных операций первичной обработки металлоотходов можно выделить следующие:

- сортировка — разделение лома и отходов по видам металлов;
- разделка лома — удаление неметаллических включений;
- механическая обработка — рубка, резка, пакетирование и брикетирование на прессах.

При обработке металлов на станках образуется стружка, которая собирается и сортируется, после чего транспортируется в специальное подразделение, где производится ее измельчение и брикетирование.

Рассмотрим процесс утилизации стружки титанового сплава. Стружка поступает в молотковую дробилку, где измельчается до размеров отдельных частиц от $5 \div 10$ до $5 \div 15$ мм. Молотковая дробилка представлена на рис. 5.3.

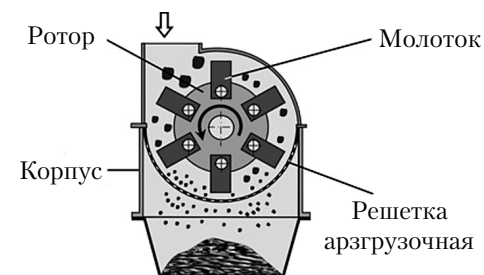


Рис. 5.3. Молотковая дробилка

Размолотую стружку подвергают магнитной сепарации для удаления железных частиц, затем промывают в обезжиривающем растворе, содержащем 20 г/л кальцинированной соды и 30 г/л тринарийфосфата, после чего промывают в воде и сушат.

Магнитный сепаратор представлен на рис. 5.4.

Далее стружку брикетируют в прессовальной установке, представленной на рис. 5.5.

Данный способ позволяет использовать металлические отходы на 100%. Полученные брикеты могут применяться в черной металлургии вместо ферротитана для легирования и раскисления сталей.

Преимущества использования брикетирования заключаются в увеличении стоимости отхода, сокращении затрат на транспортировку и экономии места для хранения.

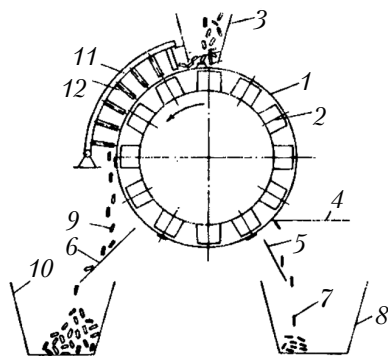


Рис. 5.4. Магнитный сепаратор:

1 — барабан; 2 — магнитная система; 3 — бункер; 4 — нож; 5, 6 — направляющий лоток; 7 — стальная (чугунная) стружка; 8 — приемник; 9, 10 — цветная стружка; 11 — воршитель; 12 — пальцы

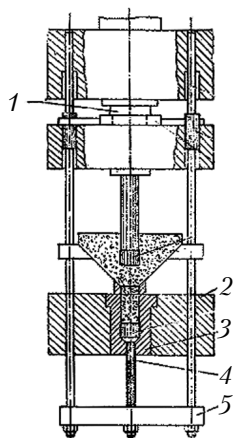


Рис. 5.5. Прессовальная установка:

1 — поршень; 2 — траверса; 3 — матрица; 4 — толкатель; 5 — коромысло

5.6. УТИЛИЗАЦИЯ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИХ ЖИДКОСТЕЙ

Во время обработки металлов на станках применяются смазочно-охлаждающие жидкости для отвода тепла из зоны резания, представляющие собой масляные эмульсии.

Отработанные СОЖ накапливаются и собираются. Накопление и сбор СОЖ происходит в металлических емкостях: резервуарах, бочках и канистрах, отвечающих требованиям ГОСТ 1510–84 «Нефть и нефтепродукты. Маркировка, упаковка, транспортирование и хранение», не имеющих механических повреждений и загрязнений. Надпись на емкости обязательно содержит:

- наименование группы, отработанной СОЖ;
- предупредительную надпись «Огнеопасно».

После накопления определенного числа емкостей с отработанной СОЖ она сдается специализированным организациям, которые проводят их утилизацию.

Разложение СОЖ на составные части производится комбинированным способом: посредством реагентной очистки и флотации. На рис. 5.6 приведена схема флотационной установки для разложения СОЖ.

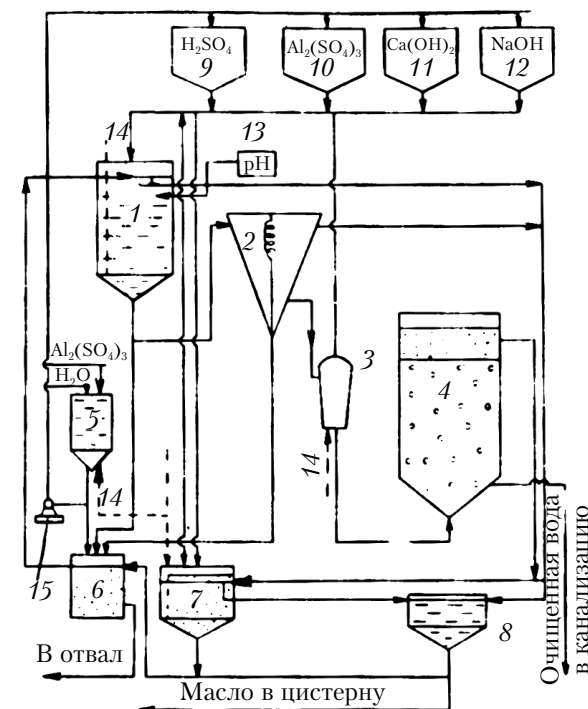


Рис. 5.6. Схема флотационной установки для разложения СОЖ:

1 — отстойник; 2 — сепаратор; 3 — ресивер; 4 — флотатор; 5 — емкость с коагулянт; 6 — шламособорник; 7 — сборник пены; 8 — сборник масла; 9, 12 — дозаторы коагулянтов; 13 — рН-метр; 14 — сжатый воздух; 15 — насос

Глава 6

ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Суть реагентной очистки заключается в дозировании в исходную воду реагентов, в результате чего происходит химическая реакция с примесями в воде. Как правило, образуется нерастворимый осадок или происходит процесс пенообразования. После этого продукты реакции удаляются из воды. В зависимости от поставленной задачи могут применяться коагулянты, флокулянты и различные ингибиторы. Для повышения эффективности также возможно физическое воздействие на обрабатываемую воду (магнитные, электрические поля, ультразвук и т.д.).

Флотация — процесс разделения мелких твердых частиц (главным образом минералов), основанный на различии их в смачиваемости водой. Гидрофобные (плохо смачиваемые водой) частицы избирательно закрепляются на границе раздела фаз, обычно газа и воды, и отделяются от гидрофильных (хорошо смачиваемых водой) частиц. При флотации пузырьки газа или капли масла прилипают к плохо смачиваемым водой частицам и поднимают их к поверхности. Таким образом уменьшают класс опасности отхода с 3-го класса опасности на 4-й класс.

Отработанное масло очищается от примесей процеживанием, от воздушных частиц и воды — флотацией и используется вторично; период смены масла составляет 3 месяца. При данной технологии основная часть масла (85–90%) отделяется уже в центробежном сепараторе 2. Полученное после сепаратора масло может использоваться в качестве топлива или для приготовления свежих эмульсий. Более глубокая очистка эмульсии производится во флотаторе 4 с использованием реагентов.

Контрольные вопросы

1. В чем заключается негативное воздействие производственных процессов на окружающую природную среду?
2. Перечислите источники и виды загрязнения атмосферного воздуха при механической обработке материалов.
3. Какими показателями оценивается загрязнение воздуха?
4. Какие методы применяются для очистки выбросов от пыли и аэрозолей?
5. Что означает понятие «предельно допустимый выброс»?
6. Какие виды отходов образуются при обработке металлов резанием?
7. Каким образом производится утилизация СОЖ?
8. Какие операции выполняются при обращении с твердыми отходами?
9. Какими показателями характеризуется очистка выбросов от вредных веществ?
10. Что влияет на количество выбросов и загрязнение окружающей среды в машиностроительном производстве?

6.1. ПЛАНИРОВАНИЕ МЕРОПРИЯТИЙ ПО УЛУЧШЕНИЮ УСЛОВИЙ ТРУДА

С целью улучшения условий труда работников на предприятиях машиностроения разрабатываются планы мероприятий с учетом Типового перечня ежегодно реализуемых работодателем мероприятий по улучшению условий и охраны труда и снижению уровней профессиональных рисков, утвержденного приказом Минздрава России от 01.03.2012 № 181н.

Мероприятия по охране труда включают:

- модернизацию производственного оборудования;
- внедрение систем автоматического и дистанционного управления, систем контроля и сигнализации уровней опасных и вредных производственных факторов;
- устройство новых, реконструкцию имеющихся вентиляционных систем, пыле- и газоулавливающих установок;
- приведение к нормам естественного и искусственного освещения на рабочих местах;
- снижение до регламентированных уровней вредных веществ в воздухе рабочей зоны, шума, вибрации, неионизирующих излучений и т.п. на рабочих местах;
- механизацию ручных, тяжелых физических работ при складировании, транспортировке сырья, заготовок, готовой продукции;
- приведение зданий, сооружений, оборудования к нормам, расширение и реконструкцию санитарно-бытовых помещений;
- предоставление работникам информации о состоянии условий и охраны труда;
- предоставление работникам средств индивидуальной защиты (СИЗ), компенсаций за вредные условия труда;
- организация лечебно-профилактического обслуживания работников;
- проведение обучения и проверки знаний по охране труда;
- профессиональную переподготовку и трудоустройство за счет предприятия в случае ликвидации рабочего места из-за неудов-

летворительных условий труда или в связи с утратой трудоспособности в результате несчастного случая или профзаболевания.

6.2. КОНТРОЛЬ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

Наибольшее распространение на предприятиях получил административно-общественный контроль, при котором производится последовательная проверка состояния охраны труда на трех уровнях.

Объекты контроля для каждого уровня можно подразделить на группы:

- на первом уровне — рабочее место, участок, бригада;
- на втором уровне — цех, служба;
- на третьем уровне — производство.

На первом уровне контроль осуществляется каждым работником на своем рабочем месте. Работник ежедневно проверяет состояние рабочего места на соответствие требованиям охраны труда и при выявлении нарушений принимает меры по их устранению, сообщает о нарушениях непосредственному руководителю, мастеру.

Руководитель работ (бригадир, мастер, начальник смены), а также уполномоченные лица ежедневно перед началом работ проверяют состояние оборудования, инструментов, приспособлений, рабочего места, физическое состояние работника, состояние спецодежды и СИЗ, наличие и исправность средств коллективной защиты (вентиляция, освещение, средства сигнализации, блокировки и т.д.). Сведения о нарушениях норм, правил, инструкций вносятся руководителем участка в оперативно-технологическую документацию (оперативный журнал или журнал дефектов основного и вспомогательного оборудования).

Выявленные нарушения незамедлительно устраняются под непосредственным надзором руководителя участка.

Если нарушения, выявленные на первом уровне, не могут быть устранены силами работников участка, то руководитель участка записывает их в журнал по охране труда цеха и докладывает об этом вышестоящему руководству для принятия мер по устранению нарушений. При выявлении грубых нарушений, которые могут причинить ущерб здоровью или привести к аварии, руководитель участка приостанавливает работы до полного устранения нарушений.

На втором уровне административно-общественный контроль осуществляет руководитель цеха, службы не реже одного раза в 10 дней. При большом количестве объектов, участков, бригад в цехе

или при значительной их разбросанности руководитель цеха письменным распоряжением распределяет объекты между своими заместителями.

Обнаруженные нарушения правил и норм безопасности записываются в журнал по охране труда цеха (службы). Устранение нарушений производится в установленные сроки под непосредственным руководством начальника цеха (службы). Если выявленные на втором уровне нарушения не могут быть устранены силами цеха, то его руководитель докладывает об этом вышестоящему руководству. При выявлении грубых нарушений, которые могут причинить ущерб здоровью работников или привести к авариям, начальник цеха (службы) приостанавливает работы до полного устранения этих нарушений, о чем информирует вышестоящего руководителя. Выполнение мероприятий на втором уровне контроля осуществляет начальник цеха. Он не реже одного раза в месяц проводит оперативное совещание с начальниками, мастерами, на котором рассматриваются результаты проверок состояния охраны труда, контролирует выполнение мероприятий в соответствии с журналом по охране труда цеха.

На третьем уровне административно-общественный контроль осуществляет постоянно действующая комиссия по охране труда и промышленной безопасности (ПДК ОТ и ПБ), назначаемая приказом руководителя организации, под руководством главного инженера. В состав ПДК ОТ и ПБ входят главные специалисты организации, специалист по охране труда, а также представители профсоюзного комитета.

Проверка служб, цехов, участков осуществляется выборочно в соответствии с утвержденным графиком. При этом в течение года должны быть проверены все цеха, службы, участки. Выявленные нарушения правил безопасности оформляются актом обследования. В необходимых случаях издаются приказы по устранению недостатков и наказанию работников, нарушивших требования охраны труда, пожарной и промышленной безопасности.

Руководителем организации, главным инженером или по их поручению главными специалистами принимаются меры по устранению нарушений. Контроль за исполнением замечаний, указанных в акте комиссией, осуществляет руководитель организации, представитель ПДК ОТ и ПБ, руководитель службы охраны труда предприятия.

Руководитель или главный инженер предприятия не реже одного раза в квартал проводит совещание с участием специалистов по вопросу состояния охраны труда в организации, выполнения

мероприятий, предложенных комиссиями, предписаний органов государственного надзора, соглашений по охране труда, заслушивается информация начальников цехов, служб, участков. Итоги совещания оформляются протоколом.

В процессе административно-общественного контроля (на втором и третьем уровнях) проверяются:

- организация работы всех уровней контроля;
- ведение журнала по охране труда цеха;
- выполнение мероприятий по охране труда, предписаний органов госнадзора, соглашений по охране труда;
- своевременность и качество проведения инструктажа по охране труда;
- наличие и соблюдение инструкций по охране труда по видам работ, плакатов и знаков безопасности;
- соответствие требованиям безопасности зданий и сооружений, рабочих мест, оборудования, приспособлений и инструмента, средств защиты и сигнализации, КИПиА (контрольно-измерительных приборов и аппаратуры), их состояния;
- наличие и ведение технических паспортов на оборудование;
- наличие и соблюдение графиков планово-предупредительного ремонта (ППР);
- исправность ГПМ (грузоподъемных механизмов) и сосудов, работающих под давлением;
- соблюдение правил складирования заготовок, готовой продукции, взрывопожароопасных материалов;
- санитарно-гигиеническое состояние рабочих мест, санитарно-бытовых помещений и устройств;
- правильность использования работниками спецодежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты;
- соблюдение трудового законодательства;
- организация обучения и проверки знаний по охране труда.

6.3. ПОДГОТОВКА ПО ОХРАНЕ ТРУДА РАБОТНИКОВ И СПЕЦИАЛИСТОВ

В соответствии со ст. 212 Трудового кодекса РФ (далее также ТК РФ) одной из обязанностей работодателя по обеспечению безопасных условий труда являются обучение безопасным методам и приемам выполнения работ по охране труда и оказанию первой помощи при несчастных случаях на производстве, инструктаж по охране труда, стажировки и проверки знаний, требований охраны труда.

Согласно ст. 225 ТК РФ все работники организации, в том числе ее руководитель, обязаны проходить обучение по охране труда и проверку знания требований охраны труда в порядке, установленном Правительством РФ. Для всех поступающих на работу лиц, а также для работников, переводимых на другую работу, работодатель обязан проводить инструктаж по охране труда, организовывать обучение безопасным методам и приемам выполнения работ со стажировкой на рабочем месте и сдачей экзаменов, а в процессе трудовой деятельности — проведение периодического обучения охране труда и проверки знания требований охраны труда.

Порядок обучения и проверки знания требований охраны труда установлен ГОСТ 12.0.004–2015 «ССБТ. Организация обучения безопасности труда. Общие положения», а также постановлением Минтруда России и Минобразования России от 13.01.2003 № 1/29 «Об утверждении Порядка обучения по охране труда и проверки знаний требований охраны труда работников организаций».

6.3.1. Обучение руководителей и специалистов

Руководители и специалисты организаций проходят специальное обучение по охране труда в объеме должностных обязанностей при поступлении на работу в течение первого месяца, далее — по мере необходимости, но не реже одного раза в 3 года. Они допускаются к самостоятельной работе после ознакомления с локальными нормативными актами, действующими в организации.

Обучение руководителей и специалистов по охране труда проводится по специальным программам в объеме 40 часов непосредственно самой организацией или учебными центрами при наличии у них лицензии, преподавательского состава и материально-технической базы.

В процессе обучения по охране труда руководителей и специалистов проводятся лекции, семинары, консультации, деловые игры, могут использоваться модульные и компьютерные программы, а также дистанционное обучение.

Для проведения проверки знания требований охраны труда работниками в организациях приказом работодателя создается комиссия в составе не менее трех человек, прошедших обучение и проверку знания требований охраны труда в установленном порядке. В состав комиссии включаются руководители организаций и их структурных подразделений, специалисты служб охраны труда, главные специалисты (технолог, механик, энергетик), а также принимают участие представители профсоюзной организации и лица, уполномоченные по охране труда.

В состав комиссии по проверке знаний обучающей организации входят руководители и штатные преподаватели этих организаций и, по согласованию, представители органов исполнительной власти и органов государственного надзора в области охраны труда. Результаты проверки знаний оформляются протоколом по установленной форме. Работнику, успешно прошедшему проверку знания требований охраны труда, выдается удостоверение за подписью председателя комиссии, заверенное печатью организации. Работник, не прошедший проверки знаний, обязан не позднее одного месяца пройти повторную проверку знаний.

Внеочередная проверка знания требований охраны труда работников организации проводится при введении новых законодательных и нормативных актов по охране труда, при вводе в эксплуатацию нового оборудования и технологических процессов, назначении и переводе работников на другую работу, по требованию должностных лиц федеральной инспекции труда и органов исполнительной власти, после аварии и несчастных случаев и перерывов в работе в определенной должности более года.

О дате и месте проведения очередной (внеочередной) проверки знаний работник должен быть предупрежден не менее чем за 15 дней.

6.3.2. Специальное обучение работников рабочих профессий

На работах, к которым предъявляются повышенные требования безопасности, проводится специальное обучение безопасности труда. Перечень работ и профессий, по которым проводятся специальное обучение и проверка знаний, график обучения и состав экзаменационной комиссии утверждает руководитель (главный инженер) предприятия по согласованию с профсоюзной организацией.

Обучение осуществляется по программам, разработанным с учетом отраслевых и типовых программ, специфики производства, профессии и вида работ. Программы утверждаются руководителем организации по согласованию с отделом охраны труда и профсоюзным комитетом. Объем обучения — не менее 20 ч.

Обучение безопасности труда при подготовке рабочих организует отдел подготовки кадров или технического обучения с привлечением к проведению занятий специалистов и инженерно-технических работников, хорошо знающих процесс производства. После обучения все работники проходят проверку знаний и практических навыков. Результаты проверки знаний оформляют протоколом и фиксируют в личной карточке. Рабочему, успешно прошедшему проверку знаний, выдается удостоверение на право самостоя-

тельной работы. При получении рабочим неудовлетворительной оценки повторную проверку знаний назначают не позднее, чем через один месяц. Все рабочие, имеющие перерыв в работе по данному виду работ, должности, профессии более 3 лет, должны пройти обучение по охране труда до начала самостоятельной работы.

6.3.3. Инструктаж по охране труда

Все принимаемые на работу должны проходить инструктаж по охране труда, в том числе командированные, работники сторонних организаций, выполняющие работу на определенном участке, студенты, проходящие производственную практику и др. По характеру и времени проведения инструктажи подразделяются на вводные, первичные на рабочем месте, повторные, внеплановые и целевые.

Вводный инструктаж на предприятии проводит специалист по охране труда или лицо, на которое приказом по предприятию возложены эти обязанности. Вводный инструктаж проводится в кабинете охраны труда по специальной программе вводного инструктажа, утвержденной руководителем предприятия по согласованию с профкомом. Программа составляется с учетом требований стандартов ССБТ, норм и правил по охране труда и специфики производства.

О проведении вводного инструктажа делается запись в журнале регистрации вводного инструктажа с обязательной подписью инструктируемого и инструктирующего, а также в документе о приеме на работу. Наряду с журналом может быть использована личная карточка прохождения обучения.

Первичный инструктаж на рабочем месте проводится до начала производственной деятельности:

- со всеми вновь принятыми на предприятие, переводимыми из одного подразделения в другое;
- с работниками, выполняющими новую для них работу, командированными, временными работниками;
- со строителями, выполняющими строительные-монтажные работы на территории действующего предприятия;
- со студентами и учащимися, прибывшими на производственную практику, перед выполнением новых видов работ, а также в учебных лабораториях, классах, перед изучением новой темы.

Лица, которые не связаны с обслуживанием, испытанием, наладкой и ремонтом оборудования, использованием инструмента, хранением и применением сырья и материалов, первичный инструктаж на рабочем месте не проходят. Перечень профессий и должностей

работников, освобожденных от первичного инструктажа на рабочем месте, утверждает руководитель организации по согласованию с профсоюзным комитетом и отделом охраны труда.

Первичный инструктаж на рабочем месте проводится по программам, разработанным руководителем структурного подразделения, утвержденным и согласованным с отделом охраны труда и профсоюзным комитетом. В программу первичного инструктажа включают следующие вопросы:

- общие сведения о технологическом процессе и оборудовании на рабочем месте; опасные и вредные производственные факторы, возникающие при данном технологическом процессе;
- безопасная организация и содержание рабочего места;
- опасные зоны машин, механизмов, приборов, средства защиты (предохранительные, тормозные, оградительные, системы блокировки и сигнализации, знаки безопасности);
- порядок подготовки к работе (проверка исправности оборудования, средств защиты);
- безопасные приемы и методы работы, действия при возникновении опасной ситуации;
- средства индивидуальной защиты на данном рабочем месте;
- схема безопасного передвижения по территории цеха, участка;
- грузоподъемные и транспортные средства; требования безопасности при погрузочно-разгрузочных работах и транспортировке грузов;
- характерные причины аварий, взрывов, пожаров, несчастных случаев; меры по их предупреждению и действия в аварийной ситуации, применение средств пожаротушения, аварийной защиты и сигнализации, места их расположения.

После первичного инструктажа все работники должны пройти стажировку под руководством лиц, назначенных приказом по цеху, в течение смен в зависимости от характера работы и квалификации работника. После стажировки и проверки знания и навыков безопасных способов работы работник допускается к самостоятельной работе распоряжением или приказом по организации.

Повторный инструктаж проходят все работники не реже одного раза в полугодие по программе первичного инструктажа.

Внеплановый инструктаж проводится:

- при введении в действие новых стандартов, правил, инструкций по охране труда;
- изменении технологического процесса, замене или модернизации оборудования, приспособлений, инструмента, исходного сырья, материалов и других факторов;

- нарушении работниками требований безопасности труда, которые могут привести или привели к аварии или травме;
- перерывах в работе более 30 календарных дней (для опасных работ), а для остальных работ — 60 дней.

Объем и содержание инструктажа определяются в зависимости от причин и обстоятельств его проведения.

Целевой инструктаж проводится при выполнении разовых работ, не связанных с прямыми обязанностями работника (погрузка, разгрузка, уборка территории), ликвидации последствий аварий и стихийных бедствий, при производстве работ, на которые оформляется наряд-допуск, и др.

Первичный, повторный, внеплановый и целевой инструктажи проводит непосредственный руководитель работ. Инструктаж завершается устной проверкой знаний. О проведении инструктажа на рабочем месте делается запись в журнале регистрации инструктажа на рабочем месте или в личной карточке с обязательной подписью инструктируемого и инструктирующего. В журнале также указываются вид инструктажа, причина проведения, инструкции по охране труда. Целевой инструктаж фиксируется в наряде-допуске на производство работ. Журнал хранится у непосредственного руководителя работ. Полностью заполненный журнал сдается в службу охраны труда.

