

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. Р.Е. АЛЕКСЕЕВА»

А.А. ФИЛИППОВ, Г.В. ПАЧУРИН, В.И. НАУМОВ

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ И СПОСОБЫ ЗАЩИТЫ ОТ ОПАСНЫХ И ВРЕДНЫХ ФАКТОРОВ В МЕТИЗНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

*Рекомендовано УМО РАЕ по классическому университетскому
и техническому образованию в качестве учебного пособия для студентов
высших учебных заведений, обучающихся по направлениям подготовки:*

*20.03.01 – «Техносферная безопасность»,
22.03.01 и 22.04.01 – «Материаловедение и технология материалов»,
22.03.02 и 22.04.02 - «Металлургия», 15.03.01- «Машиностроение»,
15.04.01 – «Проектирование технологических машин и комплексов».
15.03.04 и 15.04.04 – «Автоматизация технологических процессов
и производств», 17.05.02 – «Стрелково-пушечное, артиллерийское
и ракетное оружие», 15.03.05 – «Конструкторско-технологическое
обеспечение машиностроительных производств»*

Нижний Новгород 2017

УДК 621.77:669.14.018.27

ББК 65.247

Ф13

Рецензенты:

доктор технических наук, профессор *В.К. Мусаев*;
кандидат технических наук, доцент *С.М. Шевченко*

Филиппов А.А., Пачурин Г.В., Наумов В.И.

Ф13 Оценка влияния и способы защиты от опасных и вредных факторов в метизном производстве: учеб. пособие /А.А. Филиппов, Г.В. Пачурин, В.И. Наумов; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2017. - 193 с.

ISBN 978-5-502-00943-0

Выявлены и идентифицированы опасные и вредные производственные факторы при переработке горячекатаного и калиброванного проката, в процессе очистки поверхности от окалины и загрязнений горячекатаного проката, фосфатирования поверхности, при термической обработки бунтов, проволоки и метизных изделий, волочении проката и предложены конкретные мероприятия по снижению на обслуживающий персонал их негативного воздействия.

Предназначено для бакалавров и магистров очной и заочной форм обучения по направлению подготовки 280700.62 «Техносферная безопасность» (профиль подготовки «Безопасность технологических процессов и производств»), 120900 «Проектирование технических и технологических комплексов» и 120400 «Машины и технология обработки металлов давлением», 150400 «Технологические машины и оборудование», 151001 «Технология машиностроения», 220301 «Автоматизация технологических процессов и производств» при выполнении ими самостоятельных работ курсовых и дипломных проектов.

Может быть использовано преподавателями, инженерами и специалистами при эксплуатации промышленного оборудования и безопасной организации работ на производстве, а также широким кругом читателей, интересующихся проблемами безопасности жизнедеятельности человека.

Рис. 138. Табл. 10. Библиогр.: 92 назв.

УДК 621.77:669.14.018.27

ББК 65.247

ISBN 978-5-502-00943-0

© Нижегородский государственный
технический университет
им. Р.Е. Алексеева, 2017

© Филиппов А.А., Пачурин Г.В.,
Наумов В.И., 2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	6
1. Назначение и методы получения высокопрочного крепежа	9
1.1. Назначение крепежа класса прочности 8.8 и выше.....	9
1.2. Технологические схемы подготовки проката для изготовления высокопрочного крепежа.....	12
2. Основные требования, предъявляемые к материалам для изделий, изготавливаемые методом холодной высадки	19
2.1. Свойства стали как материала для изготовления метизных изделий.....	19
2.2. Марки стали, химический состав и другие свойства металла.....	22
2.3. Влияние химических элементов, определяющим поведение стали при волочении и высадке метизных изделий.....	23
3. Обеспечение технологической пластичности и прочности проката	26
3.1. Волочение как основной способ деформации при подготовке проката к холодной объемной штамповке.....	26
3.2. Влияние структуры металла на обеспечение технологической пластичности и прочности проката.....	29
3.3. Влияние поверхностных дефектов проката на качество метизов...33	
3.4. Термическая обработка как основной способ формирования механических характеристик проката.....	37
4. Общий анализ опасных и вредных факторов в метизном производстве	41
4.1. Опасные условия и опасные действия под действием опасных и вредных факторов.....	41
4.2. Система управления безопасностью труда.....	47
4.3. Обучение и проверка знаний по охране труда.....	49
4.4. Инструктажи по охране труда в цехах метизного производства.....	51
4.5. Трехступенчатый контроль охраны труда.....	55
4.6. Обеспечение безопасных условий труда в цехах метизного производства, связанных с применением вредных веществ.....	60
4.7. Требования к машинам, оборудованию и инструменту.....	63
4.8. Требования к транспорту и погрузочно-разгрузочным работам.....	66
4.9. Требования к отоплению, вентиляции, обеспечение пожарной безопасности, водо– и газоснабжения, освещения и канализации..	69
4.10. Санитарно–гигиенические требования и элементам производственных и вспомогательных помещений.....	73

4.11. Санитарно–гигиенические требования элементам бытовых помещений.....	74
5. Опасные и вредные факторы при обработке поверхности проката.....	82
5.1. Химическое травление поверхности проката.....	83
5.1.1. Опасные и вредные факторы при химическом способе травления.....	94
5.1.2. Приточно–вытяжная вентиляция при химическом способе травления поверхности проката.....	96
5.2. Дробеструйная обработка поверхности проката.....	104
5.3. Механические способы очистки проката поверхности проката и проволоки.....	110
5.3.1. Обработка абразивным инструментом.....	110
5.3.2. Очистка поверхности окалиноломателями.....	112
5.3.3. Поверхностная обточка проката.....	113
5.3.4. Снятие окалины щетками.....	117
5.4. Опасные и вредные факторы при механической очистке проволоки и проката.....	119
5.5. Причины и расследование несчастных случаев на производстве.....	121
6. Роль освещения в обеспечении безопасных условий труда производственных помещений при изготовлении метизов.....	128
6.1. Классификация освещения и требования к освещению.....	128
6.2. Искусственное освещение и источники искусственного света...	129
6.3. Гигиенические требования к естественному освещению.....	134
6.4. Виды и системы естественного освещения.....	135
6.5. Требования к естественному производственному освещению...	140
6.6. Приспособления, ограничивающие слепящее действие прямой или отраженной блескости на рабочих местах.....	141
7. Основные требования к электробезопасности и безопасности грузоподъемному оборудованию в метизном производстве.....	146
7.1. Опасность поражения электрическим током.....	146
7.2. Грузоподъемные краны, используемые в производстве при подготовке проката.....	154
7.3. Требования безопасности к грузоподъемному оборудованию.....	157
7.4. Механизмы подъема и торможения грузоподъемных кранов.....	158
7.5. Электрозащитные устройства мостового крана.....	159
7.6. Защитное заземление мостового крана.....	160
7.7. Регистрация и техническое освидетельствование кранового оборудования.....	161

8. Способы снижения воздействия опасных и вредных факторов при подготовке структурно-механических свойств проката.....	164
8.1. Электроплазменная очистка проката.....	164
8.2. Индукционный нагрев при подготовке проката.....	169
8.3. Изотермическая обработка при подготовке проката.....	174
Заключение.....	180
Библиографический список.....	182
Приложение.....	190

ВВЕДЕНИЕ

Производственный травматизм представляет собой совокупность травм, возникших в результате выполнения своих трудовых обязанностей. По данным Международной организации труда, в мире на производстве ежегодно погибает около 2 млн человек, что составляет около 9% от общего числа смертей. При этом травмируется около 270 млн человек и 160 млн человек страдает от профзаболеваний.

Министерство здравоохранения и социального развития России информирует, что за последние пять лет в нашей стране было зарегистрировано 44 тысячи профессиональных заболеваний. Уровень смертельного травматизма достиг 12 случаев на 100 тысяч работающих, т.е. в несколько раз выше, чем в США и странах Евросоюза. Средняя продолжительность жизни в России составляет 66 лет, что на 12 лет ниже, чем в США, и на 11,5 лет ниже, чем в Евросоюзе. При этом дополнительные расходы государства приводит к тому, что страна теряет ежегодно 4% ВВП. Из-за болезней в среднем теряется до 10 рабочих дней на одного работающего. Общие потери рабочего времени, согласно экспертным оценкам, составляет около 70 млн дней в году.

Развитие экономического хозяйства Российской Федерации требует постоянного роста объемов промышленного производства. В стране появляются новые производства, наблюдается возрастание материально-экономического, энергетического, информационного потенциала производственных комплексов и систем. Применяются достаточно новые и наукоемкие, экологичные, материало- и энергоэкономные, ресурсосберегающие технологии, которые связаны с научно-техническим прогрессом и требуют новых, более полных представлений о производственном травматизме и различных опасных производственных факторах, а также переоценки старых и выработки новых критериев оценки и профилактики травматизма.

Между тем, на большинстве предприятий России анализ производственного травматизма производится только на основе расчета стандартных показателей несчастных случаев – коэффициентов частоты, тяжести несчастных случаев и некоторых других. Расчет этих коэффициентов не дает информации о характере возможных несчастных случаев и их последствиях, а значит, практически бесполезен при решении проблемы выявления возникновения опасных производственных факторов. Уровень производственного травматизма на многих предприятиях остается достаточно высоким и вызывает серьезную озабоченность при постоянном росте травматизма и частоты тяжелых повреждений.

Согласно статистическим данным, 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 защиты и систем коллективной защиты;
- снижение производственной и технологической дисциплины;
- снижение ответственности работодателей и руководителей производств за состояние условий и охраны труда;
- различные психофизиологические факторы.

Всестороннее рассмотрение данной проблемы в масштабах Российской Федерации показало, что структура травматизма отличается постоянством и мало зависит от его уровня. По мнению специалистов, методологической основой профилактики травм является адекватный анализ опасных и вредных производственных факторов риска их возникновения. Для разработки профилактических мероприятий по снижению травматизма необходимо располагать достоверными данными на конкретном предприятии, цехе, участке и в конкретное время. В этом случае требуется грамотно и квалифицированно провести расследование несчастного случая на производстве. В противном случае, кроме неправильных выводов по причине конкретного случая и мероприятий по устранению его последствий, могут быть разработаны неадекватные мероприятия по профилактике несчастных случаев.

Однако приходится констатировать, что современное производство продолжает оставаться источником опасных и вредных производственных факторов. Требуется дальнейшее изучение проблем и причинно-следственных связей травматизма и успешного развития производства на данном этапе развития. Необходимо решать вопросы профилактики и снижение риска несчастных случаев в условиях производственного процесса.

Одним из видов продукции массового назначения являются металлические изделия (метизы). К метизам, получаемым методом холодной объемной штамповки, относятся, например, проволока, проволочные изделия, крепеж и пружины. Достаточно широкий сортамент и большое разнообразие свойств метизов продиктовано спецификой их использования в различных областях машиностроения. Поэтому вопросы профилактики травматизма и профзаболеваний на предприятиях, где производится подготовка проката для изготовления метизных изделий методом холодной объемной штамповки, актуальны и требуют изучения и контроля.

Задачей современного этапа развития метизного производства является улучшение качества исходного металлопроката и изготавливаемых из него изделий, повышение их работоспособности, надежности, долговечности, которые обеспечивают безопасность при дальнейшей эксплуатации конкретного изделия.

В машиностроительном производстве к стальным изделиям, как к основным конструкционным материалам, предъявляются все более жесткие требования в отношении механических характеристик, эксплуатационной долговечности, а также новых функциональных свойств. Одновременно с этим усиливается потребность в снижении затрат, экономии материальных и энергетических ресурсов, их оборотном использовании в интересах экономики, снижении рисков безопасности производственных процессов и решения все более острых экологических проблем.

Авторы данного учебного пособия ставят перед собой задачу показать роль и значимость метизных изделий в промышленном производстве, выявить и идентифицировать опасные и вредные производственные факторы при переработке горячекатаного и калиброванного проката, в процессе очистки поверхности от окалины и загрязнений горячекатаного проката, фосфатирования поверхности, при термической обработки бунтов, проволоки и метизных изделий, волочения проката и предложить конкретные мероприятия по снижению на обслуживающий персонал их негативного воздействия.

1. НАЗНАЧЕНИЕ И МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОПРОЧНОГО КРЕПЕЖА

1.1. Назначение крепежа класса прочности 8.8 и выше

К метизным изделиям относят в первую очередь проволоку, пружины (рис. 1.1), проволочные и крепежные изделия. Богатый сортамент и большое разнообразие свойств метизов продиктованы спецификой их использования в различных областях.



Рис. 1.1. Пружины

Особенную роль занимает высокопрочный крепеж. Преимущества использования высокопрочного крепежа состоят в следующем:

- целесообразно применять крепежные изделия меньшего размера при тех же нагрузках;
- выдерживает разрушающее воздействие нагрузки в два-три раза выше, по сравнению с классом прочности 4.8;
- сокращается металлоемкость крепежа и соответственно цена снижается на 15-25%.

Главными требованиями к применению данного вида крепежа являются наличие высоких разрывных усилий, повышенные статистические и динамические нагрузки. Высокопрочный крепеж является наиболее массовым видом деталей машин и показан на рис. 1.2.

По действующей международной классификации к высокопрочному крепежу относятся изделия, у которых временное сопротивление разрыву больше или равно 800 МПа.



Рис. 1.2. Высокопрочный крепеж

Исходя из этого параметра, классы прочности для высокопрочного крепежа начинаются для болтов с класса 8.8 и заканчиваются классом прочности 12.9. Прочностные характеристики болтовых изделий определяются выбором соответствующей марки стали и технологией изготовления. Высокопрочный крепеж изготавливают методом холодной объемной штамповки (ХОШ) чаще всего из сталей марок 35, 35Х, 20Г2Р, 30Г1Р, 38ХА, 40Х и других.

Начиная с конца 80-х годов XX столетия, для изготовления высокопрочного крепежа используют низкоуглеродистые борсодержащие доэвтектоидные стали 20Г2Р и 30Г1Р. Данные марки стали имеют некоторые преимущества перед другими сталями. Такими преимуществами являются удовлетворительная пластичность и прокаливаемость. Использование в массовом производстве борсодержащих сталей ряда металлургических производств показало, что прокат имеет нестабильную прокаливаемость по длине и сечению мотка.

Состояние горячекатаного проката не гарантирует получения из него качественных высокопрочных болтовых изделий. Это связано с тем, что на прокаливаемость проката сталей 20Г2Р и 30Г1Р оказывает влияние не весь присутствующий в стали, а только «эффективный» (твердорастворимый, не связанный в нитриды) бор. Если это условие нарушено, то это приводит к нестабильности свойств борсодержащих сталей. Как правило,

сталь 20Г2Р используется для изготовления болтов класса прочности 8.8 и не более. Для изготовления болтовых изделий классов прочности 9.8 и 10.9 используется борсодержащая сталь 30Г1Р.

Иногда российские производители высокопрочного крепежа вынуждены закупать горячекатаный прокат в бунтах из борсодержащих сталей за рубежом (например, фирма «Овако» Финляндия), что приводит к удорожанию продукции. Опыт ряда отечественных заводов позволил сформулировать общие рекомендации по применению унифицированного ряда борсодержащих сталей 12Г1Р, 20Г2Р, 30Г1Р для изделий классов прочности 6.8, 8.8, 9.8 и 10.9 диаметром до 24 мм.

Для изготовления болтов больших диаметров на заводах РФ применяют конструкционную легированную сталь 40Х. Цена одной тонны горячекатаного проката стали марки 40Х, как правило, ниже, чем у сталей 20Г2Р и 30Г1Р. Стоимость одной тонны проката борсодержащей стали импортного производства и одной тонны проката стали 40Х отечественного производства составляет существенную разницу в пользу последней.

Удовлетворительной микроструктурой проката, предназначенного для дальнейшего изготовления из него болтов методом холодной высадки, является зернистый перлит. Микроструктура зернистого перлита калиброванного проката показана на рис. 1.3.

Однако болтовые изделия с такой микроструктурой не соответствуют требованиям ГОСТ Р 52627-2006 (ИСО 898-1:1999) и должны быть подвержены объемной закалке и отпуску, чтобы обеспечить необходимые механические характеристики, которые соответствуют классу прочности 8.8 и более. В этом случае крепеж приобретает необходимую твердость и прочность.



Рис. 1.3. Микроструктура зернистого перлита

Однако в результате закалки может возникнуть обезуглероживание поверхности, коробление, деформации и трещины (показано на рис. 1.4), что снижает качество и повышает отбраковку длинномерных болтов.

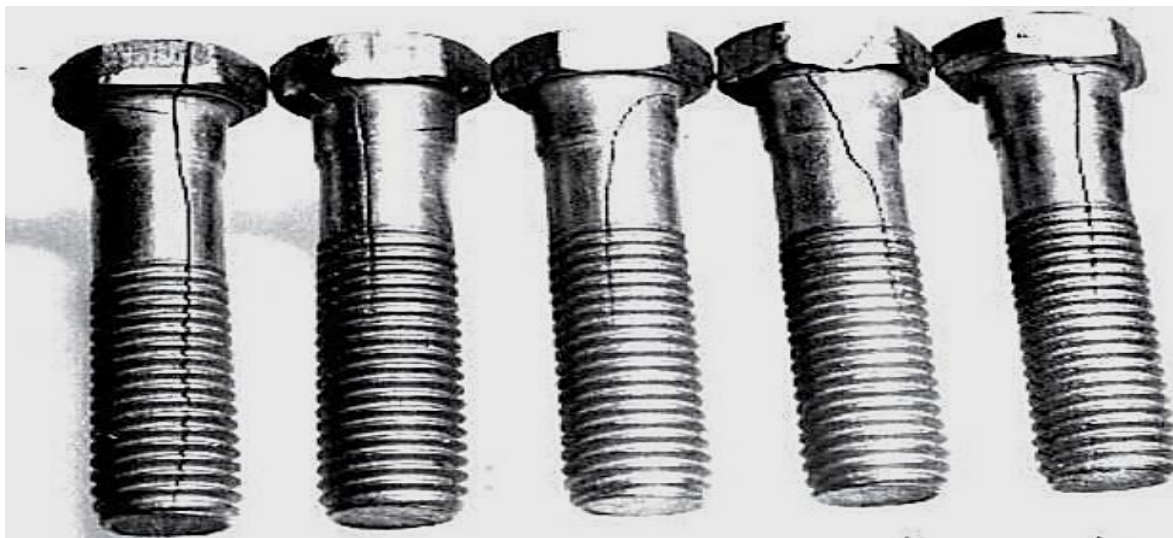


Рис. 1.4. Трещины после термической обработки

Особенно это касается длинномерных болтов длиной более 50 мм. Для термообработки высокопрочных болтов в соляных ваннах и проходных печах требуется дорогостоящая оснастка и, как правило, последующая сортировка и их рихтовка.

1.2. Технологические схемы подготовки проката для изготовления высокопрочного крепежа

Горячекатаный прокат в бунтах и прутках, который показан на рис.1.5, закупается метизными предприятиями с металлургических комбинатов, невозможно без предварительной технологической обработки запускать под изготовление крепежных и других изделий методом ХОШ. Такой прокат по точности размера профиля и качеству поверхности не отвечает требованиям калиброванного проката, поэтому его подвергают травлению и волочению.

Все отечественные металлургические заводы изготавливают горячекатаный прокат по геометрическим параметрам, согласно ГОСТ 2590-88 «Прокат стальной горячекатаный круглый. Сортамент» обычной точности прокатки «В». Данный стандарт регламентирует отклонение по обычной точности прокатки «В» в пределах от +0,3 до -0,5 мм от номинального диаметра, овальность проката не должна превышать 50% предельных отклонений по диаметру. Это одна из причин невозможности использования данного проката без предварительной технологической переработки под изготовление болтов.



Рис. 1.5. Горячекатаный прокат в мотках и прутках

Другой причиной невозможности использования горячекатаного проката без переработки под ХОШ является структурное состояние и качество его поверхности. Длительная выдержка металла при горячей прокатке в нагревательной печи и на прокатном стане способствует интенсивному образованию окалины, которая не только снижает выход годного, но и усложняет процесс переработки горячекатаного проката.

Максимальное значение на структуру оказывает скорость охлаждения горячекатаного проката перед его смоткой в компактный бунт. Практически при смотке в бунт условия охлаждения отдельных витков резко различаются. Это различие заключается прежде всего в разной скорости охлаждения витков, а это, в свою очередь, определяет структуру стали. В настоящее время на ряде металлургических комбинатов, таких как ПАО «Белорецкий металлургический комбинат», ПАО «Оскольский электрометаллургический комбинат» и ряде других прокатные станы оснащены линией двухстадийного охлаждения горячекатаного проката, что исключает закаливание его поверхности. Применение данного вида проката позволяет исключить предварительную термообработку при дальнейшем технологическом переделе проката, улучшить его механические свойства.

При этом получается горячекатаный прокат с мелкодисперсной псевдосфероидизированной структурой. По прочностным и пластическим характеристикам он не отличается от металлопроката, повергнутого традиционному печному сфероидизирующему отжигу. К примеру, Криворожский металлургический комбинат «Криворожсталь» (ныне ОАО «Арселор Миттал Кривой Рог») производит горячекатаный прокат диаметром от 5,5 до 12,0 мм в бунтах массой 2000 кг со смягчающей сфероидизирующей обработкой.

Технология изготовления проката включает ускоренное охлаждение металла перед намоткой в бунт и сфероидизирующий отжиг в проходных роликовых печах с фазовой перекристаллизацией. Разработанные режимы термической обработки горячекатаного проката обеспечивают

получение однородной структуры по всей длине бунта. По мнению металлургов «Арселор Миттал Кривой Рог» (Украина, г. Кривой Рог) для стали 40X температура окончания ускоренного охлаждения находится в пределах 700 – 750°C.

В развитых индустриальных странах постоянно ведутся поиски получения в горячекатаном прокате структуры, оптимальной для волочения, непосредственно после металлургического передела. Основные направления развития производства горячекатаного проката связаны с повышением точности получаемых размеров, получением необходимой структуры и свойств в линии прокатных станов без последующей термообработки проката, уменьшением градиента прокатываемых размеров до 1 мм, а перспективе до 0,1 мм и реализацией свободных программ прокатки для ускорения выполнения заказов.

Волочение является основным видом деформации при подготовке проката для изготовления крепежа методом холодной объемной штамповки. Сам технологический процесс волочения проволоки и проката производится на волочильном стане и показан на рис. 1.6.



Рис. 1.6. Волочение проката на волочильном стане

При подготовке проката к ХОШ крепежных болтовых изделий применяют различные технологические схемы. Технология подготовки калиброванного проката стали марки 20Г2Р включает операции волочения проката со степенями обжатия ~ 11-13%, отжига на структуру зернистого перлита и последующего волочения проката. Выбор технологии подготовки проката является одним из главных факторов, определяющих условия работы инструмента и его износ, качество и трудоемкость изготовления болтов. Одним из недостатков традиционных способов подготовки калиброванного проката при отжиге в печах с защитной атмосферой и термо-

упрочнения болтов в проходных закалочных печах или ваннах является необходимостью выполнения правки и рихтовки длинномерных болтов на финишном этапе их изготовления.

Упрочненное состояние может быть создано путем холодной пластической деформации, легирования, термической обработкой и др. Сократить производственные затраты при изготовлении высокопрочных длинномерных стержневых болтовых изделий производится за счет применения технологических решений, обеспечивающих получение таких болтов из предварительно упрочненного калиброванного проката за счет предварительного деформационного упрочнения.

Термоупрочнение проката позволяет максимально снизить производственные расходы за счет обеспечения заданной микроструктуры в процессе подготовки горячекатаного проката, однако возникает необходимость расширения марочного и размерного сортамента металлопроката с учетом конкретных требований заводов-потребителей. Провести оценку энергозатрат при производстве проката для изготовления метизов методом ХОШ, особенно в реальных производственных условиях, достаточно сложно. Этим объясняется относительно небольшое количество публикаций по вопросам ресурсосбережения при производстве калиброванного проката. Наиболее перспективными в данном направлении являются: термоулучшение калиброванного проката перед высадкой, патентирование проволоки, объемная закалка на двухфазную ферритно-мартенситную и ферритно-бейнитную структуру. Однако применение печного нагрева и термоулучшение горячекатаного проката не позволяет обеспечить высокую однородность и равномерность механических свойств калиброванного проката для изготовления болтовых изделий.

Высокопрочные крепежные изделия, изготовленные из проката, должны быть одновременно высокого качества, прочными, надежными и долговечными. Основными показателями механических характеристик для болтов, винтов и шпилек по ГОСТ Р 52627-2006 (ИСО 898-1:1999), влияющими на выбор стали, являются требования по твердости, пределу прочности, относительному сужению и относительному удлинению при разрыве, прочности соединения головки со стержнем. Данный стандарт не содержит так называемых «рекомендованных технологических процессов изготовления крепежных изделий из нелегированных и легированных сталей и марки сталей», как противоречащих ИСО 898-1, а также препятствующих применению прогрессивных марок сталей и их унификации. Как правило, необходимые прочностные характеристики готовых болтовых изделий достигаются уже после окончательного формирования их геометрии за счет термической обработки – улучшения. Достижение твердости крепежного болтового изделия после объемной закалки имеет важ-

ное значение для того или иного класса прочности в зависимости от диаметра изделия.

На многих предприятиях, том числе на ПАО «АвтоВАЗ» (г. Тольятти), в ЦНИИЧермете имени И.П. Бардина (г. Москва) и ПАО «Автономаль» (г. Белебей) проводились научно-исследовательские работы по разработке новых материалов и способов достижения механических свойств высокопрочных изделий за счет деформационного упрочнения проката, позволяющего исключить заключительную термическую обработку высаженных болтовых изделий. Был разработан ряд микролегированных сталей, которые кратко называют ДФМС.

Кафедрой термической обработки металлов Национальной металлургической академии Украины из Днепропетровска (НметАУ) разработан способ получения высокопрочных болтов из нелегированных низкоуглеродистых сталей, основанный на принципе термомеханической обработки (ТМО). Такие болты имеют по сравнению с болтами, изготовленными по заводской технологии, более высокие прочностные характеристики и ударную вязкость. Микроструктура болтов характеризуется большой дисперсностью. Получение калиброванным прокатом высоких значений характеристик сопротивления пластической деформации и хрупкому разрушению объясняется созданием при ТМО благоприятной дислокационной субструктуры с низким уровнем микронапряжений и сравнительно равномерным распределением цементита в виде глобулей по объему матрицы.

Способ, который предполагает изготовление крепежа из нелегированных низкоуглеродистых сталей, имеет ряд преимуществ перед традиционными видами обработки, одно из которых, имеющее важное значение при производстве упрочненного крепежа – сохранение геометрии, так как готовое изделие подвергают только отпуску и исключается закалка.

Однако присутствует утверждение, что при использовании нелегированных низкоуглеродистых сталей для изготовления упрочненного крепежа обеспечивается лишь нижний предел прочности. Это не гарантирует постоянное получение прочностных и пластических характеристик готовых крепежных изделий в рамках существующих стандартов.

На заводе по производству крепежа «Автономаль» (г.Белебей) применен метод индукционного нагрева калиброванного проката, который показан на рис. 1.7.

Это, с одной стороны, позволяет получать калиброванный прокат из низкоуглеродистых или микролегированных бором сталей, обеспечивающих комплекс свойств, соответствующих термоупрочненным легированным сталям, что невозможно при печном нагреве, а с другой стороны, обеспечивает высокую однородность структуры и свойств изделия.

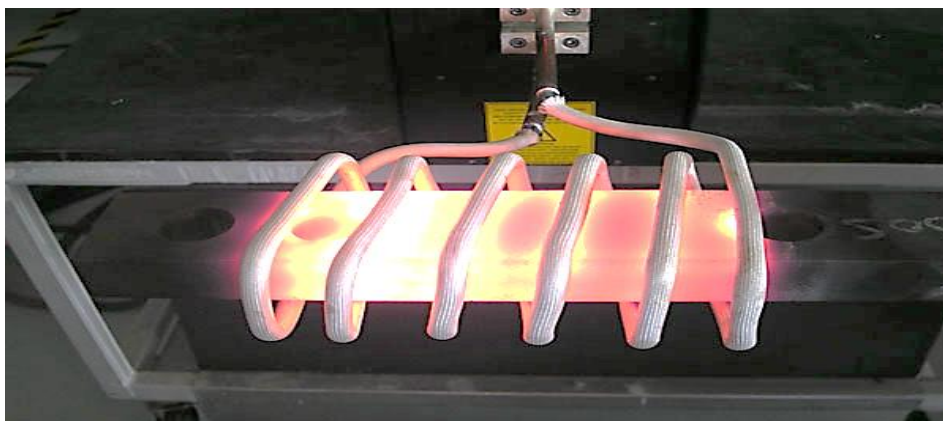


Рис. 1.7. Индукционный нагрев проката

Испытан процесс закалки из межкритического интервала температур калиброванного проката сталей марок 10, 20 и 38ХА с целью получения из него шпилек высокопрочных ($\sigma_B > 800$ МПа).

Результаты показали, что шпильки стали марок 10 и 20, полученные из калиброванного проката данным способом, имеют недостаточный запас пластичности. Только при температуре отпуска 200°C шпильки, полученные из калиброванного проката, деформированного и закаленного в межкритическом интервале температур, получили повышенные пластические свойства без существенного снижения прочностных характеристик. Шпильки стали марки 38ХА, полученные данным способом (рис.1.8), также имеют недостаточный запас пластичности. Низкотемпературный отпуск шпилек, полученных из калиброванного проката стали 38ХА, деформированного и закаленного в межкритическом интервале температур, приводит к снижению предельной разрушающей нагрузки.



Рис. 1.8. Шпильки, полученные из калиброванного проката

ЦНИИчермет (г. Москва) совместно с заводом «Автонормаль» (г. Белебей) использовал для изготовления высокопрочных изделий двух-

фазную феррито-мартенситную сталь 06ХГР, применение которой обеспечивает требуемый уровень прочности только за счет деформационного упрочнения в процессе изготовления деталей методом холодной объемной штамповки. Калиброванную проволоку данной марки стали нагревали в проходной патентировочной печи до 760-790°C. После выхода из печи и подстуживания проволоки до 660-720°C в ней уменьшалась концентрация растворенных в феррите примесей внедрения, а последующая закалка в воду обеспечивала получение ферритно-мартенситной структуры.

В процессе холодной деформации на 17-24% при волочении проката под технологический размер заготовки значения σ_b повышались на 120-200 МПа, что существенно выше упрочнения, присущего углеродистым сталям. Высаженные шпильки подвергались низкотемпературному отпуску при 170-200°C. Это привело к небольшому разупрочнению (на 20-40 МПа) при существенном повышении вязкости. Калиброванный прокат, изготовленный из двухфазных феррито-мартенситных сталей, обеспечивает необходимую надежность при изготовлении болтов классом прочности 8.8 после поверхностного пластического упрочнения.

Контрольные вопросы

1. Что относят к металлическим метизным изделиям?
2. В чем преимущества использования высокопрочного крепежа в конструкциях металлоизделий?
3. Из каких марок сталей изготавливают высокопрочный крепеж?
4. Основные причины отбраковки длинномерных болтов?
5. Какое влияние оказывает микроструктуры проката на формирование геометрических параметров изделий при холодной объемной штамповки?
6. Какой стандарт регламентирует механические характеристики калиброванного проката для холодной объемной штамповки?
7. Какой метод нагрева проката позволяет получить в нем высокую однородность свойств структуры и свойств изделия?
8. Какая марка стали обеспечивает требуемый уровень прочности только за счет деформационного упрочнения в процессе изготовления деталей методом холодной обработки давлением?

2. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К МАТЕРИАЛАМ ДЛЯ ИЗДЕЛИЙ, ИЗГОТАВЛИВАЕМЫХ МЕТОДОМ ХОЛОДНОЙ ВЫСАДКИ

2.1. Свойства стали как материала для изготовления метизных изделий

В промышленном производстве для создания наиболее качественных материалов очень часто используют комбинации из нескольких химических элементов. Особенно распространен такой подход в металлургии, где получаемые сплавы способны работать в таких условиях, которые неподвластны чистым металлам. Соединения нескольких элементов позволяет добиться уникальных свойств, которые необходимо в той или иной отрасли. Одним из наиболее распространенных сплавов является сталь. Она получается в результате соединения железа с углеродом. Также в массовую долю материала входит незначительное количество примесей. При необходимости в сплав вводят легирующие присадки или покрывают поверхность металла защитным слоем.

Стали имеют механические, физические, химические и технологические свойства

К механическим свойствам относят:

- прочность — способность материала выдерживать внешнюю нагрузку без разрушения. Количественно это свойство характеризуется пределом прочности и пределом текучести;
- предел прочности — механическое напряжение, при превышении которого образец разрушается;
- предел текучести — механическое напряжение, при превышении которого образец продолжает удлиняться при отсутствии нагрузки;
- пластичность — способность стали изменять форму под действием нагрузки и сохранять ее после снятия нагрузки. Количественно характеризуется углом загиба и относительным удлинением при растяжении;
- ударная вязкость — способность стали противостоять динамическим нагрузкам. Количественно оценивается работой, необходимой для разрушения специального образца, отнесенной к площади его поперечного сечения;
- твердость — способность стали сопротивляться проникновению в нее других твердых тел. Количественно определяется нагрузкой, отнесенной к площади отпечатка при вдавливании стального шарика (метод Бринелля) или алмазной пирамиды (метод Виккерса).

К физическим свойствам относят:

- плотность — масса вещества, заключенного в единичном объеме. Все металлы обладают высокой плотностью;
- теплопроводность — способность передавать теплоту от более нагретых участков к менее нагретым;
- электропроводность — способность пропускать электрический ток. Все металлы и их сплавы обладают высокой тепло- и электропроводностью.

К химическим свойствам относят:

- окисляемость — способность вещества соединяться с кислородом. Окисляемость усиливается с повышением температуры металла. Низкоуглеродистые стали под действием влажного воздуха или воды окисляются с образованием ржавчины — оксидов железа;
- коррозионная стойкость — способность металла не окисляться и не вступать в химические реакции с окружающими веществами;
- жаростойкость — способность стали не окисляться при высокой температуре и не образовывать окалины;
- жаропрочность — способность стали сохранять свои прочностные свойства при высокой температуре.

К технологическим свойствам относят:

- ковкость — способность стали принимать новую форму под действием внешних сил;
- жидкотекучесть — способность стали в расплавленном состоянии заполнять узкие зазоры и пространства;
- обрабатываемость резанием — свойство стали поддаваться механической обработке режущим инструментом;
- свариваемость — способность стали образовывать высококачественное сварное соединение, не содержащее дефектов.

Классификация сталей по различному назначению показано на рис. 2.1.



Рис. 2.1. Классификация сталей по назначению

Классификация углеродистых сталей показана на рис. 2.2.



Рис. 2.2. Классификация углеродистых сталей

Классификация конструкционных сталей показана на рис. 2.3.



Рис. 2.3. Классификация конструкционных сталей показана

Классификация легированных сталей показана на рис. 2.4.

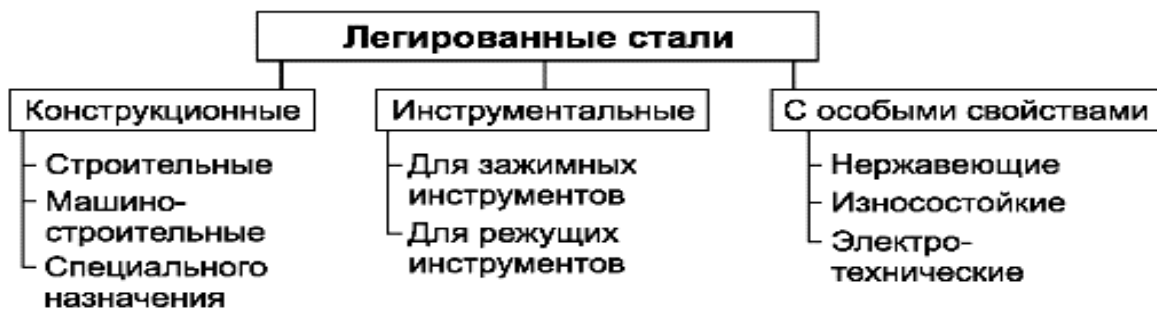


Рис. 2.4. Классификация легированных сталей

2.2. Марки стали, химический состав и другие свойства металла

Крепеж, к которому не предъявляются повышенные требования по прочности и износостойкости, изготавливается из сталей химический состав которых соответствует требованиям ГОСТ 1050-88 «Прокат сортовой, калиброванный, со специальной отделкой поверхности из углеродистой качественной конструкционной стали. Общие технические условия», ГОСТ 4543-71 «Прокат из легированной конструкционной стали. Технические условия» и ГОСТ 380-94 «Сталь углеродистая обыкновенного качества». Перечисленные стандарты не регламентируют ряд требований к поверхности и осадке как горячекатаного, так и калиброванного проката, которые необходимы для волочения и дальнейшей холодной объемной штамповки. Это приводит к браку по многим причинам.

Марка стали, химический состав и другие свойства стального проката, предназначенного для изготовления метизных изделий методом ХОШ, регламентируются, как правило, в основном, согласно ГОСТ 10702-78 «Сталь качественная конструкционная углеродистая и легированная для холодного выдавливания и высадки. Технические условия». Оптимальный химический состав и другие характеристики сталей в этом стандарте установлены на основе обобщения опыта по их выплавке и применению в производстве крепежных изделий и анализа влияния отдельных элементов (углерода, кремния, серы, фосфора, никеля, алюминия, бора, хрома) на способность металла к холодной объемной штамповке. В требованиях ГОСТ 10702-78 учтено также влияние газов: кислорода, азота, водорода и других элементов на деформируемость стали в холодном состоянии.

Согласно требованиям ГОСТ Р 52627-2006 (ИСО 898-1:1999), основными показателями для болтов, винтов и шпилек являются механические свойства, что влияет на выбор марки стали. Согласно этому стандарту, в прокате, предназначенном для высадки болтов методом ХОШ, контролируется содержание углерода, фосфора, серы и бора для всех классов прочности. Особенностью борсодержащих сталей является их достаточная технологическая пластичность, оптимальное соотношение прочностных и пластических характеристик в отожженном и термически упрочненном состоянии, удовлетворительная прокаливаемость при значительно меньшем, чем в легированных сталях, содержании легирующих элементов и меньшая, чем в среднеуглеродистых среднелегированных сталях, закаливаемость. Но их использование в массовом производстве сопровождается рядом технологических трудностей. К их числу следует отнести необходимость предотвращения связывания бора в нитриды при выплавке стали, так как на характеристики прокаливаемости проката из борсодержащей стали оказывает не весь, а только не связанный в нитриды, бор.

При массовом производстве различных метизных изделий, факторы, определяющие их качество, условно делят на две группы:

- внешние факторы – качество поступающего сортового металлопроката;
- внутренние – технология подготовки калиброванного проката, технология изготовления метизных изделий, состояние технологического оборудования и инструмента, а также квалификация обслуживающего персонала.

2.3. Влияние химических элементов, определяющих поведение стали при волочении и высадке метизных изделий

Основным химическим элементом, определяющим поведение стали при волочении проката, является углерод. Увеличение содержания углерода на 0,1% приводит к повышению временного сопротивления разрыву стали на 60-80 МПа. Связь между содержанием углерода и изменением механических свойств горячекатаной углеродистой стали показана на рис. 2.5.

В калиброванном прокате, предназначенном для изготовления высокопрочных длинномерных болтов методом холодной объемной штамповки, из-за высокого сопротивления деформации не рекомендуется принимать содержание углерода свыше 0,45-0,5%.

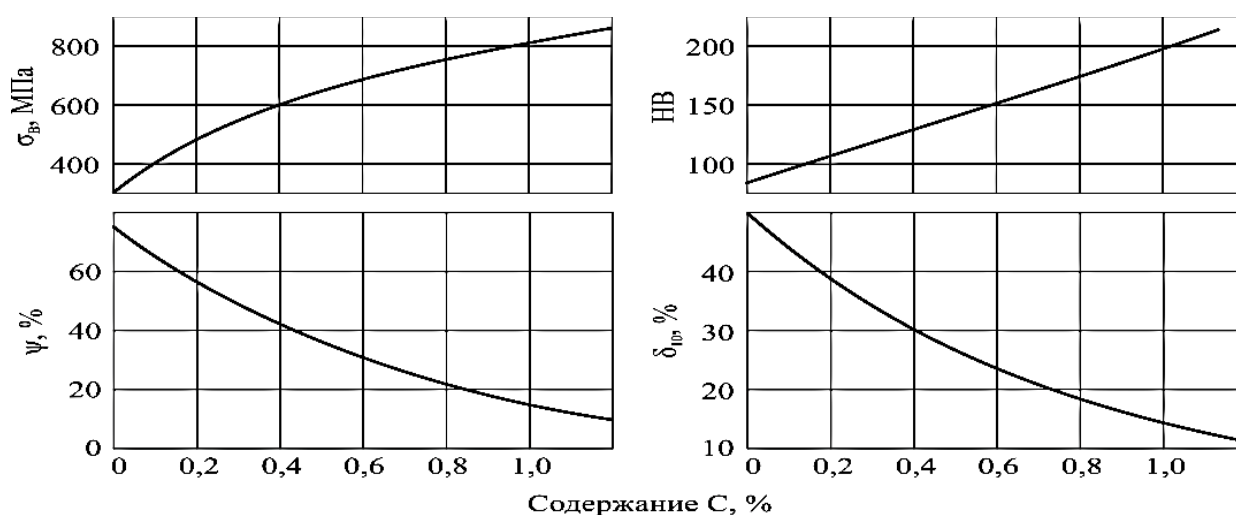


Рис. 2.5. Влияние содержания углерода на механические свойства

Кроме того, значительное влияние на деформируемость проката оказывают легирующие элементы (кремний, марганец, алюминий, молибден, никель, ванадий, вольфрам, хром), а также примеси (азот, сера, фосфор,

медь, кислород, водород). Кремний является раскислителем стали. Растворяясь в феррите, он способствует повышению прочности, твердости и упругости стали. При содержании его более 0,17-0,20% в среднеуглеродистых сталях снижается пластичность проката в условиях осадки, поэтому калиброванный прокат с содержанием кремния 0,17-0,37%, во избежание образования трещин, можно использовать для изготовления болтов с небольшой степенью деформации (не более 30-40%).

В прокате, который используется для холодной высадки, согласно ГОСТ 10702-78, содержание кремния должно быть не более 0,17-0,20%, так как может происходить образование трещин, разогрев зоны деформации, увеличение удельного усилия на 12-18%. Содержание кремния в прокате низкоуглеродистых сталей, используемых для ХОШ, не должно превышать 0,003 - 0,07%. Марганец в конструкционных сталях содержится в пределах 0,2-0,7%. Растворяясь в феррите и цементите, марганец упрочняет конструкционную сталь и устраняет вредное действие серы, образуя сульфид марганца. Кроме того, он раскисляет сталь, повышает её упругие свойства и прокаливаемость. Пластичность стали незначительно, но уменьшается.

Хром – элемент, эффективно влияющий на изменение механических характеристик стали. Растворяясь в феррите и образуя прочные карбиды, а также оказывая заметное влияние на дисперсность получаемой структуры и коагуляцию структурных составляющих, он повышает твердость стали, пределы прочности и текучести, не снижая пластических характеристик.

Однако увеличение количества присутствующих карбидов хрома, хотя и повышает твердость, но сравнительно мало. Хром как примесь уменьшает эффект старения, но повышает сопротивление деформации. Повышение содержания хрома на 0,1% в прокате стали 40Х увеличивает ее предел прочности на 20 МПа. Влияние хрома на снижение деформируемости при содержании углерода меньше 0,3% незначительно. Вследствие увеличения дисперсности структуры легирование стали хромом способствует некоторому повышению пластических характеристик (относительного сужения и относительного удлинения). При добавке хрома возникает дополнительная зона большой устойчивости аустенита при 470 - 570°C. При этом сравнительно низка устойчивость аустенита в области высоких температур (600-700°C). Хром, увеличивая время до начала распада аустенита, облегчает изотермическую обработку, а уменьшая время полного распада аустенита при тех же температурах, сокращает её время. Увеличивая способность аустенита к переохлаждению, хром повышает прокаливаемость стали тем больше, чем выше его содержание.

Сера нерастворима в железе, улучшает обрабатываемость резанием после штамповки. Рекомендуемое содержание серы в прокате не более

0,03-0,04%. Повышение содержания серы существенно снижает механические свойства стали, в частности, пластичность, коррозионную стойкость и т.д.

Контрольные вопросы

1. Что такое стальной калиброванный прокат для холодной высадки?
2. Какой ГОСТ регламентирует химический состав сталей для изготовления крепежа методом холодной высадки?
3. Какой химический элемент является определяющим при волочении стального проката?
4. Как кремний влияет на качество стального проката для изготовления метизных изделий?
5. Влияет ли содержание хрома на предел прочности проволоки для метизных изделий?
6. Влияет ли повышенное содержание серы на механические свойства стали?

3. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПЛАСТИЧНОСТИ И ПРОЧНОСТИ ПРОКАТА

3.1. Волочение как основной вид деформации при подготовке проката к холодной объемной штамповке

Пластическая деформация при волочении проката в холодном состоянии вызывает повышение сопротивления деформации, причем повышение тем значительнее, чем больше степень обжатия. Высокая температура проката при волочении в инструменте (волоке) волочительного стана приводит к развитию процессов старения, вызывающих снижение пластических характеристик, возникновению температурных напряжений в нем, образованию участков мартенсита на поверхности проволоки, снижению стойкости инструмента, окислению смазки и повышению коэффициента трения при волочении и, как следствие, возникновению неблагоприятных условий для процесса деформации и качества конечного продукта – калиброванного проката.

Калиброванный прокат, используемый для холодной высадки метизных изделий, после всех технологических переработок не должен относиться к категории материалов, которые трудно деформируются. К трудно деформируемому металлу относятся стали, обладающие повышенным сопротивлением деформации, что определяет повышенные нагрузки на обрабатывающий и давящий инструмент. В процессе деформирования проката происходят изменения структуры разных уровней, сопровождаемые, в частности, формированием дефектности, которая на макроуровне проявляется в снижении плотности, а на субмикроуровне – в увеличении искажений кристаллической решетки.

Волочение является основным видом деформации при подготовке проката к объемной штамповке. Схематический процесс волочения показан на рис. 3.1.

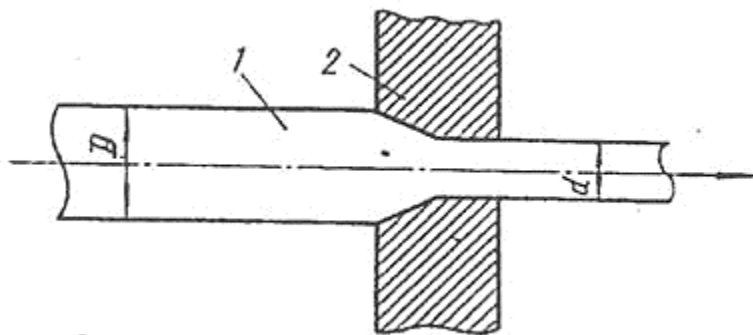


Рис. 3.1. Схема волочения круглого проката:

1 – горячекатаный прокат; 2 – волока;

D – диаметр горячекатаного проката; d – диаметр калиброванного проката

Калиброванный прокат получает неоднородное деформационное упрочнение и наклеп при его течении в конической матрице в процессе волочения. В результате холодной деформации прочностные характеристики калиброванного проката с ростом степени обжатия повышаются (упрочнение и наклеп), а пластические характеристики уменьшаются.

При степенях обжатия более 30% прокат упрочняется в процессе волочения практически одинаково (или равномерно) по всему поперечному сечению протянутого прутка, что показано в работе путем определения твердости в меридиональной плоскости шлифов. При назначении меньших обжатий (от 5 до 15%) проката уменьшаются работа и мощность пластической деформации, однако заготовки болтов имеют низкую изгибную жесткость. Поэтому целесообразно назначать степени обжатия проката вблизи предельного значения, когда обеспечиваются повышенные механические характеристики калиброванного проката и получаемых из него стержневых деформируемых заготовок при их высокой изгибной жесткости. Возможная степень обжатия проката зависит от пластических характеристик, которые во многом определяются его микроструктурой.

Наилучшие свойства достигаются при однородной мелкоглобулярной микроструктуре с равномерным распределением цементита в феррите. В стали с зернистым перлитом размеры глобулярных частиц цементита не изменяются даже после больших степеней обжатия, и пластическая деформация в основном за счет феррита. Это не вызывает распада цементита и, следовательно, проявление дефектности в виде охрупчивания и упрочнения, связанной с холодной пластической деформацией и переходом части атомов углерода в атмосферы на дислокациях.

Авторы провели исследования и утверждают, что относительное обжатие при волочении должно быть не менее 28-30%, а по некоторым данным, не менее 35%. Степень обжатия при волочении q (%) определяется как отношение $100(d_0^2 - d_k^2)/d_0^2$, где d_0^2 , d_k^2 - начальный и конечный диаметр образца. Автор изучил и построил экспериментальные кривые зависимости механических свойств от степени предварительной деформации при волочении, которые представлены на рис. 3.2.

Наилучшее сочетание механических характеристик (высокая пластичность и незначительное сопротивление пластической деформации) достигается при обжатии 5%. С увеличением обжатия до 10% наблюдаются интенсивный рост предела текучести и резкое снижение относительного удлинения. При обжатии 15% значительно возрастает предел прочности, а относительное удлинение продолжает уменьшаться. Дальнейшее увеличение обжатия до 60% вызывает непрерывный рост предела текучести и предела прочности.