6.3.4. Обучение по оказанию первой помощи пострадавшим

Обучение приемам оказания первой помощи пострадавшим на производстве проводится работодателем при приеме на работу, переводе на новую работу, а также в силу производственной необходимости в условиях повышенного риска травмирования. Обучение работников приемам оказания первой помощи пострадавшим проводится в виде специального обучающего курса по учебным программам, разработанным и утвержденным организатором обучения.

Перечень должностей и профессий работников, подлежащих обучению приемам оказания первой помощи пострадавшим, условия, сроки и периодичность проведения обучения определяются организатором обучения самостоятельно.

6.4. ОРГАНИЗАЦИЯ ТРАНСПОРТНО-СКЛАДСКИХ РАБОТ

Для обеспечения безопасности хранения и транспортирования материалов необходимо применять устройства для хранения, обеспечивающие безопасность труда работающих, способы безопасного хранения веществ и материалов с опасными и вредными свой-

ствами, а также способы безопасного ведения погрузочно-разгрузочных работ и передвижения транспортных средств в пределах предприятия.

Для хранения и транспортирования заготовок и деталей применяется оборотная унифицированная тара. Штучные грузы должны укладываться в габаритах грузовых площадок тележек. Мелкие штучные грузы перевозятся в специальной таре или в контейнерах. Тара для транспортирования и хранения деталей, заготовок и отходов производства, а также ее эксплуатация должны соответствовать ГОСТ 14861–91 «Тара производственная. Типы», ГОСТ 19822–88 «Тара производственная. Технические условия» и ГОСТ 12.3.010–82 «ССБТ. Тара производственная. Требования безопасности при эксплуатации». Тара должна быть рассчитана на необходимую грузоподъемность, иметь надписи о максимально допустимой нагрузке и периодически подвергаться проверкам. Тара массой брутто более 50 кг должна подвергаться периодическим осмотрам. Периодические осмотры тары должны производиться перед началом эксплуатации, через каждые 6 месяцев и после ремонта. Тара, перемещаемая грузоподъемными кранами, на которые распространяются правила Ростехнадзора, должна подвергаться периодическому осмотру не реже одного раза в месяц. При периодическом осмотре должны проверяться: отсутствие трещин, степень износа и искривление захватных устройств для строповки; исправность фиксирующих устройств тары; исправность запорных устройств тары; наличие маркировки на таре. Результаты осмотра должны фиксироваться в журнале технического освидетельствования тары. Тара, не соответствующая требованиям ГОСТ 19822–88 и имеющая дефекты, считается не прошедшей техническое освидетельствование и к эксплуатации не допускается.

Хранение и транспортирование СОЖ должны осуществляться в чистых стальных резервуарах, цистернах, бочках, бидонах и банках, а также в емкостях, изготовленных из оцинкованного железа или пластмасс. СОЖ должны храниться в изолированных помещениях при температуре от –10 до +40 °С.

Отходы титановых сплавов должны храниться в герметичной таре в специально отведенном сухом помещении. Стружка и пыль магниевых сплавов должны храниться в закрытой металлической таре. В местах хранения титановых и магниевых сплавов должны быть средства пожаротушения: сухой песок, доломитовая пыль, порошковый флюс, огнетушители, заряженные порошковыми веществами.

Обтирочный материал хранят в специальной, плотно закрывающейся металлической таре, в специально отведенных местах.

По мере накопления использованных обтирочных материалов, но не реже одного раза в смену, тара должна очищаться.

Погрузочно-разгрузочные работы и перемещение грузов следует производить в соответствии с требованиями ГОСТ 12.3.009–76 и ГОСТ 12.3.020–80. Перемещение грузов массой более 20 кг в технологическом процессе должно производиться с помощью подъемно-транспортных устройств и средств механизации. Перемещение грузов в технологическом процессе на расстояние более 25 м должно быть механизировано. Погрузочно-разгрузочные работы с применением грузоподъемных средств должны выполняться под контролем лица, ответственного за производство работ кранами, и в соответствии с приказом от 17.09.2014 № 642н «Об утверждении Правил по охране труда при погрузочно-разгрузочных работах и размещении грузов». При подъеме тары с помощью грузоподъемных средств угол строповки не должен превышать 90°. Масса груза не должна превышать грузоподъемности применяемого грузового средства.

Штабелирование грузов в местах промежуточного складирования должно производиться в соответствии с требованиями ГОСТ 12.3.009–76. Высота укладки в елочных стеллажах составляет до 4 м при использовании электропогрузчика и до 8 м при использовании крана-штабелера. Прядок складирования и хранения материалов, изделий, оборудования регламентируется Правилами по охране труда в строительстве, утвержденными приказом Минтруда России от 01.06.2015 № 336н.

Расстояние между штабелями должно быть не менее 1 м и обеспечивать необходимые противопожарные разрывы и снятие тары со штабеля грузозахватными устройствами применяемых средств механизации.

Прокат черных металлов должен укладываться в штабели высотой до 1,5 м с прокладками, мелкосортный металл — в стеллажи высотой не более 1,5 м, мелкие грузы в таре — в штабели высотой не более 4 м.

Слитки и блюмы сечением 160×160 мм и более должны храниться на полу в штабелях или поштучно. Сортовой и фасонный прокат должен храниться в штабелях, елочных или стоечных стеллажах.

Для технологического транспортирования грузов применяются конвейеры: пластинчатые, шагающие, подвесные и другие, требования безопасности к конструкции и размещению которых определяются ГОСТ 12.2.022–80 «ССБТ. Конвейеры. Общие требования безопасности». При этом движущиеся части конвейеров, к которым

возможен доступ обслуживающего персонала и лиц, работающих вблизи конвейеров, должны быть ограждены.

Конструкция конвейера должна исключать возможность падения с него перемещаемого груза. В местах подъема и спуска тяговых цепей у подвесных конвейеров должны быть установлены ловители для удержания цепи в случае ее разрыва. Эта зона, а также зона натяжного устройства цепи должны быть ограждены. В местах прохода подвесных конвейеров в зоне передвижения людей должны устанавливаться сплошные ограждения, продолженные за габариты конвейера не менее чем на 1 м. В местах расположения конвейеров над проездами, проходами и рабочими местами должны быть установлены сетки на высоте, обеспечивающей свободный проход людей или проезд транспорта.

При одновременной работе нескольких конвейеров или сочетании работы конвейеров с другим технологическим оборудованием двигателя всех машин в этом сочетании должны быть заблокированы.

При эксплуатации конвейера в условиях, где вся его длина не просматривается с места пуска, должна быть установлена двусторонняя звуковая и световая сигнализация, заблокированная с органами управления таким образом, чтобы исключалась возможность пуска его без предварительной подачи сигнала. Прямую сигнализацию с поста пуска конвейера допускается применять в случаях, когда конвейер просматривается на всю длину.

Для обеспечения безопасности при работе нескольких взаимосвязанных транспортеров применяется взаимная блокировка их электрических приводов. У каждого транспортера устанавливается аварийная кнопка «Стоп», с помощью которой при необходимости может быть остановлена вся система. Пульт управления ленточных транспортеров оборудуется сигнальными лампами, которые показывают движение или остановку каждого транспортера, что способствует предотвращению несогласованности работы транспортеров.

По обе стороны конвейеров и транспортеров должны быть свободные проходы шириной не менее 1 м. Проход через трассу конвейеров и транспортеров должен осуществляться по специальным переходным мостикам со сплошным рифленным настилом и перилами высотой не менее 1 м.

Для обеспечения грузовых потоков сырья, материалов, полуфабрикатов, готовых изделий и отходов производства в организации должны быть устроены подъездные пути и проезды, соответствующие габаритам применяемых транспортных средств и транспортируемых грузов, с оснащением необходимым подъемно-транспортным оборудованием для погрузочно-разгрузочных работ.

Движение транспорта на территории организации должно быть организовано в соответствии с утвержденным схематическим планом движения транспортных средств и пешеходов. Направление движения транспорта, скорость его движения, места въездов, выездов и стоянок транспортных средств должны регулироваться указателями и дорожными знаками в соответствии с Правилами дорожного движения Российской Федерации, утвержденными постановлением Совета Министров — Правительства РФ от 23.10.1993 № 1090.

Контрольные вопросы

1. Каков порядок планирования работ по улучшению условий труда?
2. Каков порядок проведения административно-производственного контроля на предприятиях машиностроения?
3. Перечислите виды обучения по охране труда.
4. Как производится проверка знаний требований охраны труда в организациях?
5. Каков порядок проведения инструктажа по охране труда?
6. Какие требования безопасности должны соблюдаться при складировании и хранении материалов?
7. Назовите меры безопасности при выполнении транспортных работ.

Глава 7

САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ

7.1. МИКРОКЛИМАТ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Микроклимат производственных помещений характеризуется действующими на организм человека сочетаниями температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха, а также температуры окружающих поверхностей. Микроклимат влияет на процесс теплообмена организма человека с окружающей средой. При несоблюдении гигиенических норм микроклимата снижается работоспособность человека, возрастает опасность возникновения травм и ряда заболеваний, в том числе профессиональных.

Высокая температура воздуха в производственных помещениях вызывает быструю утомляемость работающего, перегрев организма, тепловой удар и интенсивное потоотделение. Это приводит к снижению внимания, а также к вялости и может стать причиной несчастного случая.

Низкая температура может вызвать местное и общее охлаждение организма и стать причиной ряда простудных заболеваний.

Относительная влажность воздуха при высокой его температуре способствует перегреванию организма, при низкой же температуре она усиливает теплоотдачу с поверхности кожи, что ведет к переохлаждению организма. При понижении относительной влажности воздуха до 20% у человека возникает неприятное ощущение сухости слизистых оболочек верхних дыхательных путей. Оптимальной является относительная влажность 60–40%.

Скорость воздуха на рабочих местах в производственных помещениях влияет на конвективный теплообмен и может вызвать переохлаждение или перегрев организма. Подвижность воздуха способствует эффективной теплоотдаче организма человека и оказывает положительное влияние при высоких температурах, но отрицательно — при низких.

Температура нагретых поверхностей (расплавленный или нагретый до высоких температур металл) вызывает тепловое излучение и перегрев организма. В организме возникают биохимические изменения, происходят нарушения в сердечно-сосудистой и нервной системах.

Для создания нормальных условий труда в производственных помещениях необходимо обеспечить нормативные значения параметров микроклимата согласно СанПиН 2.2.4.3359–16 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах» и ГОСТ 12.1.005–88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».

В ГОСТ 12.1.005–88 указаны оптимальные и допустимые показатели микроклимата в производственных помещениях. Оптимальные показатели распространяются на всю рабочую зону, а допустимые устанавливаются отдельно для постоянных и непостоянных рабочих мест в тех случаях, когда по технологическим, техническим или экономическим причинам обеспечение оптимальных норм невозможно.

При нормировании микроклимата в производственных помещениях учитывают период года и физическую тяжесть выполняемых работ. Различают два периода: холодный (среднесуточная температура наружного воздуха составляет +10 °С и ниже) и теплый (температура наружного воздуха превышает +10 °С).

В зависимости от общих энергозатрат организма работы подразделяются на легкие, средней тяжести и тяжелые физические работы.

Легкие физические работы (категория I) выполняются сидя, стоя, могут быть связаны с ходьбой, но не требуют систематического физического напряжения или поднятия и переноски тяжестей. Энергозатраты при их выполнении составляют до 174 Вт.

Физические работы средней тяжести (категория II) подразделяются на две подкатегории: категория IIa, к которой относятся работы, связанные с постоянной ходьбой, выполняемые стоя или сидя, но не требующие перемещения тяжестей; категория IIb, к которой относятся работы, связанные с ходьбой и переноской небольших (до 10 кг) тяжестей. Энергозатраты при работах категории IIa составляют от 175 до 232 Вт и для категории IIb от 233 до 290 Вт.

Тяжелые физические работы (категория III) связаны с систематическим физическим напряжением, в частности с постоянными передвижениями и переноской значительных (свыше 10 кг) тяжестей. Энергозатраты составляют более 290 Вт.

Работы на слесарно-механических и металлообрабатывающих участках относятся к категории IIb, так как производятся с интенсивностью энергозатрат 233–290 Вт, связаны с ходьбой, перемещением и переноской тяжестей до 10 кг и сопровождаются умеренным

физическим напряжением. В табл. 7.1 приведены оптимальные и допустимые величины показателей микроклимата в производственных помещениях для работ средней тяжести категории Пб.

Таблица 7.1

Нормы микроклимата в производственных помещениях

Период года	Температура воздуха, °С		Относительная влажность воздуха, %		Скорость движения воздуха, м/с (не более)	
	оптимальная	допустимая	оптимальная	допустимая	оптимальная	допустимая
Холодный	17–19	15–22	60–40	15–75	0,2	0,4
Теплый	19–21	16–27	60–40	15–75	0,2	0,5

К мероприятиям по обеспечению нормативов микроклимата в производственных помещениях механических цехов относятся:

- применение водяного и воздушного отопления;
- естественная и общеобменная механическая вентиляции;
- теплоизоляция горячих поверхностей;
- экранирование тепловых излучений;
- применение воздушного душирования;
- применение воздушных и тепловых завес;
- кондиционирование воздуха.

Теплоизоляция является эффективным мероприятием, так как, уменьшая интенсивность теплового излучения от нагретых поверхностей, она предотвращает также возможность ожогов при прикосновении к этим поверхностям. Температура нагретых поверхностей оборудования (печей, ванн и др.) и ограждений не должна превышать 450 °С.

Одно из основных мероприятий по оптимизации параметров микроклимата и состава воздуха в производственных помещениях — обеспечение надлежащего воздухообмена. Общеобменная механическая вентиляция должна устраиваться таким образом, чтобы исключалась возможность поступления воздуха из помещений с большими пылеобразованиями в помещения с меньшим выделением пыли.

Гигиеническими требованиями установлено, что объем производственных помещений на одного работающего должен составлять не менее 15 м³ при выполнении легкой физической работы, не менее 25 м³ при выполнении работ средней тяжести, не менее 30 м³ при выполнении тяжелой работы, а площадь помещений — не менее 4,5 м², высота помещений — не менее 3,25 м².

Помещения и участки для производств с избытками явного тепла (более 23 Вт/м²), а также для производств со значительными выделениями вредных газов, паров и пыли размещаются у наружных стен зданий и сооружений. Наибольшая сторона этих помещений должна примыкать к наружной стороне здания или сооружения.

В производственных помещениях с объемом до 20 м³ на одного работающего при отсутствии загрязнения воздуха производственными вредностями приточная вентиляция должна обеспечивать подачу наружного воздуха в количестве не менее 30 м³ в час на каждого работающего, а в помещениях с объемом 20 м³ и более на одного работающего — не менее 20 м³ в час. В помещениях с объемом более 40 м³ на одного работающего при наличии окон и фонарей допускается периодически открывать створки окон и фонарей для естественной вентиляции. Во всех указанных случаях при этом должны быть обеспечены нормы по температуре и влажности воздуха в производственных помещениях.

Если в производственных помещениях выделяются тепло, влага, вредные вещества, пары, газы, пыль, то проводится расчет воздухообмена с целью обоснования выбора системы вентиляции.

Определение количества воздуха, которое необходимо подать в помещение для обеспечения требуемых условий воздушной среды, проводится отдельно для теплого и холодного периодов года; при этом плотность воздуха принимается 1,2 кг/м³.

Если в воздух производственного помещения одновременно поступают тепло, влага, вредные вещества, то расчет производится по всем формулам для каждого из периодов года и принимается наибольшая из полученных величин. По полученным данным проводится расчет кратности воздухообмена, т.е. количества объемов воздуха в помещении, сменяемых в течение часа, по формуле

$$K = L / V, \quad (7.1)$$

где K — кратность воздухообмена, ч⁻¹, L — объем воздуха, удаляемый из помещения м³/ч; V — внутренний свободный объем вентилируемого помещения, м³.

Работа вентиляционных систем в комплексе с выбором технологических процессов по ГОСТ 12.3.002–2014 и производственного оборудования, отвечающего требованиям ГОСТ 12.2.003–91, должны создавать на постоянных рабочих местах, в рабочей и обслуживаемой зонах помещений микроклимат и чистоту воздушной среды, соответствующие действующим санитарным нормам. Применение естественной вентиляции требует расположения оборудо-

вания перпендикулярно продольным стенам для обеспечения свободного движения воздушных потоков.

Проходы между оборудованием должны быть не менее 2 м. Против проходов в продольных стенах оборудуют приточные отверстия в виде открывающихся фрамуг, которые обеспечивают свободное поступление свежего воздуха вглубь помещения. При этом свежий воздух не перемешивается с загрязненным воздухом, находящимся в помещении, а вытесняет его.

Воздухообмен в холодный период года допускается не более одного раза в час. При этом нужно следить, чтобы не было снижения температуры воздуха внутри помещения по сравнению с расчетной, туманообразования и конденсации водяных паров на поверхностях стен, покрытий, остекления.

Окна в стенах и световые фонари оборудуются механизмами, обеспечивающими их открывание с пола. Регулируя открывание створок (фрамуг) в зависимости от направления и силы ветра, создают условия для обмена воздухом в необходимых объемах.

Приток воздуха в помещение предусматривается в теплый период года на высоте не более 1,8 м от пола, а в холодный период года — не ниже 4 м от пола, чтобы обеспечить лучший воздухообмен, предотвратить воздействие холодного воздуха на работающих и устранить возможность простудных заболеваний. Для этого по высоте боковых проемов здания располагают два ряда фрамуг.

В производственных помещениях, где допустима небольшая кратность воздухообмена, устанавливают вытяжные трубы или шахты, наружная часть которых располагается над крышей. В целях повышения эффективности воздухообмена через вытяжные трубы или шахты на них устанавливают дефлекторы. Дефлекторы, обеспечивая удаление воздуха из помещения за счет теплового напора, дополнительно увеличивают эффект вытяжки воздуха из помещения за счет действия силы ветра. Дефлектор представляет собой патрубок, который размещается над верхней частью вытяжной трубы или шахты. Верхняя часть патрубка имеет расширение (диффузор), над ним на некотором расстоянии располагается козырек. С боковых сторон диффузор вместе с козырьком закрывается цилиндрической обечайкой. Обечайка и козырек крепятся на кронштейнах на верхней части патрубка таким образом, чтобы по бокам оставалось строго определенное свободное пространство.

При обтекании наружной поверхности обечайки дефлектора ветровым воздушным потоком внутри нее создается разрежение, способствующее более интенсивной вытяжке воздуха из помещения.

Поскольку дефлекторы устанавливаются выше конька крыши производственных зданий и имеют цилиндрическую обечайку, они улавливают ветровой напор любого направления. Данная конструкция дефлектора исключает обратную тягу (в помещение), а при непогоде — проникновение в здание дождя и снега.

Преимуществами естественной вентиляции являются простота устройства и незначительная стоимость эксплуатации, возможность хорошего проветривания больших производственных помещений с избыточными тепловыделениями. Недостатки естественной вентиляции — отсутствие возможности подогрева и увлажнения воздуха, очистки его от пыли и подачи к определенным рабочим местам.

Механическая вентиляция более эффективна по сравнению с естественной вентиляцией, но требует значительных капитальных и эксплуатационных затрат. Механическая вентиляция обеспечивает забор поступающего воздуха из мест, где он наиболее чист, допускает обработку воздуха — его подогрев, увлажнение или подсушку, позволяет подводить воздух к любому рабочему месту или оборудованию, а также и удалять его из любых мест с очисткой. Она может быть выполнена в виде приточной, вытяжной или приточно-вытяжной вентиляции.

Приточная вентиляция обеспечивает подачу в производственные помещения чистого воздуха. Она может применяться в производственных помещениях со значительными тепловыделениями и малой концентрацией вредных веществ. При этом загрязненный воздух удаляется через фрамуги, дефлекторы или вентиляционные воздухопроводы не только вследствие теплового напора, ветрового побуждения, но и благодаря подпору, создаваемому приточной вентиляцией.

Приточно-вытяжная вентиляция применяется во всех производственных помещениях, когда требуется повышенный и особо надежный обмен воздуха. При такой системе вентиляции в производственных помещениях с малыми выделениями вредных веществ целесообразно создавать небольшой подпор воздуха, а в смежных с ними помещениях со значительными выделениями вредных веществ не создавать избыточного давления воздуха. Таким образом будет обеспечена своеобразная изоляция производственных помещений с малыми выделениями вредных веществ от проникновения в них загрязненного воздуха из смежных помещений.

Устройства для подачи в производственное помещение свежего воздуха располагают со стороны, противоположной фронту обслуживания оборудования. Высота устройств для забора воздуха

может быть принята различной, чтобы загрязненный воздух перемещался в направлении его естественного движения. Пыль, а также пары и газы, более тяжелые, чем воздух, скапливаются в нижних зонах помещения, где располагаются приемные устройства.

Рециркуляция воздуха в системе приточно-вытяжной вентиляции применяется в холодное время года в целях экономии тепла, затрачиваемого на подогрев воздуха. При рециркуляции часть воздуха, удаляемого из помещений, после соответствующей очистки от производственных вредностей снова направляется в помещение. При использовании принципа рециркуляции необходимо соблюдать следующие условия: количество чистого воздуха, поступающего извне, должно составлять не менее 10% от общего количества воздуха, подаваемого в помещение; воздух, поступающий в помещение, должен содержать не более 30% вредных веществ по отношению к их предельно допустимой концентрации.

Местная вытяжная вентиляция предназначена для удаления выделяемых вредностей непосредственно в месте их образования для предотвращения распространения их в воздухе всего производственного помещения, а также для уменьшения вредных выделений в воздушную среду на отдельных участках производственных помещений. Местная вытяжная вентиляция выполняется в виде защитно-обеспыливающих кожухов, вытяжных зонтов, витринных и бортовых отсосов.

Местная приточная вентиляция осуществляется с помощью воздушных душей и воздушно-тепловых завес.

Количество воздуха L ($\text{м}^3/\text{ч}$), подлежащего удалению из приемников и отсосов, определяется по формуле

$$L = F \cdot V \cdot 3600, \quad (7.2)$$

где F — площадь проемов, отверстий, через которые засасывается воздух, м^2 ; V — скорость воздуха, $\text{м}/\text{с}$.

Скорость засасывания воздуха для малоопасных по токсичности веществ при отсутствии нагревания и механического перемешивания принимают 0,5–0,7 $\text{м}/\text{с}$, а при наличии токсических веществ (с предельно допустимой концентрацией менее 0,1 $\text{мг}/\text{м}^3$), а также при нагревании и работе механизмов, когда возможны внезапные выбросы, — 1,0–1,5 $\text{м}/\text{с}$. При сочетании ряда факторов скорость засасывания может быть доведена до 5 $\text{м}/\text{с}$.

К закрытым приемникам относятся сушильные, окрасочные и другие промышленные камеры, имеющие широкое применение на машиностроительных предприятиях.

Бортовые отсосы устраивают у промышленных ванн, наполненных разного рода водными растворами. Бортовые отсосы могут быть односторонними и двусторонними. Бортовые отсосы не эффективны при высоких температурах и большой летучести жидкостей, находящихся в ваннах, так как конвекционные потоки могут изменить направление движения воздушных струй и помешать удалению вредных паров и газов.

Защитно-обеспыливающие кожухи располагают у мест образования пыли, чтобы исключить попадание ее в воздушное пространство помещения, удалить от места образования и предохранить работающего от травм. Пример такого устройства — местный отсос у заточного абразивного станка.

Вытяжные зонты устанавливаются на некотором расстоянии от места выделения вредностей, благодаря чему обеспечивается открытый доступ работающего к оборудованию или месту работы.