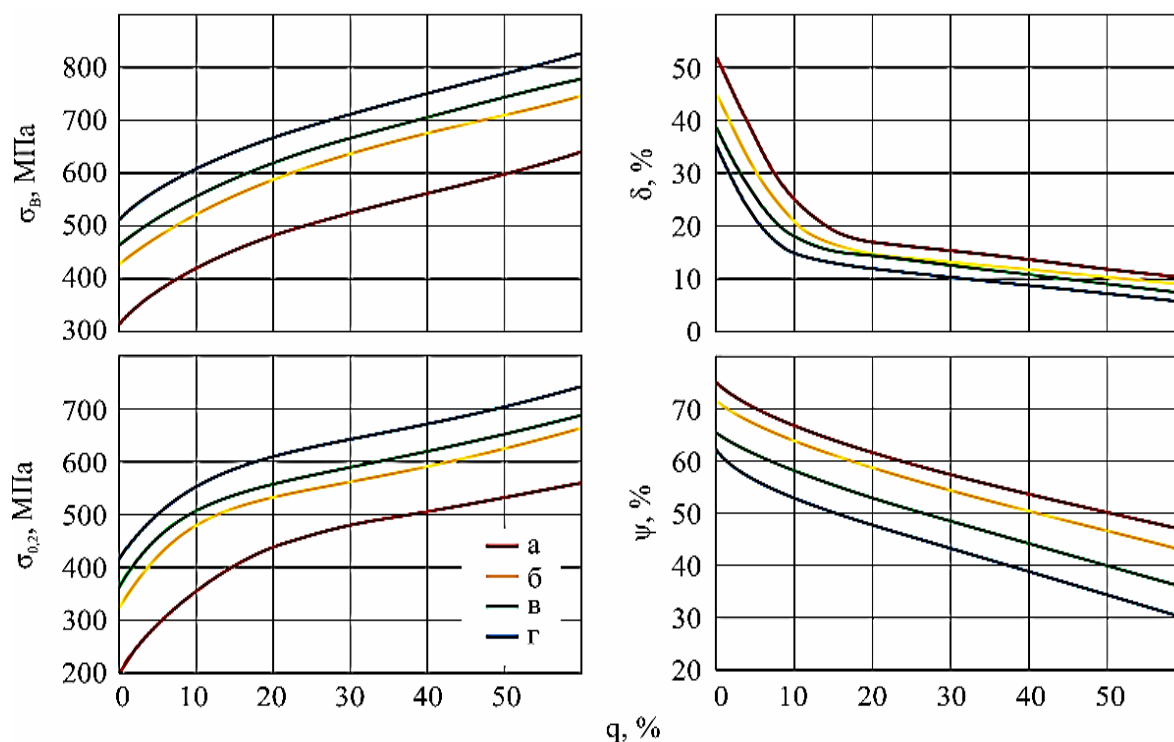


Рис. 3.2. Механические свойства сталей при растяжении в зависимости от степени обжатия при волочении q :
a – сталь 10кп; *б* – сталь 30; *в*, *г* – стали 40Х, 45

При этом, относительное удлинение медленно снижается, а относительное сужение находится на высоком уровне (60-58%) при обжатии до 25%, а после чего падает двумя ступенями в интервалах обжатия 25-35% и 40-60%. Пластические характеристики проволоки со структурой зернистого перлита в процессе волочения непрерывно снижаются и при $\epsilon > 40\%$ становятся ниже пластических характеристик проволоки, которая подвергалась термической операции патентирования. При этом нужно учитывать, что величина суммарной деформации (волочение + все переходы) при ХОШ на автоматах достигает 85%.

Считается, что для холодной высадки крепежных изделий одинаково нежелательно применение твердого (более НВ 290) и мягкого (менее НВ 160) калиброванного проката. Схема измерения твердости метизных изделий показана на рис. 3.3.

При изготовлении крепежных изделий из проката высокой твердости резко возрастают удельные усилия на инструмент, снижается его стойкость, появляются трещины на металле, ухудшается заполнение полости матрицы при ХОШ на прессах. При высадке болтовых изделий из «мягкого» проката ухудшается стойкость заготовки длинномерного болта, деформирование происходит неравномерно и металл быстро «налипает» на инструмент.

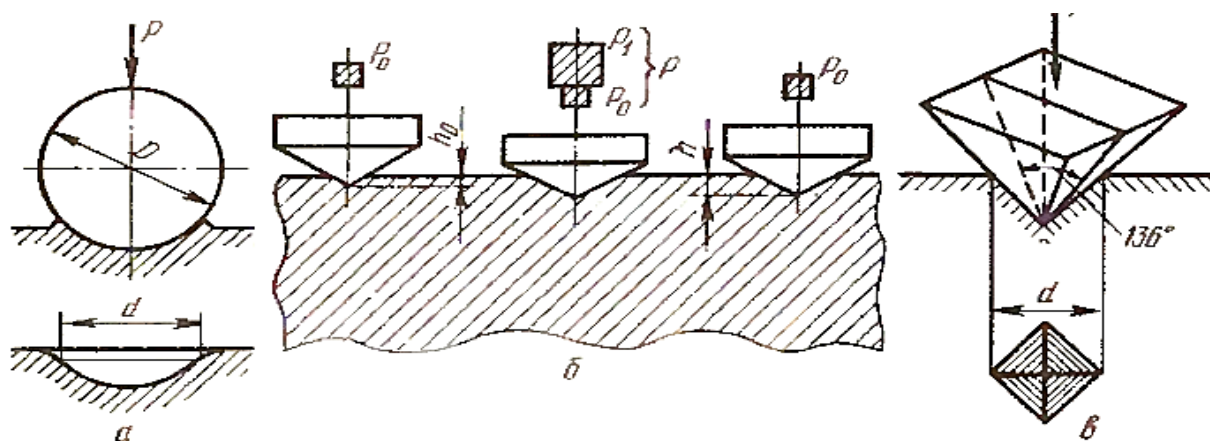


Рис. 3.3. Способы измерения твердости проката:
a – по Бриннелю; *б* – по Роквеллу; *в* – по Виккерсу

Рекомендуются следующие основные показатели калиброванного проката для дальнейшего изготовления из него метизов методом холодной штамповки:

- НВ от 170 до 280;
- $\sigma_{0,2} / \sigma_B = 0,6-0,72$ – данное соотношение зависит от химического состава;
- $\Psi \geq 60\%$ - прокат весьма пластичен; $50\% < \Psi < 60\%$ - прокат достаточно пластичен, $\Psi < 50\%$ - прокат непригоден для изготовления болтов методом ХОШ.

Отношение $\sigma_{0,2} / \sigma_B$ в значительной мере зависит от химического состава, режимов термообработки и волочения. При отношении предела текучести к пределу прочности в прокате, равное числу 0,9, наблюдается наилучшая величина такой важной эксплуатационной характеристики болтового изделия, как высокая релаксационная стойкость.

Величина относительного сужения проката считается основным показателем, который оказывает влияние на дальнейшее деформирование проката и изделие. Наилучшей пластичностью при холодной объемной штамповке обладает калиброванный прокат с относительным сужением 50-60%.

3.2. Влияние структуры металла на обеспечение технологической пластичности и прочности проката

Структура является основным звеном, которая связывает технологию материала и его поведение в эксплуатации. Горячекатаный прокат должен иметь оптимальную макро- и микроструктуру с целью успешного осуществления дальнейших технологических операций по изготовлению

из него изделий методом ХОШ. Макроструктура стали должна быть однородной, без усадочных рыхлостей, расслоений, неметаллических включений. Она не должна иметь пор, пузырей, трещин, ликвационной зоны, флокенов и других дефектов, которые можно определить невооруженным глазом на поперечных темплатах образцов после травления. Площадь ликвационной зоны не должна превышать 40% поперечного сечения заготовки, в противном случае на головках болтов могут образовываться трещины, а при накатывании резьбы – расслоения.

Макроструктура легированной стали должна соответствовать ГОСТ 4543-71, а углеродистой – ГОСТ 1050-88. Величина аустенитного зерна в легированной стали должна быть не крупнее номера 5. Эталонная шкала баллов для оценки размера зерна стали показана на рис. 3.4.

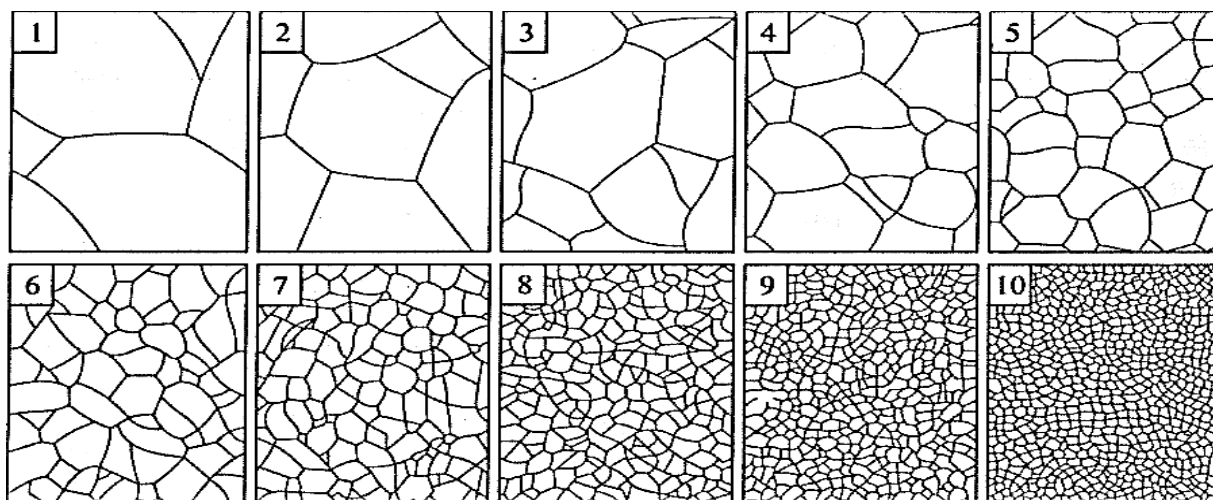


Рис. 3.4. Эталонная шкала баллов для оценки размера зерна стали

Характер микроструктуры проката после волочения и термической обработки, применяющейся для ХОШ, влияет на протекание технологического процесса и качество изделий.

Для обеспечения исключения появления трещин и разрывов горячекатаный прокат в состоянии поставки должен иметь однородную микроструктуру, в которой не допускаются полосчатость, структурно-свободный цементит, расположенный по границам зерен в виде скоплений или сетки. Микроструктура калиброванного проката стали марок 30, 35, 40, 45, 35Х, 38ХА и 40Х не должна иметь грубопластинчатого перлита, игольчатости и видманштеттовой структуры, поскольку они резко снижают пластичность и ударную вязкость стали. Видманштеттова структура стали показана на рис. 3.5. Это признак перегрева исходной заготовки металлопроката.

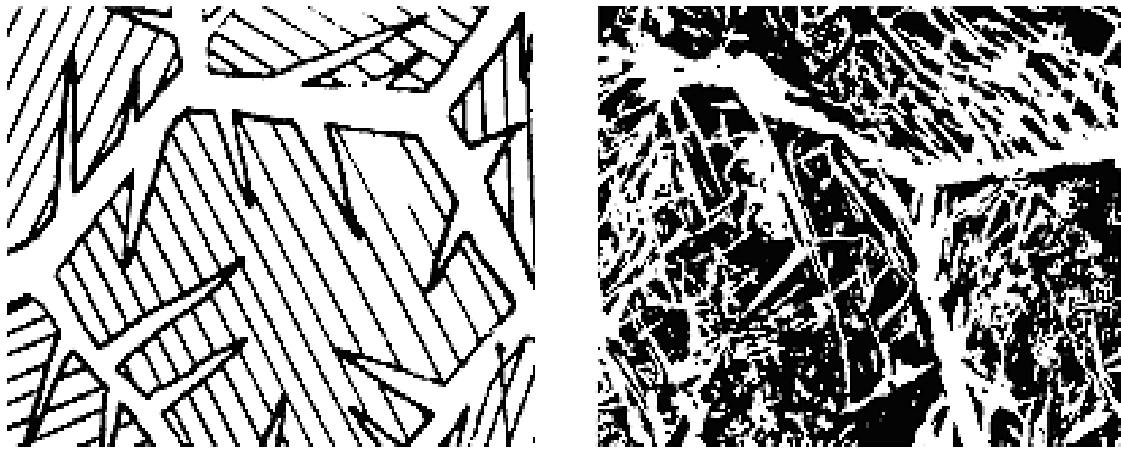


Рис. 3.5. Видманштеттова структура стали

К прокату, используемому для холодной высадки, предъявляются дополнительные требования: к поперечному относительному сужению (от 50% и выше), макро – и микроструктуре, размеру зерна, глубине обезуглероженного слоя, ограничению содержания кремния в спокойных сталях 35, 40, 45, 35Х, 38ХА и 40Х.

При волочении проката в холодном состоянии с содержанием углерода свыше 0,2% (стали 35, 40, 45), а также легированных конструкционных сталей (35Х, 38ХА, 40Х.), большое влияние оказывают размер и ориентировка зерен и структура стали. При значительном размере зерен структуры проката, используемого для ХОШ, возможны скалывание и расслоение головки болтов и гаек. При очень мелком зерне возрастает усилие деформации.

Для этих сталей при высадке болтовых изделий наиболее благоприятной является структура, определяемая числом зернистого перлита 70-80. Получение необходимого номера зерна феррита и твердости является наиболее важной характеристикой поведения проката при изготовлении болтовых изделий. Для этого необходимо поддерживать химический состав стали в более узких пределах (особенно по углероду). Следует отметить, что как у малоуглеродистых, так и у высокоуглеродистых сталей недопустима полосчатость структуры, которая показана на рис. 3.6.

Обычно в структуре малоуглеродистой стали встречается структурно-свободный цементит, который образуется в горячекатаном прокате при изготовлении на металлургическом комбинате с последующим замедленным охлаждением или при длительном отжиге стали в термических печах.

Расположение структурно-свободного цементита по границам зерен в виде вкраплений или в виде сетки способствует резкому ухудшению пластичности калиброванного проката и появлению трещин на изделиях, а также поперечному расслаиванию головок болтов.

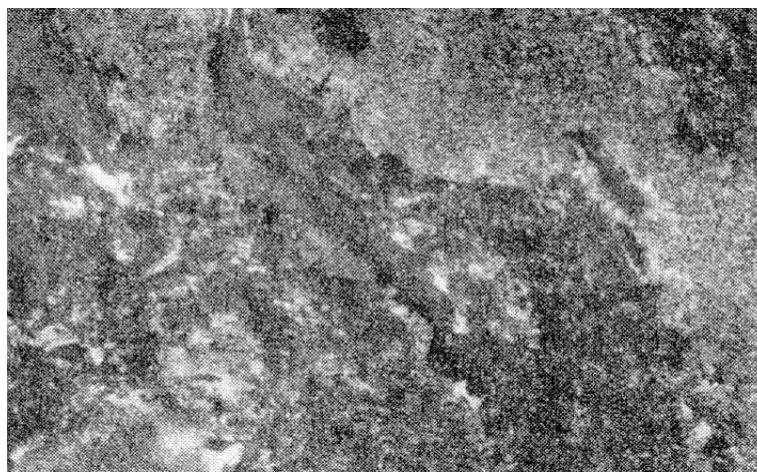


Рис. 3.6. Полосчатость структуры стали

На многих предприятиях метизной направленности существует правило, что для холодной высадки необходимо применять только калиброванный прокат с микроструктурой 100%-ного зернистого перлита, так как данная структура способна воспринимать большие пластические сдвиги. В то же время авторы убеждены, что уже наличие зернистого перлита 60% обеспечивает требуемую технологическую пластичность.

Известный металлург А.И. Гуляев считал, что оптимальной деформируемостью в холодном состоянии обладает калиброванный прокат со структурой зернистого перлита (не менее 80%) балла зерна 5-7 и относительным сужением не менее 50-60%. Данная структура показана на рис. 3.6. При производстве болтов методом ХОШ они испытывают деформацию до 75-80%. Ускорение сфероидизации достигается предварительным волочением проката с последующей рекристаллизацией в определенном для каждой стали температурном интервале.

По опытным данным, структура, состоящая из 100%-ного зернистого перлита, получается после непродолжительного отжига горячекатаного проката в течение 7-9 ч.

Существует несколько способов получения зернистого перлита в доэвтектоидных сталях:

- нагрев выше критической точки A_{c1} (надкритический отжиг);
- нагрев ниже критической точки A_{c1} (субкритический отжиг);
- отжиг после холодной пластической деформации (рекристаллизационный);
- изотермический отжиг;
- маятниковый отжиг;
- термоциклический отжиг.

Для полной сфероидизации перлита в доэвтектоидных сталях требуется выдержка в течение 100 ч, что экономически нецелесообразно.

Следует отметить, что в волочильном производстве широко используется изготовление высоконагартованной проволоки. Для этих целей используют технологические операции патентирования и волочения проволоки на волочильном оборудовании. Патентирование позволяет получать в проволоке сорбитообразную перлитную структуру, которая приведена на рис. 3.7, и после операции волочения можно добиться высоких прочностных и пластических характеристик.

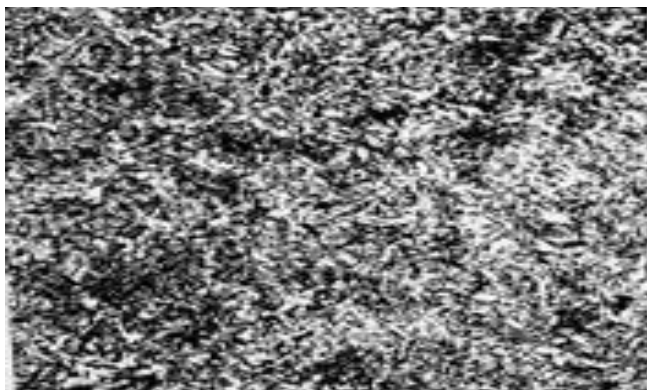


Рис. 3.7. Микроструктура сорбит патентирования x500

3.3. Влияние поверхностных дефектов проката на качество метизов

Эксплуатационные показатели проката, предназначенного для изготовления метизных изделий, формируются на всех стадиях металлургического передела. Начинается он с выбора шихтовых материалов для выплавки металла и заканчивается обработкой готовой проволоки.

Наряду с применением высокопрочных метизных изделий традиционной формы, внедрением новых прогрессивных конструкций, актуальной задачей остается производство изделий без внутренних дефектов и дефектов поверхности. Например, для изготовления длиномерных болтов требуется качественный горячекатаный прокат с осадкой не менее 1/2 первоначальной высоты образца, а готовый к высадке калиброванный прокат должен выдерживать осадку до 1/3 первоначальной высоты образца. Схема испытания образцов на осадку показана на рис. 3.8.

Выпуск качественной метизной продукции зависит от большого количества факторов:

- от качества исходного проката;
- технологии изготовления изделий;
- характера нагрузки;
- степени деформации;
- состояния оборудования;
- квалификации обслуживающего персонала.

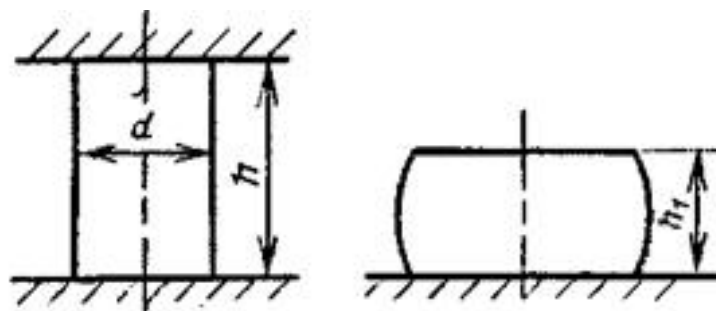


Рис. 3.8. Схема испытания образцов на осадку до требуемой высоты:

d – исходный диаметр образца; h – исходная высота образца;

h_1 – высота образца после осадки

Материал, применяемый для изготовления метизной продукции методом ХОШ, должен обладать достаточной прочностью и пластичностью, равномерными механическими характеристиками в соответствии с требованиями ГОСТ 10702-78, химическим составом, а также не должен иметь поверхностных и внутренних дефектов. Если эти условия выполняются, то использование калиброванного проката при производстве крепежных изделий позволяет достичь коэффициента использования металла 95-98%.

К поверхностным дефектам проката относят раскатные газовые пузыри, волосовины, трещины, закаты, которые показаны на рис. 3.9, и многие другие.

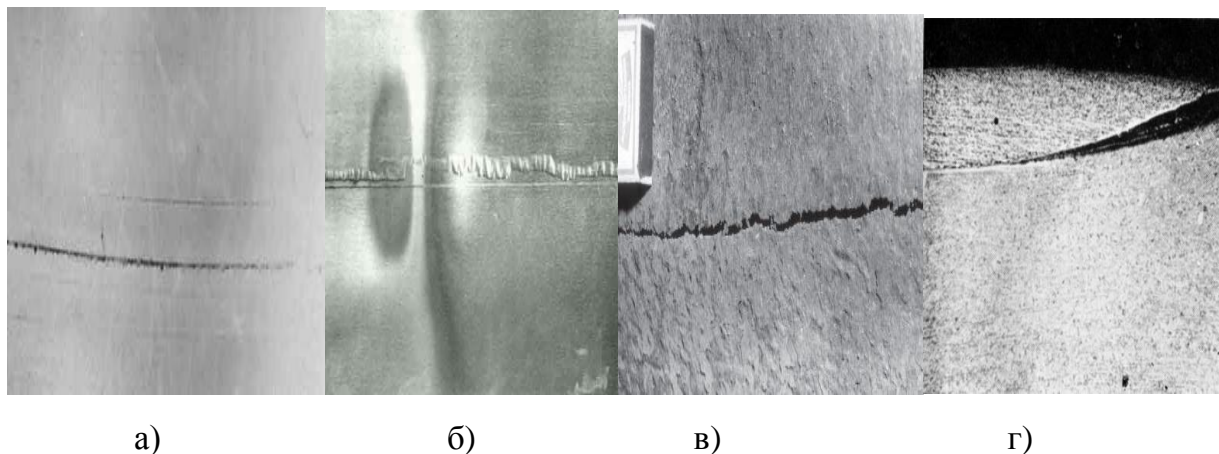


Рис. 3.9. Поверхностные дефекты проката:

a – волосовина; b – газовый пузырь; c – трещина; d – закат

Также дефектом поверхности металлопроката является образование обезуглероженного слоя, который существенно ухудшает механические свойства в поверхностных слоях проката. Такая поверхность становится восприимчивой к образованию рисок, задигов, царапин при волочении и холодной высадке. Характерная поверхность с обезуглероженным слоем проката показана на рис. 3.10.

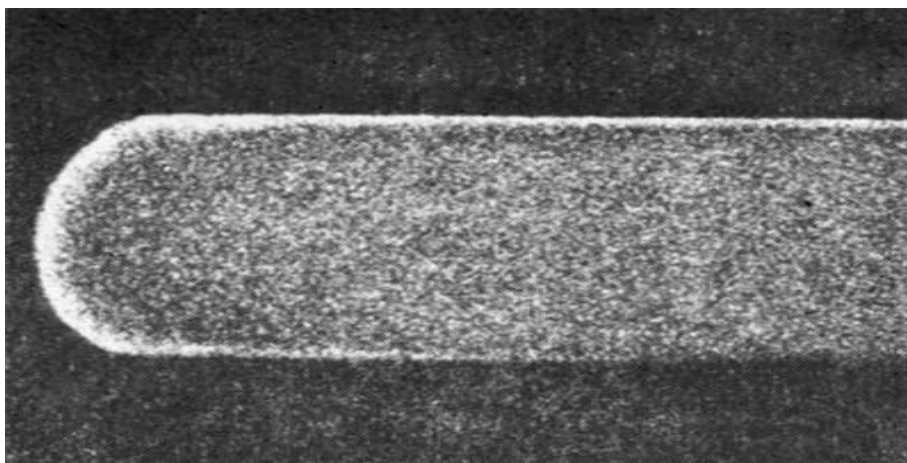


Рис. 3.10. Обезуглероженная поверхность проката

По своему характеру дефекты на поверхности горячекатаного проката, поступающего с металлургических комбинатов, могут быть металлургического (при выплавке и разливке стали, охлаждении слитков), прокатного (при деформации и охлаждении проката) и волочильного (при волочении проката) происхождения.

Высокотемпературный нагрев заготовки в металлургических печах перед прокаткой вызывает интенсивное развитие газовой коррозии на его поверхности, следствием которой на поверхности проката появляется окалина и в том числе на поверхности горячекатаного проката, которая изображена на рис. 3.11.



Рис. 3.11. Окалина на поверхности горячекатаного проката

В этом случае не исключен процесс обеднения поверхностных слоев углеродом, перераспределение легирующих элементов в этих слоях (угар легкоокисляемых элементов и повышение концентрации относительно инертных к кислороду элементов).

Если на слитке пороки полностью не удалены, то при прокатке на стане они переходят на блюмы (слябы), заготовки, далее на поверхность горячекатаного и калиброванного проката и далее на готовую продукцию.

Немаловажным техническим дефектом при производстве крепежа является высокая степень деформации (до 88%) в процессе холодной объемной штамповки, так как трещины исходного проката, не лежащие на поверхности, распространяются на штампуемом изделии в результате максимальных касательных напряжений. Чаще всего трещины, возникающие при холодной штамповке, параллельны оси подката, а трещины, возникающие при отделочных операциях, перпендикулярны его оси.

Даже при соблюдении всех технологических требований и рекомендаций по структуре и механическим характеристикам исходного проката еще не гарантируется отсутствие брака готовых метизных изделий при обработке холодным деформированием.

Кроме того, распространенным видом дефектов металлургического происхождения являются неметаллические включения, показанные на рис. 3.12. Данные включения представляют собой частицы шлака и огнеупоров.



Рис. 3.12. Неметаллические включения на поверхности стальных изделий

При выпуске расплавленного металла из печи в ковш и из ковша в изложницу шлак механически извлекается струей металла из футеровки печи или изложницы. Это основной путь попадания частиц огнеупорного материала в сталь.

Дальнейшая обработка круглого проката холодным пластическим деформированием показывает, что трещины образуются в местах наибольших скоплений неметаллических включений даже при самых благоприятных механических свойствах и микроструктуре. Поэтому одна из проблем изготовления качественного калиброванного проката - максимально исключить содержание в нем неметаллических включений.

Причиной образования трещин при волочении и холодной штамповке со степенью деформации от 40% и более могут также являться дефекты сталеплавильного (при разливке и охлаждении слитков) и прокатного (при деформации и охлаждении проката) происхождения. Большое влияние на

деформируемость сталей оказывает вид раскислителя. Раскисление алюминием резко сокращает брак по трещинам.

3.4. Термическая обработка как основной способ формирования механических характеристик проката

Термическая обработка является самым распространенным в современной технике способом изменения свойств металлов и сплавов. Термический отжиг металлопроката производится в печах различной конструкции. Один из видов таких печей показан на рис. 3.13.



Рис. 3.13. Термическая печь

Для получения требуемой структуры, оптимальных прочностных показателей, повышения пластичности проката до величин, при которых обеспечиваются стабильная работа без перегрузок, высокая стойкость инструмента, применяют термическую обработку.

Выбор режима термической обработки определяется химическим составом и структурой обрабатываемого проката, требованиями холодной штамповки и эксплуатационными требованиями к метизным изделиям.

Функциональным назначением термической обработки является достижение требуемых потребительских свойств калиброванного проката: служебных (проявляющихся в эксплуатации готовых болтовых изделий) и технологических, необходимых для получения изделия с минимальными затратами.

Температуру нагрева и время выдержки проката следует принимать наименьшими при условии стабильного получения заданных структур и свойств. С возрастанием этих параметров различные физико-химические явления на поверхности раздела проката и атмосферы, в том числе окисление, обезуглероживание, насыщение водородом, отрицательно отражающиеся на процессе последующей пластической деформации и снижающие качество болтовых изделий, проходят интенсивнее.

Атмосфера или среда, в которой происходит термообработка, не должны взаимодействовать с прокатом, а в случае взаимодействия (например окисления) его характер должен сочетаться с принятым циклом обработки, требованиям к болтам.

Термообработка делится на предварительную, промежуточную (между операциями волочения для снятия наклепа) и окончательную (для получения заданных механических характеристик и структуры проката).

Горячекатаный прокат без дополнительной термообработки имеет неоднородную структуру, прочностные и пластические характеристики его нестабильны. Такой прокат после горячей прокатки на прокатном стане (на металлургическом комбинате) имеет заметные следы упрочнения. Применение проката без дополнительной термической обработки при волочении и высадке метизных крепежных изделий приводит к повышению удельных нагрузок на 15-20%, что значительно ограничивает возможности изготовления из него различного крепежа. Обычно для сложных по форме изделий практикуется проводить термообработку калиброванного проката с целью получения необходимой пластичности и снижения удельных усилий.

Предварительная термообработка горячекатаного проката может проводиться на металлургических или метизных предприятиях, занимающихся изготовлением крепежа методом холодной объемной штамповки. Наибольшее снижение удельных усилий при высадке достигается при получении крупнозернистой структуры. Необходимо учитывать, что пластичность с увеличением размера зерна уменьшается. После волочения проката на стане через волочильный инструмент меняется его структура. При последующем отжиге в печах такого калиброванного металла в области критических степеней деформации у низкоуглеродистых сталей происходит интенсивный рост зерна в поверхностном слое.

Применение индукционного нагрева калиброванного проката из низкоуглеродистых и микролегированных бором сталей позволяет получать комплекс свойств, соответствующих термоупрочненным легированным сталям, что невозможно при печном нагреве, и обеспечивать высокую точность поддержания температурного режима, а следовательно, однородную микроструктуру и оптимальные механические свойства.

Термическая обработка, осуществляемая после холодной деформации, не всегда приводит к полному устранению дефектов структуры. При значительных степенях деформации возможно возникновение энергетически устойчивых дефектов структуры стали, не залечивающихся при восстановительном отжиге.

Обезуглероживание при нагреве происходит в результате взаимодействия окисляющих газов с углеродом, который находится в виде твердого раствора или карбида железа Fe_3C . Скорость обезуглероживания определяется главным образом процессом двусторонней диффузии, происходящей под воздействием разности концентраций сред. С одной стороны, обезуглероживающие газы диффундируют к поверхностному слою стали, а с другой, – образующиеся газообразные продукты движутся в обратном направлении. Помимо этого, углерод из внутренних слоев металла перемещается в поверхностный слой.

Обезуглероживание и окалинообразование существенно снижают механические свойства в поверхностных слоях проката, что приводит к срыву резьбы при механических испытаниях болтовых изделий. Остаточная окалина из-за недостаточно качественного ее удаления приводит к быстрому износу инструмента, снижению блеска и увеличению шероховатости поверхности проволоки. В качестве термической обработки при изготовлении холоднотянутой проволоки применяют изотермическую обработку, которая получила название патентирование.

Основы патентирования были разработаны С.С. Штейнбергом и его сотрудниками. Данный вид термической обработки заключается в нагреве стали выше A_s на $100-250^\circ C$, переохлаждении аустенита до температуры $400-600^\circ C$ в селитровой ванне и последующем охлаждении на воздухе. Эти операции могут осуществляться при непрерывном прохождении калиброванного проката через нагревательную печь и ванну с расплавом соли. В результате проведения операция патентирования структура проката представляет собой однородную смесь высокодисперсного цементита в форме пластинок (стали).

После патентирования и последующего волочения калиброванный прокат имеет высокую прочность при достаточном уровне пластичности. На метизных предприятиях находит распространение способ обработки проката в псевдосжиженном слое, который целесообразно применять для стали с содержанием углерода $0,4-0,85\%$, когда необходимо получить равномерную структуру тонкопластинчатого перлита (сорбита).

Контрольные вопросы

1. Вызывает ли пластическая деформация повышение сопротивления деформации?
2. Для каких целей используют операцию волочения проката?
3. При каких степенях обжатия прокат упрочняется в процессе волочения практически одинаково по всему поперечному сечению?
4. С какой целью целесообразно назначать степени обжатия проката вблизи предельных его значений?
5. При каких значениях обжатия достигается наилучшее сочетание высокой пластичности и незначительное сопротивление пластической деформации калиброванного проката?
6. Какой твердости нежелательно применять калиброванный прокат для холодной высадки?
7. Какой наилучшей пластичностью обладает прокат для ХОШ?
8. Можно ли использовать для холодной высадки стальной прокат с величиной действительного зерна крупнее номера 5?
9. Какая микроструктура стали наиболее оптимальна для холодной объемной штамповки метизных изделий?
10. Влияют ли поверхностные дефекты калиброванного проката на качество длинномерных болтов, которые изготавливаются методом ХОШ?
11. Возможно ли применение проката без дополнительной термической обработки при волочении и высадке метизных крепежных изделий?

4. ОБЩИЙ АНАЛИЗ ОПАСНЫХ И ВРЕДНЫХ ФАКТОРОВ В МЕТИЗНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

4.1. Опасные условия и опасные действия под действием опасных и вредных факторов

Состояние системы «человек – среда обитания» может быть различным: «человек – машина – биосфера», «человек – производственная среда», «человек – социальная среда» и т.п. Во всех вариантах системы «человек – среда обитания» постоянным компонентом является человек, а среда обитания определяется его выбором. Универсальным свойством взаимодействия человека со средой обитания является опасность (рис. 4.1).

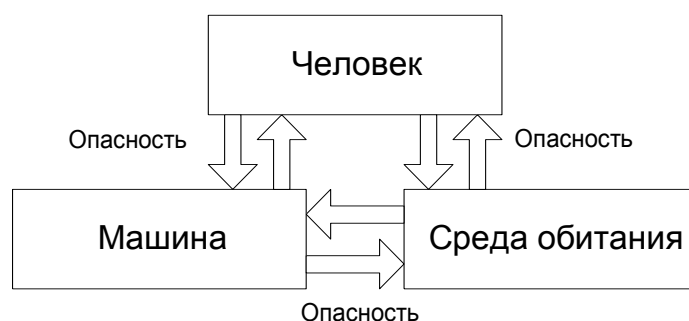


Рис. 4.1. Система «человек – среда обитания»

Опасность занимает центральное место, как в сфере безопасности жизнедеятельности в техносфере, так и производственной безопасности. Под опасностью понимают явления, процессы, объекты, способные вызывать нежелательные последствия непосредственно или косвенно. Можно отметить, что опасность – это следствие определенных негативных факторов на определенный объект воздействия.

При несоответствии характеристик воздействующих факторов характеристикам объекта воздействия и появляется феномен опасности. Например, токсичные примеси в воздухе рабочей зоны, оголенные проводники электрического тока, находящиеся под напряжением, высокая температура воздуха рабочей зоны и т.д.

Опасность – это свойство, внутренне присуще сложной производственной системе. Она может реализоваться в виде прямого или косвенного ущерба для объекта воздействия постепенно или внезапно.

Потенциальная опасность может быть реализована воздействием на человека техническими или экологическими системами. Определяющими причинами является возможность непосредственного отрицательного воздействия на конкретный объект. Возможность способствует нарушению

нормального состояния элементов производственного процесса, в результате которого могут возникнуть аварии, пожары, взрывы и травмы. Наличие хотя бы одного из указанных признаков является достаточным для отнесения факторов к разделу опасных и вредных.

Производственная травма характеризуется множеством причинных факторов, из которых можно выделить два наиболее опасных: опасные условия и опасные действия. Опасные условия при производстве проката и крепежных изделий характеризуются действием на работников опасных и вредных производственных факторов, присущих всем видам производств. Опасные условия производственной среды исключаются путем разработки, создания и внедрения наиболее рационального технологического процесса с использованием совершенного и безопасного оборудования.

Опасные действия - такие, которые не соответствуют нормам профессиональных и безопасных требований, предъявляемых к определенной категории рабочих. Наиболее распространенные опасные действия, приводящие к травмам персонала, при переработке калиброванного проката и крепежных изделий:

- несоблюдение требований инструкций по охране труда, технических описаний и инструкций по эксплуатации;
- работа без средств индивидуальной защиты или в специальной одежде, не соответствующей требованиям инструкций по охране труда;
- выполнение работ в состоянии алкогольного или наркотического опьянения.

Все опасные и вредные производственные факторы регламентируются согласно требованиям ГОСТ 12.0.003-74 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация». К опасным и вредным факторам при производстве метизных изделий относятся:

- движущиеся части производственного оборудования; заготовки и изделия, которые транспортируются;
- движущиеся машины и механизмы;
- повышенные уровни запыленности и загазованности;
- повышенные уровни вибрации и шума;
- электрический ток;
- острые кромки, заусенцы на поверхности заготовок, инструментов и оборудования;
- прямая и отраженная лучистая энергия при электросварке и испытании готовых электродов и порошковых проволок;
- повышенная температура поверхностей производственного оборудования и материалов;

- взрывопожароопасные и химические активные вредные вещества.

В помещениях, где размещены оборудование для производства металлических изделий, микроклиматические условия и освещения должны соответствовать требованиям СНиПов микроклимата производственных помещений и требованиям ГОСТ 12.2.003-91 «ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности».

Уровни вибрации, влияющие на производственный персонал, должны соответствовать требованиям норм допустимой вибрации согласно ГОСТ 12.1.012-2004 «Вибрационная безопасность. Общие требования». Весь нормируемый частотный диапазон вибрации заключен в 11 октавных полосах со следующими среднегеометрическими значениями – f_{cp} и показан в табл. 4.1. Частотные полосы (спектры) сформированы по принципу $f_1/f_2 = 2$, и начиная с 8-й полосы, третий знак сделан кратным 5 или 0. При больших частотах $f > 1400$ Гц любая вибрация действует отрицательно на человека и не нормируется, то есть она не допускается.

Таблица 4.1

Нормируемый частотный диапазон вибрации

f_{cp} , Гц	1	2	4	8	16	31,5	63	125	250	500	1000
f_1 , Гц	0,8	1,4	2,8	5,6	11,2	22,4	45	90	180	335	710
f_2 , Гц	1,4	2,8	5,6	11,2	22,4	45	90	180	335	710	1400

Гигиеническое нормирование вибрации – это допустимый с точки зрения безопасности здоровью уровень виброскорости U_m , который воздействует на производственный персонал, при общей и локальной вибрациях. Полоса с частотой $f_{cp} = 63$ Гц считается базовой, при этом вибрации в других полосах сравнивают с вибрацией в базовой полосе. Из рис. 4.2 и рис. 4.3 видно, что наибольшую опасность представляет общая вибрация, действующая на весь организм, так как допустимая область общей вибрации и по абсолютным значениям уровней виброскорости и по площади, занимаемой на графике, значительно меньше тех же параметров в локальной вибрации.

Некоторые критические величины вибрации, которые могут действовать на человека: $f = 0.7$ Гц – морская болезнь, $f = 6...9$ Гц – резонанс внутренних органов, $f = 25$ Гц – резонанс головы человека.

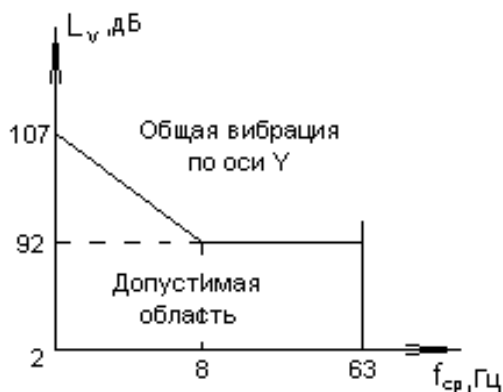


Рис. 4.2. Общая вибрация



Рис. 4.3. Локальная вибрация

Уровни шума, влияющие на работников, должны соответствовать требованиям норм допустимого шума, ультразвука и инфразвука и ГОСТ 12.1.003-83 «Шум. Общие требования безопасности». Так, по временным характеристикам шум подразделяется на постоянные, уровень звука которых за 8-часовой рабочий день изменяется не более чем на 5 дБ, и непостоянные, для которых это изменение более 5 дБ. Непостоянные шум подразделяются на колеблющиеся, прерывистые и импульсные. Допустимые уровни шума установлены ГОСТ 12.1.003-83 в зависимости от характера шума для различных помещений, а также СН 2.2 4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки». Широкополосный, постоянный шум нормируется предельным спектром (ПС) – это совокупность допустимых уровней звукового давления в октавных полосах частот (табл. 4.2)

Таблица 4.2

Предельно допустимые уровни шума

Вид трудовой деятельности	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами									Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Творческая деятельность, проектирование, программирование, обучение и т.д.	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50
На постоянных рабочих местах в производственных помещениях и на территории предприятий	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Эргономические требования к рабочим местам при выполнении работ сидя должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.032-78 «Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования». Зона досягаемости моторного поля в вертикальной плоскости при работе сидя показана на рис. 4.4. При выполнении работ стоя эргономические требования к рабочим местам должны соответствовать ГОСТ 12.2.033-78 «Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования» и показаны на рис. 4.5.

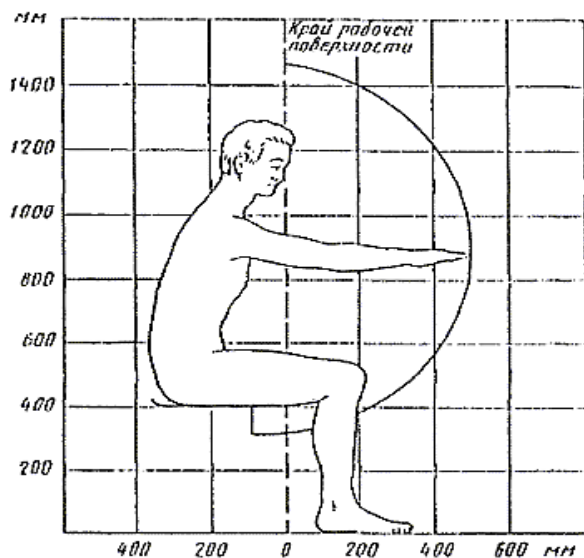


Рис. 4.4. Зона досягаемости моторного моторного поля в вертикальной плоскости при работе сидя

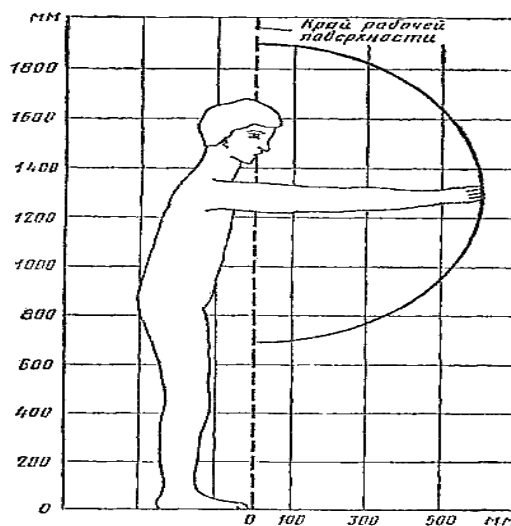


Рис. 4.5. Зона досягаемости поля в вертикальной плоскости при работе стоя

Содержание вредных веществ, величины лучистого и конвекционного тепла, метеорологические параметры воздуха на рабочих местах производственных помещений не должны превышать значений, указанных в ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».

Все действующие предприятия по изготовлению метизов должны иметь утвержденные работодателем инструкции: технологические и по охране труда для работников каждой профессии. В каждом структурном подразделении предприятия должен быть утвержден работодателем перечень действующих инструкций по охране труда. Технологические инструкции для работников должны содержать требования, обеспечивающие безопасное ведение технологических процессов согласно ГОСТ 3.1120-83 «Общие правила отражения и оформления требований безопасности труда в технологической документации».

Работодатель обязан организовывать проведение предварительного (при трудоустройстве) и периодического (в течение трудовой деятельно-

сти) медицинских осмотров работников, занятых на тяжелых работах, работах с вредными или опасными условиями труда. Все работники во время устройства на работу и периодически в течение трудовой деятельности должны проходить медицинские осмотры в соответствии с «Порядком проведения медицинских осмотров» работников определенных категорий.

Работники, эксплуатирующие и обслуживающие электросети и электрооборудование, должны соблюдать требования «Правил устройства электроустановок». Работодатель обязан обеспечить всех работников цехов по производству метизов специальной одеждой, специальной обувью, средствами индивидуальной защиты и предохранительными устройствами в соответствии с нормами бесплатной выдачи специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты каждой категории работающих.

Контроль содержания в воздухе рабочей зоны вредных и взрывоопасных веществ должен осуществляться работниками санитарной лаборатории по графику, утвержденному работодателем в соответствии с ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».

Вредные вещества, выделяющиеся при выполнении производственных процессов по переработке горячекатаного проката и изготовлению метизных изделий, по-разному воздействуют на организм человека, то есть характер их действия различен. Вещества могут быть: общетоксичные, вызывающие отравление всего организма; раздражающего действия, вызывающие раздражение дыхательных путей; канцерогенные, вызывающие раковые заболевания; мутагенные, приводящие к изменению наследственности; вещества, влияющие на репродуктивную (детородную функцию). Вредные вещества по степени воздействия делятся на следующие классы:

- 1-й – чрезвычайно опасные;
- 2-й – высоко опасные;
- 3-й – умеренно опасные;
- 4-й – мало опасные.

Класс опасности вредных веществ устанавливают в зависимости от норм и показателей, указанных в табл. 4.3.

Отнесение вредного вещества к классу опасности производят по показателю, значение которого соответствует наиболее высокому классу опасности. В ГОСТ 12.1.005-88 также указывается агрегатное состояние вещества в условиях производства в виде аэрозоля или пара. В том числе указываются особенности действия на организм производственного персонала.

Класс опасности вредных веществ

Наименование показателя	Норма для класса опасности			
	1-го	2-го	3-го	4-го
Предельно допустимая концентрация (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны, мг/куб.м	Менее 0,1	0,1-10	1,1-10,0	Более 10,0
Средняя смертельная доза при введении в желудок, мг/кг	Менее 15	15-150	151-5000	Более 5000
Средняя смертельная доза при нанесении на кожу, мг/кг	Менее 100	100-500	501-2500	Более 2500
Средняя смертельная концентрация в воздухе, мг/куб.м	Менее 500	500-5000	5001-50000	Более 50000
Коэффициент возможности ингаляционного отравления (КВИО)	Более 300	300-30	29-3	Менее 3
Зона острого действия	Менее 6,0	6,0-18,0	18,1-54,0	Более 54,0
Зона хронического действия	Более 10,0	10,0-5,0	4,9-2,5	Менее 2,5

Защита работников от воздействия электростатических полей в производственных и подсобных помещениях должен обеспечиваться согласно требованиям ГОСТ 12.1.045-84 «Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля» и других действующих на текущий момент нормативно правовых актов. Допустимые уровни напряженности электростатических полей устанавливаются в зависимости от времени пребывания персонала на рабочих местах. Предельно допустимый уровень напряженности электростатических полей ($E_{пред}$) устанавливается равным 60 кВ/м в течение 1 ч.

4.2. Система управления безопасностью труда

Управление представляет собой замкнутый целенаправленный процесс, в котором участвуют орган управления и объект управления; между ними устанавливаются определенные связи. По линиям связи передается информация о состоянии объекта управления. На основании этой информации орган управления вырабатывает соответствующее управляющее воздействие. Это воздействие вызывает изменение объекта управления, о чем сообщается в орган управления. На основании этой информации вырабатываются новые управляющие воздействия и т.д.

Второе направление называется *ретроспективным*, заключается в анализе обстоятельств, выяснении причин неблагоприятных последствий и планировании управляющих воздействий для их устранения. Реализация этих воздействий приводит более высокому уровню безопасности на производственном предприятии.

В соответствии со ст. 225 Трудового кодекса Российской Федерации все работники организации, в том числе ее руководитель, обязаны проходить обучение по охране труда и проверку знаний требований охраны труда в порядке, установленном Правительством Российской Федерации.

4.3. Обучение и проверка знаний по охране труда

Согласно Трудовому кодексу Российской Федерации (ст. 225), весь персонал предприятия (в т.ч. и первый руководитель), производящее метизные изделия, должен пройти обучение по вопросам охраны труда и проверку знаний требований охраны труда в порядке, установленном Правительством Российской Федерации. Порядок обучения утвержден постановлением Министерства труда и социального развития Российской Федерации и Министерства образования Российской Федерации от 13.01.2003 № 1/29 «Об утверждении Порядка обучения и проверки знаний требований охраны труда работников организаций». Работодатель метизного предприятия или уполномоченное им лицо, утвержденное приказом по предприятию, должен организовать в течение месяца обучение безопасным приемам и методам выполнения работ после приема на работу всех вновь поступающих и лиц, переведенных на другую работу. Кроме того, такое же обучение вопросам охраны труда проводится при подготовке и переподготовке работников рабочих профессий, и обучении их другим рабочим профессиям, в том числе и смежным.

Обучение персонала - это основной путь получения профессионального образования. Это целенаправленно организованный, планомерно и систематически осуществляемый процесс овладения знаниями, умениями, навыками и способами общения под производством опытных преподавателей, наставников, специалистов, руководителей. Различают три вида обучения персонала, которые показаны на рис. 4.7.

Работодатель (или уполномоченное им лицо) должен обеспечить обучение лиц, принимаемых на работу, с вредными или опасными условиями труда. При этом проводится обучение безопасным методам и приемам выполнения работ со стажировкой на рабочем месте и сдачей экзаменов, а в процессе трудовой деятельности – проведение периодического обучения по вопросам охраны труда и проверки знаний требований охраны труда.



Рис. 4.7. Виды обучения персонала

После обучения и проверки знаний работнику выдается удостоверение о проверки знаний требований охраны труда, которое показано на рис. 4.8.



Рис. 4.8. Удостоверение о проверки знаний требований охраны труда

Работники рабочих профессий, впервые поступившие на указанные работы либо имеющие перерыв в работе по профессиям (виду) работ более одного года, проходят обучение и проверку знаний требований охраны труда в течение первого месяца после назначения на эти работы. Порядок, форма, периодичность и продолжительность обучения по охране труда и проверки знаний требований охраны труда работников рабочих профессий устанавливаются работодателем предприятия (или уполномоченным им лицом) в соответствии с нормативными правовыми актами, регуливающими безопасность конкретные виды работ.

Кроме того, на работодателя предприятия по изготовлению метизных изделий, возлагается ответственность за организацию своевременного и качественного обучения и проверку знаний по охране труда, а также различных инструктажей, которые требуется проводить с работниками различных категорий. Процесс обучения персонала показан на рис. 4.9.