Увеличение расстояния между источником выделения вредностей и зонтом вызывает большой подсос воздуха из помещения. Причем скорость движения воздуха затухает примерно обратно пропорционально квадрату расстояния, вследствие чего возможны отклонения струи загрязненного воздуха от зонта.

Вытяжные зонты применяют преимущественно в случаях, когда выделяющиеся производственные вредности легче окружающего воздуха. Зонты оборудуют естественной или искусственной вытяжкой. Скорость засасывания воздуха в открытом сечении зонта при удалении токсичных выделений принимают 0,8–1,2 $\text{м}/\text{с}$.

Воздушный душ образуется с помощью установки, создающей направление потока воздуха на человека, находящегося на рабочем месте. Таким образом обеспечивается создание для работающих в зоне действия потока воздуха благоприятных условий воздушной среды, отличных от имеющихся во всем помещении. Применением воздушного душирования можно снизить концентрацию вредных газов, паров, лучистого тепла и пыли на рабочих местах.

Воздушные душирующие установки могут быть стационарными или передвижными. Стационарные установки забирают чистый наружный воздух, подогревают его до 16–24 °С и подают на рабочие места со скоростью 0,5–3 $\text{м}/\text{с}$. Передвижные установки забирают воздух из помещения, в котором они находятся. Для обеспыливания забираемого воздуха такие установки снабжаются фильтрами.

Воздушные души получили широкое распространение в отдельных цехах машиностроительных предприятий как эффективное средство улучшения условий труда. В литейных цехах воздушные

души применяют на заливочных площадках и конвейерах, в кузнечных и термических цехах — на рабочих местах у горнов и печей. Установки воздушного душирования не уменьшают концентрации вредных газов, паров или пыли во всем помещении, поэтому их следует применять в сочетании с общеобменной вентиляцией.

Воздушная завеса образуется при помощи специальной установки путем создания струй воздуха, которые ограничивают зону распространения вредных выделений, образующихся при выполнении производственных процессов.

Воздушные завесы в сборочных цехах препятствуют проникновению в воздушную зону всего помещения вредных паров и мелких капелек краски с участка окраски крупных изделий. Для этого по периметру участка в его верхней части располагают воздуховод, имеющий приточный вентилятор. В нижней части воздуховода устраивают щель, под которой на полу располагают решетку канала вытяжки. Струя приточного воздуха, выходя из щели с большой скоростью, пронизывает все воздушное пространство до решетки, где захватывается потоком воздуха вытяжного канала.

Воздушная завеса ограничивает распространение вредных выделений за пределы участка и, захватывая эти выделения, уносит их из цеха по подпольным вытяжным каналам. В термических и травильных отделениях с поверхности ванн вместе с испарениями выделяются разного рода газообразные вредные вещества. Воздушная завеса, устроенная у борта ванны, препятствует распространению вредных веществ по всему помещению и направляет их к вытяжным устройствам.

Воздушно-тепловые завесы предусматриваются у ворот, открывающихся чаще пяти раз или не менее чем на 40 мин. в смену, а также у открытых технологических проемов отапливаемых зданий и сооружений, находящихся в районах с расчетной температурой наружного воздуха для холодного периода года $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ и ниже, при отсутствии тамбуров или шлюзов.

Воздушно-тепловые завесы предусматриваются у входных дверей вестибюлей зданий и вспомогательных сооружений в зависимости от температуры наружного воздуха и количества людей, проходящих в течение 1 часа:

- при температуре от -15 до $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ — 400 человек и более;
- при температуре от -26 до $-45\text{ }^{\circ}\text{C}$ — 250 человек и более;
- при температуре ниже $-45\text{ }^{\circ}\text{C}$ — 100 человек и более.

Такие завесы устраиваются также: у входных дверей производственных зданий и помещений, оборудованных системами кондиционирования воздуха; у входных дверей производственных

зданий при расположении постоянных рабочих мест вблизи входных дверей; у проемов технологического оборудования при поступлении через них вредностей и холода. Температура воздуха, подаваемого воздушно-тепловыми завесами, не должна быть более $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ для наружных дверей и $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ для ворот и технологических проемов.

Аварийная вентиляция устраивается в производственных помещениях, в воздух которых возможно внезапное поступление больших количеств вредных или взрывоопасных газов. Такие поступления возможны в газогенераторных и компрессорных помещениях, при выполнении некоторых производственных процессов.

Аварийная вентиляция выполняется вытяжной, при этом поступление воздуха в помещение специальным вводом может не предусматриваться. Аварийная вентиляция должна обеспечивать воздухообмен не менее восьмикратного совместно с основной системой вентиляции для всех производств, кроме категорий А, Б, В, для которых также обеспечивается восьмикратный воздухообмен, но дополнительно к основной системе вентиляции.

При пользовании аварийной вентиляцией допускается временное охлаждение помещений. Система аварийной вентиляции должна включаться автоматически при остановке любой из основных систем.

Кондиционирование воздуха создает и автоматически поддерживает внутри производственных помещений независимо от наружных метеорологических условий заданную температуру, относительную влажность, чистоту и скорость движения воздуха. На машиностроительных заводах установки для кондиционирования воздуха предусматривают в помещениях лабораторий, когда требуется особая точность измерений, или в цехах, в которых производятся окончательная обработка, сборка и выпуск деталей, приборов и изделий повышенной точности.

Установки для кондиционирования очищают, нагревают или охлаждают, увлажняют или подсушивают подаваемый в помещение воздух. При кондиционировании основная масса воздуха вводится в рециркуляцию, за исключением производств, в которых это недопустимо по санитарно-гигиеническим условиям.

Установки для кондиционирования воздуха снабжаются приборами автоматического регулирования. Кондиционеры автономные общего назначения обеспечивают автоматическое регулирование воздуха в помещениях от $+18$ до $+28\text{ }^{\circ}\text{C}$ с точностью $\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Применяются также кондиционеры с регулированием относительной влажности воздуха в помещении от 30 до 70% с точностью $\pm 5\%$.

Калориферы обеспечивают подогрев воздуха, подаваемого в производственные помещения, в холодный период года. Наиболее широкое распространение получили пластинчатые калориферы.

Системы отопления в зависимости от теплоносителя подразделяются на водяные, паровые, воздушные и комбинированные.

Система водяного отопления имеет широкое применение, как наиболее полно отвечающая эксплуатационным и санитарно-гигиеническим требованиям.

Система парового отопления целесообразна на предприятиях, где пар используется для технологического процесса. Нагревательные приборы парового отопления имеют высокую температуру, которая вызывает подгорание пыли. Вследствие этого возникают неприятные запахи и создается опасность воспламенения пыли. При паровом отоплении применяются нагревательные приборы с гладкими поверхностями: на них скапливается меньше пыли и для них характерна более легкая очистка.

Температура теплоносителя при отоплении местными нагревательными приборами не должна превышать: для горячей воды 70 °С, водяного пара 130 °С.

По способу подачи воздуха система воздушного отопления может быть центральной и местной. При центральной системе нагретый воздух подается в отапливаемые помещения посредством воздухопроводов из специального общего центра. Местная система воздушного отопления представляет собой устройство, в котором воздушонагреватель и вентилятор совмещены в одном агрегате, устанавливаемом в отапливаемом помещении.

7.2. ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОСВЕЩЕНИЕ

Правильно устроенное освещение обеспечивает хорошую видимость и создает благоприятные условия труда. Недостаточное освещение вызывает преждевременное утомление, притупляет внимание работающего, снижает производительность труда, ухудшает качественные показатели и может оказаться причиной несчастного случая.

Рабочие зоны освещаются в такой мере, чтобы рабочий имел возможность хорошо видеть процесс работы, не напрягая зрения и не наклоняясь для этого к инструменту и обрабатываемому изделию, расположенным на расстоянии не далее 0,5 м от глаза. Освещение не должно создавать резких теней или бликов, оказывающих слепящее действие. Необходимо также защитить глаза рабочего от прямых лучей источников света.

Проходы и проезды освещаются так, чтобы обеспечивалась хорошая видимость элементов здания, оборудования, материалов, деталей и движущегося внутризаводского транспорта. Недостаточное освещение проходов и проездов может стать причиной травмирования рабочего в результате удара о выступающие элементы конструкции здания или падения при задевании лежащих на полу предметов.

Нормы освещения производственных помещений установлены СанПиН 2.2.4.3359–16 с учетом характеристик зрительной работы (разряд зрительной работы, фон и контраст объекта различения с фоном). Разряд зрительной работы (точность) определяется при расстоянии до глаз работающего более 0,5 м с учетом углового размера объекта различения, определяемого отношением минимального размера объекта различения d к расстоянию от этого объекта до глаз работающего l . В производственных помещениях машиностроения выполняются в основном работа высокой точности (разряд III, предел отношения d/l от 0,0006 до 0,001) и работа средней точности (разряд IV, предел отношения d/l от 0,001 до 0,002). Норма освещенности рабочей поверхности для работы высокой точности при общем освещении составляет 300–500 лк, а для работы средней точности – 200–300 лк.

В рабочей зоне обрабатывающих центров (ОЦ) и гибких производственных модулей (ГПМ) должна быть обеспечена освещенность 1500 лк. Допускается снижение освещенности до 1000 лк при проведении шлифовальных и до 750 лк при проведении сверлильных работ.

При наладке, ремонте и устранении сбоев на станках с ЧПУ, ОЦ и ГПМ освещенность должна быть не менее 2500 лк.

Для рациональной организации освещения необходимо обеспечить не только достаточную освещенность рабочих поверхностей, но и соответствующие качественные показатели освещения. К качественным характеристикам освещения относятся равномерность распределения светового потока, блескость, показатель дискомфорта и показатель пульсации светового потока. Для общего освещения помещения отношение максимальной освещенности к минимальной не должно превышать 1,3. Показатель дискомфорта UGR должен быть не более 25, коэффициент пульсации – не более 15%.

Для ограничения пульсации при проектировании освещения производственных объектов с использованием газоразрядных источников света следует предусматривать:

- включение соседних ламп в три фазы питающего напряжения или включение их в сеть с электронным пускорегулирующим аппаратом;

- установку в одной точке двух или трех светильников на разные фазы переменного тока;
- питание разных ламп в многоламповых люминесцентных светильниках от разных фаз переменного тока.

В производственных помещениях может применяться три вида освещения: естественное, искусственное и совмещенное.

Естественное освещение используется в дневное время суток. Оно обеспечивает хорошую освещенность, равномерность; вследствие высокой диффузности (рассеивания) благоприятно действует на зрение и экономично. Помимо этого, солнечный свет оказывает биологически оздоравливающее и тонизирующее воздействие на человека.

Величина естественной наружной освещенности значительно колеблется в течение дня и зависит не только от времени суток, но и от изменения облачности. Естественное освещение помещений осуществляется через световые проемы и бывает боковым, верхним или комбинированным. Естественное освещение в помещении оценивается коэффициентом естественной освещенности (КЕО), представляющим собой выраженное в процентах отношение освещенности какой-либо точки помещения к точке на горизонтальной плоскости вне помещения, освещенной рассеянным светом всего небосвода, в тот же самый момент времени. Нормы естественного освещения (КЕО) для работы средней точности составляют 4% при верхнем или комбинированном освещении, 1,5% при боковом освещении и 2,4% при совмещенном.

Для обеспечения естественного освещения необходима регулярная очистка стекол в помещении, а также периодическая покраска стен и потолков. При незначительном выделении пыли, дыма и копоти очистка стекол производится не реже 2 раз в год; покраска стен и потолков — не реже одного раза в 3 года. При значительных выделениях пыли, дыма и копоти очистка стекол производится не реже 4 раз в год; покраска стен и потолков — не реже одного раза в год.

Искусственное освещение применяется в темное время суток как в помещениях, так и на открытых площадках, проездах и т.п.

При недостаточном естественном освещении и выполнении работ высокой точности (I — III разрядов) необходимо применять совмещенное освещение (естественное и искусственное).

Искусственное освещение по способу расположения источников света подразделяется на общее и комбинированное (общее + местное). В производственных помещениях только местное освещение использовать не разрешается из-за блескости, возникающей

при наличии темных окружающих поверхностей и ярких пятен в поле зрения.

В системах освещения промышленных предприятий применяются лампы накаливания и разрядные источники света.

Лампы накаливания несложны в изготовлении, просты и надежны в эксплуатации. К их недостаткам следует отнести: низкую световую отдачу (в 3–6 раз меньшую по сравнению с разрядными лампами); небольшой срок службы (около 1000 ч.); неблагоприятный спектральный состав, искажающий светопередачу. Лампы накаливания обладают большой яркостью, но не дают равномерного распределения светового потока.

Разрядные источники света представлены люминесцентными и дуговыми ртутными лампами. Разрядные лампы имеют преимущества по сравнению с лампами накаливания: высокую световую отдачу, в несколько раз большую, чем у ламп накаливания; весьма продолжительный срок службы (8–14 тыс. ч.); спектр излучения люминесцентных ламп близок к спектру естественного света.

К недостаткам разрядных ламп относятся относительно сложная схема включения и необходимость специальных пусковых устройств, поскольку напряжение зажигания у этих ламп значительно выше напряжения сети, а период разгорания довольно продолжителен. Такие лампы могут создавать стробоскопический эффект, выражающийся в искажении зрительного восприятия (быстро движущиеся или вращающиеся детали могут казаться неподвижными). Это явление возникает в результате пульсации светового потока. Наличие стробоскопического эффекта в большинстве производственных помещений недопустимо. Устранить его можно посредством использования специально разработанных схем включения люминесцентных ламп. Эти схемы требуют установки соответствующей пускорегулирующей аппаратуры. Освещение люминесцентными лампами следует применять в помещениях, в которых необходимо создать особо благоприятные условия для зрения. Например, при выполнении точных работ, требующих значительного зрительного напряжения, или при выполнении работы, связанной с различением цветовых оттенков, а также в помещениях с постоянным пребыванием людей при недостатке или отсутствии естественного освещения.

Люминесцентные лампы чувствительны к температуре окружающего воздуха, оптимальная величина которого составляет 20–25 °С. Отклонение температуры от оптимального предела вызывает уменьшение светового потока лампы. При температурах, близких к 0 °С, зажигание ламп затруднено.

Аварийное освещение устраивается, когда оно необходимо для продолжения работы или эвакуации людей из помещения при аварийном отключении рабочего освещения. При этом аварийное освещение для продолжения работы должно обеспечивать на рабочих поверхностях не менее 5% освещенности от норм одного общего освещения, но не менее 2 лк внутри зданий и 1 лк на открытых площадках. Освещенность, создаваемая аварийным освещением, необходимым для эвакуации, принимается не менее 0,5 лк на полу помещения и 0,2 лк на открытых площадках.

Аварийное освещение должно иметь независимый источник питания и автоматически включаться при аварии рабочего освещения.

В производственных помещениях с постоянным пребыванием работающих, в которых естественное освещение отсутствует или недостаточно по биологическому действию ($КЕО < 0,1\%$), следует предусматривать использование ультрафиолетовых облучательных установок длительного действия (с эритемными лампами) или облучательных установок кратковременного действия (фотариев), поскольку обеспечение таких помещений одним искусственным светом не компенсирует недостатка естественного освещения.

Ультрафиолетовое облучение работающих может быть выполнено с помощью установок общего эритемного облучения, применение которых дает наибольшую эффективность, или с помощью фотариев (с эритемными лампами). Установки общего ультрафиолетового облучения размещают непосредственно в цехе или другом помещении, и работающие в них получают необходимую дозу облучения в течение длительного времени (всю рабочую смену). Фотарии располагаются в специально отведенном помещении на территории предприятия. Облучение в них производится в течение короткого времени (3–5 мин.) с использованием высоких уровней облучения. Такое облучение противопоказано при некоторых начальных стадиях гипертонии, туберкулеза и ряде других заболеваний. Поэтому рабочие, посещающие фотарии, должны подвергаться медосмотру. Медицинский персонал, обслуживающий фотарии, размещается в отдельном помещении.

Во избежание возможного переоблучения нормы эритемного облучения задают не только нижний, но и верхний предел облученности. Для установок общего эритемного облучения предельно допустимая максимальная облученность равна $7,5 \text{ мэр/м}^2$, а минимальная — $1,5 \text{ мэр/м}^2$.

7.3. ЗАЩИТА ОТ ВИБРАЦИИ

Для современного машиностроения характерно увеличение скоростей рабочих органов и агрегатов различного рода оборудо-

вания, станков и ручных машин. В результате движения неуравновешенных масс, ударных процессов и ударов в сочленениях механизмов возникают механические колебания, создающие вибрацию и неблагоприятные условия труда.

По характеру действия на организм человека вибрацию принято подразделять на локальную и общую.

Локальная вибрация передается на отдельные части организма человека от ручного механизированного инструмента, органов ручного управления машинами и оборудованием, от ручного немеханизированного инструмента (например, рихтовочных молотков), приспособлений и обрабатываемых деталей.

Общая вибрация подразделяется на следующие категории:

- транспортная вибрация (1-я категория), возникающая на рабочих местах подвижного состава железнодорожного транспорта, экипажей воздушных судов, самоходных и прицепных машин, транспортных средств при движении по местности;
- общая вибрация 2-й категории — транспортно-технологическая вибрация, воздействующая на человека на рабочих местах машин, перемещающихся по специально подготовленным поверхностям производственных помещений, промышленных площадок, горных выработок. К источникам транспортно-технологической вибрации относят: экскаваторы (в том числе роторные), краны промышленные и строительные, машины для загрузки (завалочные) мартеновских печей в металлургическом производстве; горные комбайны, шахтные погрузочные машины, самоходные бурильные каретки; путевые машины, бетоноукладчики, напольный производственный транспорт;
- общая вибрация 3-й категории — технологическая вибрация, воздействующая на человека на рабочих местах стационарных машин или передающаяся на рабочие места, не имеющие источников вибрации. К источникам технологической вибрации относят станки металло- и деревообрабатывающие, кузнечно-прессовое оборудование, литейные машины, электрические машины, стационарные электрические и энергетические установки, насосные агрегаты и вентиляторы, оборудование для бурения скважин, буровые станки, машины для животноводства, очистки и сортировки зерна (в том числе сушилки), оборудование промышленности строительных материалов (кроме бетоноукладчиков), установки химической и нефтехимической промышленности и другое оборудование.

Общая вибрация 3-й категории по месту действия, в свою очередь, подразделяется на следующие типы:

- на постоянных рабочих местах производственных помещений предприятий (тип 3а);
- на рабочих местах на складах, в столовых, бытовых, дежурных и других производственных помещений, где нет машин, генерирующих вибрацию (тип 3б);
- на рабочих местах в помещениях заводууправления, конструкторских бюро, лабораторий, учебных пунктов, вычислительных центров, здравпунктов, конторских помещениях, рабочих комнатах и других помещениях для работников умственного труда (тип 3в).

Действие общей вибрации, вызванной работой технологического оборудования (машин, станков и др.), вследствие сотрясений пола, площадки, сиденья, на котором находится работающий, распространяется на весь организм. Вибрация может стать причиной нарушения у работающего нормальной деятельности центральной нервной и сердечно-сосудистой систем, дыхательных органов, повышения кровяного давления, заболевания сосудов, мышц, зрения и слуха.

Локальная вибрация вызывает ухудшение кровоснабжения кистей рук, пальцев, предплечья и сосудов сердца. В результате могут возникнуть нарушение чувствительности кожи, отложение солей, окостенение сухожилий мышц в кистях рук и пальцах и, как следствие, деформация и снижение подвижности суставов. При длительном и интенсивном воздействии вибрации может возникнуть тяжелое и трудноизлечимое заболевание — вибрационная болезнь.

При одновременном воздействии вибрации, шума и низкой температуры влияние вредных факторов на организм человека усиливается.

Кроме того, вибрация оказывает негативное действие на оборудование, понижая КПД машин и механизмов, вызывая ускоренный износ их деталей, необходимость частых наладок и ремонта. Вибрация нарушает технологический процесс и показания контрольно-измерительной аппаратуры.

Согласно СанПиН 2.2.4.3359–16 нормируемыми параметрами общей вибрации являются:

- скорректированное виброускорение, $a_{w, c}$, $\text{м}\cdot\text{с}^{-2}$ — значение виброускорения, измеренное с применением стандартизованной частотной коррекции;
- скорректированный уровень виброускорения, $L_{a, w}$, дБ — 10 десятичных логарифмов отношения квадрата скорректированного ускорения к квадрату опорного значения виброускорения, равному $10^{-6} \text{ м}\cdot\text{с}^{-2}$;

- эквивалентное виброускорение — среднеквадратичное значение ускорения на заданном интервале времени.

Эквивалентное скорректированное виброускорение за рабочую смену, A (8), $\text{м}\cdot\text{с}^{-2}$ определяется по формуле

$$a_{w, 8h} = \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^n a_{w, T_i}^2 \cdot T_i}{T_0}}, \quad (7.3)$$

где T_0 — нормативная продолжительность рабочей смены (8 часов); T_i — продолжительность i -го интервала воздействия вибрации, ч.; a_{w, T_i} — эквивалентное (среднеквадратичное) значение скорректированного виброускорения, измеренное на i -м интервале воздействия вибрации, $\text{м}\cdot\text{с}^{-2}$.

Предельно допустимые значения и уровни производственной вибрации приведены в табл. 7.2.

Таблица 7.2

Предельно допустимые значения и уровни производственной вибрации

Вид вибрации	Категория вибрации	Направление действия	Коррекция	Нормативные эквивалентные скорректированные значения и уровни виброускорения	
				$\text{м}/\text{с}^2$	дБ
Локальная	—	X_d, Y_d, Z_d	Wh	2,0	126
Общая	1	Z_o	Wk	0,56	115
		X_o, Y_o	Wd	0,40	112
	2	Z_o	Wk	0,28	109
		X_o, Y_o	Wd	0,20	106
	3а	Z_o	Wk	0,10	100
		X_o, Y_o	Wd	0,071	97
	3б	Z_o	Wk	0,04	92
		X_o, Y_o	Wd	0,028	89
3в	Z_o	Wk	0,014	83	
	X_o, Y_o	Wd	0,0099	80	

Для ручных машин предельно допустимые уровни вибрации приведены в ГОСТ 17770–86 «Машины ручные. Требования к вибрационным характеристикам». К основным вибрационным и силовым характеристикам ручных машин относятся: скорректированное значение виброускорения или его логарифмический уровень,

статическая сила нажатия, вес ручной машины, воспринимаемый руками оператора.

Нормативами для ручных машин определены также сила нажатия и масса машины, а для пневмоприводов — величины прилагаемых усилий. Сила нажатия (подачи), прикладываемая руками работающего к ручной машине и необходимая для стабильной и производительной работы, устанавливается стандартами и техническими условиями на отдельные типы машин; она не должна превышать 200 Н.

Масса ручной машины или ее частей, воспринимаемая руками, сила тяжести или ее составляющая, передающаяся на руки работающего в процессе работы, не должна превышать 100 Н.

Поверхности машин в местах их контакта с руками работающего должны иметь коэффициент теплопроводности не более 0,5 Вт/(м·К). Общие требования безопасности на машины ручные пневматические установлены ГОСТ 12.2.010–75 «ССБТ. Машины ручные пневматические. Общие требования безопасности», который содержит требования безопасности к конструкции и эксплуатации машин, а также требования к методам контроля вибрационных параметров.

Конструкция машины должна: обеспечивать виброзащиту обеих рук оператора; иметь ограждения рабочего инструмента; иметь расположение выхлопных отверстий такое, чтобы отработанный воздух не мешал работе оператора. Машины ударного действия должны быть снабжены устройствами, исключающими самопроизвольный вылет рабочего инструмента при холостых ударах.

Использование машин для выполнения операций, не предусмотренных их основным назначением, допускается. Однако если при этом вибрация превышает установленные уровни, то продолжительность работы одного оператора не должна быть больше установленной СанПиН 2.2.2.540–96 «Гигиенические требования к ручным инструментам и организации работ».

На ручных органах управления пневмоприводами и устройствами величина усилий не должна превышать при работе: кистью руки — 10 Н; рукой до локтя — 40 Н; всей рукой — 150 Н; двумя руками — 250 Н.

Органы управления (рукоятки, маховики и др.), за исключением выносных пультов дистанционного управления, должны быть размещены относительно площадки, с которой производится управление, на высоте 1000–1600 мм при обслуживании приводов стоя и 600–1200 мм при обслуживании их сидя.

Мероприятия по борьбе с производственными вибрациями должны намечаться при проектировании зданий, конструировании

машин и агрегатов, при строительстве промышленных зданий, изготовлении станков и оборудования, а также при их эксплуатации. Немаловажное значение имеют правильная эксплуатация оборудования, его профилактическое обслуживание и своевременный ремонт. Общие мероприятия по борьбе с вредным воздействием вибрации могут проводиться по трем направлениям: инженерно-техническому, организационному и лечебно-профилактическому.

Инженерно-технические мероприятия включают в себя: внедрение средств автоматизации и прогрессивных технологий, исключающих контакт работающих с вибрацией; изменение конструктивных параметров машин, технологического оборудования и механизированного инструмента.

Организационные мероприятия включают в себя контроль: за монтажом оборудования на производственных площадках; своевременным и качественным проведением планово-предупредительного обслуживания и ремонта; выполнением правил технической эксплуатации машин и агрегатов.

К средствам защиты относятся следующие устройства: ограждающие, виброизолирующие, виброгасящие и вибропоглощающие (ГОСТ 12.4.011–89 «ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация»), а также средства автоматического контроля, сигнализации, дистанционного управления.

Большое значение имеют разработка и внедрение физиологически обоснованных режимов труда и отдыха лиц, подвергающихся воздействию вибрации, а также обеспечение их средствами индивидуальной защиты.

Лечебно-профилактические мероприятия обеспечивают необходимый микроклиматический режим и комплекс физиотерапевтических процедур (водные ванны, массаж, гимнастика и ультрафиолетовое облучение).

Виброизолирующие устройства предназначены для уменьшения уровня вибраций, передаваемых от их источника на тело работающего. Это реализуется путем введения в колебательную систему промежуточной упругой связи. При стационарной установке оборудования виброизоляция обеспечивается соответствующим устройством фундаментов или использованием виброизолирующих опор.

Фундаменты для станков и оборудования с неуравновешенными частями выполняются с акустическими разрывами, заполненными пористым материалом, и акустическим швом, расположенным в нижней части фундамента. Нижняя часть фундамента должна быть значительно ниже фундамента стен здания в целях уменьшения передачи на них сотрясений. При установке станков

и оборудования, создающих при работе вибрации, под их станины на междуэтажные перекрытия укладывают прослойку из виброизоляционных материалов.

При расчете фундамента амплитуда колебаний его подошвы не должна превышать 0,1–0,2 мм, а для особо точного оборудования — 0,005 мм. Виброизолирующие опоры размещают под станинами станков и корпусами оборудования. Для обеспечения эффективности виброизоляции их фундаменты должны иметь возможно большую массу.

Эффективность виброизоляции определяется коэффициентом передачи (КП), учитывающим отношение силы $F_{\text{осн}}$, действующей на основание при наличии упругой связи, к силе $F_{\text{маш}}$, действующей при жесткой связи:

$$\text{КП} = F_{\text{осн}} / F_{\text{маш}} \quad (7.4)$$

Значение КП для обеспечения эффективной изоляции колеблется в пределах 1/8–1/15 при отношении (вынужденной частоты к собственной частоте системы), равном 3–4.

Ослабить передачу колебаний от источника на его основание можно, устранив между ними жесткие связи с помощью промежуточных упругих элементов. В качестве таких элементов могут быть использованы стальные пружины или прокладки из упругих материалов: резины, пробки, битуминизированного войлока и т.п. Следует иметь в виду универсальность пружинных виброизоляторов и целесообразность применения прокладок из упругих материалов только для гашения вибраций высокой частоты, возникающих у машин с частотой вращения более 2000 об/мин. При низкочастотных вибрациях такие прокладки оказываются недостаточно гибкими и могут привести даже к усилению передачи вибраций основанию. Применение виброизолирующих устройств должно быть выполнено на основе расчета упругих элементов: толщины и площади прокладок, характеристики пружин.

Виброизоляция может быть выполнена соответствующим устройством пола с применением виброизоляционных плит или прокладок (ковриков). В качестве виброизоляционных материалов применяют:

- а) резину губчатую, мягкую, средней жесткости и специальных сортов;
- б) пробку натуральную или плиты из пробковой крошки;
- в) войлок мягкий или жесткий прессованный;
- г) минеральный войлок на битумном связующем, изготовленный в виде полотен толщиной 3–5 см;

д) асбоцементные плиты толщиной 3 см из смеси 50% асбеста и 50% цемента;

е) древесноволокнистые плиты толщиной 2,5 см.

Для виброизоляции можно применять и гибкие элементы (вставки), например, на воздуховодах вентиляции в местах их соединения с вентиляторами и при прохождении через конструктивные элементы здания, в местах связи перекрытий и полов с несущими конструкциями здания. При использовании виброопор необходимо предусмотреть их крепление для исключения горизонтального перемещения.

При конструировании машин и оборудования необходимо уделять внимание снижению вибрации, которое может быть достигнуто различными способами. Так, в кинематических схемах динамические процессы, вызванные ударами, резкими ускорениями и т.п., следует исключать или использовать элементы, которые значительно бы их снижали. Осуществить это можно заменой кулачковых и кривошипных механизмов на равномерно вращающиеся или механизмы с гидроприводами. Снижения уровня вибраций в редукторах и шестеренчатых приводах можно достигнуть использованием шестерен со специальными видами зацеплений (глобоидальным, шевронным и т.д.) вместо шестерен с прямым зубом. Целесообразна также замена металла шестерен пластмассами или текстолитом. Большое значение имеют точность обработки и тщательность сборки.

Существенное влияние оказывает неуравновешенность вращающихся масс, одним из способов устранения которой является балансировка. В широко применяемых шлифовальных машинах большое значение для снижения вибраций имеет повышение качества шлифовальных кругов, предполагающее снижение величины дисбаланса, уменьшение массы и применение высокоскоростных кругов с допустимой окружной скоростью 80 м/с и более, оснащение машин специальными устройствами для уравнивания круга непосредственно на машине. Нельзя допускать установку на шпинделе инструмента и оправок, не предусмотренных технической документацией.

Для технологического оборудования существенное значение имеет устранение резонансных режимов и вибродемпфирование, способствующее уменьшению уровня вибраций посредством превращения энергии механических колебаний, возникающих в оборудовании, в другие виды энергии.

Такое превращение может быть выполнено путем:

- а) использования конструктивных материалов с большим внутренним трением;

б) нанесения на поверхность изделия слоя упруго-вязких материалов, обладающих большим внутренним трением;

в) использования поверхностного трения при введении в конструкцию дополнительного поглощающего элемента или покрытия, увеличивающего активные потери в системе;

г) перевода механической колебательной энергии в энергию токов Фуко или электромагнитного поля.

В этих же целях с достаточной эффективностью используют упруго-вязкие покрытия в виде мастики, которые наносят непосредственно на элементы машин и агрегатов. Применяют также смазочные вещества в виде масляных ванн для зубчатых зацеплений и т.д.

Конструктивные материалы, наиболее полно отвечающие требованиям вибродемпфирования, — это пластмассы, капрон, текстолит, дельта-древесина, резина. Эти материалы находят широкое применение: пластмассы — для корпусов и рукояток, капрон и дельта-древесина — для втулок, текстолит — для шестерен.

Параметры вибраций не постоянны, они могут значительно изменяться в процессе работы на одном и том же оборудовании. Определить эти изменения через ощущения весьма затруднительно, вследствие чего возникает необходимость использования устройств автоматического контроля и сигнализации. Дистанционное управление является перспективным и исключает необходимость постоянного нахождения работающего в зоне вибрирующих машин и оборудования, а периодическое нахождение в этой зоне менее опасно для обслуживающего персонала.

Для защиты рук работающих от вибраций применяются различные устройства. Клепальные молотки снабжаются пневматическими амортизаторами и эластичными рукоятками, изменяющими амплитуды колебаний на более благоприятные. Применение облегченного ударника из полимерных материалов в 2 раза уменьшает амплитуду вибраций корпуса инструмента. В этих же целях в системе молотка для амортизации между ударником и бойком предусматриваются воздушные подушки. В конструкции пневматических ручных машин применяют воздушные виброгасители различных систем. Некоторые из них располагают непосредственно в рукоятках ручных машин. Уменьшение вибраций рабочих машин вращательного действия можно обеспечить тщательной балансировкой вращающихся деталей. Качественной балансировкой ротора уровень вибраций можно снизить на 10–20 дБ.

Защита от вибрации обеспечивается также средствами индивидуальной защиты, соответствующими ГОСТ 12.4.002–97 «ССБТ.

Средства защиты рук от вибрации. Технические требования и методы испытаний» и ГОСТ 12.4.010–75 «ССБТ. Средства индивидуальной защиты. Рукавицы специальные. Технические условия», которые распространяются на средства индивидуальной защиты рук работающего от вибрации. Это рукавицы с упруго-демпфирующими вкладышами, рукавицы и перчатки с мягкими наладонниками, упруго-демпфирующие прокладки и пластины для обхвата вибрирующих рукояток и деталей и т.п.

Для защиты работающего от воздействия общей вибрации применяют обувь с амортизирующими подошвами. Общие технические требования на специальную виброзащитную обувь введены ГОСТ 12.4.024–76 «ССБТ. Обувь специальная виброзащитная. Общие технические требования». Такую обувь изготавливают из кожи, искусственных, синтетических, текстильных материалов и комбинированной (из данных материалов). Она предназначена для защиты работающих от воздействия общей производственной вертикальной вибрации в диапазоне частот свыше 11 Гц, для индивидуальной защиты от вибраций и ударов энергией 5 Дж и выпускается в виде сапог, полусапог и полуботинок мужских и женских. Одновременно с защитой от вибраций спецобувь защищает ноги работающего от нетоксичной пыли и ударов энергией до 50 Дж (сапоги и полусапоги). Применение специальной конструкции подошвы с использованием упругодемпфирующих материалов делает обувь эффективной при виброзащите.

7.4. ЗАЩИТА ОТ ШУМА И УЛЬТРАЗВУКА

Шумом называют всякий нежелательный для человека звук или совокупность звуков различной интенсивности и частоты. Звук представляет собой волновые колебания упругой среды. Органы слуха человека воспринимают в виде слышимого звука колебания с частотой примерно 16–20 000 Гц. Колебания с частотой ниже 16 Гц называют инфразвуком, выше 20 кГц — ультразвуком. Для оценки шума используются физические характеристики (звуковое давление, интенсивность звука, уровень звукового давления, уровень интенсивности звука, частота колебаний) и психофизиологические показатели (продолжительность действия, высота, громкость звука).

Звуковым давлением называют разность между мгновенным значением полного давления и средним давлением, которое наблюдается в невозмущенной среде. Измеряется звуковое давление в паскалях (Па).

При распространении звуковой волны в пространстве происходит перенос энергии, которая определяется интенсивностью звука. Интенсивность звука — это средний поток энергии в какой-либо точке среды в единицу времени, отнесенный к единице площади поверхности, нормальной к направлению распространения волны. Интенсивность звука измеряется в ваттах, деленных на квадратный метр ($\text{Вт}/\text{м}^2$).

Человек воспринимает звуки в широком диапазоне звукового давления ($2 \cdot 10^{-5}$ – $2 \cdot 10^2$ Па) и интенсивности звука (10^{-12} – $100 \text{ Вт}/\text{м}^2$). Чтобы не оперировать большими числами, а также с учетом особенности слуха человека реагировать не на абсолютное, а на относительное изменение интенсивности звука, в акустике используют их относительные логарифмические уровни — уровень звукового давления и уровень интенсивности звука, выражаемые в децибелах (дБ).

Шум оказывает вредное влияние на центральную нервную и сердечно-сосудистую системы. Длительное воздействие интенсивного шума может привести к ухудшению слуха, а в отдельных случаях — к глухоте. Шум на производстве неблагоприятно воздействует на работающего: ослабляет внимание, увеличивает расход энергии при одинаковой физической нагрузке, замедляет скорость психических реакций. В результате снижается производительность и ухудшается качество работы. Шум затрудняет также своевременную реакцию работающих на предупредительные сигналы, подаваемые персоналом, обслуживающим внутрицеховой транспорт (мостовые краны, автопогрузчики и т.п.), что может стать причиной несчастного случая. В условиях шумного производства может возникать маскирующий эффект от действия шумов, нарушающий слышимость. Заглушение может достигать величины, затрудняющей разборчивость речи, что мешает общению между работающими при выполнении ими технологического процесса, а также для обеспечения безопасности работ. К тому же неразборчивость речи оказывает отрицательное влияние на психику человека.

Нормируемые показатели шума на рабочих местах установлены СанПиН 2.2.4.3359–16. К ним относятся:

- эквивалентный уровень звука *A* за рабочую смену;
- максимальные уровни звука *A*, измеренные с временными коррекциями *S* и *I*;
- пиковый уровень звука *C*.

Превышение любого нормируемого параметра считается превышением предельно допустимого уровня (ПДУ).

Нормативным эквивалентным уровнем звука на рабочих местах является 80 дБА.

Максимальные уровни звука *A*, измеренные с временными коррекциями *S* и *I*, не должны превышать 110 дБА и 125 дБА соответственно. Пиковый уровень звука *C* не должен превышать 137 дБА. В случае превышения уровня шума на рабочем месте более 80 дБА работодатель должен провести оценку риска здоровью работающих. Работы в условиях воздействия эквивалентного уровня шума выше 85 дБА не допускаются.

При воздействии шума в границах 80–85 дБА необходимо минимизировать возможные негативные последствия путем выполнения следующих мероприятий:

- подбор рабочего оборудования, обладающего меньшими шумовыми характеристиками;
- информирование и обучение работающего таким режимам работы с оборудованием, которые обеспечивают минимальные уровни генерируемого шума;
- использование всех необходимых технических средств (защитные экраны, кожухи, звукопоглощающие покрытия, изоляция, амортизация);
- ограничение продолжительности и интенсивности воздействия до уровня приемлемого риска;
- проведение производственного контроля виброакустических факторов;
- ограничение доступа в рабочие зоны с уровнем шума более 80 дБА работающих, не связанных с основным технологическим процессом;
- обязательное предоставление работающим средств индивидуальной защиты органов слуха;
- ежегодное проведение медицинских осмотров для лиц, подвергающихся шуму выше 80 дБА.

Зоны с уровнем звука выше 85 дБА следует обозначать знаками безопасности.

Защиту от шума следует начинать на этапе проектирования предприятий или при их реконструкции.

Планируя территорию предприятия, следует предусматривать рациональное размещение отдельных зданий и цехов внутри зданий. Производства, создающие уровень звукового давления более 90 дБ, должны размещаться в изолированных зданиях или помещениях. Для изоляции фундаментов таких зданий устраивают так называемые акустические разрывы — идущие по всему периметру щели,

заполненные изолирующим материалом; между «шумными цехами» устраивают свободные зоны, которые для большей эффективности озеленяют, так как листва хорошо поглощает шум. Озелененная зона шириной в 50 м может значительно снизить уровень шума.

При планировке цехов и участков внутри здания необходимо объединять станки и оборудование по степени их шумности. При этом размещать их желательно в отдельных помещениях или устраивать вокруг таких зон специальные ограждения. Располагать помещения с большим шумообразованием надо с наветренной стороны.

Ослабить шум, проникающий из помещений с большим шумообразованием в смежные с малым шумообразованием или наружу, можно, звукоизолируя стены, потолок или пол. При этом следует учитывать характер распространения звуковой энергии, которая, достигнув стен, потолка и пола, частично отражается от них, поглощается ими и проходит через них.

На машиностроительных предприятиях применяют различного рода насосы, связанные с трубопроводами, идущими по цехам, и вентиляционные установки, воздуховоды которых проходят по производственным помещениям. Для снижения шума, образующегося при работе электродвигателей, насосов и вентиляторов, их устанавливают на отдельных фундаментах. Между агрегатами и фундаментом помещают звукоизолирующие прокладки. Насос с трубопроводом и вентилятор с воздуховодом соединяют эластичной вставкой. В местах укладки трубопроводов и воздуховодов через стены здания предусматривают эластичные прокладки для звукоизоляции.

Наиболее эффективным мероприятием по борьбе с шумом считается снижение его в источниках образования, т.е. непосредственно в агрегатах, машинах, механизмах и т.п.

Для этого могут быть использованы следующие мероприятия:

- замена ударных процессов и механизмов безударными;
- замена возвратно-поступательного движения равномерно-вращательным;
- замена зубчатых и цепных передач на клино- и зубчато-ременные;
- замена прямозубых шестерен косозубыми и шевронными;
- замена металлических деталей пластмассовыми или изготовление их из других «незвучащих» материалов, например текстолита, пластмасс, капрона;
- размещение зубчатых зацеплений в масляных ваннах, применение принудительной смазки в сочленениях для предотвращения их износа и шума от трения;

- применение прокладочных материалов и упругих вставок в соединениях для уменьшения или исключения передачи колебаний от одной части агрегата к другой;
- уменьшение интенсивности вибраций поверхностей, создающих шум (корпусов, кожухов, крышек и т.п.), путем обеспечения их жесткости и надежности крепления, а также их покрытие звукопоглощающими материалами;
- применение в бункерах и другой таре, выполненной из металла и предназначенной для приема от станков и оборудования заготовок и деталей, резиновых покрытий на днище.

Большое значение имеет своевременное профилактическое обслуживание станков и оборудования, при котором обеспечивается надежность креплений и правильная регулировка сочленений.

Для борьбы с шумом на пути его распространения устанавливают звукоизолирующие и звукопоглощающие конструкции, а также глушители аэродинамических шумов.

Звукоизоляцию осуществляют, устраивая ограждающие конструкции для снижения уровня шума в смежных помещениях. Эффективность звукоизоляции возрастает с увеличением массы ограждения и частоты звука, а также герметичности конструкций. Звукопоглощение обеспечивается применением звукопоглощающих материалов и конструкций с высокими коэффициентами звукопоглощения для облицовки стен и потолка, что позволяет уменьшить долю шума, за счет создаваемого отражения и тем самым уменьшить общий шум в помещении. Звукопоглощающие облицовки следует размещать на потолке и верхней части стен помещения на высоте 1,5–2,0 м от пола. Наибольшая эффективность обеспечивается при облицовке не менее 60% от общей площади стен и потолка помещения. Применяя звукопоглощающую облицовку, можно снизить уровень шума на 6–8 дБ.

При невозможности облицовки стен и потолка звукопоглощающими плитами из-за помех, создаваемых оборудованием и коммуникациями, применяются объемные поглотители звука различной формы, изготовленные целиком из звукопоглощающих материалов.

Средства индивидуальной защиты органов слуха приведены в ГОСТ 12.4.011–89. Для защиты от шума применяются противозумные шлемофоны (шлемы), наушники, вкладыши.

Ультразвук находит широкое применение в самых различных областях производства. В машиностроении его используют для интенсификации технологических процессов при очистке, сварке, механической обработке деталей и ряде других операций. Применение ультразвука обеспечивает повышение производительности

труда и высокое качество продукции. Это обуславливает перспективу еще более широкого его применения.

Источником ультразвука является производственное оборудование, генерирующее ультразвуковые колебания для выполнения технологического процесса, а также оборудование, при эксплуатации которого ультразвук возникает как сопутствующий фактор.

По воздействию на человека различают:

- воздушный ультразвук, который действует на человека через воздушную среду;
- контактный ультразвук, который действует на человека при соприкосновении рук или других частей тела человека с источником ультразвука, обрабатываемыми деталями, приспособлениями, жидкостями.

Согласно СанПиН 2.2.4.3359–16 нормируемыми параметрами воздушного ультразвука являются эквивалентные уровни звукового давления в децибелах в третьоктавных полосах частот, приведенных в табл. 7.3.

Таблица 7.3

Предельно допустимые уровни звукового давления воздушного ультразвука на рабочих местах

Третьоктавные полосы частот, кГц	Уровни звукового давления, дБ
12,5	80
16,0	90
20,0	100
25,0	105
31,5–100,0	110

Вредное воздействие повышенных уровней ультразвука на организм человека при воздушном облучении рекомендуется устранять и снижать посредством следующих мероприятий:

- уменьшением вредного излучения звуковой энергии в источнике, повышая рабочие частоты источников ультразвука, а также исключая паразитное излучение звуковой энергии;
- конструктивными и планировочными решениями по локализации ультразвука, применяя звукоизолирующие кожухи, полужоухи, экраны, размещая оборудование в отдельных помещениях и кабинах;
- устраивая системы блокировки, отключающей генератор источника ультразвука при нарушении звукоизоляции;
- применяя дистанционное управление.

Снижение контактного ультразвука от ультразвуковых ванн осуществляется укрытием их стальными кожухами, имеющими толщину стенок 1–2 мм. Звукоизолирующую способность стенки кожуха можно увеличить, оклеив его рубероидом, технической резиной, специальными пластмассами. В кожухе необходимо заделать все щели и отверстия. Технологические проемы (окна, крышки, дверцы) уплотняют по периметру с помощью резины и для плотного закрытия затягивают специальными замками. Кожухи изолируют от ультразвуковых ванн и от пола резиновыми прокладками толщиной не менее 5 мм.

При использовании ультразвуковых ванн в условиях поточных линий при малой продолжительности технологического процесса или при необходимости постоянного доступа обслуживающего персонала применяют полужоухи.

7.5. ЗАЩИТА ОТ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ

Электромагнитные поля (ЭМП) в машиностроении применяют для нагревания металлов при плавке, ковке, закалке, пайке, а также неметаллов при сушке, склеивании, спекании. Использование электромагнитных излучений в диапазоне радиочастот в электротермических установках дает большие преимущества, но, систематически воздействуя на организм человека в дозах, превышающих допустимые, может стать причиной профессиональных заболеваний. В результате возможны изменения нервной, сердечно-сосудистой, эндокринной и других систем организма человека.

В машиностроительной промышленности наиболее распространены электромагнитные волны: высокой частоты (ВЧ), ультравысокой частоты (УВЧ) и сверхвысокой частоты (СВЧ).

Влияние на организм человека электромагнитных полей радиочастот большой интенсивности связано с частичным поглощением их энергии тканями тела, что вызывает тепловой эффект. Степень воздействия на человека электромагнитных полей зависит от интенсивности облучения, его длительности, расстояния от источника образования поля и от индивидуальной чувствительности организма человека.

Работа в условиях влияния электромагнитных полей противопоказана лицам, страдающим гипертонической болезнью, стенокардией, гипотонией, органическими заболеваниями центральной нервной системы, катарактой.

Оценка и нормирование ЭМП осуществляются согласно СанПиН 2.2.4.3359–16 отдельно по напряженности электрического

(E), в В/м, и магнитного (H), в А/м, полей в зависимости от времени воздействия.

Предельно допустимые уровни (ПДУ) напряженности электрического и магнитного поля при воздействии в течение всей смены составляют 500 В/м и 50 А/м соответственно в диапазоне частот 10–30 кГц.

Оценка и нормирование ЭМП диапазона частот 30 кГц — 300 ГГц осуществляются по величине энергетической экспозиции (ЭЭ).

Энергетическая экспозиция в диапазоне частот 30 кГц — 300 МГц рассчитывается по формулам

$$\text{ЭЭ}_E = E^2 \cdot T, \text{ (В/м)}^2 \cdot \text{ч}; \quad (7.5)$$

$$\text{ЭЭ}_H = H^2 \cdot T, \text{ (А/м)}^2 \cdot \text{ч}, \quad (7.6)$$

где E — напряженность электрического поля, В/м; H — напряженность магнитного поля, А/м; T — время воздействия за смену, ч.