Рис. 4.9. Учебный класс

Обучение и инструктажи проводятся в соответствии с межотраслевыми (едиными) нормативными правовыми актами по охране труда и ГОСТ 12.0.004-90 ССБТ «Организация обучения безопасности труда. Общие положения».

Работодатель обязан определить профессии, должности и виды работ, требующие обучения и инструктаж по охране труда. Кроме того, обучение по охране труда является обязательным требованием при решении вопроса о выдаче вновь созданной организации лицензии, если ее деятельность подлежит лицензированию в соответствии с Федеральным законом от 04.05.2011 №99-ФЗ «О лицензировании отдельных видов деятельности».

4.4. Инструктажи по охране труда в цехах метизного производства

Для всех вновь поступающих на работу лиц, а также персонал, который переводится на другую работу, работодатель или уполномоченное им лицо, утвержденное приказом, обязан проводить инструктажи по охране труда и организовывать обучение безопасным методам и приемам выполнения работ. Инструктаж на метизных предприятиях по охране труда представляет собой мероприятие по кратковременному обучению работников требованиям безопасности труда. Проводятся различные виды инструктажей. По характеру и времени проведения инструктажи подразде-

ляются на вводный, первичный на рабочем месте, повторный, внеплановый и целевой (рис. 4.10).



Рис. 4.10. Виды инструктажей в метизном цеху

Вводный инструктаж проводится со всеми принимаемыми на работу лицами в метизную организацию, а также командированными в данную организацию работниками и работниками сторонних организаций, выполняющих работы на выделенном им участке, и другими лицами, которые участвуют в совместной производственной деятельности организации.

Вводный инструктаж проводит специалист по охране труда или работник, на которого приказом работодателя возложены эти обязанности по программе, разработанной на основании законодательных и иных нормативных правовых актов Российской Федерации с учетом специфики деятельности организации и утвержденной в установленном порядке работодателем. Инструктаж разрешается проводить с каждым персонально, так и с сформированной группой работников, как это показано на рис. 4.11.



Рис. 4.11. Проведение вводного инструктажа

Проведение инструктажа отмечается в журнале регистрации вводного инструктажа с подписью лица инструктирующего и инструктируемого. Журнал регистрации вводного инструктажа показан на рис. 4.12.

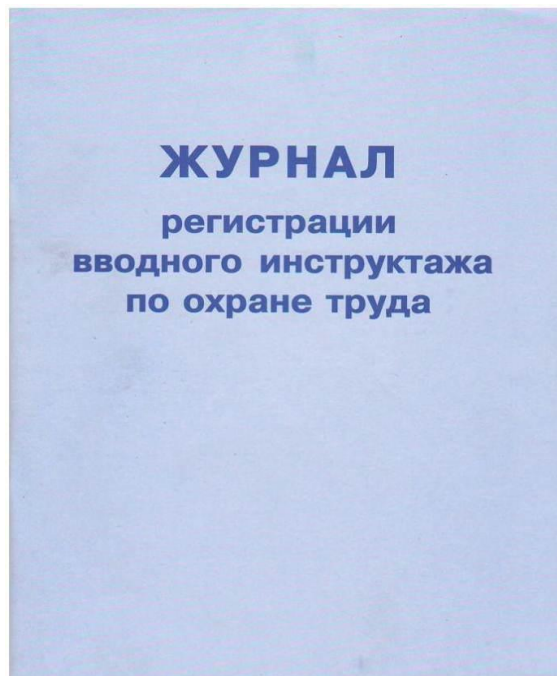


Рис. 4.12. Журнал регистрации вводного инструктажа

Первичный инструктаж на рабочем месте, а также повторный, внеплановый и целевой инструктажи проводятся непосредственным руководителем (производителем) работ (мастером, старшим мастером, начальником участка и др.), прошедшим в установленном порядке обучение по охране труда и проверку знаний требований охраны труда. Данный инструктаж включает в себя ознакомление работников с имеющимися опасными или вредными производственными факторами конкретного рабочего места или производственного участка, изучение требований охраны труда, содержащихся в локальных нормативных актах организации, инструкциях по охране труда, технической, эксплуатационной документации, а также применение безопасных методов и приемов выполнения работ.

Первичный инструктаж на рабочем месте метизного предприятия проводится до начала самостоятельной работы со следующими лицами:

- со всеми вновь принятыми на предприятие работниками, включая тех работников, которые выполняют работу на условиях трудового договора, заключенного на срок до двух месяцев или на период выполнения сезонных работ, в свободное от основной работы время

(совместители), а также на дому (надомники) с использованием материалов, инструментов и механизмов, выделяемых работодателем или приобретаемых ими за свой счет;

- с работниками организации, переведенными в установленном порядке из другого структурного подразделения, либо работниками, которым поручается выполнение новой для них работы;
- с командированными работниками сторонних организаций, обучающимися в образовательных учреждениях соответствующих уровней, проходящими производственную практику (практические занятия), и другими лицами, участвующими в производственной деятельности метизного предприятия.

После первичного инструктажа на рабочем месте проводится стажировка под руководством опытного наставника с целью освоения безопасных условий труда на данном рабочем месте (от 2, до 14 дней, в зависимости от сложности и опасности работ).

Повторный инструктаж проходят все работники, за исключением тех, которые освобождаются от прохождения первичного инструктажа, не реже одного раза в шесть месяцев по программам, разработанным для проведения первичного инструктажа на рабочем месте (не реже одного раза в 6 месяцев).

Внеплановый инструктаж проводится в следующих случаях:

- при введении в действие новых или изменении законодательных и иных нормативных правовых актов, содержащих требования охраны труда, а также инструкций по охране труда;
- при изменении технологических процессов, замене или модернизации оборудования, приспособлений, инструмента и других факторов, влияющих на безопасность труда;
- при нарушении работниками требований охраны труда, если эти нарушения создали реальную угрозу наступления тяжких последствий (несчастный случай на производстве, авария и т.п.);
 - по требованию должностных лиц органов государственного надзора и контроля;
 - при перерывах в работе (для работ с вредными и (или) опасными условиями – более 30 календарных дней, а для остальных работ – более 60 календарных дней);
 - по решению работодателя (или уполномоченного им лица).

Целевой инструктаж проводится при выполнении разовых работ, при ликвидации последствий аварий, стихийных бедствий и работ, на которые оформляются наряд-допуск, разрешение или другие специальные документы, а также при проведении в организации массовых мероприятий. Конкретный порядок, условия, сроки и периодичность проведения

всех видов инструктажей по охране труда работников отдельных отраслей и организаций регулируются соответствующими отраслевыми и межотраслевыми нормативными правовыми актами по безопасности и охране труда.

Целевой инструктаж по охране труда завершается устной проверкой приобретенных работником знаний и навыков безопасных приемов работы лицом, проводившим инструктаж, выдачей наряд-допуска и росписью персонала в журнале и в наряд-допуске на проведение работ, как это показано на рис. 4.13.



Рис. 4.13. Выдача наряд-допуска

Проведение всех видов инструктажа регистрируется в соответствующих журналах проведения инструктажа (в установленных случаях – в наряде-допуске на производство работ) с указанием подписи инструктируемого и подписи инструктирующего, а также даты проведения инструктажа.

4.5. Трехступенчатый контроль охраны труда

Одним из методов контроля за соблюдением надлежащего уровня обеспечения охраны труда является так называемый трехступенчатый контроль. Трехступенчатый контроль по охране труда – это система мониторинга, состоящая из трех уровней (ступеней), позволяющая осуществлять непрерывное наблюдение за качеством охраны труда, обеспечением требований к безопасности рабочих мест, условиями трудовой деятельности работников и др.

Действующее законодательство не регламентирует обязательность в проведении процедуры трехступенчатого контроля за охраной труда на предприятии. Трудовой кодекс, в частности, также не регулирует данный процесс. Тем не менее, использование такого метода контроля за охраной труда может осуществляться на основе:

- рекомендации органа, который может контролировать соответствующую деятельность организации;
- решения руководящих органов непосредственно самого предприятия.

Введение использования трехступенчатого контроля осуществляется на основании приказа руководящего органа предприятия. Результаты проверок по каждой из трех ступеней заносятся в журнал. Нормативное регулирование процесса реализуется посредством положения о трехступенчатом контроле охраны труда. Для надлежащего проведения данной процедуры необходимо подготовить нормативную документацию (приказ, положение), а также оповестить сотрудников об осуществлении такого контроля (каждый работник предприятия, в рамках полномочий, определенных ему должностной инструкцией, имеет право на участие в проведении контроля). После определения даты внедрения устанавливаются полномочия, которые будут действовать у соответствующих уполномоченных лиц.

За проведение каждой из трех ступеней назначаются ответственные лица:

- по 1-й ступени – руководитель работ (бригадир, начальник смены, мастер цеха);
- по 2-й ступени – непосредственный начальник структурного подразделения (цеха);
- по 3-й ступени – комиссия по охране труда, действующая на соответствующем предприятии, которую возглавляет руководитель организации или непосредственно его заместитель (главный инженер).

Существуют правила, в рамках которых проводится трехступенчатый контроль:

- выполняются соответствующие конкретные мероприятия контролирующего характера;
- результаты проверок 1-й и 2-й ступеней заносятся в журнал;
- по итогам проверки 3-й ступени комиссией оформляется акт;
- при выявленных нарушениях составляется и оформляется соответствующее предписание об их устранении.

Первая ступень проводится ежедневно мастером и уполномоченным по ОТ. Мероприятия, которые проводятся на первой ступени проверки в рамках проведения трехступенчатого контроля:

- осуществляют действия, направленные на устранение нарушений, выявленных в результате предыдущей проверки;
- проверяют местонахождение и количество рабочего инструментария, материалов и заготовок;
- контролируют надлежащее состояние проходов, проездов и переходов, вентиляционных каналов;
- проверяют обеспечение должной безопасности рабочих материалов и оборудования;
- удостоверяют соблюдение сотрудниками правил электро- и пожарной безопасности;
- проверяют наличие и соблюдение сотрудниками инструкций по охране трудовой деятельности, средств личной защиты, удостоверений, нарядов-допусков на выполнение опасных работ.

Вторая ступень проводится еженедельно начальником цеха вместе с инженером по ОТ, представителем цехового профсоюзного комитета и цеховым врачом;

На второй ступени соответствующее уполномоченное лицо на ее проведение (начальник структурного подразделения) проводит следующие мероприятия:

- проверяет, были ли в надлежащей мере произведены действия, предусмотренные 1-й ступенью;
- устраняет нарушения, которые были выявлены в результате 1-й ступени и предыдущих проверок;
- контролирует соблюдение распоряжений, приказов и прочих локальных правовых актов касательно нюансов охраны труда;
- осуществляет проверку за состоянием трудовых мест, их защищенности от воздействия вредных факторов производства;
- выявляет ненадлежащее состояние бытовых и производственных площадей;
- контролирует графики планового осуществления ремонта основных средств производства;
- проводит осмотр стендов для персонала по агитации охраны труда и отдает предписания в случае ненадлежащего оформления или отсутствия таковых;
- устанавливает, были ли проведены в нормативный срок инструктажи по охране труда, а также были ли выданы наряды-задания на производство работ;
- определяет правильность установки предупреждающих знаков безопасности;

- проверяет соблюдение выдачи сотрудникам предприятия лечебно-профилактического питания и иных средств профилактического предупреждения заболеваний, возникающих в результате профессионального труда;
- контролирует соблюдение режима отдыха и трудовой деятельности рабочего персонала.

Третья ступень проводится ежемесячно руководителем организации или непосредственно его заместителем (главный инженер) с начальником отдела охраны труда, врачом, представителем заводского комитета профсоюзов, главным механиком, главным энергетиком.

В рамках осуществления 3-й ступени соответствующая комиссия во главе с руководителем предприятия реализует следующие конкретные действия по проверке:

- надлежащего исполнения контролирующих мероприятий, предусмотренных 1-й и 2-й ступенями;
 - должного выполнения требований нормативной документации по охране труда персонала;
 - исполнения предписаний, которые указаны в планах по повышению качества трудовых условий и коллективных договорах;
 - выполнения мероприятий в рамках служебных расследований о произошедших несчастных случаях на производстве;
 - технического состояния производственных сооружений и прилегающей к ним территории;
 - соответствия агрегатов и техники необходимым нормативным требованиям;
 - обеспечения сотрудников предприятия специализированной одеждой, обувью и прочими средствами защиты от вредных воздействий;
 - состояния бытовых помещений и комнат отдыха персонала;
 - должного исполнения лечебно-профилактического обслуживания рабочих;
 - надлежащего состояния кабинетов охраны труда;
 - оформления стендов, плакатов и прочей наглядной агитации по охране труда;
 - надлежащего проведения инструктажей рабочего персонала по безопасности труда;
 - степени подготовленности рабочих к возможному возникновению аварийных и внештатных ситуаций;
 - соблюдения порядка трудовой деятельности и отдыха.
- Для оформления процедуры потребуется следующая документация:

- приказ руководителя предприятия о введении трехступенчатого контроля;
- журнал проверки 1-й и 2-й ступеней;
- положение о проведении трехступенчатого контроля в организации;
- акт о результатах проверки комиссией на 3-й ступени, показан на рис. 4.14.

Трехступенчатый контроль является одной из форм контроля за надлежащим соблюдением правил охраны труда на предприятии, которая позволяет производить своевременный, четкий и качественный контроль соблюдения охраны труда, основных норм и правил техники безопасности, условий труда и состояния производственных помещений.

Форма акта проверки состояния охраны труда

(наименование организации)

УТВЕРЖДАЮ:
Генеральный директор

" " _____ 200__ г.
М.П.

Акт проверки состояния охраны труда

От " ____ " _____ 200__ г.

(наименование подразделения)

Комиссия в составе: _____

провела проверку организации рабочего места, санитарного состояния рабочего места, соблюдения правил безопасности производства работ и т.д.

В результате выявлены следующие нарушения:

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____

Председатель комиссии _____ (подпись) _____ (Ф.И.О.)

Члены комиссии: _____ (подпись) _____ (Ф.И.О.)
 _____ (подпись) _____ (Ф.И.О.)

Проверка проводилась в присутствии руководителя подразделения
 _____ (подпись) _____ (Ф.И.О.)

Рис. 4.14. Акт о результатах проверки комиссией на 3-й ступени

Введение данной формы контроля не является обязательным, однако позволяет качественно и быстро выполнить все нормативные требования, предъявляемые законом к рабочим местам и условиям производства.

4.6. Обеспечение безопасных условий труда в цехах метизного производства, связанных с применением вредных веществ

Во время подготовки и ведения технологических процессов, связанных с применением вредных веществ, необходимо соблюдать требования безопасности согласно ГОСТ 12.1.007-76 «Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности». В цехах, строящихся и при их реконструкции, отделение для травления металла необходимо располагать в отдельном помещении цеха, которое должно быть оборудовано принудительной приточно-вытяжной вентиляцией. Пол травильного отделения должен быть из кислотостойких материалов, иметь уклон и содержаться в исправном состоянии. На нем не должно быть выбоин и ям, а для стекания растворов должны быть устроены желоба, которые перекрываются решетками. Стены и потолок травильного отделения должны быть окрашены кислотостойкой краской светлого тона. Ванны, где проводится травление поверхности металла и полы, показаны на рис. 4.15.



Рис. 4.15. Ванны травильного отделения

В опасных зонах цехов должны быть размещены знаки безопасности, выполненные по требованиям ГОСТ 12.4.026-2015 «Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение и правила применения. Общие технические требования и характеристики. Методы испытаний», знаки предостережения, а также надписи и плакаты о безопасных способах ведения работ.

Цеха по изготовлению металлических проводов и канатов, железнодорожного и машиностроительного крепежа, калиброванного металла должны быть одноэтажными со многими пролетами. Производственные участки с тяжелым технологическим оборудованием и с наиболее вредными технологическими процессами (термическое, травильное и т.п.) необходимо располагать в одноэтажных помещениях, в двухэтажных - участки для вспомогательного оборудования и отделения покрытий для подмазочного слоя на поверхности проката или проволоки. В одноэтажных цехах необходимо размещать машины, оборудование и станки с повышенными динамическими нагрузками на несущие конструкции и отделения для санитарно-бытовых, санитарно-технических, электротехнических и других вспомогательных помещений, а также для внутрицеховых инженерных коммуникаций.

Термические цеха и производственные участки калибрования и волочения проката должны быть оборудованы мостовыми кранами. В других помещениях необходимо использовать преимущественно конвейерный транспорт, тельферные подъемники и электротранспорт. Мелкоштучную и малогабаритную продукцию размещают в ящиках на складах со стеллажами (рис. 4.16), а снаружи складов - на рампах (рис. 4.17).



Рис. 4.16. Стеллаж для продукции



Рис. 4.17. Рампа для размещения наружи

На травильных участках, в местах проходов для работников, размещают деревянные трапы для обеспечения горизонтальности поверхности переходов. Территории предприятий по производству крепежных изделий оснащают соответствующими знаками безопасности согласно ГОСТ 12.4.026-2015.

Работы возле подземных коммуникаций на территории предприятий по производству крепежа и проволоки разрешается проводить только после разработки и согласования с организациями, эксплуатирующими эти коммуникации, мероприятий по безопасным условиям труда.

Производственные, вспомогательные здания и помещения предприятий должны соответствовать требованиям СНиП 31-03-2001 «Производственные здания», СП 43.13330.2012 «Сооружение промышленных предприятий» и СП 44.13330.2011 «Административные и бытовые здания». На предприятиях необходимо проводить обследование зданий и сооружений на их соответствие требованиям действующих нормативно-правовых актов, проверку несущей способности и прочностных характеристик конструкций с оценкой их технического состояния и выводами об их дальнейшую эксплуатацию в соответствии с ГОСТ 53778 – 2010 «Здания и сооружения. Правилами обследования и мониторинга технического состояния».

Поверхность пола в помещениях, где в технологических процессах производства проволоки и крепежа используют жидкости, должна быть влагонепроницаемой, иметь нескользящие покрытия с уклоном к трапу и удовлетворять следующие требования:

- во всех помещениях, где применяются агрессивные вещества, - не подвержена их влиянию;

- в производственных цехах электролиза–неэлектропроводных материалов и теплостойкая;
- на рабочих площадках волочильных станков, холодновысадочного оборудования и в разливочных пролетах цехов, где заполняют емкости жидкостями,–прочная, выполнена из устойчивых к износу материалов, без выбоин и выступлений;
- во взрывоопасных и пожароопасных зонах вспомогательных и производственных помещений–безыскровых.

Отверстия (технологические и монтажные), каналы и приямки в полу производственного цеха и вспомогательных помещений необходимо ограждать перилами высотой не менее 1 м с дополнительной площадкой на высоте 0,5 м, а также со сплошной обшивкой снизу высотой 0,14 м. Они должны быть перекрыты по всей поверхности.

Проемы для въезда в здания транспортных средств должны быть оборудованы воротами со световой и звуковой сигнализацией, сблокированные с механизмом открывания и закрывания ворот, и оснащены знаками безопасности по ГОСТ 12.4.026-2015 (рис. 4.18).



Рис. 4.18. Ворота для въезда и выезда из производственного цеха

Звуковую и световую сигнализацию для оповещения производственного персонала необходимо предусматривать как для тех, кто работает в помещениях, так и для тех, кто работает вне помещений, а также для работников, которые могут появиться в зоне движения транспортных средств.

4.7. Требования к машинам, оборудованию и инструменту

Оборудование в цехах производства металлических изделий окрашивается в соответствии с ГОСТ 12.4.026-2015 и других, действующих нормативно-правовых актов. Машины, механизмы, транспортные сред-

ства и технологии, которые закупаются по контракту в других зарубежных странах, должны обязательно соответствовать требованиям действующих нормативно-правовых актов на территории Российской Федерации.

Перед началом работы на любом рабочем месте проверяется безопасность работы на оборудовании: наличие и целостность ограждений, надежность пусковых и тормозных устройств, наличие защитного заземления, целостность изоляции на проводниках электрического тока, действия сигнализации, пуска, остановки и блокировки. Отверстия или окна в станинах станков и машин, через которые сами работники или их одежда могут попасть в движущиеся детали машин, должны быть закрыты в соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.003-91. Все технологические линии, текущие системы, механизмы, управляемые дистанционно с пультов и аппаратных, оборудуют звуковой и световой сигнализацией.

Для безопасной эксплуатации оборудования и агрегатов, а также совместной работы эксплуатационного и ремонтного персонала необходимо применять ключ-марку или бирки, если использование ключа-бирки невозможно. В случае обнаружения неисправностей или недостатков, которые могут представлять опасность при эксплуатации оборудования, работа на нем должна быть немедленно прекращена.

Перед пуском оборудования, узлы которого или весь агрегат в процессе работы перемещаются, необходимо подавать звуковые и световые сигналы продолжительностью не менее 10 с, при этом уровень звукового сигнала должен превышать уровень звука машин и оборудования не менее чем на 2-3 дБА.

Включение оборудования, расположенного вне зоны видимости с пульта управления, а также при смешанном управлении (ручного и автоматизированного), производится только после получения соответствующих сигналов через двустороннюю систему сигнализации от работников, подтверждающих безопасность его работы на закрепленных за ними участках. При этом после первого сигнала необходимо выдержать паузу не более 30 с и подать второй сигнал продолжительностью 30 с.

Пусковые устройства механизмов и оборудования необходимо конструировать так, чтобы полностью обеспечить соблюдение указанной паузы. Перечень пусковых устройств механизмов, оборудованных ключом-биркой, а также звуковой и световой сигнализацией, составляет ответственным работником структурного подразделения в соответствии с требованиями ОСТ 14.55-79 «Бирочная система на предприятиях черной металлургии. Основные положения. Порядок применения». Настоящий стандарт устанавливает основные положения и порядок применения бирочной системы и распространяется на механизмы с электроприводом. Стандарт не распространяется на ручной инструмент с электроприводом.

На все технологическое оборудование, использующее газ (печи и котлы), необходимо разрабатывать и утверждать в установленном порядке экологические и теплотехнические карты.

При применении механизированного инструмента и приспособлений должны соблюдаться требования безопасности, изложенные в эксплуатационной документации завода-изготовителя. Эксплуатировать инструмент и устройства необходимо в соответствии с требованиями действующих нормативно-правовых актов.

При эксплуатации оборудования с использованием большого количества смазки необходимо иметь средства для его сбора и дальнейшего использования или утилизации, а также вытяжные устройства для удаления паров масла. Одно из вытяжных устройств от масляных закалочных баков термической обработки метизных изделий показано на рис. 4.19.

Система смазки механизмов должна исключать утечку масла через неплотности или иметь устройство для его сбора. Во всех узлах оборудования, а также в узлах, которые смазывают несколько раз за смену, и в случае большого их количества необходимо использовать централизованную подачу масла. Смазки возможны на ходу при наличии специальных приспособлений, обеспечивающих безопасное выполнение этой операции.

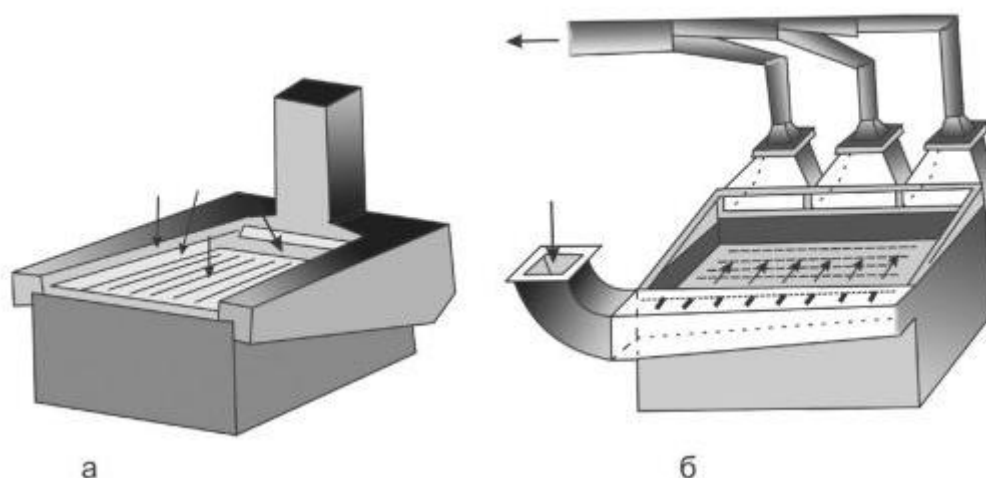


Рис. 4.19. Вытяжная вентиляция для удаления масляных паров и дыма:
а – двухбортовой; *б* – бортовой отсос со сдувом

Смазывать машины и механизмы необходимо при условии их полной остановки. Смазывать движущиеся части вручную, а также убирать в зонах подвижных частей при работе машин и механизмов не разрешается. Легковоспламеняющиеся и горючие жидкости, смазочные и обтирочные материалы, другие химические вещества, применяемые в технологических процессах и при обслуживании машин и механизмов, необходимо хранить

в специальной защитной таре с плотно закрытыми крышками в определенных местах.