Энергетическая экспозиция в диапазоне частот 300 МГц — 300 ГГц рассчитывается по формуле

$$\text{ЭЭ}_{\text{ППЭ}} = \text{ППЭ} \cdot T, \text{ (мкВт/см}^2\text{)} \cdot \text{ч}, \quad (7.7)$$

где ППЭ — плотность потока энергии (мкВт/см²).

ПДУ энергетических экспозиций (ЭЭ_{ПДУ}) на рабочих местах за смену представлены в табл. 7.4.

Таблица 7.4

ПДУ энергетических экспозиций ЭМП диапазона частот 30 кГц — 300 ГГц

Параметр	ЭЭ _{ПДУ} в диапазонах частот, МГц				
	0,03–3,0	3,0–30,0	30,0–50,0	50,0–300,0	300,0–300000,0
ЭЭ _E (В/м) ² ·ч	20000	7000	800	800	—
ЭЭ _H (А/м) ² ·ч	200	—	0,72	—	—
ЭЭ _{ППЭ} (мкВт/см ²)·ч	—	—	—	—	200

Для защиты персонала от воздействия ЭМП используют различные способы и средства:

- уменьшают напряженность и плотность потока энергии ЭМП;
- экранируют рабочие места;
- удаляют рабочие места от источника ЭМП;
- рационально размещают в рабочем помещении оборудование, излучающее электромагнитную энергию;
- устанавливают рациональные режимы работы оборудования и обслуживающего персонала;

- применяют средства предупреждающей сигнализации (световой, звуковой и т.д.), средства индивидуальной защиты.

Для экранов применяют материалы с высокой электрической проводимостью (сталь, медь, алюминий, латунь) в виде листов толщиной не менее 0,5 мм или сетки с ячейками не более 4·4 мм. Небольшие отверстия в экране, предусматриваемые для осей штурвалов, кнопок и других приспособлений, экранируют густой металлической сеткой с ячейками не более 4·4 мм. Защита с помощью экранов выполняется многоступенчатой, включая экранирование генераторного (первичного) контура, рабочих контуров (плавильных, нагревательных и др.) и установки в целом; экраны обязательно заземляют. Эластичные экраны (из специальной ткани с вплетенной тонкой металлической сеткой) применяют для изготовления экранных штормов, чехлов, спецодежды и т.п.

Для защиты глаз применяют оптически прозрачное стекло, покрытое полупроводником — двуокисью олова, что также обеспечивает ослабление электромагнитного поля. При необходимости общего экранирования создают экранированную камеру, полностью укрывающую высокочастотную установку, и дистанционное управление ею. При полном поблочном экранировании все опасные блоки установки, включая рабочие элементы, ограждают передвижными металлическими экранами. При неполном поблочном экранировании за металлические экраны помещают все высокочастотные блоки установки (за исключением рабочих элементов, которые по технологическим соображениям нельзя экранировать).

Устанавливать генераторы токов высокой частоты надлежит в отдельных помещениях I и II степени огнестойкости, а машинные генераторы — в звуконепроницаемых кабинах. Площадь помещений должна быть для установок мощностью до 30 кВт не менее 25 м², а мощностью свыше 30 кВт — более 40 м²; расстояние между установками — не менее 2 м. Установки следует экранировать или размещать в экранированных боксах.

Для обеспечения электробезопасности и предупреждения поражения током при прикосновении к металлическим конструктивным частям установки и вторичным виткам нагревательных контуров, когда они вследствие какой-либо неисправности могут оказаться под опасным напряжением, их необходимо заземлять. При этом заземляющие шины надо располагать так, чтобы они имели возможно меньшую длину. Заземляющие шины вблизи колебательных контуров не должны образовывать замкнутых контуров, так как такой контур может нагреваться индуктированными в нем токами, что приводит к увеличению сопротивления шин.

К средствам индивидуальной защиты персонала от ЭМП относятся: халаты или комбинезоны, выполненные из металлизированной хлопчатобумажной ткани; для защиты глаз — специальные радиозащитные очки ОРЗ-5, плотно прилегающие к коже лица и имеющие стекла, отражающие электромагнитные излучения.

Защита от лазерных излучений. В настоящее время в машиностроении для резки, сварки металлов, сверления и термообработки широкое применение находят лазерные излучения. Излучения лазера охватывают почти весь оптический диапазон электромагнитных волн — от ультрафиолетовой до дальней инфракрасной области спектра. Световой пучок излучения лазера очень узкий (угол расхождения меньше 1°), что позволяет получить большую плотность потока мощности на облучаемой поверхности. Плотность потока мощности, излучаемой лазером, достигает 10^{11} – 10^{14} Вт/см², тогда как испарение самых твердых материалов происходит при плотности потока мощности 10^9 Вт/см². Такой мощный поток энергии, попадая на биологические ткани, может нанести им серьезные поражения. Облучение лучами лазера может нарушить деятельность центральной нервной и сердечно-сосудистой систем, повредить глаза, кожу и пр. Облучение может стать причиной свертывания или распада крови, повышенной утомляемости, головной боли, расстройства сна.

Предельно допустимые уровни лазерного излучения установлены СанПиН 2.2.4.3359–16 при однократном и хроническом облучении для различных длин волн: 180–380 нм; 380–1400 нм; 1400–100000 нм. По опасности лазеры подразделяются на четыре класса опасности.

- класс 1 — полностью безопасные лазеры, которые не представляют опасности при облучении глаз и кожи;
- класс 2 — безопасны при прямом облучении глаз и кожи, не превышающем 0,25 сек.;
- класс 3 — опасны при прямом воздействии на глаза, диффузно отраженное излучение опасности не представляет;
- класс 4 — опасны при прямом и диффузно отраженном отражении для глаз и кожи.

Для защиты от лазерного излучения применяются коллективные и индивидуальные средства защиты.

При использовании лазеров предусматриваются изолированные, специально оборудованные помещения или участки. Установка размещается так, чтобы луч лазера был направлен на капитальную огнестойкую стену. Эта стена, а также все поверхности в помещении должны иметь покрытие или матовую окраску с малым

коэффициентом отражения. Поверхности и детали оборудования не должны иметь блескости, отражающей падающие на них лучи. Лазерная установка должна быть экранирована. Оптический квантовый генератор, лампа накачки размещаются в светонепроницаемой камере; лазерный луч передается по волноводу или огражденному пространству; оптическая система оснащается блендами, а мишень экранируется диафрагмами. Защитный корпус и экраны должны иметь блокировку. Для управления лазером применяются дистанционное управление и телевизионные системы наблюдения за ходом процесса. Освещение в помещении предусматривается с высоким уровнем освещенности, чтобы зрачок глаза имел минимальное расширение.

Средства индивидуальной защиты от лазерного излучения включают в себя средства защиты глаз и лица (защитные очки со светофильтрами, защитные щитки, насадки), средства защиты рук, специальную одежду.

Защита от ионизирующих излучений. В машиностроении ионизирующие излучения применяют для выявления дефектов в отливках, поковках, сварных швах, для контроля качества изделий, при структурном анализе кристаллических веществ, контроле и автоматизации производственных процессов.

Ионизирующие излучения, воздействуя на организм человека, могут стать причиной тяжелых заболеваний. Возможны такие серьезные заболевания, как лучевая болезнь, изменение состава крови, злокачественные опухоли, заболевания кожи. Могут иметь место и генетические последствия, ведущие к наследственным заболеваниям, проявляющимся в последующих поколениях.

Условия безопасности при использовании радиоактивных изотопов в промышленности требуют проведения мероприятий в отношении не только людей, непосредственно работающих с радиоактивными веществами или находящимися в смежных помещениях, но также и населения, живущего на близких расстояниях от предприятия, которое может подвергаться радиоактивному облучению.

Обеспечение безопасности работающих с радиоактивными веществами осуществляется путем установления предельно допустимых доз облучения различными видами радиоактивных веществ, применения защиты временем или расстоянием, принятия общих мер защиты, использования средств индивидуальной защиты. Большое значение имеет применение приборов индивидуального и общего контроля для определения интенсивности радиоактивных излучений.

Нормы и правила применения средств защиты работающих от действия ионизирующих излучений регламентированы СанПиН

2.6.1.2523–09 «Нормы радиационной безопасности» (НРБ-99) и СП 2.6.1.2612–10 «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности» (ОСПОРБ-99/2010).

Действующими нормами установлены предельно допустимые дозы (ПДД) облучения, а также годовой уровень облучения персонала 20 мЗв, не вызывающий при равномерном накоплении дозы в течение 50 лет обнаруживаемых современными методами неблагоприятных изменений в состоянии здоровья самого облучаемого и его потомства.

Чтобы обеспечить безопасность при работе с радиоактивными веществами, необходима защита от внешнего и внутреннего облучения. Защиту от внешнего проникающего излучения осуществляют следующими способами: учетом фактора времени, изменением расстояния до источника радиации и экранированием. Продолжительность пребывания работника в опасной зоне не должна превышать времени, в течение которого он получает дозу, не превышающую допустимую. Интенсивность излучения обратно пропорциональна квадрату расстояния до его источника. Соблюдая необходимое расстояние, можно в ряде случаев избежать применения защитных экранов, которые обычно стесняют работающего.

Защитные экраны имеют разнообразную конструкцию и могут быть стационарными, передвижными, разборными, настольными. Защита от альфа-излучения и бета-излучения обеспечивается экранами из оргстекла, алюминиевой фольги.

Гамма-излучение ослабляется экранами из материалов с высоким атомным номером и высокой плотностью: свинцом, вольфрамом и др. Пригодны по своим защитным свойствам и металлы средней плотности: нержавеющая сталь, чугун, медные сплавы.

Рентгеновские установки следует располагать в сухих помещениях с деревянным полом; вентиляция в этих помещениях должна обеспечивать 3–5-кратный обмен воздуха.

Стены, потолки, полы и двери помещений делают гладкими, без пор и трещин. Все углы закругляют для облегчения уборки радиоактивной пыли. Помещения оснащают специальным санитарно-техническим оборудованием: лабораторными умывальниками, душевыми установками, питьевыми фонтанчиками и др.

Радиоактивные препараты должны храниться в герметичных емкостях: стеклянных пробирках с притертыми пробками, запаянных стеклянных ампулах, алюминиевых пеналах, капсулах и т.п. Транспортируются радиоактивные вещества в контейнерах, толщину стенок которых рассчитывают, исходя из требования, чтобы доза излучения на определенном расстоянии не превышала безопасной

заданной величины. Контейнеры должны быть механически прочными, не подвергаться коррозии, иметь гладкую наружную поверхность и легко поддаваться дезактивации. На контейнерах, оборудовании, дверях помещений и т.д. ставится предупредительный знак радиационной опасности.

Средства индивидуальной защиты при работе с ионизирующими излучениями условно можно разделить на средства повседневного назначения и средства кратковременного использования. К средствам повседневного назначения относятся халаты, комбинезоны, костюмы, спецобувь и некоторые типы противопылевых респираторов. К средствам кратковременного использования относятся изолирующие костюмы.

Контрольные вопросы

1. Какими параметрами характеризуется микроклимат в производственных помещениях?
2. От каких факторов зависят оптимальные допустимые нормы микроклимата?
3. Какие средства предусматриваются для обеспечения чистоты воздуха рабочей зоны и параметров микроклимата?
4. Назовите основные требования к производственному освещению.
5. Какие показатели влияют на нормы освещенности в производственных помещениях?
6. Какие меры и средства защиты от вибрации применяются при обработке металлов в машиностроении?
7. Назовите основные способы защиты от шума и ультразвука.
8. Перечислите виды и источники производственных излучений при обработке металлов.
9. Какие существуют способы защиты от ионизирующих излучений?
10. Назовите меры защиты от электромагнитных полей и лазерных излучений.

Глава 8

САНИТАРНО-БЫТОВОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ РАБОТНИКОВ

8.1. ОБОРУДОВАНИЕ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Санитарно-бытовое и лечебно-профилактическое обслуживание рабочих является неотъемлемой составляющей комплекса мер по охране труда. Оно должно обеспечить защиту жизни и здоровья человека от действия вредных производственных факторов в течение рабочей смены и прекращать их действие после ее окончания. Для этого нормативными документами предусмотрены обязанности работодателя по санитарно-бытовому и лечебно-профилактическому обслуживанию работников в соответствии с требованиями охраны труда. Они включают в себя предоставление работникам оборудованных в соответствии с нормами санитарно-бытовых помещений, помещений для приема пищи, помещений для оказания медицинской помощи, комнат для отдыха в рабочее время и психофизиологической разгрузки.

При проектировании и устройстве санитарно-бытовых помещений следует руководствоваться СП 44.13330.2011 «Административные и бытовые здания. Актуализированная редакция СНиП 2.09.04–87».

Вспомогательные помещения различного назначения следует размещать в одном здании при условии, что это не противоречит санитарным нормам и эстетическим требованиям. Такие помещения должны иметь улучшенную отделку и содержаться в хорошем состоянии.

Все вспомогательные здания и помещения должны иметь не менее двух эвакуационных выходов. При определении внутренних габаритов помещений надлежит руководствоваться следующим. Высота этажа при его площади до 300 м² должна быть 3,3 м (допускается до 3,0 м). Высота вспомогательных помещений, размещаемых непосредственно в производственных зданиях, должна быть не менее 2,4 м. Для размещения залов столовых, собраний и совещаний (площадью более 300 м²) допускается высота 3,6–4,2 м, если указанные помещения занимают не менее 60% площади этажа. Высота и площадь отдельных помещений зависят от назначения помещения. Административно-конторские помещения предназначены для рабочих комнат заводоуправления, общественных

организаций, гимнастических упражнений, учебных занятий, кабинета по технике безопасности, цеховых контор. Площадь в этих помещениях планируется на одно рабочее место в управлениях и конторах — 4 м², в конструкторских бюро — 6 м². Площадь кабинетов должна составлять от 10 до 15% площади рабочих комнат.

Цеховые конторские помещения располагают в пристройках к производственным зданиям, потому что высота производственного помещения допускает устройство двух или даже трех этажей конторских помещений. При отсутствии такой возможности цеховые конторские помещения располагают внутри производственных зданий — на антресолях, на площадях, свободных от производства.

Естественное освещение предусматривается в помещениях с постоянными рабочими местами, для учебных занятий, в здравпунктах, для кормления грудных детей, культурного обслуживания и отдыха.

8.2. ОРГАНИЗАЦИЯ БЫТОВЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

В группу санитарно-бытовых помещений входят: гардеробные; душевые; уборные; умывальные; курительные комнаты; помещения для обезвреживания, сушки и обеспыливания рабочей одежды; помещения для личной гигиены женщин; помещения для кормления грудных детей; помещения для обогрева рабочих. При размещении бытовых помещений, предназначенных для обслуживания работающих в отапливаемых производственных зданиях, в отдельно стоящих зданиях необходимо устройство теплых переходов между этими зданиями.

Бытовые помещения необходимо освещать естественным светом, а в переплетах световых проемов должны быть открывающиеся створки для проветривания помещений.

В гардеробных, уборных, умывальных, душевых и в помещениях личной гигиены женщин полы предусматриваются влагостойкими, с нескользкой поверхностью, светлых тонов; перекрытия — из неорганических материалов. Стены и перегородки следует облицевать (на высоту 1,8 м) влагостойкими светлых тонов материалами, допускающими легкую очистку и мытье горячей водой. Потолки душевых окрашивают в светлые тона масляной, а потолки прочих помещений — клеевой краской.

Состав и устройство санитарно-бытовых помещений зависят от группы производственного процесса. Группы производственного процесса установлены СП 44.13330.2011 в зависимости от сани-

тарной характеристики производственных процессов. По этому признаку все производственные процессы разделены на четыре группы. Каждая группа, в свою очередь, разделена на подгруппы.

Производственные процессы I группы осуществляются с незначительными избытками явного тепла, при отсутствии значительных выделений влаги, пыли, сильно загрязняющих веществ. Производственные процессы II группы осуществляются при неблагоприятных метеорологических условиях, при значительных выделениях влаги, пыли, сильно загрязняющих (но не вредных) веществ. Производственные процессы III группы характеризуются наличием резко выраженных вредных факторов. Производственные процессы, соответствующие IV группе, требуют особых условий для обеспечения надлежащего качества продукции.

8.3. ОРГАНИЗАЦИЯ ГАРДЕРОБНЫХ

Гардеробные для хранения домашней и рабочей одежды, уборные, умывальные и душевые выполняются отдельными для мужчин и женщин. Гардеробные уличной одежды предусматриваются общими.

Гардеробные предназначены для хранения одежды: уличной, домашней, специальной. Хранение одежды в гардеробных может быть: закрытым (одежда всех видов хранится в закрытых шкафах); открытым (одежда хранится на вешалках и в открытых шкафах); смешанным (в зависимости от групп производственного процесса).

В гардеробных должно быть введено самообслуживание. Обслуживание допускается в гардеробных уличной одежды, а также в раздаточных специальной одежды. Для хранения различных видов одежды предусматриваются шкафы, которые могут быть запираемыми или открытыми (не огражденными с лицевой стороны). По размерам шкафы, как правило, глубиной 30 см, высотой 165 см, шириной от 25 до 40 см (в зависимости от вида специальной одежды).

Количество отделений в шкафах принимается равным списочному количеству работающих: при закрытом способе — для хранения всех видов одежды; при открытом способе — для хранения рабочей одежды. При хранении одежды на вешалке ее длина определяется из расчета восемь плечиков или шесть крючков на 1 м вешалки.

8.4. ОРГАНИЗАЦИЯ САНИТАРНЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Душевые размещают в помещениях, смежных с гардеробными. Расположение душевых кабин у наружных стен здания не допускается. Открытые душевые кабины имеют размеры 0,9×0,9 м, за-

крытые — 1,8×0,9 м. Душевые кабины оборудуются душевыми сетками, полочками для мыла, водонепроницаемыми раздвижными занавесками или дверями. При душевых обязательно устраиваются преддушевые для переодевания, когда количество сеток четыре и более.

Уборные размещают так, чтобы расстояние до них от рабочих мест, находящихся в зданиях, было не более 75 м, а от рабочих мест на территории предприятия — не более 150 м. Уборные в многоэтажных производственных зданиях должны быть на каждом этаже. При входе в уборные устраивают тамбур с samozакрывающейся наружной дверью. Уборные должны быть оборудованы напольными чашами или специальными унитазами без сидений, размещаемыми в отдельных кабинках с дверьми, открывающимися наружу. Количество напольных чаш (унитазов) в уборных зависит от количества людей, пользующихся этой уборной в наиболее многочисленной смене, из расчета 15 человек на одну напольную чашу (унитаз). В мужских уборных предусматриваются писсуары, количество которых должно быть равно количеству напольных чаш (унитазов).

Умывальные размещают в помещениях, смежных с гардеробными специальной одежды или в помещениях общих гардеробных. В зависимости от характера производства до 40% расчетного количества умывальников можно размещать в производственных помещениях вблизи рабочих мест. Количество умывальных кранов принимается из расчета один кран на 3–15 человек для мужчин и на 3–12 для женщин в зависимости от групп производственных процессов. Умывальники могут быть одиночными и групповыми, снабжаться кранами, а также педальными или локтевыми устройствами.

Помещение для личной гигиены женщин предусматривается, если в наиболее многочисленной смене работает свыше 100 женщин. Размещать такие помещения следует смежно с женскими уборными с устройством общего тамбура, а также дополнительного тамбура при входе в помещение для личной гигиены женщин. В этих помещениях предусматриваются места для раздевания, индивидуальные кабины, оборудованные гигиеническими душами, умывальники. Количество индивидуальных кабин определяется из расчета одной кабины на каждые 100 женщин, работающих в наиболее многочисленной смене. При количестве женщин, работающих в наиболее многочисленной смене, от 15 до 100 предусматривается помещение для гигиенического душа.

Помещения для стирки, химической чистки, сушки, обезвреживания и обеспыливания рабочей одежды предусматриваются

в зависимости от вида производства. Они должны быть обособленными и при самообслуживании располагаться смежно с гардеробными для хранения рабочей одежды. Шкаф, предназначенный для сушки рабочей одежды, должен иметь в нижней части отверстия общей площадью $0,03 \text{ м}^2$, а в верхней части — устройство для механической вытяжки воздуха.

Для работников, занятых в горячих цехах, должно быть предусмотрено снабжение газированной соленой водой для восстановления водного баланса в организме. Аппараты с газированной соленой водой устанавливаются из расчета потребления 4–5 л в смену на одного работника.

При производственных процессах, связанных с вибрацией, передающейся на руки, должны быть ручные ванны, которые при численности пользующихся этими ваннами 100 человек и более размещаются в умывальных или в отдельных помещениях, оборудованных электрополотенцами. При меньшем числе пользующихся ручными ваннами допускается размещать их в производственных помещениях.

При производственных процессах, связанных с работой стоя или с вибрацией, передающейся на ноги, следует устраивать ножные ванны (установки гидромассажа ног), которые размещаются в умывальных или гардеробных из расчета 40 человек на одну установку площадью $1,5 \text{ м}^2$.

8.5. ОРГАНИЗАЦИЯ МЕДПУНКТА И СТОЛОВЫХ

При численности работающих в смену до 200 человек следует предусматривать столовую-раздаточную, более 200 человек — столовую, работающую на полуфабрикатах или на сырье. При численности работающих менее 30 человек вместо столовой-раздаточной необходимо иметь комнату приема пищи площадью из расчета 1 м^2 на каждого посетителя или $1,65 \text{ м}^2$ на инвалида, пользующегося креслом-коляской, но не менее 12 м^2 . При числе работающих до 10 человек вместо комнаты приема пищи допускается предусматривать в гардеробной дополнительное место площадью 6 м^2 для установки стола для приема пищи.

При списочной численности от 50 до 300 работающих должен быть предусмотрен медицинский пункт. Площадь медицинского пункта следует принимать: 12 м^2 при списочной численности от 50 до 150 работающих, 18 м^2 — от 151 до 300. На предприятиях, где используется труд инвалидов, площадь медицинского пункта допускается увеличивать на 3 м^2 .

Контрольные вопросы

1. Каковы обязанности работодателя по санитарно-бытовому обслуживанию работников.
2. Какие требования установлены для бытовых помещений?
3. Назовите гигиенические требования при оборудовании бытовых помещений.
4. От чего зависят устройство и состав санитарно-бытовых помещений?
5. Каким образом обеспечивается прием пищи и что для этого предусматривается?

Глава 9

ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

9.1. ПРИЧИНЫ ПОЖАРОВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ

Наличие сложных производственных машин и установок, значительного количества легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, сжиженных горючих газов и других материалов обуславливает повышенную пожарную опасность промышленных предприятий.

Причинами пожаров на машиностроительных предприятиях являются:

- нарушение технологического режима (33%);
- неисправность электрооборудования (16%);
- плохая подготовка оборудования к ремонту (13%);
- самовозгорание промасленной ветоши и т.п. (10%);
- несоблюдение графика ППР, износ и коррозия оборудования (8%);
- конструктивные недостатки оборудования (7%);
- неисправность запорной аппаратуры и заглушек на трубопроводах (6%);
- искры при сварочных работах (4%);
- ремонт оборудования на ходу (2%);
- реконструкция установок с отклонением от технологии (1%).

Следовательно, основная причина — нарушение технологического процесса (33%). Это связано с его многооперационностью и сложностью (механическая обработка, очистка, обезжиривание, сушка, окраска и т.п.).

Согласно ГОСТ 12.1.033–81 «ССБТ. Пожарная безопасность. Термины и определения» понятие «пожарная безопасность» означает состояние объекта, при котором с установленной вероятностью исключается возможность возникновения и развития пожара и воздействия на людей опасных факторов пожара, а также обеспечивается защита материальных ценностей.

Согласно ГОСТ 12.3.047–2012 «ССБТ. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля» возможная частота пожаров и взрывов допускается такой, чтобы вероятность их возникновения или вероятность воздействия опасных факторов на людей не превышала в течение года 10^{-6} на человека.

Опасными факторами пожара для людей являются:

- открытый огонь и искры;
- повышенная температура воздуха и предметов;

- токсичные продукты горения;
- дым;
- пониженная концентрация кислорода в воздухе;
- обрушение и повреждение зданий;
- взрывы.

9.2. ОЦЕНКА ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Согласно СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности» в зависимости от характеристики обращающихся в производстве веществ и их количества все производственные помещения делятся по пожарной и взрывопожарной опасности на категории А, Б, В1–В4, Г и Д.

Распределение помещений по категориям В1–В4 осуществляется путем сравнения максимального значения удельной временной пожарной нагрузки (расчетная величина) на любом из участков с величиной удельной пожарной нагрузки (на 1 м^2 площади) (табл. 9.1).

Таблица 9.1

Категории помещений в зависимости от удельной пожарной нагрузки

Категория помещения	Удельная пожарная нагрузка на участке, МДж·м
В1	Более 2200
В2	1401–2200
В3	181–1400
В4	1–180

Помещения машиностроительных предприятий обычно относятся к категориям В1–В4, Г или Д. К категориям В1–В4 (пожароопасные) относятся помещения, где имеются горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть. К категории Г (умеренная пожароопасность) относятся помещения, где имеются негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистой теплоты, искр и пламени: горючие газы, жидкости и твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива.

Помещения категории Д (пониженная пожароопасность) — это такие помещения, где находятся негорючие вещества и материалы в холодном состоянии.

Цехи и участки обработки деталей и изделий из титана, магния и их сплавов относятся к категории В и должны размещаться в отдельных помещениях. В таких помещениях в целях пожарной безопасности запрещается:

- обрабатывать изделия и детали из титана и титано-магниевых сплавов на обдирочно-шлифовальных станках;
- сдувать пыль сжатым воздухом, так как при этом пыль переходит во взвешенное взрывоопасное состояние (нижний предел взрываемости титановой пыли — $4,5 \text{ г/м}^3$, алюминиевой — 40 г/м^3);
- производить в помещениях работы, связанные с применением открытого огня;
- пользоваться пенными огнетушителями или водой на участке обработки магниевых сплавов, так как магний разлагает воду и вызывает взрыв.

Для охлаждения зоны резания при обработке изделий из магния должны применяться смазочно-охлаждающие жидкости на основе минеральных и растительных масел, свободных от кислот и воды. При сверлении и растачивании глубоких отверстий допускается применение СОЖ следующего состава: сульфозфрезол — 80%, керосин — 15%, олеиновой кислоты — 5%.

Режимы резания, заточки инструмента и охлаждения зоны резания не должны создавать температуру стружки более $200 \text{ }^\circ\text{C}$. Не допускается работать с подачей менее $0,06 \text{ мм/об}$ или со скоростью резания более 100 м/мин .

Техническим регламентом о требованиях пожарной безопасности для выбора электротехнического и другого оборудования по степени его защиты, обеспечивающей его пожаровзрывобезопасную эксплуатацию, установлены пожароопасные зоны:

1) П-I — зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются горючие жидкости с температурой вспышки $61 \text{ }^\circ\text{C}$ и более (например, минеральные масла и т.п.);

2) П-II — зоны, расположенные в помещениях, в которых выделяются горючие пыли или волокна;

3) П-IIa — зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются твердые горючие вещества в количестве, при котором удельная пожарная нагрузка составляет не менее 1 МДж/м^2 ;

4) П-III — зоны, расположенные вне зданий, сооружений, в которых обращаются горючие жидкости температурой вспышки $61 \text{ }^\circ\text{C}$ и более или любые твердые горючие вещества.

9.3. МЕРОПРИЯТИЯ ПОЖАРНОЙ ПРОФИЛАКТИКИ

Мероприятия пожарной профилактики подразделяются на следующие виды:

1) организационные — правильная эксплуатация машин и внутризаводского транспорта; правильное содержание зданий, территорий; обучение рабочих и служащих правилам пожарной безопасности и их инструктаж; организация добровольных пожарных дружин, пожарно-технических комиссий; издание приказов по вопросам усиления пожарной безопасности, соблюдения противопожарного режима и т.д.;

2) технические — соблюдение противопожарных правил, норм при проектировании зданий, устройстве электропроводки и оборудования, отопления, вентиляции, освещения; правильное размещение оборудования и т.д.;

3) режимные — запрещение курения в неустановленных местах, производства сварочных и других огневых работ в пожароопасных помещениях и т.п.;

4) эксплуатационные — своевременные профилактические осмотры, ремонт и испытание технологического оборудования и т.п.

По пожарной безопасности здания подразделяются на пять степеней огнестойкости. Предел огнестойкости — время в часах от начала испытания конструкции по стандартному температурному режиму до возникновения одного из следующих признаков:

- образование в конструкции трещин или отверстий, сквозь которые проникают продукты горения или пламя;
- повышение температуры на обогреваемой поверхности конструкции в среднем более чем на $140 \text{ }^\circ\text{C}$;
- потери конструкцией своей несущей способности;
- переход горения в смежные конструкции или помещения;
- разрушение узлов крепления конструкции.

При проектировании зданий и сооружений следует предусматривать такие способы увеличения их пожарной безопасности, как:

1) повышение огнестойкости зданий — пропитка, облицовка, огнезащитная покраска, оштукатуривание и т.п.;

2) зонирование территории — родственные производства группируют; помещения с повышенной пожароопасностью распределяют с подветренной стороны; склады легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ) и резервуары с горючим веществом располагают в более низких местах; дороги устраиваются таким образом, чтобы обеспечивался беспрепятственный удобный проезд пожарных автомобилей к любому зданию и т.п.;

3) противопожарные разрывы — предназначены для предотвращения распространения пожара с одного здания на другие;

4) противопожарные преграды — стены, перегородки, перекрытия, двери, ворота, люки, тамбуры-шлюзы, окна;

5) пути эвакуации — число эвакуационных выходов из здания и с каждого этажа определяется расчетным путем, но принимается не менее двух; они должны быть рассредоточены; предусматриваются незадымляемые лестничные клетки, наружные открытые лестницы, пожарные лестницы и т.д.;

6) удаление из помещения дыма при пожаре. Дым особенно опасен в современных высотных зданиях. Удаление его производится через оконные проемы, аэрационные фонари, специальные дымовые люки, легкобрасываемые конструкции — при взрыве.

Пожарная безопасность обеспечивается системой предотвращения пожара и системой пожарной защиты (ГОСТ 12.1.004–91 «ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования»):

- предотвращением образования горючей среды;
- предотвращением образования в горючей среде (или внесением в нее) источников зажигания;
- поддержанием температуры горючей среды ниже максимально допустимой по горючести;
- уменьшением определяющего размера горючей среды ниже максимально допустимого по горючести.

Пожарная защита должна обеспечиваться:

- максимально возможным применением негорючих и трудногорючих веществ и материалов вместо пожароопасных;
- ограничением количества горючих веществ и их размещением;
- изоляцией горючей среды;
- предотвращением распространения пожара за пределы очага;
- применением средств пожаротушения;
- применением конструкций объектов с необходимыми пределами огнестойкости;
- эвакуацией людей;
- применением коллективной и индивидуальной защиты людей (когда эвакуация затруднена или нецелесообразна);
- применением средств пожарной сигнализации (СП 5.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования») и систем оповещения о пожаре (СП 3.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре»);
- организацией пожарной охраны объекта.

9.4. СРЕДСТВА ПОЖАРОТУШЕНИЯ

9.4.1. Первичные средства пожаротушения

К первичным средствам пожаротушения относятся пожарные гидранты, пожарные щиты и огнетушители, которые применяются на начальной стадии пожара (СП 9.13130.2009 «Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации»).

Выбор типа и расчет необходимого количества огнетушителей в защищаемом помещении или на объекте следует производить в зависимости от их огнетушащей способности, предельной площади, а также класса пожара горючих веществ и материалов:

- класс *A* — пожары твердых веществ, в основном органического происхождения, горение которых сопровождается тлением (древесина, текстиль, бумага);
- класс *B* — пожары горючих жидкостей или плавящихся твердых веществ;
- класс *C* — пожары газов;
- класс *D* — пожары металлов и их сплавов;
- класс *E* — пожары, связанные с горением электроустановок.

Выбор типа огнетушителя (передвижной или ручной) обусловлен размерами возможных очагов пожара. При их значительных размерах необходимо использовать передвижные огнетушители. Выбирая огнетушитель с соответствующим температурным пределом использования, необходимо учитывать климатические условия эксплуатации зданий и сооружений.

Углекислотные огнетушители (диоксид углерода) подразделяются:

- на ручные ОУ-2А, ОУ-5, ОУ-8;
- передвижные ОУ-25, ОУ-80, ОУ-40.

Они предназначены для тушения различных материалов и установок напряжением до 1000 В.

Огнетушители воздушные (6%-ный водный раствор пенообразователя ПО-1 и диоксид углерода, ОВП-5, ОВП-10) используются для тушения ЛВЖ, ГЖ (горючих жидкостей), твердых (в том числе тлеющих) материалов (кроме металлов и установок под напряжением).

Огнетушители хладоновые (тетрафтордибромэтан, трифторбромэтан и т.д., ОУБ-8, ОХ-3, ОХ-7) используются для тушения ЛВЖ, ГЖ, горючих газов.

Огнетушители порошковые (ОП-1, ОП-2А, ОП-10А, ОП-100, ОП-250 на основе карбонатов и бикарбонатов натрия и калия) эффективны для тушения различных материалов и установок под

напряжением до 1000 В. На рис. 9.1 показано устройство порошкового огнетушителя ОП-5 (з).

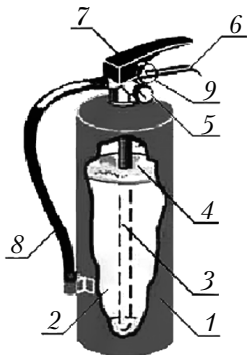


Рис. 9.1. Огнетушитель порошковый ОП-5 (з):

1 — корпус; 2 — заряд; 3 — сифонная трубка; 4 — пространство для рабочего (вытесняющего) газа; 5 — манометр; 6 — ручка для переноски; 7 — головка с рычагом; 8 — шланг с насадком; 9 — пломба

Для предельной площади помещений разных категорий (максимальной площади, защищаемой одним или группой огнетушителей) необходимо предусматривать число огнетушителей одного из типов, указанное в табл. 9.2 перед знаками «++» или «+».

Помещения, оборудованные автоматическими стационарными установками пожаротушения, обеспечиваются огнетушителями на 50% исходя из их расчетного количества.

Расстояние от возможного очага пожара до места размещения огнетушителя не должно превышать: 20 м для общественных зданий и сооружений; 30 м для помещений категорий А, Б и В; 40 м для помещений категории Г; 70 м для помещений категории Д.

Каждый огнетушитель, установленный на объекте, должен иметь порядковый номер, нанесенный на корпус белой краской. На него заводят паспорт по установленной форме. Огнетушители должны всегда содержаться в исправном состоянии, периодически осматриваться и проверяться. Размещение первичных средств пожаротушения в коридорах, проходах не должно препятствовать безопасной эвакуации людей. Их следует располагать на видных местах вблизи от выходов из помещений на высоте не более 1,5 м.

Для приведения огнетушителя в действие необходимо сорвать чеку 9 (пломбу), резко нажать на рычаг 7 и быстро отпустить (см. рис. 9.1). Через 5 сек. нажать на рычаг 7, направив струю порошка на огонь.

Таблица 9.2

Нормы оснащения помещений ручными огнетушителями

Категория помещения по взрывопожарной и пожарной опасности	Предельная защищаемая площадь (кв. м)	Класс пожара	Огнетушители (шт.) *							
			пенные и водные (вместимостью 10 л)	порошковые (вместимостью огнетушителя, кг)		хладонные (вместимостью 2(3) л)	углекислотные (вместимостью огнетушителя, л)		воздушно-эмulsionные	
				2/2	5/4		10/9	2/2		5(8) или 3(5)
А, Б, В	200	А	2++	-	1++	-	-	-	1++	-
		В	4+	-	1++	4+	-	-	1++	-
		С	-	-	1++	4+	-	-	1++	-
		Д	-	-	1++	-	-	-	1++	-
		Е	-	-	1++	-	-	2++	-	-
Г	800	А	2++	4+	1+	-	-	2+	1++	-
		Д	-	-	1++	-	-	-	1++	-
		Е	-	-	1+	2+	4+	2++	-	-
Г, Д	1800	А	2++	4+	1+	-	-	-	4++	-
		Д	-	-	1++	-	-	-	4++	-
		Е	-	2+	1+	2+	4+	2++	-	-

Категория помещения по взрывопожарной и пожарной опасности	Пределъ-ная защи-щаемая площадь (кв. м)	Класс пожа-ра	Огнетушители (шт.) *						воздуш-но-эмуль-сионные	
			пенные и водные (вместимостью 10 л)	порошковые (вмес-тностью огнетуша-щего вещества, кг)		хладоно-вые (вмес-тностью 2(3) л)	углекислотные (вмес-тностью огнетуша-щего вещества, л)			
				2/2	5/4		10/9	2/2		5(8) или 3(5)
					4++		8+			2+
Обществен-ные здания	800	A	4++	8+	4++	2+	–	–	4+	2++
		E	–	–	4++	2+	4+	–	4+	–

* Помещения оснащаются одним из пяти представленных в таблице видов огнетушителей с соответствующей вместимостью (массой).

Примечания:

1. Для порошковых огнетушителей и углекислотных огнетушителей приведена двойная маркировка — старая маркировка по вместимости корпуса (л) и новая маркировка по массе огнетушащего состава (кг). При вводе в эксплуатацию переносных порошковых и углекислотных огнетушителей они должны быть промаркированы по массе огнетушащего состава.

2. Знаком «+++» обозначены рекомендуемые для оснащения объектов огнетушители, знаком «+» — огнетушители, применение которых допускается при отсутствии рекомендуемых и при соответствующем обосновании, знаком «-» — огнетушители, которые не допускаются для оснащения этих объектов.

Эксплуатация и техническое обслуживание огнетушителей включают в себя:

- проверку давления рабочего газа — один раз в год;
- проверку состояния огнетушащего порошка — один раз в 5 лет;
- переосвидетельствование баллона — через 5 лет.

Проверка давления газа производится визуально по индикатору (манометру) 5 (см. рис. 9.1). Стрелка индикатора должна быть в зеленом секторе.

Кроме того, производственные площадки оборудуются пожарными щитами ЩП-А (щит пожарный для очагов пожара класса А), ЩП-В (щит пожарный для очагов пожара класса В) и ЩП-Е (щит пожарный для очагов пожара класса Е) в соответствии с табл. 9.3.

Таблица 9.3

Нормы комплектации пожарных щитов немеханизированным инструментом и инвентарем

Наименование первичных средств пожаротушения, немеханизированного инструмента и инвентаря	Нормы комплектации в зависимости от типа пожарного щита и класса пожара		
	ЩП-А (класс А)	ЩП-В (класс В)	ЩП-Е (класс Е)
1. Огнетушители: воздушно-пенные (ОВП) вместимостью 10 л; порошковые (ОП) вместимостью, л / массой огнетушащего состава, кг: 10/9 или 5/4 углекислотные (ОУ) вместимостью, л / массой огнетушащего состава, кг — 5/3	1++ 2+ –	1++ 2+ –	1++ 2+ 2+
2. Лом	1	1	–
3. Багор	1	–	–
4. Крюк с деревянной рукояткой	–	–	1
5. Ведро	2	1	–
6. Асбестовое полотно, грубошерстная ткань или войлок (кошма, покрывало из негорючего материала)	–	1	–
7. Лопата штыковая	1	1	–

Окончание табл. 9.3

Наименование первичных средств пожаротушения, немеханизированного инструмента и инвентаря	Нормы комплектации в зависимости от типа пожара и класса пожара		
	ЩП-А (класс А)	ЩП-В (класс В)	ЩП-Е (класс Е)
8. Лопата совковая	1	1	1
9. Ящик с песком 0,5 м ³	—	1	1
10. Емкость для хранения воды, объемом 0,2 м ³	1	—	—

Административно-бытовые помещения и коридоры защищаются автоматической пожарной сигнализацией с дымовыми извещателями с выводом сигнала в помещение с круглосуточным пребыванием людей.

9.4.2. Автоматические установки пожаротушения

Автоматические установки пожаротушения (АУП) предназначены для полной ликвидации пожара в начальной стадии, локализации его с помощью огнетушащих средств до прибытия пожарных подразделений. Для тушения пожаров применяются установки водяного и пенного пожаротушения, тушения пожаров высокократной пеной, тонкораспыленной водой, газового, порошкового и аэрозольного пожаротушения.

Установки водяного пожаротушения используются для противопожарной защиты предприятий текстильной, деревообрабатывающей промышленности, театрально-зрелищных учреждений и различных складов. Наиболее широко распространены спринклерные и дренчерные установки.

Спринклерные установки предназначены для локализации и тушения пожара. Они включаются автоматически при повышении температуры выше заданной величины. Датчиком служат спринклеры (оросители), легкоплавкие замки которых расплавляются в условиях начинающегося пожара. Давление в распределительной сети падает, клапан на линии питания сети водой открывается. Одновременно подается сигнал пожарной тревоги. Чисто водяные спринклерные установки применяются в помещениях с температурой выше 4 °С. В противном случае используются воздушные или смешанные спринклерные установки, так как в водяных установках трубопроводы с водой могут замерзнуть.

Дренчерные установки служат в основном для борьбы с пожаром в помещениях высокой пожарной опасности, где возможно быстрое распространение огня. Они локализуют пожар (при горении легковоспламеняющихся веществ и жидкостей) и позволяют пожарным приблизиться к очагу горения и предотвратить распространение огня на соседнее оборудование и сооружения.

Установки пенного пожаротушения используются при тушении пожаров на объектах хранения и переработки ЛВЖ и ГЖ, легкогорючих веществ и материалов. В настоящее время такими установками защищают все парки для хранения нефти и нефтепродуктов, нефтяные насосные станции, технологические установки нефтеперерабатывающих заводов, кабельные туннели и другие помещения электростанций.

Установки газового и аэрозольного пожаротушения предназначены для локализации и ликвидации горения в тех случаях, когда применение других огнетушащих средств недопустимо. Газовое тушение может быть объемным (в помещениях с ограниченной площадью проемов и при быстром развитии пожара), местным (в небольших очагах горения — ваннах, аппаратах и т.п.) и комбинированным (при большом числе проемов в помещениях), когда одновременно включаются другие установки тушения пожара.

Установки порошкового пожаротушения предназначены для локализации и ликвидации горения тех веществ и материалов (алюминийорганических соединений, щелочных материалов, сжиженных газов и др.), которые нельзя тушить другими средствами. Эти установки имеют емкости с порошком и баллоны с диоксидом углерода или азотом для пневмоподачи порошка, а также стационарную распределительную сеть трубопроводов с оросителями. Они могут быть с автоматическим, дистанционным и ручным включением.

9.4.3. Пожарная связь и сигнализация

Пожарная связь и сигнализация организуются для быстрого и точного приема сообщений о пожаре, своевременного вызова дополнительных сил, поддержания связи с подразделениями, находящимися в пути и на месте пожара, связи между подразделениями на пожаре, передачи информации должностным лицам о ходе тушения пожара, для повседневной оперативной связи подразделений и должностных лиц. Центральный пункт пожарной связи соединяется с городской автоматической телефонной станцией (АТС) специальными линиями.

Системы пожарной сигнализации служат для обнаружения и оповещения о месте возникновения пожара. Совмещенная пожарно-охранная сигнализация выполняет функции охраны объектов от посторонних лиц и пожарной сигнализации. Основными элементами пожарной и охранно-пожарной сигнализации являются пожарные извещатели, приемные станции, линии связи, источники питания, звуковые или световые сигнальные устройства (рис. 9.2).

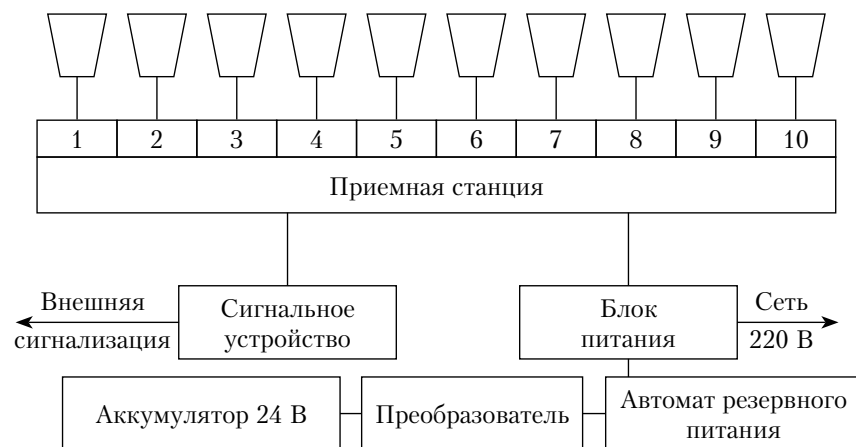


Рис. 9.2. Схема установки пожарной сигнализации

По виду контролируемого признака пожара пожарные извещатели подразделяют на следующие группы: тепловые, дымовые, пламени, газовые и комбинированные.

Тепловые извещатели являются средствами обнаружения конвективного тепла от очага пожара и реагируют на повышение температуры окружающей среды. Технические требования, предъявляемые к тепловым извещателям, изложены в НПБ 85–2000 «Извещатели пожарные тепловые. Технические требования пожарной безопасности. Методы испытаний.»

Дымовые извещатели являются средствами обнаружения аэрозольных продуктов термического разложения и реагируют на частицы твердых или жидких продуктов горения или пиролиза в атмосфере. На начальной стадии пожара в результате процесса медленного горения выделяется большое количество дыма, представляющего собой совокупность твердых частиц, взвешенных в воздухе или другой газообразной среде. Дымовые извещатели устроены исходя из двух принципов обнаружения дыма: оптического и ионизационного. Принцип действия ионизационных (радиоизотопных)

извещателей основан на изменении электрических параметров радиоизотопной камеры. Эта камера является чувствительным элементом дымового извещателя и определяет его основные характеристики. Принцип действия оптических (оптико-электронных) извещателей основан на контроле оптической плотности среды. Контролируя оптические свойства среды, дым можно обнаружить двумя способами: по ослаблению первичного светового потока (за счет уменьшения прозрачности окружающей среды) и по интенсивности отраженного (рассеянного) светового потока частицами, из которых состоит дым. Технические требования на дымовые оптические извещатели изложены в НПБ 65–97 «Извещатели пожарные дымовые оптико-электронные. Общие технические требования. Методы испытаний», на дымовые ионизационные — в НПБ 81–99 «Извещатели пожарные дымовые радиоизотопные. Общие технические требования. Методы испытаний», на дымовые линейные — в НПБ 82–99 «Извещатели пожарные дымовые оптико-электронные линейные. Общие технические требования. Методы испытаний»

Пожарные извещатели пламени являются средствами обнаружения оптического излучения пламени очага пожара и реагируют на электромагнитное излучение пламени и тлеющего очага пожара. Горящие материалы, пламя которых имеет относительно низкую температуру и, как правило, окрашено в красный цвет, активно излучают сигнал в ИК-диапазоне. Высокотемпературное пламя имеет большую интенсивность излучения в УФ-диапазоне. В зависимости от диапазона длин волн регистрируемого излучения извещатели подразделяют на извещатели пламени ИК-диапазона и УФ-диапазона. Основным ограничением применения извещателей пламени является наличие искусственных и естественных помех, способных вызвать срабатывание извещателя без наличия пламени. Высокий уровень электромагнитного излучения создается источниками искусственного освещения, солнечным светом, нагретыми телами (радиаторами, работающими двигателями), сварочными работами, отражением излучения зеркальными поверхностями и т.д. Технические требования, предъявляемые к извещателям пламени, изложены в НПБ 72–98 «Извещатели пламени пожарные. Общие технические требования. Методы испытаний».