Педали для управления оборудования, которые размещаются на полу, должны иметь ограждение в виде колпака с вырезом для ног. Кнопки, которые предназначены для пуска электрических механизмов, на пульте управления оборудованием конструктивно не должны выступать из гнезда или коробки панели управления.

Согласно «Правилам техники безопасности и производственной санитарии» на промышленных предприятиях должны быть установлены аварийные кнопки «Стоп». Кнопка аварийной остановки должен иметь выступающий, увеличенного размера грибовидный толкатель, имеющий красный цвет и диаметр порядка 27-37 мм. Возможно нанесение на нем маркировки. Некоторые модели кнопки «Стоп» могут иметь подсветку одиночным светодиодом красного цвета. Для экстренной остановки механизма конвейера кнопки аварийной остановки должны располагаться в двух его сторон: в начале и конце линии. Пример использования аварийной кнопки «Стоп» показан на рис. 4.20.



Рис. 4.20. Кнопка аварийной остановки «СТОП»

Производство сжатого воздуха для обеспечения работы оборудования с пневматическим приводом должно соответствовать требованиям действующих нормативно-правовых актов. В метизном производстве допускается использование передвижных компрессорных установок.

Технологические процессы предприятий по производству металлических крепежных изделий должны исключать вредное воздействие их на окружающую среду: атмосферный воздух, водные и другие природные объекты.

4.8. Требования к транспорту и погрузочно-разгрузочным работам

Работа на неисправных автомобильных и электро-погрузчиках, на автомобильных–и электрокарах, а также использование их для перевозки и подъема работников не допускается. Транспортировать грузы по территории предприятия необходимо с соблюдением требований согласно

ГОСТ 12.3.020-80 «Процессы перемещения грузов на предприятиях. Общие требования безопасности» и других действующих нормативно-правовых актов. Погрузочно-разгрузочные площадки должны отвечать следующим требованиям:

- подъездные пути к погрузочно-разгрузочным площадкам необходимо содержать в исправном состоянии. Зимой они должны очищаться от снега и льда, также посыпаться песком;
- поверхность погрузочно-разгрузочной площадки должна быть ровной, без выбоин (рис. 4.21);
- освещенность погрузочно-разгрузочных площадок должна быть такой, чтобы обеспечить нормальные условия при выполнении погрузочно-разгрузочных работ;
- склады, расположенные в подвальных и полуподвальных помещениях, должны быть оборудованы люками и подъемниками для спуска и поднятия грузов (рис. 4.22);
- входящие материалы и произведенная продукция в цехах должны быть размещены с учетом грузовых потоков и максимальной механизации погрузочно-подъемных операций.



Рис. 4.21. Погрузочно-разгрузочная площадка

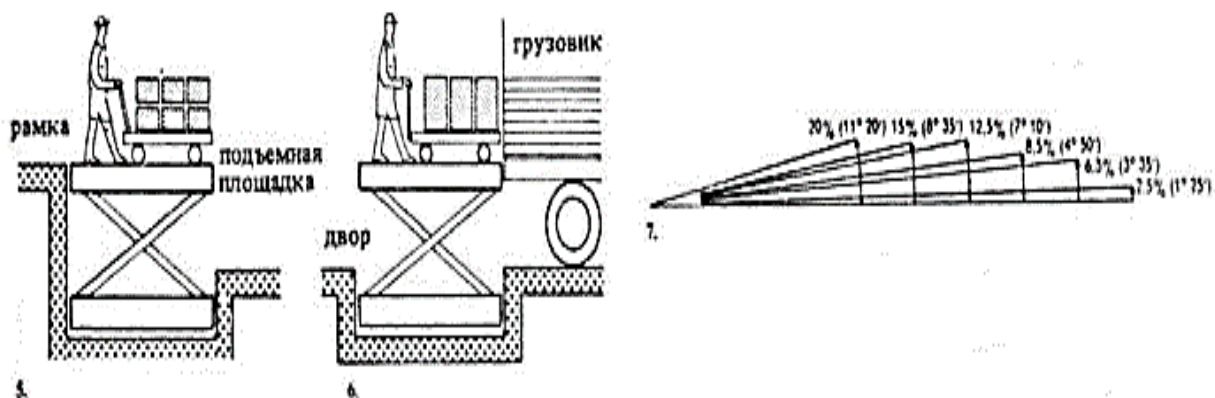


Рис. 4.22. Подъемник для поднятия груза

При складировании грузов необходимо придерживаться следующих требований:

- груз необходимо укладывать на расстоянии не менее 0,8 м от стен;
- для подхода к грузу между штабелями должны быть проходы шириной не менее 1 м;
- около железнодорожных путей необходимо соблюдать габаритов приближения по ГОСТ 9238-2013 «Габариты железнодорожного подвижного состава и приближения строений». Площадка для разгрузки вагонов и полувагонов показана на рис. 4.23.



Рис. 4.23. Площадка для разгрузки вагонов и полувагонов

На каждом предприятии должны быть разработаны схемы сетей автомобильных и железнодорожных путей с обозначением мест расположения дорожных знаков и стоянок автотранспорта. На автомобильных дорогах и железнодорожных путях любого производственного предприятия должны быть установлены соответствующие дорожные знаки, как это показано на рис. 4.24.



Рис. 4.24. Дорожные знаки перед воротами предприятия

4.9. Требования к отоплению, вентиляции, обеспечению пожарной безопасности, водо- и газоснабжения, освещения и канализации

Для обеспечения чистоты воздуха рабочей зоны производственных цехов и участков в пределах, определенных санитарными нормами, технологическое оборудование и агрегаты должны быть оборудованы эффективными устройствами местной вытяжной вентиляции и газоочистки.

Для обеспечения эффективной очистки паров серной и соляной кислоты, которые создаются над ваннами травления при химическом снятии окислы с поверхности горячекатаного и калиброванного проката, необходимо применять специальные фильтры, которые не позволяют выбрасывать вредные вещества в открытое рабочее пространство и воздух атмосферы. Системы отопления зданий и сооружений предприятий по производству крепежных изделий из металла должны соответствовать требованиям СНиП 2.04.05-91 «Отопление, вентиляция и кондиционирование». В производственных помещениях, относящихся к категориям А, Б и В по пожарной безопасности, необходимо применять газовое, водяное и паровое отопление с приточной вентиляцией согласно требований СНиП 2.04.05-91. «Пожарная безопасность зданий и сооружений», а также обо-

рудования, на которых оно расположено, должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность. Общие требования».

В соответствии с требованиями СП 44.13330.2011 «Административные и бытовые здания» в неотапливаемых производственных и складских помещениях должны быть помещения для обогрева. Работники, работающие в таких помещениях, должны быть обеспечены теплой спецодеждой. Площадь помещения для обогрева следует определять из расчета 1 кв. м на одного работника в наиболее многочисленной смене, но общая площадь данного помещения не должна быть меньше 12 кв. м. Расстояние от неотапливаемых рабочих мест, размещенных в зданиях, в помещения для обогрева работников должна быть не более 75 м, а от рабочих мест на участке предприятия - не больше 150 м.

Пуск, наладка и эксплуатация вентиляционных систем должны проводиться в соответствии с требованиями ГОСТ 12.4.021-75 «Системы вентиляционные. Общие требования». В конструкции вентиляторов, независимо от высоты их расположения, должны быть предусмотрены ограждения, предотвращающие доступ в зону вращения лопаток. Ограждение лопаток осевого вентилятора показано на рис. 4.25.



Рис. 4.25. Ограждение лопаток осевого вентилятора

Ограждение должно быть решетчатым или сетчатым с размером ячеек не более 0,02x0,02 м. Площадки для закрепления вентиляторов не допускается оборудовать под крановыми троллеями или вблизи них. В производственных помещениях, где во время производственного процесса возможно выделение пожароопасных или токсичных веществ, приточно-вытяжная вентиляция должна работать постоянно и обеспечивать снижение содержания вредных веществ в этих помещениях ниже предельно допустимых концентраций в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».

В производственных помещениях и на складах, где возможно наличие взрывоопасных, а также вредных и опасных веществ, необходимо контролировать состояние воздушной среды автоматическими газоанализаторами, сблокированными со световой и звуковой сигнализацией. Она должна срабатывать при превышении концентрации горючих газов или паров и легковоспламеняющихся веществ в воздухе рабочей зоны более 20% нижнего предела концентрации возгорания, а для вредных и взрывоопасных газов, паров и аэрозоля - в случае превышения их предельно допустимых концентраций согласно требований ГОСТ 12.1.005–88.

На участках, где на производственный персонал возможно влияние интенсивного инфракрасного излучения при выполнении работ вблизи топок термического оборудования, загрузки и разгрузки печей, должны применяться установки местного охлаждения и экраны соответствия с требованиями действующих нормативно-правовых актов и другие устройства для защиты от тепловых излучений. Защитные экраны и установка местного обдува показаны на рис. 4.26 и рис. 4.27.

Устройство систем водоснабжения и канализации предприятий по производству крепежных изделий должно соответствовать требованиям СНиП 2.04.01–85 «Внутренний водопровод и канализация зданий», СНиП 2.04.02–84 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения» и СП 43.13330.2012 «Сооружения промышленных предприятий».



Рис. 4.26. Защитные экраны



Рис. 4.27. Установка местного обдува

Выбор систем водоснабжения и качество воды для хозяйственно-питьевых нужд и душевых устройств должны соответствовать требованиям действующих нормативно-правовых актов, а также согласно требованиям ГОСТ 2761–84 «Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические, технические требования и правила выбора».

В производственных цехах с повышенной температурой работодатель должен обеспечивать работников питьевой водой из расчета 4-5 литров на смену на одного работника, а также другими видами напитков для профилактики обезвоживания организма в соответствии с требованиями действующих нормативно-правовых актов.

Для пользования питьевой водой в помещениях цехов должны быть устроены фонтанчики, которые показаны на рис. 4.28.



Рис. 4.28. Кнопочный питьевой фонтанчик

При отсутствии хозяйственно-питьевого водоснабжения устанавливают зачехленные бачки для питья из фонтанирующими насадками. Качество питьевой воды должно соответствовать требованиям ГОСТ 51232-98 «Вода питьевая. Общие требования и методам контроля качества».

Естественное и искусственное освещение предприятий по производству крепежа должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.1.046-2014 «Строительство. Нормы освещения строительных площадок» и нормам СП 52.13330-2011 «Естественное и искусственное освещение». Источники питания аварийного освещения должны соответствовать требованиям действующих нормативно-правовых актов. Необходимо, чтобы все производственные помещения цехов предприятий по изготовления металлического крепежа имели непосредственное естественное освещение. При отсутствии естественного освещения искусственное освещение необходимо применять в следующих случаях:

- в вспомогательных и производственных помещениях, где производственный персонал находятся непрерывно;
- в затемненных местах галерей;

- в туалетах, умывальных, душевых и гардеробных.

Для переносного электрического освещения необходимо применять светильники, с напряжением электрической сети не выше 42 В. При работе внутри металлических емкостей, термических печей, котлов и колодцев напряжение в осветительной сети не должна превышать 12 В.

В тех местах, где в воздухе рабочей зоны присутствуют взрывоопасные газы, пар и пыль, необходимо для переносного электрического освещения применять светильники во взрывозащищенном исполнении с напряжением не выше 12 В.

Светильники, которые обслуживаются с переносных приставных лестниц, необходимо подвешивать их не выше 4,5 м над уровнем пола производственного цеха. Запрещается размещать светильники над оборудованием и лентами конвейеров. В том случае, если обслуживание светильников с лестниц затруднено, то необходимо устраивать данные светильники со специальных площадок.

На предприятиях, строящихся и реконструируемых, для обслуживания светильников, которые располагают над кранами или кранами-балками, необходимо предусматривать специальные площадки, которые не должны препятствовать движению, обслуживанию и ремонту кранов и должны соответствовать требованиям ГОСТ 23120-78 "Лестницы маршевые, площадки и ограждения стальные. Технические условия".

4.10. Санитарно-гигиенические требования к элементам производственных и вспомогательных помещений

Площади производственных помещений определяют приблизительно расчетом по удельным площадям на единицу оборудования или на каждого работающего, и более точно - графически-планировочным решением. Рабочей зоной считается пространство высотой до 2 м над уровнем пола, на котором расположены рабочие места. Объем производственных помещений должен быть таким, чтобы на каждого работающего приходилось не менее 15 м³ свободного пространства и не менее 4,5 м² площади.

В тех случаях, когда один сотрудник обслуживает 2-3 единицы оборудования, площадь определяют из расчета 4, 5-6 м² на одно оборудование. Следует предусмотреть дополнительные площади для размещения вспомогательного и хозяйственного оборудования. Стены и потолки необходимо сооружать из малотеплопроводных материалов, не задерживающих осаждение пыли. Полы должны быть теплыми, эластичными, ровными и нескользкими. Необходимая высота от пола до потолка производственных помещений 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 газовыделениями должна обеспечивать достаточное удаление вредных выделений от рабочей зоны.

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 обеспечиваться влажной уборкой. 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.

4.11. Санитарно-гигиенические требования к элементам бытовых помещений

По требованиям СНиП 2.09.04-87 «Административные и бытовые здания» 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.

Согласно требованиям СНиП II-92-76 «Вспомогательные здания и помещения промышленных предприятий» на производственном предприятии при количестве работающих в наиболее многочисленной смене 200 человек и более следует предусматривать столовые, как правило, доготовочные, а при меньшем количестве работающих – столовые-раздаточные (буфеты) с отпуском горячих блюд, доставляемых из других предприятий общественного питания. На рис. 4.29 показано помещение рабочей столовой. При количестве работающих в наиболее многочисленной смене менее 30 человек допускается предусматривать комнаты приема пищи. В необходимых случаях могут предусматриваться передвижные столовые. На производствах с непрерывными технологическими процессами обеды для работающих с нерегламентированным обеденным временем должны доставляться к рабочим местам. В тех случаях, когда принятие пищи у рабочих мест недопустимо, расстояние от них до столовых не должно превышать 75 м.

Состав и оборудование бытовых помещений зависят от санитарной характеристики производственных процессов. Производственные процес-

сы разделяются на четыре группы I, II, III и IV, а каждая группа на подгруппы, обозначаемые буквами а, б, в, г, д, е.



Рис. 4.29. Помещение рабочей столовой

К группе I принадлежат производственные процессы, протекающие при нормальных метеорологических условиях и отсутствии вредных газов и пылевывделений. К группе II относятся производственные процессы, протекающие при неблагоприятных метеорологических условиях или связанные с выделением пыли или напряженной физической работой. В состав группы III входят производственные процессы с резко выраженными факторами вредности и загрязнением рабочей одежды. К группе IV принадлежат производственные процессы, требующие особого режима для обеспечения качества продукции. Кузнечные и холодноштамповочные цехи, с учетом входящих в них вспомогательных отделений, могут быть отнесены к группам Ib, Ib, Ib, Ib.

Группа Ib–производственные процессы, вызывающие загрязнение одежды и рук: основные процессы машиностроения в механосборочных, инструментальных, модельных цехах; холодная обработка металлов (кроме чугуна) без применения охлаждающих жидкостей. Группа Ib –производственные процессы, вызывающие загрязнение одежды, рук и тела: холодная обработка пластмасс; холодная обработка металлов (кроме чугуна) с применением охлаждающих жидкостей; работы по наладке станков; ремонтно-механические работы.

Группа Ib–производственные процессы с выделением лучистого и конвекционного тепла: основные процессы в сталеплавильных, прокатных, термических, кузнечных, литейных цехах, цехе огнеупоров. Группа Ib–производственные процессы с выделением пыли либо особо загрязняющих веществ (кроме вредных); холодная обработка чугуна. Окрасочные

цехи и окрасочные отделения, входящие в состав пресово-кузовных корпусов или цехов, принадлежат к группе ШБ. Это производственные процессы, связанные с выделением или применением вредных или сильно пахнущих веществ.

При столовых на производственных территориях должны предусматриваться умывальные и уборные. Умывальные допускается размещать в тамбурах уборных. Количество умывальников определяется из расчета один умывальник на 15 мест в столовой при производственных процессах групп Пг и Ш (кроме ШБ) и один умывальник на 30 мест в столовой при остальных группах производственных процессов. Умывальники должны быть оборудованы смесителями холодной и горячей воды. Расстояние от помещения столовой до цеха при обеденном перерыве до 30 минут должно быть не более 300 м, а при перерыве не менее одного часа – не более 600 м.

По требованию СНиП II-92-76 гардеробные помещения устраиваются для хранения домашней, уличной и специальной одежды. Они могут быть решены с общим и отдельным гардеробом.

Для хранения различных видов одежды должны предусматриваться шкафы с отделениями, каждое из которых должно быть оборудовано штангой для плечиков, местами для головных уборов, обуви, туалетных принадлежностей. Размеры отделений шкафов (в осях) должны быть следующие: глубина 500 мм, высота 1650 мм, ширина отделений 200, 250, 330 и 400 мм, число отделений в шкафу 2, 3, 4, 5. Гардеробные металлические шкафы для переодевания одежды показаны на рис. 4.30.



Рис. 4.30. Гардеробные металлические шкафы

Ширина шкафов выбирается в зависимости от группы производственных процессов, видов одежды и их сочетания при хранении.

Гардеробные шкафы, которые предназначены для хранения домашней одежды (отдельно, совместно с уличной, попеременно со специальной одеждой), - запираемые или открытые; шкафы для хранения специальной одежды с искусственной вентиляцией должны запираются.

В отделениях шкафов для хранения нескольких видов одежды предусматриваются передвижные перегородки. В нижней и верхней частях запираемых шкафов делают отверстия для проветривания; в нижней части шкафа для хранения специальной одежды с искусственной вентиляцией размер отверстия составляет $0,03 \text{ м}^2$, а в верхней части делают устройства для механической вытяжки воздуха. Расстояние между лицевыми поверхностями шкафов и стеной или перегородкой принимают: в гардеробах со скамьями - 1400 мм, без скамей - 1000 мм. Между лицевыми поверхностями шкафов - 2000 мм. В гардеробной предусматривают устройство скамеек с размерами в плане 0,3 x 0,8 м. Гардеробное помещение показано на рис. 4.31.

При гардеробных помещениях предусматривают кладовые, отделения для хранения чистой и загрязненной специальной одежды. При списочном количестве, пользующихся гардеробом, менее 50 человек хранение чистой и загрязненной одежды может предусматриваться в отдельных шкафах. Количество отделений в шкафах должно приниматься согласно списочному количеству работающих в производственном цеху или отдельного участка.



Рис. 4.31. Гардеробное помещение

Умывальные, согласно требованиям СНиП II-92-76 и СНиП 2.09.04-87, размещают в отдельных помещениях, расположенных смежно с гарде-

робными специальной одежды, общими гардеробами или на предусмотренной для этого площади в указанных гардеробах. В настоящее время последнее применяется чаще, так как это создает большие удобства и при этом 40% умывальников можно размещать в производственных помещениях вблизи рабочих мест.

Типы и размеры умывальников применяют по ГОСТ 30493-96 «Изделия санитарные керамические. Типы и основные размеры» с углублениями для мыла и без них. По основным размерам умывальники имеют пять величин. Одиночные умывальники, устанавливаемые в умывальных должны приниматься, как правило, третьей и четвертой величины. Количество кранов в умывальных принимается по количеству работающих в наиболее многочисленной смене с максимальным количеством работающих, одновременно оканчивающих работу, исходя из расчетного количества человек на один кран. Умывальное отделение показано на рис. 4.32.

Умывальники оборудуются смесителем горячей и холодной воды, предусматриваются крючки для полотенец, сосуды для жидкого или полочки для кускового мыла, а также приборами для сушки рук теплым воздухом.



Рис. 4.32. Умывальное отделение

Согласно требованиям СНиП II-92-76, уборные должны размещать равномерно по отношению к рабочим местам производственного цеха на расстоянии не более 75 м в здании и не более 150 м вне здания.

Уборные оборудуют напольными чашами по требованиям ГОСТ 3550-83 «Чаша чугунная эмалированная напольная и сифоны к ней. Технические условия» или унитазами специальных видов по требованиям ГОСТ 30493 - 96 «Изделия санитарные керамические. Типы и основные размеры», размещаемыми в отдельных кабинах с дверями, которые открываются наружу. В кабинах предусматриваются крючки для одежды. Размеры кабин в плане должны быть 1200 x 800 мм. Кабины отделяют друг от друга перегородками высотой от пола 1800 мм, не доходящими до пола на 200 мм. Количество санитарных приборов в уборных принимают в зависимости от количества пользующихся уборной в наиболее многочисленной смене из расчета 18 чел. мужчин или 12 человек женщин на один санитарный прибор. В мужских уборных предусматриваются также писсуары. При количестве мужчин 15 и менее писсуаров в уборной не предусматривают. Вход в уборную устраивают через тамбур с samozакрывающейся дверью. В тамбуре предусматривают умывальники, вешалку для полотенец и полочки для мыла, которые показаны на рис. 4. 33.



Рис. 4.33. Мужская уборная

Количество умывальников назначают из расчета один умывальник на каждые четыре напольные чаши (унитаз) и на каждые четыре писсуара, но не менее одного умывальника на каждую уборную.

Душевые должны размещаться смежно с гардеробными. При душевых следует предусматривать преддушевые отделения, предназначенные для вытирания тела, а при душевых в гардеробных помещениях для сов-

местного хранения всех видов одежды - также и для переодевания. При душевых с количеством душевых сеток 4 и менее устройство преддушевых необязательно. Душевые должны быть оборудованы открытыми кабинами, огражденными с трех сторон и показаны на рис. 4.34.

Душевые кабины отделяются друг от друга перегородками из влагостойких материалов высотой от пола 1800 мм, не доходящими до пола на 200 мм. Число душевых сеток в помещении душевой устанавливается в зависимости от характера технологического процесса и числа работающих в наиболее многочисленной смене



Рис. 4.34. Душевые кабины

Контрольные вопросы

1. Что такое опасность?
2. Каким образом может быть реализовано воздействие потенциальной опасности на человека?
3. Какие опасные и вредные производственные факторы могут присутствовать в производстве метизных изделий и стального проката?
4. Что такое гигиеническое нормирование вибрации?
5. На какие временные характеристики подразделяются шумы?
6. Чем обязан обеспечить работодатель всех работников цехов по производству метизов?
7. Каким образом должен осуществляться контроль над содержанием в воздухе рабочей зоны вредных и взрывоопасных веществ?

8. Какой установленный предельно допустимый уровень напряженности электростатических полей ($E_{\text{пред}}$) в течение 1 ч?
9. Какие наиболее распространенные опасные действия, приводящие к травмам персонала?
10. В каких помещениях необходимо располагать производственные участки с тяжелым технологическим оборудованием с наиболее вредными технологическими процессами (термическое, удаление окалины и т.п.)?
11. Чем должны быть обеспечены ворота для въезда в здании транспортных средств?
12. Как делятся производственные помещения по пожарной и взрывопожарной опасности?
13. В каком количестве должен работодатель обеспечивать работников питьевой водой в цехах с повышенной температурой?
14. С каким напряжением применяют светильники для переносного электрического освещения?
15. Какие инструктажи по охране труда проводятся на метизном предприятии?

5. ОПАСНЫЕ И ВРЕДНЫЕ ФАКТОРЫ ПРИ ОБРАБОТКЕ ПОВЕРХНОСТИ ПРОКАТА

В производстве крепежа для всех классов прочности калиброванный прокат и проволока, предназначенные для холодной объемной штамповки, должны иметь чистую и блестящую поверхность, свободную от окалины, жировых и других загрязнений, содержать прочно удерживаемую на поверхности технологическую смазку. Мотки калиброванного проката для холодной высадки крепежных изделий, изготовленных по техническим требованиям согласно ГОСТ 10702-78 с чистой и свободной от окалины поверхностью, показаны на рис. 5.1.



Рис. 5.1. Мотки проката с требованиями поверхности по ГОСТ 10702-78

Для того чтобы с поверхности проката удалить окалину, проводят технологические операции по очистке поверхности различными способами, наносят подмазочный слой (носитель смазки) и только после этого наносят технологическую смазку. Удалять с поверхности горячекатаного или термически обработанного металлопроката различные загрязнения необходимо для предупреждения преждевременного износа технологического инструмента и получения чистой и геометрически точной по диаметру поверхности на калиброванном прокате.

Дорогостоящий волочильный инструмент (волока), через который проводят волочение (калибрование) проката или проволоки на волочильных станах, при наличии на их поверхности окалины или ржавчины быстро выходит из строя. Результатом невозможности дальнейшего использования такого инструмента является: риски и царапины, отклонение от номинального диаметра рабочего отверстия на внутренней поверхности волоки. Риски и износ номинального размера отверстия волочильного инструмента показаны на рис. 5.2.

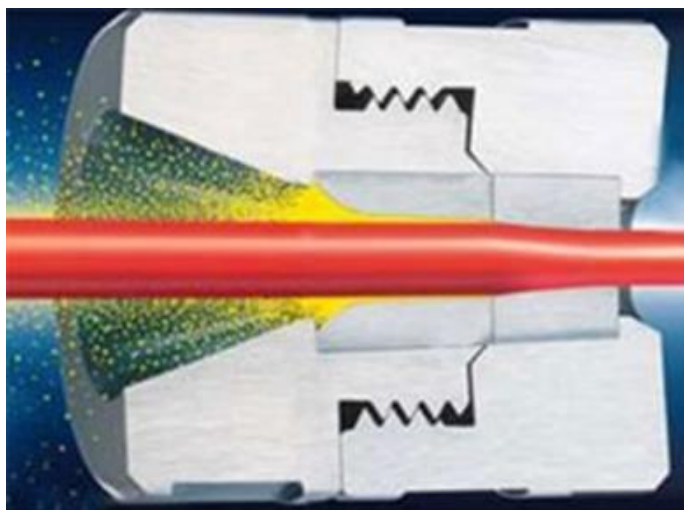


Рис. 5.2. Износ волочильного инструмента

Существуют различные способы удаления окалины, обезуглероженного слоя и загрязнений с поверхности металлопроката. К ним относят: химическое травление, дробеструйную очистку, обработку поверхности проката резцами, щетками и абразивами, скальпирование и другие. Как правило, технологические операции удаления окалины с проката являются одними из самых тяжелых и трудоемких при производстве метизных изделий. Они связаны с вредными условиями труда, с многочисленными опасными и вредными факторами, а также с экономическими потерями для предприятия.

5.1. Химическое травление поверхности проката

Наиболее распространенным способом удаления окалины с поверхности проката, предназначенного для дальнейшего волочения, является его химическое травление в растворах кислот (серной или соляной) при повышенных температурах. Технологический процесс очистки горячекатаного и калиброванного проката от поверхностной окалины состоит из длинной цепочки технологических операций. Среди них (рис. 5.3):

- 1 - подогрев проката в горячей воде в холодное время года;
- 2 - травление проката в растворах кислот;
- 3 - промывка горячей водой;
- 4 - фосфатирование;
- 5 - промывка теплой водой;
- 5 - известкование или омыливание;
- 6 – сушка.

При травлении металлов в растворах кислот теряется 0,5–2,5% металла, а расход кислоты составляет 1,5-2,5% от массы протравленного

металлопроката. Производственный участок по химическому травлению в кислотном растворе поверхности пруткового проката показан на рис. 5.4.



Рис. 5.3. Операции подготовки поверхности проката для волочения



Рис. 5.4. Травильный участок

После технологической операции травления в отработанном кислотном растворе содержание серной кислоты снижается с 26-28 до 5-6 %, а содержание железного купороса (FeSO_4) увеличивается до 220-250 г/л. В кислотном растворе с высоким содержанием FeSO_4 травление металлопроката проводить не целесообразно, так как на поверхности может оставаться окалина или появиться рябизна от перетрава.

Поверхностный перетрав проката в кислотном растворе показан на рис. 5.5.

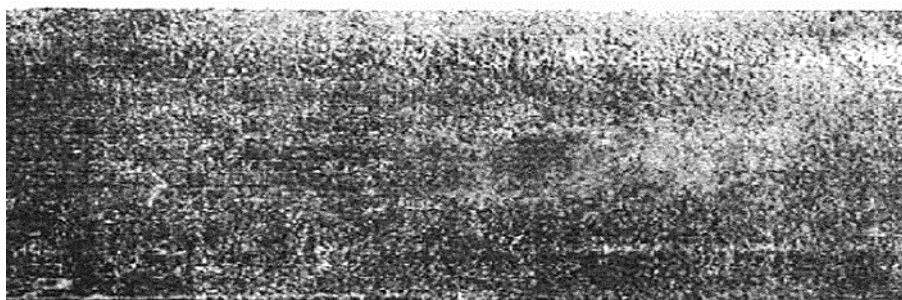


Рис. 5.5. Перетрав поверхности металла в кислотном растворе H_2SO_4

В условиях травильного производства, где используется кислоты, довольно часто проводят регенерацию травильных растворов, так как образуется повышенное содержание медного купороса. Травильный раствор считается выработанным при 5-6% серной кислоты и 17% железного купороса. Такой раствор направляют в емкости-сборники купоросной установки. Затем отработанный травильный раствор охлаждают на вакуум-кристаллизационных установках непрерывного действия до определенных температур с целью осаждения железного купороса.

Схема вакуум-кристаллизационных установках непрерывного действия показана на рис. 5.5.

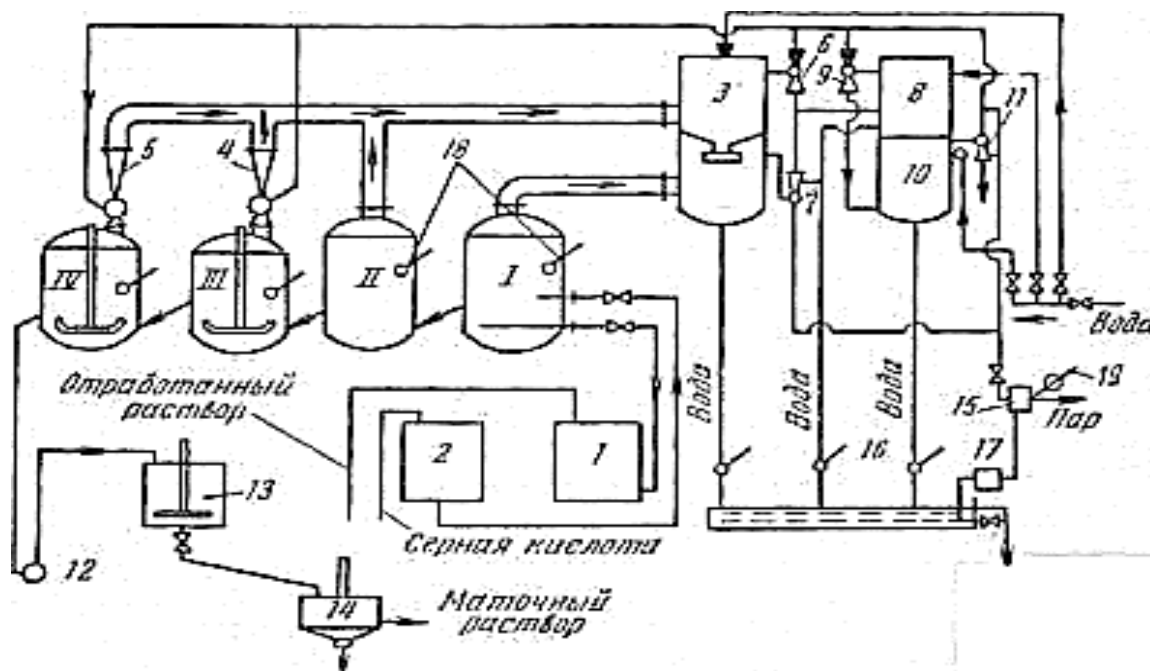


Рис. 5.5. Схема вакуум-кристаллизационных установках непрерывного действия:

I и II – испарители; III и IV – кристаллизаторы; 1–2 – мерники; 3 – главный конденсатор; 4–7 – эжекторы; 8 – конденсатор второй ступени; 9 – эжектор третьей ступени; 10 – конденсатор третьей ступени; 11 – эжектор четвертой ступени; 12 – насос; 13 – буферный бак с мешалкой; 14 – центрифуга; 15 – водоотделитель; 16 – барометрический сборник; 17 – конденсационный горшок

После добавления серной кислоты в восстановленный раствор, можно регенерированный кислотный раствор с концентрацией H_2SO_4 до концентрации 22-24% снова заливать в ванны с дальнейшим продолжения процесса травления бунтов и прутков металлопроката. С целью предупреждения коррозии, которая может образоваться на поверхности проката после травления, его промывают в ванне с водой и нейтрализуют в растворе. Затем прокат необходимо просушить при температуре $100^{\circ}C$ в течение 15 мин.

Для повышения надежности сцепления смазки с деформированным металлом поверхность проката покрывают подсмазочным слоем так, чтобы слой носителя смазки получался равномерным и надежно сцеплялся с основным металлом.

На рис. 5.3 показано, что после травления в растворах кислоты металлопрокат подвергается обильной промывке проточной водой. Поэтому в травильных цехах появляются кислые железосодержащие промывные воды.

Очистка и повторное использование кислых железосодержащих промывных вод от непрерывно-травильных агрегатов производятся по замкнутому циклу, включающему следующие процессы: нейтрализацию 5%-ным известковым молоком до рН 9–10,5; добавление в воду ПАА и затравки активного гипса; отстаивание воды в вертикальных и радиальных непрерывно действующих отстойниках; разбавление и доочистку осветленной воды на кварцевых фильтрах. Схема такой установки показана на рис. 5.6.

Относительная простота и доступность такого метода очистки проката приводят к ряду существенных недостатков, касающихся как влияния на работающий персонал опасных и вредных производственных факторов, так и качеству поверхности обрабатываемого металлопроката.

После травления проката образуются вредные отработанные растворы, такие как H_2SO_4 , $FeSO_4$ и другие, которые действуют на обслуживающий персонал как раздражающие и общетоксичные вредные вещества. Данные раздражающие вещества оказывают раздражающее действие на пути дыхательного тракта и слизистые оболочки.

На рис. 5.7 показано влияние раздражающего вещества на организм человека от дозы его воздействия. Кроме того, при травлении металлопроката в воздухе рабочей зоны возможно образование и выделение мышьяковистого водорода – сильно ядовитого газа.

Предельно-допустимая концентрация данного образующего газа в воздухе рабочей зоны производственного помещения не должна превышать $0,1 \text{ мг/м}^3$, класс опасности - 2.

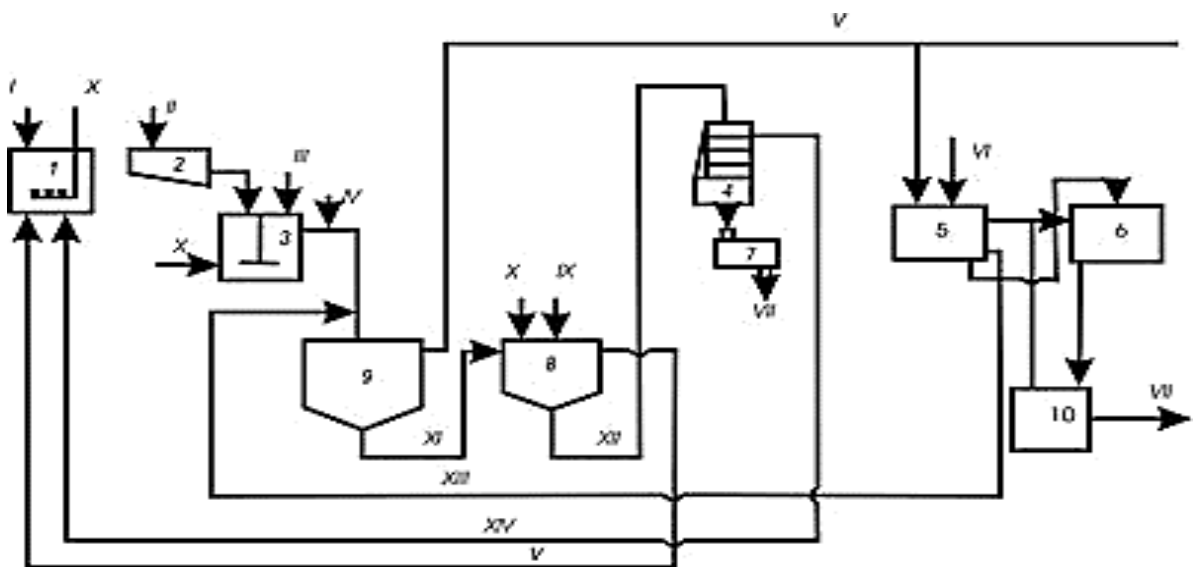


Рис. 5.6. Технологическая схема и повторного использования кислых железосодержащих ПВ травильных отделений:

1 – накопитель; *2* – усреднитель; *3* – камера хлопьеобразования; *4* – фильтр-пресс ФПАКМ; *5* – фильтр; *6* – насосная станция; *7* – сушилка СВЛ; *8* – камера получения магнетита; *9* – отстойник; *10* – резервуар очищенной воды; *I* – ПВ; *II* – щелочь; *III* – затравка; *IV* – флокулянт; *V* – осветленная вода; *VI* – вода для подпитки системы; *VII* – очищенная вода на деминерализационную установку и в производство; *VIII* – сухой остаток на утилизацию или в отвал; *IX* – пар; *X* – воздух; *XI* – осадок; *XII* – уплотненный магнетитовый остаток; *XIII* – вода от промывки фильтра; *XIV* – фильтрат

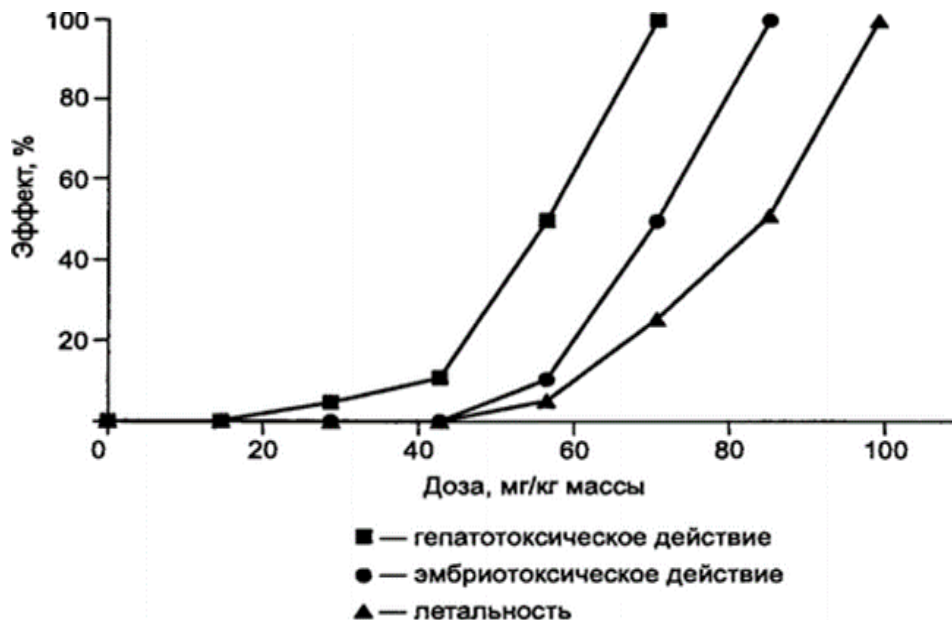


Рис. 5.7. Влияние дозы раздражающего вещества на человека

На рис. 5.8 показаны пути проникновения в организм человека общетоксических вредных веществ.



Рис. 5.8. Пути проникновения общетоксических веществ

Мышьяковистый водород требуется активно удалять через вытяжную вентиляцию от места травления металлопроката. Мышьяк и его соединения вызывают поражение всех органов и систем организма. Механизм действия связан с нарушением обмена веществ в организме (обменом серы, селена и фосфора). Попадание мышьяковистых соединений на кожу человека вызывает ее поражение. Действие яда на опорно-двигательную систему организма выражается в мышечных болях, парезах, парестезиях. Соединения мышьяка изменяют клеточный состав крови человека.

При остром отравлении у человека развивается энцефалопатия, стопы и пальцы теряют кожную чувствительность. Разрушаются сосуды мозга, развивается геморрагический инсульт, нарушается память, речь, могут развиваться психозы. При попадании мышьяковистых препаратов в дыхательные пути развивается спазм бронхов и отек легких. При попадании в пищеварительную систему, действие яда проявляется чувством жжения на губах, чесночным запахом (характерный признак), металлическим привкусом во рту, нарушением глотания, сильной нестерпимой болью в желудке, неукротимой рвотой.

Кроме того, химическая утилизация отработанных травильных растворов достаточно трудоемка и связана с большими затратами материалов и энергии. При накоплении продуктов взаимодействия кислот с железом и другими компонентами, входящими в состав протравленного металла, раствор срабатывается и подлежит сливу. На рис. 5.9 показаны отработанные травильные растворы, которые содержат повышенное содержание растворимой меди.

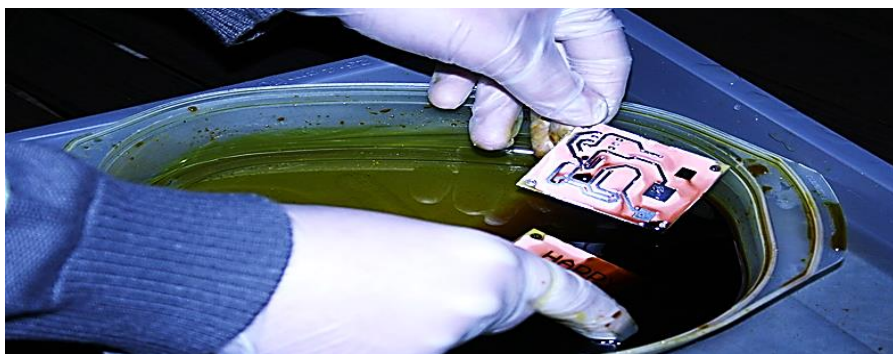


Рис. 5.9. Травильные растворы с содержанием меди

Любые промышленные отходы, особенно содержащие тяжелые металлы, являются весьма опасными для человека и окружающей среды, а поэтому их нейтрализация является важной экономической и экологической задачей.

Объем сточных вод, который образуется при промывке металла после операции травления, составляет 3,0 м³ на 1 т обработанного кислотой металла. На современных производствах объемный расход промывных вод достигает 300 - 400 м³ в час. При сбросе в водоемы загрязненных сточных вод, с перерабатывающих заводов, который показан на рис. 5.10, резко увеличивается концентрация вредных веществ, значительная часть которых, как правило, осаждается вблизи места выпуска.



Рис. 5.10. Сброс загрязненных сточных вод в водоемы

Очистка агрессивных жидкостей такого вида производится на станциях нейтрализации, где на соответствующем оборудовании производится осаждение солей тяжелых металлов, а также приведение кислотно-щелочных показателей воды к нормативным показателям.

Основная проблема действующих в настоящее время станций нейтрализации, которые используются на металлургических предприятиях полно-

го цикла, заключается в большом сроке их эксплуатации. Большинство из них введены в строй во второй половине прошлого века, а «стаж» работы многих из них превышает 40-50 лет. Это объясняет их существенный физический износ, а также моральное устаревание оборудования. В отличие от современных установок, все процессы обеззараживания сточных вод на них выполняются вручную, как это показано на рис. 5.11.

На практике этот способ применяется для кислых стоков. Для нейтрализации кислот в них добавляют обычно местные материалы – отходы от разных производств. Как пример, для этого подходит шлам, который образуется при химводоочистке на ТЭЦ. Если в стоках находится серная кислота, то она хорошо утилизируется шлаками доменного, сталеплавильного или феррохромового производства.



Рис. 5.11. Обеззараживание сточных вод вручную

Кроме шлаков, при нейтрализации вод используют карбонаты кальция или магния (мел, известняк, доломит), $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (известь-пушонка или известковое молоко), гидроксид натрия и соду.

Процесс утилизации сточных кислотных стоков усложняет задачи обслуживающих подразделений метизного производства. Борьба со сточными загрязнениями в этом отношении является особенно важной, поскольку данные отходы потребления этих жидкостей оказывают непосредственное влияние на гидрологическую систему местности. В связи с этим разрабатываются и более эффективные средства минимизации негативных процессов воздействия на окружающую среду. Поэтому современная станция очистки стоков должна отличаться многофункциональностью, эффективностью и удобством в управлении.

Для примера на рис. 5.12 показана компактная станция, которая, позволяет фильтровать примеси металлов и различных кислот.

Во время травления мотков и прутков металлопроката образуются вредные выделения, которые удаляются через бортовые отсосы в течение всего технологического процесса.

После травления для удаления травленного шлама и кислоты прокат промывается в горячей и холодной воде. Промывка в горячей воде производится при температуре 50-800С в течение 1-2 мин. Холодная промывка осуществляется под давлением 5-6 атм. в течение 1-2 мин.

Для нейтрализации остатков серной кислоты и уменьшения коэффициента трения при волочении и холодной штамповки прокат подвергается известкованию в растворе 3-5% извести.



Рис. 5.12. Станция по очистке кислотных стоков

При этом на поверхности проката образуется сплошная пленка извести. Нейтрализация кислоты, которая осталась на поверхности металлопроката после травления, производится в водном растворе хозяйственным мылом.

Химический метод травления обладает низкой производительностью. Продолжительность травления зависит от количества окалины на поверхности проката, концентрации раствора кислоты и соответствует скорости перемещения проката 0,18 м/мин без учета времени затрат на вспомогательные и транспортные операции. Длительная продолжительность технологической операции химического травления горячекатаного проката требует постоянного нахождения обслуживающего персонала в течение всей 8- часовой смены в рабочей зоне опасного и вредного технологического процесса.

В условиях реального производственного процесса травление представляет собой физически тяжелую и опасную операцию для работающего персонала. Все процессы происходят в емкостях, прокат в бунтах или прутках постоянно переносится из одной емкости в другую. Обогрев травильных и других ванн постоянно производится горячим паром. Так как каждая операция протекает при температурах 40-1000С, то идет неизбеж-

ный процесс испарения, который сопровождается вредными запахами на постоянных рабочих местах травильщиков металла.



Рис. 5.13. Ванны травильного участка

Концентрация вредных паров в воздухе рабочей зоны и относительная влажность воздуха на травильном участке превышает значения, установленные требованиями ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».

Относительная влажность воздуха в производственном помещении, где ведется технологический процесс травления металлопроката, составляет более 80% при требованиях ГОСТ 12.1.005-88 – не более 75%. Это объясняется достаточно высокой температурой рабочих травильных и промывочных ванн, неизбежными испарениями, которые показаны на рис. 5.13.

Уровень шума при работе на травильных участках, как правило, превышает допустимую норму 80дБА, согласно требованиям ГОСТ 12.1.003 ССБТ «Шум. Общие требования безопасности» в результате различных технологических перемещений грузоподъемных механизмов, продувки пруткового и бунтового проката после промывки и прогрева пересыщенным паром.

Возможен непосредственный контакт обслуживающего персонала с кислотными растворами, горячими при температуре свыше 80°C материалами и инструментами, которые осуществляют на него опасное термическое воздействие. При этом создаются аварийные ситуации и возможно попадание вредных веществ в водный и воздушный бассейны.

Характер выполняемых работ при очистке мотков и прутков металлопроката в кислотных травильных ваннах относится к категории тяжелая (категория 3). Категории работ по энергозатратам показаны в табл. 5.1.

Категории работ по энергозатратам

Работа	Категория	Энергозатраты организма	Характеристика работ
Легкая работа	1	Не более 150 ккал/ч (174 Вт)	
	1а	Не более 120 ккал/ч (139 Вт)	Работы, производимые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением (ряд профессий на предприятиях точного приборо- и машиностроения, на часовом, швейном производстве, в сфере управления и т.д).
	1б	121-150 ккал/ч (140-174 Вт)	Работы, производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением (ряд профессий в полиграфической промышленности, на предприятиях связи, контроллеры, мастера в различных видах производства и т.п.)
Работа средней тяжести	2	151-250 ккал/ч (175-232 Вт)	
	2а	151-200 ккал/ч (175-232 Вт)	Работы, связанные с постоянной ходьбой, перемещением мелких (до 1кг) изделий или предметов в положении стоя или сидя и требующие определенного физического напряжения (ряд профессий в механосборочных цехах машиностроительных предприятий, в прядильно-ткацком производстве и т.п.)
	2б	201-250 ккал/ч (223-290 Вт)	Работы, связанные с ходьбой и переноской тяжести до 10 кг и сопровождающиеся умеренным физическим напряжением (ряд профессий в механизированных, литейных, прокатных, кузнечных, термических, сварочных цехах машиностроительных и металлургических предприятий и т.п.)

Тяжелая работа	3	Более 250 ккал/ч (290 Вт)	Работы, связанные с постоянными передвижениями, перемещением и переноской значительных (свыше 10 кг) тяжестей и требующие значительных физических усилий (ряд профессий в кузнечных цехах с ручной ковкой, литейных цехах с ручной набивкой и заливкой машиностроительных и металлургических предприятий и т.п.)
----------------	---	---------------------------	--

5.1.1. Опасные и вредные факторы при химическом способе травления

Производство по травлению поверхности металлопроката при снятии окалины и других жировых загрязнений является основным загрязнителем воздуха рабочей зоны. При данном технологическом процессе применяются растворы, которые негативно влияют на здоровье работников. Профессиональные заболевания обслуживающего персонала травильных участков связаны, в первую очередь, с поражением кожного покрова и общим токсическим действием на организм. Воздействие различных паров сопровождается рефлекторные и морфологические проявления, приводят к функциональным и морфологическим изменениям как на месте контакта, так и во внутренних органах. В целостном организме названные процессы тесно связаны между собой и проявляются в воспалительных реакциях. Интенсивность и течение воспалительных реакций зависит как от раздражающего вещества, его концентрации, так и состояния организма. Контроль состояния воздушной среды на травильных участках является одной из ключевых задач. Как правило, увеличение объемов метизного производства постоянно влечет повышение производственных мощностей и совершенствование технологических процессов.

Травильные процессы и процесс нанесение подмазочного слоя на поверхность проката включают ряд этапов.