Газовые извещатели являются средствами обнаружения невидимых газообразных продуктов термического разложения и реагируют на газы, выделяющиеся при тлении или горении материалов.

Наиболее распространенные горючие вещества и материалы, обращающиеся как в производстве, так и в быту, представляют собой органические соединения. Основными газами, образующимися при

сгорании таких горючих веществ, являются углекислый газ CO_2 и угарный газ CO .

Известным в технике чувствительным элементом, регистрирующим наличие в атмосфере повышенного содержания неокисленных газов, например угарного газа, является так называемый датчик Тагучи. При попадании угарного газа на поверхность датчика происходит его доокисление, датчик меняет свою электрическую характеристику, что является сигналом к срабатыванию пожарного извещателя (ПИ). В то же время датчик Тагучи регистрирует не только угарный газ, но и многие другие недоокисленные газы, т.е. обладает низкой селективностью. Данное обстоятельство приводит к ложным срабатываниям газовых ПИ, реагирующих на распространяющиеся в окружающей среде газы, не связанные с возгоранием, что препятствует эффективному использованию газовых извещателей, выполненных на основе датчиков Тагучи. Технические требования, предъявляемые к газовым извещателям, изложены в НПБ 71–98 «Извещатели пожарные газовые. Общие технические требования. Методы испытаний».

Комбинированные извещатели совмещают контроль нескольких факторов пожара одновременно и бывают теплодымовыми, светодымовыми, теплосветовыми. Наибольшее распространение получили теплодымовые извещатели, в которых сигнал тревоги формируется при срабатывании либо дымового канала, либо теплового. Комбинированные извещатели обеспечивают более надежное обнаружение пожара, однако при их применении следует учитывать, что зона защиты рассчитывается по одному признаку пожара, а второй признак является дополнительным.

Технические характеристики пожарных извещателей приведены в табл. 9.4.

Таблица 9.4

Основные технические характеристики пожарных извещателей

Модель	Принцип действия	Порог срабатывания, °С	Инерционность срабатывания, сек.	Питание, В/мА	Диапазон рабочих температур, °С
<i>Тепловые ПИ</i>					
ИП 101–1А	Тепловой мгновенный	50...100	60	10...25/0,05	–30...+100
ИП 103–2	Тепловой мгновенный	54...78	80...100	22...65/1	–40...+50

Окончание табл. 9.4

Модель	Принцип действия	Порог срабатывания, °С	Инерционность срабатывания, сек.	Питание, В/мА	Диапазон рабочих температур, °С
ИП 105	Тепловой максимальный	60...70	120	12...30/0,03	–50...+50
<i>Дымовые ПИ</i>					
ДИП-3	Дымовой оптический	0,05...0,5 дБ/м	5	24/0,5	–30...+70
ДИП-34а	Дымовой оптический	0,05...0,2 дБ/м	10	8...28/0,6	–10...+50

По способу соединения извещателей с приемной станцией различают лучевые (радиальные) и шлейфовые (кольцевые) системы (рис. 9.3).

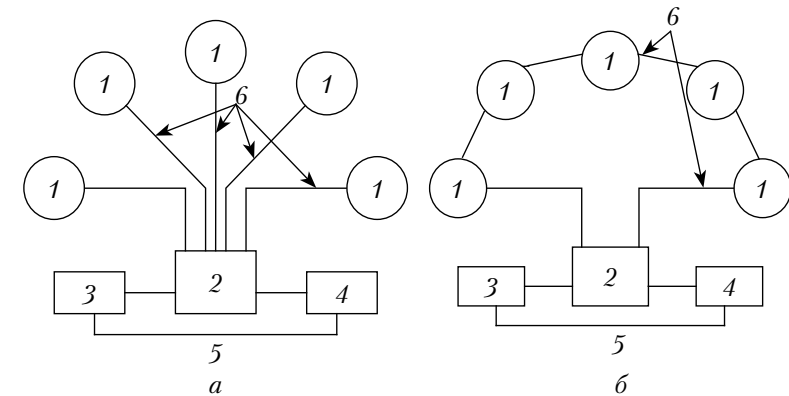


Рис. 9.3. Схема устройства систем электрической пожарной сигнализации: а — лучевая (радиальная); б — шлейфовая (кольцевая); 1 — извещатели-датчики; 2 — приемная станция; 3 — блок резервного питания от аккумулятора; 4 — блок питания от сети; 5 — система переключения с одного питания на другое; 6 — проводка

Пожарные извещатели могут быть автоматического и ручного действия. В зависимости от параметра срабатывания пожарного извещателя они бывают тепловыми, дымовыми, световыми, комбинированными, ультразвуковыми и ручными.

Тепловые извещатели срабатывают при повышении температуры окружающей среды, дымовые — при появлении дыма, све-

товые — при наличии открытого огня, комбинированные — при повышении температуры и появлении дыма, ультразвуковые — при изменении ультразвукового поля под действием огня, ручные — при включении ручным способом.

Автоматические пожарные извещатели осуществляют посылку сигналов, основанных на различных принципах замыкания электрической цепи (изменении электропроводности тел, контактной разности потенциалов, ферромагнитных свойств материалов, изменении линейных размеров твердых тел, физических параметров жидкостей, газов и т.д.).

Ручные пожарные извещатели следует устанавливать на стенах и конструкциях на высоте $1,5 \pm 0,1$ м от уровня земли или пола до органа управления (рычага, кнопки и т.п.) на расстоянии:

- не более 50 м друг от друга внутри зданий;
- не более 150 м друг от друга вне зданий;
- не менее 0,75 м от других органов управления и предметов, препятствующих свободному доступу к извещателю.

9.5. ОРГАНИЗАЦИЯ ПОЖАРНОЙ ОХРАНЫ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ

Ответственность за организацию пожарной охраны, соблюдение необходимого противопожарного режима и своевременное выполнение противопожарных мероприятий возлагается на руководителя предприятия (работодателя) и начальников цехов (мастерских, лабораторий и т.п.).

Руководитель организации утверждает инструкцию о мерах пожарной безопасности в организации, организует обучение персонала мерам пожарной безопасности путем проведения противопожарного инструктажа и прохождения пожарно-технического минимума, назначает лиц ответственных за пожарную безопасность, обеспечивает наличие планов эвакуации людей при пожаре, наличие на дверях помещений производственного и складского назначения обозначений их категорий по взрывопожарной и пожарной опасности, а также класса пожароопасной зоны.

Руководитель организации обеспечивает содержание в надлежащем состоянии наружных лестниц и ограждений на крышах, наличие необходимого количества эвакуационных выходов и соблюдение требований к ним, исправное состояние знаков пожарной безопасности, в том числе обозначающих пути эвакуации и эвакуационные выходы.

За нарушение правил и требований пожарной безопасности руководители предприятий имеют право налагать дисциплинарные

взыскания, а также ставить вопрос о привлечении нарушителей к уголовной ответственности.

С целью выявления нарушений и недостатков техпроцессов, которые могут привести к возникновению пожаров, разработки мероприятий по их устранению, содействия органам пожарного надзора, организации массово-разъяснительной работы среди персонала руководитель предприятия приказом назначает пожарно-техническую комиссию в составе главного инженера (председатель), начальника пожарной охраны объекта, энергетика, технолога, механика, инженера по охране труда, строителя и других специалистов.

Особая роль отводится добровольным пожарным дружинам (ДПД), поскольку, как правило, любой большой пожар начинается с малого очага, который можно зачастую подавить первичными средствами пожаротушения. Численность ДПД определяется руководителем предприятия и зависит от объема производства и наличия технических средств пожаротушения. Личный состав ДПД застраховывается за счет предприятия на случай увечья и потери трудоспособности, происшедших в результате работы по ликвидации пожара или аварии.

9.6. ПРОТИВОПОЖАРНОЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ

Противопожарное водоснабжение заключается в обеспечении защищаемых объектов необходимыми расходами воды под требуемым напором в течение нормативного времени тушения пожара при обеспечении достаточной надежности всего комплекса водопроводных сооружений.

Противопожарное водоснабжение подразделяют на системы наружного и внутреннего пожаротушения. Нормативный расход воды на наружное пожаротушение зависит от возможного числа одновременных пожаров на объекте. Для промышленных объектов число одновременных пожаров принимается равным одному при площади территории предприятия до 150 га и двум при площади более 150 га. Для зданий I и II степени огнестойкости категорий А, Б, В объемом до 20 тыс. м³ и при ширине до 60 м нормативный расход воды составляет 20 л/с. Запас воды на пожаротушение должен обеспечивать нормативный расход в течение 3 ч., а для зданий I и II степени огнестойкости категорий Г и Д — в течение 2 ч.

Для производственных зданий категорий В, Г и Д при расходе воды на наружное пожаротушение до 10 л/с и при наличии на расстоянии до 500 м естественных или искусственных водоисточников разрешается водопроводное противопожарное водоснабжение.

Необходимость устройства внутреннего водопровода в зданиях и помещениях определяется их назначением, этажностью, высотой, объемом.

Контрольные вопросы

1. Назовите причины и источники пожаров на производстве.
2. Как классифицируются помещения по пожаровзрывоопасности?
3. Назовите меры пожарной профилактики.
4. Какие огнегасящие вещества применяются для тушения пожаров?
5. Назовите меры и средства борьбы с пожарами.
6. Что относится к первичным средствам пожаротушения?
7. Каков принцип действия систем автоматического пожаротушения?
8. Перечислите виды автоматической пожарной сигнализации.
9. Назовите организационные меры пожарной безопасности.

Глава 10

БЕЗОПАСНОСТЬ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Под безопасностью производственных зданий и сооружений понимается надлежащее их санитарное благоустройство и содержание, обеспечивающие безопасность и высокую культуру труда. Наряду с защитой персонала предприятий должна быть предусмотрена защита населения от ядовитых газов, пыли, шума и вредного воздействия сточных вод.

В зависимости от вида и количества выделяемых вредностей и условий технологического процесса промышленные предприятия по СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200–03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов. Новая редакция» делятся на пять классов.

К 1-му классу относятся металлургические заводы, выплавляющие сплавы на железной основе, а также занятые вторичной переработкой цветных металлов.

Ко 2–4-му классам относятся предприятия металлообрабатывающей промышленности с чугуном, стальным (в количестве до 10 тыс. т в год) и цветным (в количестве до 100 т в год) литьем.

К 5-му классу относятся предприятия металлоштамповые, сельхоздетали и др.

Машиностроительные предприятия относятся в основном к 2-му и 5-му классам. Класс предприятия определяет соответствующий комплекс защитных мероприятий, которые необходимо учитывать при его проектировании, строительстве и эксплуатации.

10.1. ВЫБОР ПЛОЩАДКИ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Первым и обязательным условием безопасности производственного комплекса является выбор площадки для его размещения. Предприятия размещают за пределами населенных пунктов и лишь в исключительных случаях на территории населенных пунктов в специально выделенных промышленных районах.

Площадь (м²) промышленного предприятия рассчитывается по формуле

$$S = \frac{Nab}{h}, \quad (10.1)$$

где N — число работающих на данном предприятии; a — площадь застройки, приходящаяся на одного работающего ($a = 15 \div 20$ м²/чел);

b — площадь, занятая транспортными путями; h — коэффициент занятости площади ($h = 0,35 \div 0,50$).

При расчете площади предприятия необходимо учитывать возможное его расширение.

Площадка промышленного предприятия должна располагаться на ровном возвышенном месте с небольшим уклоном для стока поверхностных вод и с низким уровнем грунтовых вод.

Ровная поверхность заводской территории обеспечивает удобство и безопасность движения людей и транспорта.

Наличие естественного стока дождевых и талых вод имеет большое значение для благоустройства территории предприятия, а также способствует снижению уровня подпочвенных вод. Уровень грунтовых вод на промышленной площадке должен быть ниже глубины технологических подземных сооружений — тоннелей, колодцев и др., проникновение воды в которые может оказаться причиной аварии.

В крайнем случае должно быть обеспечено эффективное водопонижение. Особенно опасно проникновение грунтовых вод в подготовленные для заливки крупные детали форм, выполненных в земле. Соприкосновение воды с жидким металлом может вызвать взрыв и подвергнуть опасности работающих в литейном цехе.

Площадка для строительства промышленного предприятия должна располагаться как можно ближе к энергетическим коммуникациям и по возможности к транспортным. Рельеф местности должен соответствовать требованиям санитарных норм в отношении прямого солнечного облучения и естественного проветривания.

Промышленные предприятия, выделяющие производственные вредности (газ, дым, пыль, запахи), необходимо располагать по отношению к ближайшему жилому району с подветренной стороны для преобладающих ветров и отделяться от них санитарно-защитными зонами. Преобладающее направление ветров принимается по средней розе ветров теплого периода на основе многолетних наблюдений.

Санитарно-защитной зоной считается территория между границами промплощадки и территорией жилой застройки, ландшафтно-рекреационной зоны, зоны отдыха, курорта.

Ширина санитарно-защитной зоны, в соответствии с требованиями СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200–03, в зависимости от класса предприятия устанавливается 1000; 500; 300; 100 и 50 м. Для предприятий, не имеющих производственных вредностей, защитная зона не устанавливается.

Территория санитарно-защитной зоны должна быть благоустроена и озеленена. В ней могут располагаться помещения охраны, столовые, амбулатории, административные здания и т.д.

10.2. РАЗМЕЩЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Здания и сооружения на производственной площадке должны располагаться таким образом, чтобы обеспечивать наиболее благоприятные условия для естественного освещения и проветривания помещений.

Как правило, производственные здания и сооружения располагают на территории предприятия по ходу производственного процесса и группируют с учетом общности санитарных и противопожарных требований, потребления электроэнергии, движения людских потоков.

Особо шумные производства (ковка, клепка) с уровнем шума более 90 дБА должны размещаться в изолированных зданиях и помещениях.

Производство со значительными тепло- и газовыделениями следует размещать в одноэтажных зданиях.

Если концентрация вредных выделений не превышает предельно допустимые концентрации, то возможно их удаление из здания естественным путем (аэрацией). При этом желательно, чтобы продольная ось здания была перпендикулярна к направлению преобладающих ветров. Если концентрация вредных выделений превышает предельно допустимые значения, то помещение необходимо оборудовать эффективной приточно-вытяжной вентиляцией с очисткой удаляемого воздуха.

Все здания, сооружения и склады располагают по зонам в соответствии с производственными признаками, характером опасности и режимом работы.

Зону заготовительных цехов (литейные, кузнечные, термические) располагают ближе к железной дороге на территории завода.

Зону обрабатывающих и механосборочных цехов, а также склады готовой продукции, экспедицию и другие объекты сосредотачивают вблизи заготовительных цехов и около главного входа как цехи с большим количеством работающих.

Зону вспомогательных цехов (инструментальный, ремонтно-механический и др.) обычно располагают около обрабатывающих и заготовительных цехов.

Деревообрабатывающие цехи вследствие высокой огнеопасности располагают как можно дальше от горячих цехов.

Зону энергетических устройств (ТЭЦ, котельные, склады топлива) располагают с подветренной стороны по отношению к другим цехам по причине их повышенных газо-, дымо- и пылевых выделений. У главного входа завода создается предзаводская площадка,

где располагаются административные, учебные, хозяйственные здания. Заводоуправление, поликлиника, столовая располагаются вне огороженной территории завода и должны иметь входы с улицы.

Основные склады ядовитых, взрывоопасных и легковоспламеняющихся жидкостей должны располагаться вне заводской территории на расстояниях, определяемых специальными нормами. В соответствии с санитарными нормами устанавливаются расстояния (разрывы) между производственными зданиями и сооружениями. Величина разрыва между зданиями, освещаемыми через оконные проемы, должна быть не менее наибольшей высоты до карниза противостоящих зданий.

Между отдельно стоящими корпусами зданий с полузамкнутым двором (II- и III-образная застройка) величина разрыва должна быть не менее 15 м. В замкнутых дворах делают сквозные проезды шириной не менее 4 м и высотой не менее 3,5 м. Разрывы между зданиями, в которых расположены особо шумные производства, и соседними должны быть не менее 100 м. При определении разрывов между зданиями сопоставляют требования санитарной и пожарной безопасности. Если санитарные разрывы окажутся меньше пожарных, принимают требуемый противопожарный разрыв.

Дороги на территории промышленных предприятий должны быть, как правило, прямолинейными, с твердым покрытием, обеспечивать двустороннее движение. Для движения людей должны быть предусмотрены тротуары. Через железнодорожное полотно в местах интенсивного движения людей устраивают мосты-переходы либо тоннель под путями.

10.3. ТРЕБОВАНИЯ К КОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ

Производственные здания и сооружения должны обеспечивать наиболее рациональное выполнение технологического процесса, создавать благоприятную производственную обстановку и устранять пожароопасность.

Производственные здания основного назначения (где размещается технологическое оборудование) и склады по возможности должны иметь прямоугольную форму, что обеспечивает наилучшее освещение и вентиляцию.

Конструкция производственных зданий, их габариты и число этажей обуславливаются технологическим процессом, степенью его взрыво- и пожаробезопасности, наличием вредных выделений согласно СП 56.13330.2011 «Производственные здания. Актуализированная редакция СНиП 31–03–2001».

Для безопасности движения работающих и удобства транспортировки грузов необходимо предусмотреть в цехах отдельные входы и выходы для людей и транспорта. Двери и ворота должны открываться наружу. На случай пожара в производственных зданиях оборудуются эвакуационные выходы.

У наружных выходов необходимо устраивать тепловые воздушные завесы или тамбуры с двумя дверями. Ширина тамбура для прохода людей должна быть равна ширине дверного проема плюс 0,3 м в обе стороны.

Ворота для железнодорожного транспорта должны иметь ширину, равную ширине вагона плюс 1,5 м, и высоту, равную высоте вагона плюс 0,5 м. Ворота для автотранспорта должны иметь ширину и высоту не менее 2,5 м.

Вспомогательные помещения (бытовые, столовые, здравпункты и др.) следует размещать в пристройках к производственным зданиям либо в отдельно стоящих зданиях с наличием сообщения с производственным зданием (галерея, подземный переход).

Административно-конторские помещения (заводоуправление, технологический отдел, конструкторское бюро и др.) размещают в отдельно стоящих зданиях. Высота административно-конторских помещений от пола до потолка должна быть не менее 3 м. На одного работающего в конторах должно приходиться не менее 4 м², в конструкторских бюро — 6 м² на чертежный стол. В этих помещениях должна обеспечиваться хорошая естественная освещенность и вентиляция.

Необходимые вспомогательные помещения оборудуются и их оснащение осуществляется согласно СП 44.13330.2011 в зависимости от группы производственных процессов.

Бытовые помещения (гардеробные, душевые, умывальные, курительные, помещения для обогрева, личной гигиены женщин), кроме туалетов, следует размещать в пристройках к производственным зданиям.

Состав, оборудование и устройство бытовых помещений выбираются в зависимости от санитарной характеристики производственного процесса.

10.4. САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К КОНСТРУКТИВНЫМ ЭЛЕМЕНТАМ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Объем производственных помещений должен быть таким, чтобы на каждого работающего приходилось не менее 15 м³ свободного пространства и не менее 4,5 м² площади. Необходимая вы-

сота от пола до потолка производственных помещений составляет не менее 3,2 м, а до низа выступающих с потолка конструктивных элементов — не менее 2,6 м.

Высота производственных помещений со значительными тепло-, влаго- и газовойделениями должна обеспечивать достаточное удаление вредных выделений от рабочей зоны. Рабочей зоной считается пространство высотой до 2 м над уровнем пола, на котором расположены рабочие места. В одноэтажных производственных помещениях с естественной вентиляцией не допускаются сплошные пристройки по всему периметру стен, ухудшающие аэрацию.

Внутренняя отделка стен производственных помещений, где работают с ядовитыми (ртуть, свинец и др.) или радиоактивными веществами, должна предусматривать возможность влажной уборки.

Рельсы в производственных помещениях укладывают таким образом, чтобы они не выступали над уровнем пола. Каналы и отверстия в полах закрывают специальными крышками заподлицо с поверхностью пола.

Туннели для транспортных устройств и трубопроводов должны иметь высоту не менее 0,8 м и ширину свободного прохода не менее 0,6 м.

Расположение производственных помещений в подвальных этажах, как правило, не допускается. В подвалах высотой 2,25 м возможно размещение вспомогательного оборудования (насосы, электродвигатели и пр.). Такие помещения должны быть оборудованы вентиляцией. Расположение административно-конторских помещений в подвалах не допускается.

Высота бытовых помещений от пола до потолка должна быть не менее 2,5 м и от потолка до низа выступающих конструкций — не менее 2,2 м. Расстояние от пунктов питания до цеха при обеденном перерыве до 30 мин. должно быть не более 300 м, а при перерыве не менее 1 ч. — не более 600 м.

Контрольные вопросы

1. Каким образом устанавливается ширина санитарно-защитной зоны?
2. Можно ли размещать производство со значительными тепло- и газовойделениями в многоэтажных зданиях?
3. Какой должна быть минимальная величина разрыва между отдельными стоящими корпусами зданий?
4. Где следует размещать вспомогательные помещения (бытовые, столовые, здравпункты и др.)?
5. Какой объем производственных помещений должен быть на каждого работающего?
6. Какое расстояние должно быть от пунктов питания до цеха при обеденном перерыве до 30 мин.?

Библиографический список

1. Трудовой кодекс Российской Федерации. от 30.12.2001 № 197-ФЗ [Электронный ресурс] // СПС «Консультант Плюс» [сайт]. — http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/ (дата обращения: 06.01.2020).
2. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Электронный ресурс]: федер. закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ // СПС «Консультант Плюс» [сайт]. — URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_78699/ (дата обращения: 15.12.2019).
3. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 010/2011 «О безопасности машин и оборудования» (принят решением Комиссии Таможенного союза от 18.10.2011 № 823) // СПС «Консультант Плюс» [сайт]. — URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_120962/6b83d7a8b30dae4ba4b2fdca244572561b2a aa8b/ (дата обращения: 15.12.2019).
4. О противопожарном режиме [Электронный ресурс]: постановление Правительства РФ от 25.04.2012 № 390 // СПС «Консультант Плюс» [сайт]. — URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_129263/ (дата обращения: 15.12.2019).
5. ГОСТ Р 12.1.019–2009. ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты [Электронный ресурс] // Техэксперт: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации [сайт]. — URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200161238> (дата обращения: 06.01.2020).
6. ГОСТ Р 52588–2011. ССБТ. Инструмент абразивный. Требования безопасности [Электронный ресурс] // Техэксперт: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации [сайт]. — URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200087937> (дата обращения: 06.01.2020).
7. ГОСТ 12.0.003–2015. ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация [Электронный ресурс] // Техэксперт: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации [сайт]. — URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200136071> (дата обращения: 20.12.2019).
8. ГОСТ 12.0.004–2015. ССБТ. Организация обучения безопасности труда. Общие положения [Электронный ресурс] // Техэксперт: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации [сайт]. — URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200136072> (дата обращения: 06.01.2020).

9. ГОСТ 12.1.003–2014. ССБТ. Шум. Общие требования безопасности [Электронный ресурс] // Техэксперт: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации [сайт]. — URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200118606> (дата обращения: 06.01.2020).

10. ГОСТ 12.1.005–88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны [Электронный ресурс] // СПС «Консультант Плюс» [сайт]. — URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_136698/ (дата обращения: 06.01.2020).

11. ГОСТ 12.1.033–81. ССБТ. Пожарная безопасность. Термины и определения. [Электронный ресурс] // Техэксперт: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации [сайт]. — URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200003841> (дата обращения: 06.01.2020).

12. ГОСТ 12.2.003–91. ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности [Электронный ресурс] // Техэксперт: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации [сайт]. — URL: <http://docs.cntd.ru/document/901702428> (дата обращения: 06.01.2020).

13. ГОСТ 12.2.010–75. ССБТ. Машины ручные пневматические. Общие требования безопасности [Электронный ресурс] // Техэксперт: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации [сайт]. — URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200012424> (дата обращения: 06.01.2020).

14. ГОСТ 12.2.062–81. ССБТ. Оборудование производственное. Ограждения защитные [Электронный ресурс] // Техэксперт: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации [сайт]. — URL: <http://docs.cntd.ru/document/9051598> (дата обращения: 06.01.2020).

15. ГОСТ 12.3.002–2014. ССБТ. Процессы производственные. Общие требования безопасности [Электронный ресурс] // Техэксперт: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации [сайт]. — URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200124407> (дата обращения: 06.01.2020).

16. ГОСТ 12.3.025–80. ССБТ. Обработка металлов резанием. Требования безопасности [Электронный ресурс] // Техэксперт: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации [сайт]. — URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200008343> (дата обращения: 06.01.2020).

17. ГОСТ 12.3.020–80. ССБТ. Процессы перемещения грузов на предприятии. Общие требования безопасности [Электронный ресурс] // Техэксперт: электронный фонд правовой и нормативно-

технической документации [сайт]. — URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200000300> (дата обращения: 06.01.2020).

18. ГОСТ 12.3.047–2012. ССБТ. Пожарная безопасность технологических процессов [Электронный ресурс] // Техэксперт: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации [сайт]. — URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200103505> (дата обращения: 06.01.2020).

19. ГОСТ 12.4.001–80. ССБТ. Очки защитные. Термины и определения [Электронный ресурс] // Техэксперт: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации [сайт]. — URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200009337> (дата обращения: 06.01.2020).

20. ГОСТ 12.4.011–89. ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация [Электронный ресурс] // Техэксперт: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации [сайт]. — URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200000277> (дата обращения: 06.01.2020).

21. ГОСТ 12.4.020–82. ССБТ. Средства индивидуальной защиты рук. Номенклатура показателей качества [Электронный ресурс] // Техэксперт: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации [сайт]. — URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200006304> (дата обращения: 06.01.2020).

22. ГОСТ 12.4.026–2015. ССБТ. Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение и правила применения. Общие технические требования и характеристики. Методы испытаний [Электронный ресурс] // СПС «Консультант Плюс» [сайт]. — URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_207653/ (дата обращения: 06.01.2020).

23. ГОСТ 17770–86. Машины ручные. Требования к вибрационным характеристикам [Электронный ресурс] // Техэксперт: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации [сайт]. — URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200009797> (дата обращения: 06.01.2020).

24. ГН 2.2.5.3532–18. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны [Электронный ресурс] // Техэксперт: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации [сайт]. — URL: <http://docs.cntd.ru/document/557235236> (дата обращения: 06.01.2020).

25. НПБ 88–2001. Установки пожаротушения и сигнализации. Нормы и правила проектирования [Электронный ресурс] // Техэксперт: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации [сайт]. — URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200016069> (дата обращения: 06.01.2020).

26. СП 1.13130.2009. Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы [Электронный ресурс] // Техэксперт: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации [сайт]. — URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200071143> (дата обращения: 06.01.2020).

27. СП 2.13130.2009. Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты [Электронный ресурс] // Техэксперт: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации [сайт]. — URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200096437> (дата обращения: 06.01.2020).

28. СП 2.5.2632–10 Гигиенические требования к проектированию вновь строящихся и реконструируемых промышленных предприятий. Изменения и дополнения № 1 к СП 2.2.1.1312–03 [Электронный ресурс] // Техэксперт: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации [сайт]. — URL: <http://docs.cntd.ru/document/902218443> (дата обращения: 06.01.2020).

29. СП 3.13130.2009. Системы противопожарной защиты. Системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожарах. Требования пожарной безопасности [Электронный ресурс] // Техэксперт: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации [сайт]. — URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200071145> (дата обращения: 06.01.2020).

30. СП 5.13130.2009. Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования [Электронный ресурс] // СПС «Консультант Плюс» [сайт]. — URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_91544/ (дата обращения: 06.01.2020).

31. СП 9.13130.2009. Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации [Электронный ресурс] // СПС «Консультант Плюс»: [сайт]. — URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_91587 (дата обращения: 06.01.2020).

32. СП 10.13130.2009. Системы противопожарной защиты. Внутренний противопожарный водопровод. Требования пожарной безопасности [Электронный ресурс] // СПС «Консультант Плюс» [сайт]. — URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_91640/ (дата обращения: 06.01.2020).31.

33. СП 12.13130.2009. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности [Электронный ресурс] // СПС «Консультант Плюс» [сайт]. — URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_89061/c2e0537c74e6a91a3f0895023b8defd3f19c3080/ (дата обращения: 06.01.2020).

34. СП 44.13330.2011. Административные и бытовые здания. Актуализированная редакция СНиП 2.09.04–87 [Электронный ресурс] // Техэксперт: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации [сайт]. — URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200084087> (дата обращения: 06.01.2020).

35. СП 51.13330.2011. Защита от шума [Электронный ресурс] // Техэксперт: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации [сайт]. — URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200084097> (дата обращения: 06.01.2020).

36. СП 52.13330.2011. Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23–05–95 [Электронный ресурс] // Техэксперт: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации [сайт]. — URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200084092> (дата обращения: 06.01.2020).

37. СП 60.13330.2012. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41–01–2003 [Электронный ресурс] // Техэксперт: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации [сайт]. — URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200095527> (дата обращения: 06.01.2020).

38. СанПиН 2.2.4.3359–2016. Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах [Электронный ресурс] // Техэксперт: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации [сайт]. — URL: <http://docs.cntd.ru/document/420362948> (дата обращения: 06.01.2020).

39. СанПиН 2.2.2.540–96. Гигиенические требования к ручным инструментам и организации работ. [Электронный ресурс] // Техэксперт: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации [сайт]. — URL: <http://docs.cntd.ru/document/9052762> (дата обращения: 06.01.2020).

40. ПОТ РМ-003–97. Межотраслевые правила по охране труда при выполнении кузнечно-прессовых работ [Электронный ресурс] // СПС «Консультант Плюс» [сайт]. — URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_80132/b7ff2f350c663147afe3b2eb71906995daf34d71/ (дата обращения: 06.01.2020).

41. ПОТ РМ-006–97. Межотраслевые правила по охране труда при холодной обработке металла [Электронный ресурс] // Техэксперт: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации [сайт]. — URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200007315> (дата обращения: 06.01.2020).

42. ПОТ РО-14000–001-98. Правила по охране труда на предприятиях и в организациях машиностроения [Электронный ресурс] // СПС «Консультант Плюс» [сайт]. — URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_80132/b7ff2f350c663147afe3b2eb71906995daf34d71/

consultant.ru/document/cons_doc_LAW_84709/ (дата обращения: 06.01.2020).

43. Р 2.2.1766–03. Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки [Электронный ресурс] // СПС «Консультант Плюс» [сайт]. — URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_130907/ (дата обращения: 06.01.2020).

44. *Алексеев С.П.* Борьба с шумом и вибрацией в машиностроении [Текст] / С.П. Алексеев, А.М. Казаков, Н.Н. Колотилов. — М.: Машиностроение, 1970. — 208 с.

45. *Афанасьева В.И.* Безопасность труда в кузнечно-прессовом производстве [Текст] / В.И. Афанасьева. — М.: ВЦНИИОТ, 1983. — 52 с.

46. *Багдасарова Т.А.* Технология токарных работ [Текст]: учеб. пособие / Т.А. Багдасарова. — М.: Академия, 2013. — 288 с.

47. *Багдасарова Т.А.* Токарь-универсал [Текст]: учеб. пособие / Т.А. Багдасарова. — М.: Академия, 2011. — 288 с.

48. *Байков А.И.* Системы пожарной сигнализации. Принципы и средства построения [Текст]: учеб. пособие / А.И. Байков, А.Б. Елькин. — Н. Новгород: НГТУ, 2011. — 111 с.

49. Безопасность жизнедеятельности [Текст]: учеб. — метод. пособие для студентов всех направлений заочной и очно-заочной форм обучения / Г.В. Пачурин [и др.]; НГТУ. — Нижний Новгород, 2014. — 101 с.

50. Безопасность жизнедеятельности. Часть 2. Охрана труда на железнодорожном транспорте [Текст]: учебник для вузов ж-д. транспорта / под ред. К.Б. Кузнецова. — М.: Маршрут, 2006. — 530 с.

51. Безопасность производственных процессов [Текст]: справочник / С.В. Белов [и др.]; под общ. ред. С.В. Белова. — М.: Машиностроение, 1985. — 448 с.

52. Безопасность труда в машиностроении в вопросах и ответах [Текст]: учеб. пособие / В.Г. Еремин [и др.]. — Старый Оскол: ТНТ, 2015. — 240 с.

53. *Давыдова М.В.* Технические характеристики металлорежущих станков с ЧПУ: станки токарной группы [Текст]: справ. пособие / М.В. Давыдова, А.М. Михалев, Ю.И. Моисеев. — Курган: Изд-во КГУ, 2010. — 84 с.

54. *Евсеев А.Я.* Оценка и управление профессиональным риском [Текст]: учеб. пособие / А.Я. Евсеев, П.В. Макаров, А.Ф. Борисов. — Н. Новгород: Изд-во Гладкова О.В., 2009. — 138 с.

55. *Еленев С.А.* Холодная штамповка [Текст] / С.А. Еленев. — М.: Высш. шк., 1988. — 271 с.

56. *Елькин А.Б.* Управление безопасностью труда [Текст]: учеб. пособие / А.Б. Елькин, К.Н. Тишков. — Н. Новгород: НГТУ, 2008. — 105 с.

57. Здравоохранение в России. 2017 [Текст]: стат. сб. / Росстат. — М., 2017. — 170 с.

58. *Князевский Б.А.* Охрана труда в электроустановках [Текст] / Б.А. Князевский. — М.: Энергоатомиздат, 1983. — 336 с.

59. *Козьяков А.Ф.* Безопасность и экологичность кузнечно-прессового производства [Текст]: учеб. пособие / А.Ф. Козьяков, А.Е. Панфилов; МГТУ им. Н.Э. Баумана. — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. — 71 с.

60. *Козьяков А.Ф.* Защита от механического травмирования [Текст] / А.Ф. Козьяков, А.А. Девисилов // Приложение к журналу «Безопасность жизнедеятельности». — 2003. — № 12. — 16 с.

61. *Козьяков А.Ф.* Об использовании средств коллективной защиты от шума в цехах холодной штамповки [Текст] / А.Ф. Козьяков, А.Е. Панфилов, О.А. Ходырева // Безопасность жизнедеятельности. — 2005. — № 10. — С. 5–9.

62. Методика расчета выделений (выбросов) загрязняющих веществ в атмосферу при механической обработке металлов (на основе удельных показателей) [Текст] / НИИ охраны атмосферного воздуха. — СПб.: Интеграл, 2002. — 10 с.

63. *Миндрин В.И.* Производственная безопасность [Текст]: сб. задач / В.И. Миндрин. — Н. Новгород: НГТУ, 2009. — 92 с.

64. *Миндрин В.И.* Производственная безопасность [Текст]: комплекс учебно-методических материалов / В.И. Миндрин, Г.В. Пачурин, В.А. Иняев; НГТУ. — Н. Новгород, 2008. — 148 с.

65. *Молвина Л.И.* Обеспечение экологической безопасности [Текст]: учеб. пособие / Л.И. Молвина, А.Б. Елькин. — Н. Новгород: НГТУ, 2013. — 147 с.

66. *Невзоров Л.А.* Устройство и эксплуатация грузоподъемных кранов [Текст] / Л.А. Невзоров, Ю.И. Гудков. — 2-е изд. — М.: Академия, 2002. — 443 с.

67. *Орлов П.Г.* Штамповка деталей на листоштамповочных автоматах [Текст] / П.Г. Орлов. — М.: Машиностроение, 1984. — 160 с.

68. Основы безопасности жизнедеятельности: для технических специальностей [Текст]: учеб. пособие / Г.В. Пачурин, А.Б. Елькин, В.И. Миндрин, А.А. Филиппов. — Ростов н/Д: Феникс, 2016. — 397 с.

69. Основы безопасной эксплуатации технологического оборудования химических производств [Текст]: учеб. пособие / В.Я. Борщев, Г.С. Кормильцин, М.А. Промтов, А.С. Тимонин. — Тамбов: Изд-во ТГТУ, 2011. — 188 с.

70. Основы безопасности жизнедеятельности [Текст]: учеб. пособие / Г.В. Пачурин [и др.]; НГТУ. — 2-е изд., перераб. и доп. — Н. Новгород, 2014. — 269 с.

71. *Панфилов А.Е.* Безопасность и экологичность при обработке металлов давлением [Текст] / А.Е. Панфилов, О.А. Ходырева // Безопасность жизнедеятельности. — 2005. — № 1. — Приложение.

72. *Пачурин Г.В.* Безопасность и условия труда при эксплуатации подъемных сооружений [Текст]: монография / Г.В. Пачурин, А.А. Филиппов, С.В. Рыбаков. — Саарбрюккен (Germany): LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG, 2017. — 97 с.

73. *Пачурин Г.В.* Безопасность технологических процессов и оборудования [Текст]: монография / Г.В. Пачурин, В.И. Миндрин. — Саарбрюккен (Germany): LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG, 2013. — 148 с.

74. *Пачурин Г.В.* Безопасность эксплуатации промышленного оборудования и технологических процессов [Текст]: учеб. пособие / Г.В. Пачурин, В.И. Миндрин, А.А. Филиппов; под общ. ред. Г.В. Пачурина. — Старый Оскол: ТНТ, 2017. — 192 с.

75. *Пачурин Г.В.* Основы безопасности профессиональной деятельности [Текст]: монография / Г.В. Пачурин, А.Б. Елькин, В.И. Миндрин. — Саарбрюккен (Germany): LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG, 2013. — 316 с.

76. *Пачурин Г.В.* Охрана труда. Методика проведения исследований несчастных случаев на производстве [Текст]: учеб. пособие / Г.В. Пачурин, Н.И. Щенников, Т.И. Курагина; под общ. ред. Г.В. Пачурина. — 2-е изд., доп. — М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2017. — 144 с.

77. *Петухов П.З.* Буферные устройства [Текст] / П.З. Петухов. — М.: Машгиз, 1968. — 306 с.

78. *Попов Е.А.* Технология и автоматизация листовой штамповки [Текст] / Е.А. Попов, В.Г. Ковалев, И.Н. Шубин. — М.: Изд-во МГТУ им. Баумана, 2000. — 480 с.

79. Правила безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения [Текст]. — М.: НТЦ ПБ, 2014. — 151 с.

80. Производственная безопасность. Тепловой баланс производственных помещений. Организация и расчет систем вентиляции в производственных помещениях [Текст]: учеб. пособие по выпол-

нению дипломных, курсовых и практических работ для студентов / В.В. Бакаев [и др.]. — Н. Новгород: НГТУ, 2015. — 155 с.

81. Промышленная безопасность объектов нефтепродуктообеспечения [Текст]: учеб. пособие / Ю.Н. Безбородов, Л.Н. Горбунова, В.А. Баранов, В.Н. Подвезенный. — Красноярск: СФУ, 2011. — 606 с.

82. Профилактика и практика расследования несчастных случаев на производстве [Текст]: учеб. пособие / Г.В. Пачурин, Н.И. Щенников, Т.И. Курагина, А.А. Филиппов; под общ. ред. Г.В. Пачурина. — 3-е изд., перераб. и доп. — СПб.: Лань, 2015. — 384 с.

83. *Романовский В.П.* Справочник по холодной штамповке [Текст] / В.П. Романовский. — Л.: Машиностроение, 1979. — 517 с.

84. Сосуды, работающие под давлением, котлы и трубопроводы: сб. нормат. док-тов. — М.: ЭНАС, 2006. — 529 с.

85. Справочная книга для проектирования электрического освещения [Текст] / под ред. Г.М. Кноринга. — Л.: Энергия, 1976. — 384 с.

86. Справочник по техническому обслуживанию, ремонту и диагностированию грузоподъемных кранов [Текст] / В.С. Котельников [и др.]; Ростехнадзор. — М.: ПИО ОБТ, 1996. — Т. 1. — 386 с.

87. Средства защиты в машиностроении. Расчет и проектирование [Текст]: справочник / С.В. Белов [и др.]; под ред. С.В. Белова. — М.: Машиностроение, 1989. — 368 с.

88. *Тимофеева С.С.* Оценка техногенных рисков [Текст]: учеб. пособие / С.С. Тимофеева, Е.А. Хамидуллина. — М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2015. — 208 с.

89. *Трунова И.Г.* Выбор и расчет средств защиты от шума и вибрации [Текст]: учеб. пособие по выполнению дипломных, курсовых и практических работ для студентов / И.Г. Трунова, А.Б. Елькин, В.М. Смирнова. — Н. Новгород: НГТУ, 2012. — 116 с.

90. *Трунова И.Г.* Производственное освещение [Текст] / И.Г. Трунова, А.Б. Елькин. — Н. Новгород: НГТУ, 2013. — 80 с.

91. *Филиппов А.А.* Оценка влияния и способы защиты от опасных и вредных факторов в метизном производстве [Текст]: учеб. пособие / А.А. Филиппов, Г.В. Пачурин, В.И. Наумов; НГТУ. — Н. Новгород, 2017. — 193 с.

92. *Шухов Ю.В.* Холодная штамповка [Текст] / Ю.В. Шухов, С.А. Еленев. — М.: Высш. шк., 1977. — 208 с.

Оглавление

Введение	3
Глава 1. Общие сведения о технологических процессах	6
1.1. Токарная обработка металлов	6
1.2. Резка металлов	9
1.3. Холодная штамповка	11
<i>Контрольные вопросы</i>	14
Глава 2. Идентификация опасных и вредных производственных факторов	15
2.1. Анализ опасных и вредных производственных факторов в механических цехах	15
2.2. МЕХАНИЧЕСКОЕ ТРАВМИРОВАНИЕ РАБОТНИКОВ НА УЧАСТКАХ ХОЛОДНОЙ ШТАМПОВКИ	20
2.3. Анализ опасных и вредных производственных факторов в сварочном производстве	25
<i>Контрольные вопросы</i>	29
Глава 3. Оценка профессионального риска работников механических цехов априорным методом	30
<i>Контрольные вопросы</i>	33
Глава 4. Мероприятия по обеспечению безопасности производственных процессов и оборудования	34
4.1. Требования безопасности к производственным процессам	34
4.2. Требования безопасности к производственному оборудованию	40
4.2.1. Безопасная эксплуатация грузоподъемных кранов	45
4.2.2. Безопасность систем, работающих под давлением	56
4.3. Совершенствование технологических процессов и модернизация производственного оборудования	74
4.3.1. Обработка металлов резанием	74
4.3.2. Холодная штамповка	88
4.3.3. Гидроабразивная резка материалов	91
4.4. Защита от механического травмирования	95
4.4.1. Меры и средства защиты от травмирования при работе на прессах	97
4.4.2. Средства и методы защиты от механического травмирования при токарной обработке металлов	113
4.4.3. Защита от травмирования при заточке инструментов	114
4.4.4. Средства индивидуальной защиты от механического травмирования	122
<i>Контрольные вопросы</i>	124
Глава 5. Экологичность технологических процессов в машиностроении	125
5.1. Обработка металлов без охлаждения	125
5.2. Обработка металлов с применением смазочно-охлаждающих жидкостей	128

5.3. Расчет выделений загрязняющих веществ при механической обработке металлов	129
5.4. Очистка выбросов от пыли и аэрозолей	130
5.5. Утилизация отходов металла	135
5.6. Утилизация смазочно-охлаждающих жидкостей	136
<i>Контрольные вопросы</i>	138

Глава 6. Организационно-технические мероприятия по обеспечению безопасности в машиностроении

139

6.1. Планирование мероприятий по улучшению условий труда	139
6.2. Контроль безопасности производственных процессов	140
6.3. Подготовка по охране труда работников и специалистов	142
6.3.1. Обучение руководителей и специалистов	143
6.3.2. Специальное обучение работников рабочих профессий	144
6.3.3. Инструктаж по охране труда	145
6.3.4. Обучение по оказанию первой помощи пострадавшим	147
6.4. Организация транспортно-складских работ	147
<i>Контрольные вопросы</i>	151

Глава 7. Санитарно-гигиенические мероприятия

152

7.1. Микроклимат производственных помещений	152
7.2. Производственное освещение	162
7.3. Защита от вибрации	166
7.4. Защита от шума и ультразвука	175
7.5. Защита от производственных излучений	181
<i>Контрольные вопросы</i>	187

Глава 8. Санитарно-бытовое обслуживание работников

188

8.1. Оборудование вспомогательных помещений	188
8.2. Организация бытовых помещений	189
8.3. Организация гардеробных	190
8.4. Организация санитарных помещений	190
8.5. Организация медпункта и столовых	192
<i>Контрольные вопросы</i>	193

Глава 9. Пожарная безопасность

194

9.1. Причины пожаров на предприятиях	194
9.2. Оценка пожарной безопасности машиностроительных предприятий	195
9.3. Мероприятия пожарной профилактики	197
9.4. Средства пожаротушения	199
9.4.1. Первичные средства пожаротушения	199
9.4.2. Автоматические установки пожаротушения	204
9.4.3. Пожарная связь и сигнализация	205
9.5. Организация пожарной охраны на предприятиях	210
9.6. Противопожарное водоснабжение	211
<i>Контрольные вопросы</i>	212

Глава 10. Безопасность зданий и сооружений

213

10.1. Выбор площадки для промышленного предприятия	213
--	-----

10.2. Размещение производственных зданий на территории промышленных предприятий	215
10.3. Требования к конструкции зданий.....	216
10.4. Санитарно-гигиенические требования к конструктивным элементам производственных и вспомогательных помещений	217
Контрольные вопросы.....	218
Библиографический список	219

По вопросам приобретения книг обращайтесь:
Отдел продаж «ИНФРА-М» (оптовая продажа):
127214, Москва, ул. Полярная, д. 31В, стр. 1
Тел. (495) 280-33-86 (доб. 218, 222)
E-mail: bookware@infra-m.ru

•
Отдел «Книга—почтой»:
тел. (495) 280-33-86 (доб. 222)

ФЗ № 436-ФЗ	Издание не подлежит маркировке в соответствии с п. 1 ч. 4 ст. 11
----------------	---

Учебное издание

**Борискова Лада Алексеевна,
Глебова Ольга Владимировна,
Гусева Ирина Борисовна**

ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

Под редакцией *Л.А. Борисковой*

Оригинал-макет подготовлен в НИЦ ИНФРА-М

ООО «Научно-издательский центр ИНФРА-М»
127214, Москва, ул. Полярная, д. 31В, стр. 1
Тел.: (495) 280-15-96, 280-33-86. Факс: (495) 280-36-29
E-mail: books@infra-m.ru <http://www.infra-m.ru>

Подписано в печать 00.00.2019.
Формат 60×90/16. Бумага офсетная. Гарнитура Petersburg.
Печать цифровая. Усл. печ. л. 0,0.
Тираж 500 экз. (I – 50). Заказ № 00000
ТК 000000-000000-000019

Отпечатано в типографии ООО «Научно-издательский центр ИНФРА-М»
127214, Москва, ул. Полярная, д. 31В, стр. 1
Тел.: (495) 280-15-96, 280-33-86. Факс: (495) 280-36-29