1. Подготовка поверхности горячекатаного или калиброванного проката. На этой стадии проводится химическая обработка поверхности. Вредными и опасными производственными факторами являются: пыль, шум, вибрация и возможность травмирования производственного персонала. Химическая подготовка поверхности проката связана с обработкой кислотными реактивами. Вредными и опасными производственными факторами являются: воздействие химически активных веществ, которые могут вызвать ожоги кожных покровов и слизистых оболочек, которые показаны на рис. 5.14.

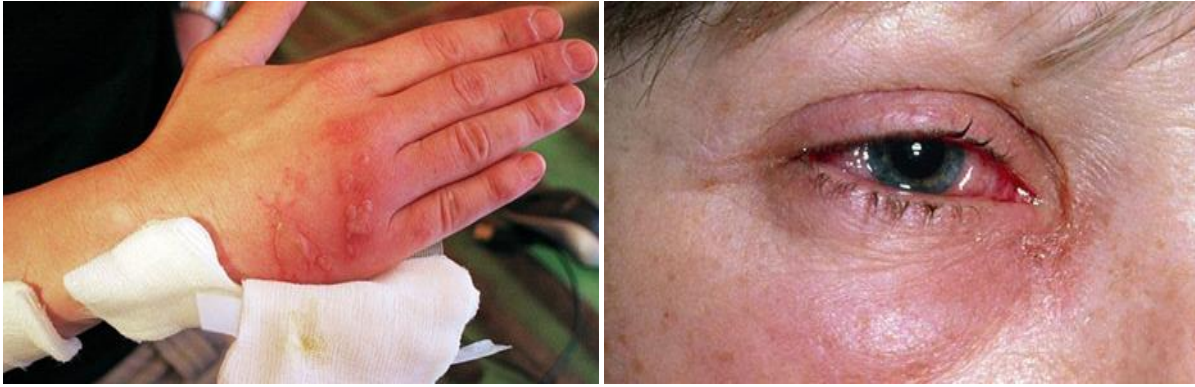


Рис. 5.14. Химический ожог рук и глаз

2. Нанесение подсмазочного слоя на поверхность проката с целью снижения усилий волочения проката через инструмент волочильного стана. Одновременно подсмазочный слой служит для снижения нагрузки на прессовое оборудование при высадке метизных изделий холодным способом.

3. Промывка, контроль и другие заключительные операции при подготовке проката. На данной операции воздействие вредных и опасных производственных факторов по сравнению с другими этапами незначительно.

Можно сделать вывод, что наиболее вредным этапом для здоровья обслуживающего персонала является стадия 1. В процессе химической обработки поверхности наиболее вредными и опасными в обращении вещества травильного производства являются:

4. Серная кислота (H_2SO_4). Так как данная кислота обладает малой летучестью, то основная её масса выделяется в воздушную среду не в виде паров, а в виде мелкодисперсных капель с размером не более 50-100 мкм. Хранение серной кислоты в емкостях вместимостью 1 м³ показаны на рис. 5.15.



Рис. 5.15. Хранение серной кислоты

5. Соляная кислота (HCl). При высокой концентрации раздражение слизистых, конъюнктивит, помутнение роговицы, насморк, кашель, хроническое отравление вызывает катары дыхательных путей, изменение слизистой носа, разрушение зубов, также желудочно-кишечные расстройства и различные характеры воспалительных заболеваний кожи. Ёмкость, в которой находится соляная кислота, показана на рис. 5.16.



Рис. 5.16. Соляная кислота в пластмассовой таре

Улучшить условия в цехах по травлению проката и прутков достигается методами и средствами инженерной охраны труда. Используют четыре метода:

- метод, который исключает контакт обслуживающего персонала с опасными и вредными производственными факторами путем автоматизации;
- метод механизации и дистанционного управления;
- методы, которые согласуют характеристики производственной среды с характеристиками человека;
- методы, которые обеспечивают адаптацию, естественные защитные свойства организма к условиям окружающей среды.

5.1.2. Приточно-вытяжная вентиляция при химическом способе травления проката

Для удаления вредных веществ и создания допустимых условий труда на участках травления металлопроката предусматривается приточно-вытяжная вентиляция. Кроме удаления вредных веществ приточно-вытяжная вентиляция служит и для удаления избыточной влажности, поддержания допустимых параметров микроклимата и обеспечение пожаро-взрывобезопасности.

На травильных участках одну из важнейших задач играет очистка воздуха от загрязняющих веществ. Для данных целей на травильных отделениях подготовки поверхности металлопроката как в мотках и бунтах, так и прутках, применяют следующие вентиляционные установки (рис. 5.17–рис. 5.20):

- вытяжные зонты;
- колпаки;
- вытяжные шкафы;
- бортовые отсосы.



Рис. 5.17. Зонты вытяжные



Рис. 5.18. Колпак вытяжной



Рис. 5.19. Шкаф вытяжной



Рис. 5.20. Отсосы бортовые

Во всех вентиляционных устройствах остро стоит проблема химической коррозии вытяжных воздуховодов, так как в удаляемом отработанном воздухе содержатся вещества с высокой химической активностью, поэтому срок службы воздуховодов ограничен.

К примеру, срок службы воздуховодов из обычной стальной листовой стали составляет 1-1,5 года, а из оцинкованной стали—3-4 года. Такие вентиляционные системы показаны на рис. 5.21. Это является основной причиной постоянного ремонта и замены сети воздуховодов на травильных участках.



Рис. 5.21. Изношенная вентиляционная система воздуховодов

В последнее время есть предложения изготавливать их из недорогих полимерных материалов. Однако вытяжные воздуховоды, изготовленные из таких полимерных материалов, не обладают необходимой механической прочностью и термостойкостью.

Устройство бортовых отсосов является надежным способом удаления вредных веществ. Они могут быть двусторонними и односторонними. Двусторонние бортовые отсосы работают с передувкой. Принцип их действия в том, что с одной стороны ванны подается приточный воздух в виде плоской струи, который выходит из щели шириной до 10 мм со скоростью 6-10 м/с и стелется над поверхностью испарения. Данный приточный воздух засасывается бортовым отсосом, который расположен с противоположной стороны ванны, и показан на рис. 5.22.

Бортовые отсосы конструкции бывают сплошные и секционные. Принцип действия бортового отсоса заключается в том, что всасываемый с большой скоростью через узкую бортовую щель отсоса воздух образует над зеркалом травильного раствора горизонтальную струю, которая сбивает с вертикального пути выбрасываемые из раствора капли и заставляет их главную массу упасть обратно в травильную ванну. Оставшиеся легкие капли и образовавшиеся газы направляются в отсос. Бортовые отсосы

имеют много положительных свойств, удобны в эксплуатации, эффективны и экономически оправданы.

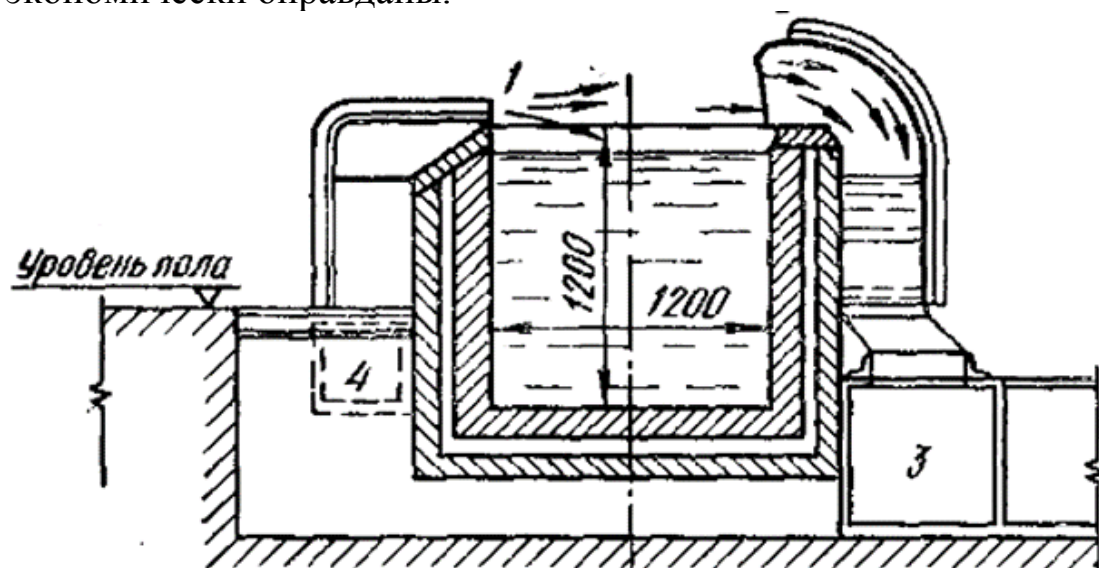


Рис. 5.22. Принцип работы бортового отсоса:

1 – подача приточного воздуха; 2 – бортовой отсос; 3 – желоб бортового отсоса;
4 – система подачи воздуха

Вытяжные зонты находятся на определенном расстоянии от места, где образуются вредные вещества и это обеспечивает открытый доступ обслуживающего персонала к оборудованию или рабочему месту. Увеличение расстояния между источником выделения вредных веществ и вытяжным зонтом вызывает подсос воздуха из травильного отделения. При этом скорость движения воздуха затухает обратно пропорционально квадрату расстояния, вследствие чего возможны отклонение струй загрязненного воздуха от вытяжного зонта.

Вытяжные зонты используют в случаях, когда выделяющиеся отработанные вредности легче окружающего воздуха. Зонты оборудуют естественной (или искусственной) вытяжкой. Скорость засасывания отработанного воздуха в открытом сечении зонта при удалении вредных выделений должна составлять от 0,8 до 1,2 м/с.

Вытяжные зонты устанавливают в местах проведения работ, связанных с кислотным травлением поверхности бунтов проката. Принцип работы такого зонта показано на рис. 5.23.

Необходимое оборудование располагается внутри вытяжного зонта, который защищает травильный участок от выбросов вредных веществ, выделяемых на конкретном производственном этапе.

Отсасывающие решетки устанавливаются сбоку от оборудования с рабочей стороны. Как правило, такие решетки применяются редко, так как при этом виде вентиляции при работе происходит большой расход воздуха. К положительным характеристикам отсасывающих решеток следует

отнести то, что они хорошо улавливают легкие газы и частицы водяного пара, как это показано на рис. 5.24. Недостатки этого вида вентиляции – большой расход воздуха при травлении металлопроката.

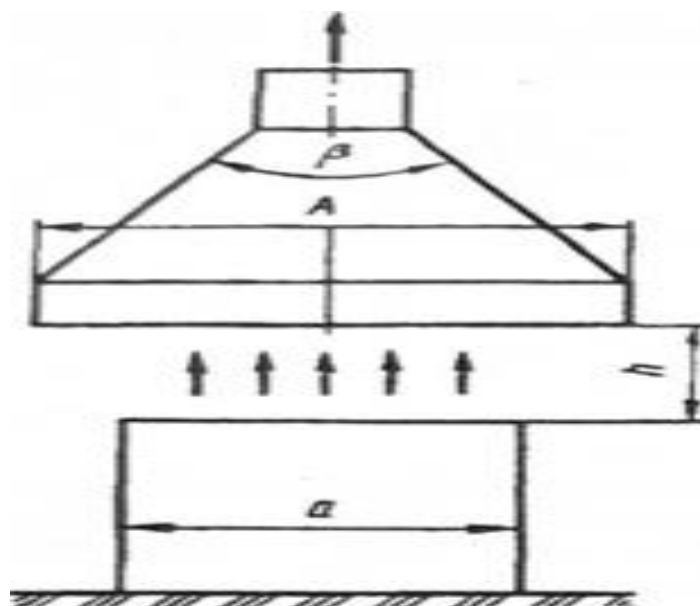


Рис. 5.23. Принцип работы вытяжного зонта:
a - ширина ванны; *A* - ширина зонта; *h* - расстояние от ванны до зонта;
β - угол конуса зонта

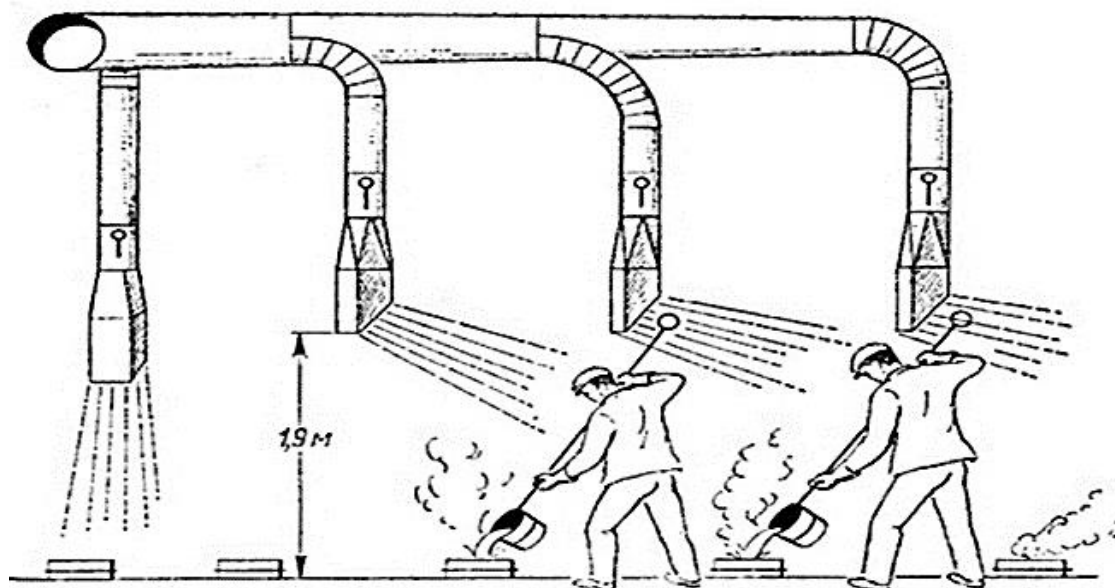


Рис. 5.24. Отсасывающие решетки

Когда очищенный металлопрокат, выгруженный из раствора кислоты, поднимают над зеркалом ванны и держат над ванной до стекания с бунтов металла раствора, происходит выделение вредных опасных веществ. Следовательно, они находятся вне зоны действия местных вытяжных систем. Для улавливания данных загрязняющих веществ с целью за-

грязнения воздушной среды участка необходимо применять дополнительную вытяжную вентиляцию вне травильной ванны. Для этих целей применяют дополнительную механическую вытяжку из верхней зоны. Казалось бы, что для этих целей можно было использовать вытяжные вентиляции, рассчитанные на ассимиляционную влагу и теплоты. Но может оказаться, что теплообмен воздуха на травильном участке превышает объем воздуха, вытягиваемый через местные отсосы, тогда удаление вредных веществ будет затруднено ограничен. Кроме того, с целью снижения выделения вредных веществ должна иметь практика отключения подогрева травильных ванн в нерабочее время.

Общеобменную вентиляцию в травильном помещении необходимо обеспечивать из расчета ассимиляции избытков влаги с целью защиты от накапливания вредных веществ. Работа вытяжных систем должна быть организована круглосуточно вышеуказанной причине и увеличения срока службы данных систем за счет снижения коррозии внутренних поверхностей воздуховодов. Обязательным условием является применение на травильных участках приточной вентиляции для подачи свежего и очищенного от пыли воздуха около 90% объема отсасываемого загрязненного воздуха. Принцип действия подачи приточной вентиляцией свежего воздуха показан на рис. 5.25.

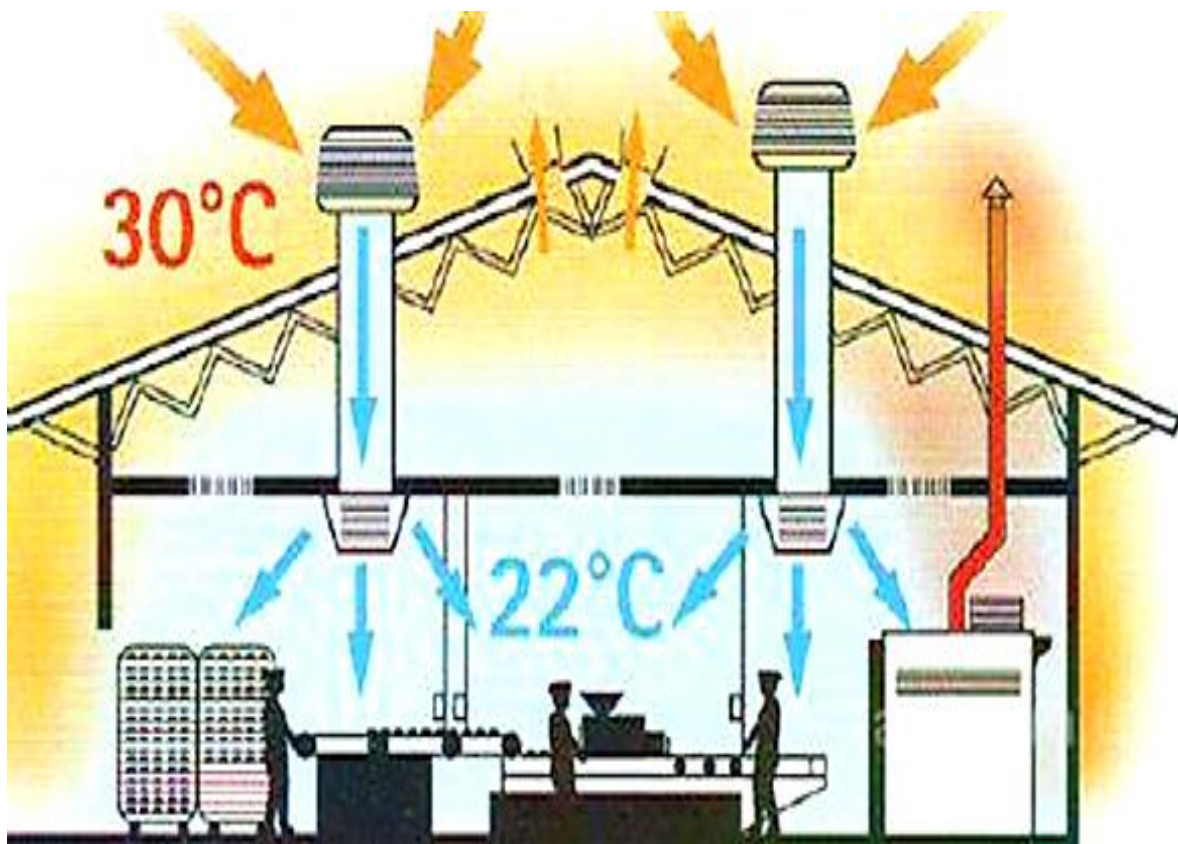


Рис. 5.25. Приточная вентиляция

В холодное время суток приточный воздух требуется подогревать. Объем воздуха, который подается в помещение травильного участка, должен быть меньше вытяжного воздуха на 5%, если данное помещение при-мыкает к помещениям, где по технологическому циклу не образуются вредные вещества и сообщается с ним дверьми или проемами.

В случае, если в смежном помещении кратность воздухообмена более чем единицы, то требуется применять механическую приточную вентиляцию в смежное помещение из расчета компенсации расчетного воздухообмена в травильном отделении.

В тех помещениях, где установлены открытые травильные ванны с раствором кислоты и снабженные бортовыми отсосами, требуется производить рассеянную подачу приточного воздуха в рабочую зону.

При промывке бунтов металлопроката после травления основным вредным веществом является влага. С целью увеличения эффекта удаления данной влаги из помещения необходимо 65-70% приточного воздуха подавать в нижнюю зону, при этом 25-30% под перекрытием участка. При этом свежий и очищенный воздух, который подается в верхнюю зону, подогревают и направляют со скоростью около 18 м/с. Этим обеспечивается интенсивное перемешивание для подсушивания несущих строительных конструкций.

Механическая принудительная вентиляция позволяет отсасывать воздух с необходимой интенсивностью из рабочих и других мест, где образуются вредные выделения и, в то же время, подавать свежий воздух, который можно рационально распределять по помещению.

Кроме того, помимо использования приточно-вытяжной вентиляции, проводить проверку использования рабочего оборудования, кислототрубопроводов, воздухопроводов и систем безопасности. Требуется ежедневно соблюдать меры предосторожности и правила техники безопасности.

На участках должны постоянно находиться укомплектованные медицинские аптечки. Персонал, который допущен к выполнению работ по травлению бунтов металлопроката, должен ежемесячно проходить повторный инструктаж по технике безопасности. Помимо вышеуказанного, рабочий персонал, который допущен к выполнению данных опасных работ, проходит предварительный медицинский осмотр.

На травильных участках запрещено курить и принимать пищу с целью избежание отравления. В качестве средств индивидуальной защиты используют рукавицы из кислотостойких и водонепроницаемых материалов, халат или костюм хлопчатобумажный с кислотозащитной пропиткой, фактур прорезиненный, сапоги резиновые и очки защитные, которые показаны на рис. 5.26.



Рис. 5.26. Средства индивидуальной защиты:

а – фартук с кислото-защитной пропиткой; *б* – рукавицы из кислотостойких и водонепроницаемых материалов; *в* – сапоги резиновые; *г* – очки защитные

5.2. Дробеструйная обработка поверхности проката

Воздействие струей дроби на металл является процессом его холодной обработки. Это одна из самых распространенных механических технологий, которая используется для решения широкого круга задач, а применяемое оборудование обеспечивает отличное качество и высокую производительность выполнения работ. Наиболее часто дробеструйная обработка металла используется для удаления с его поверхности ржавчины в максимально сжатые сроки и с минимальными затратами.

Дробемётная установка по очистке поверхности металлических изделий представлена на рис. 5.27.



Рис. 5.27. Дробемётная установка

Помимо очистки от ненужных элементов, металлу и металлическим изделиям придается совершенно иной вид – его можно сделать матовым или шероховатым, сгладить поверхностные неровности. На рис. 5.28 показана поверхность пружин после обработки дробью.



Рис. 5.28. Поверхность пружин после обработки дробью

Основная область применения дробеструйной технологии:

- удаление следов коррозии;
- наклеп металла;
- удаление окалины, которая осталась после металлообработки;
- очистка от старых защитных и декоративных покрытий;
- полировка и матирование поверхности металла;
- придание поверхности необходимой шероховатости перед нанесением покрытий.

При использовании в технологическом процессе дробеструйной обработки проката исключается операция нанесения фосфатного покрытия и повышается стойкость холодно-высадочного инструмента. При подготовке поверхности проката к холодной высадке, включающей дробеструйную обработку и волочение, предволочильная пауза между этими операциями не превышает 5 с, а степень обжатия при волочении выполняют не более 30%. Основной принцип работы дробеметного оборудования показан на рис. 5.29.

При данной технологической обработке удаляется не только окалина, жировые и масляные загрязнения, но и разрушаются оксидные пленки, происходит наклеп металла, увеличивается площадь его поверхности, т.е. активируются металлическая поверхность пластической деформацией. Для очистки поверхности металлопроката используется колотая дробь, которая показана на рис. 5.30.

В зону волочения подают технологическую смазку, обладающую противозадирными, противоизносными, антифрикционными присадками.

Содержащиеся в смазке химические соединения серы, хлора и фосфора вступают в реакцию с активированной металлической поверхностью и модифицируют ее с образованием металла заготовки и инструмента при высоких давлениях и температурах.

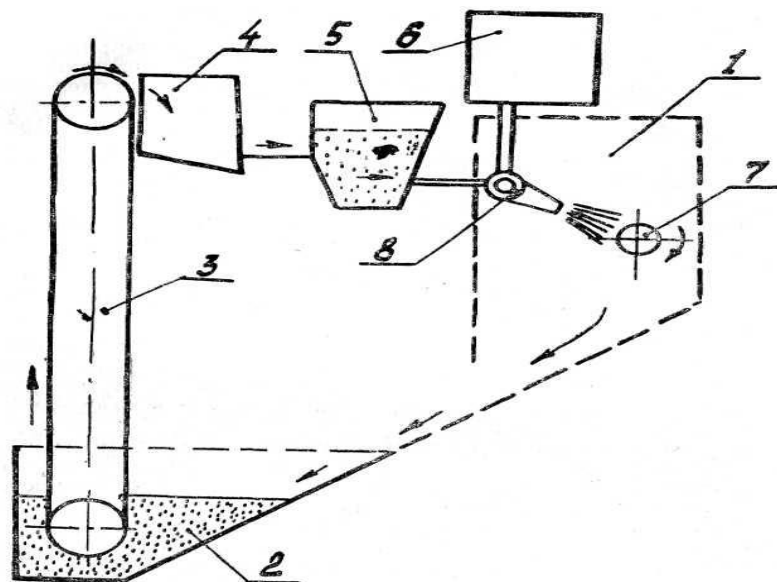


Рис. 5.29. Схема работы дробемётного оборудования:

1 – рабочая камера; 2 – бак с дробью; 3 – конвейер подачи дроби; 4 – накопитель дроби; 5 – бункер для дроби; 6 – пневмосистема; 7 – металлопрокат; 8 – форсунка



Рис. 5.30. Колотая дробь

Опытным путем установлено, что если предволочильная пауза не превышает 5 с, то прочность и пластичность разделительной пленки будут наиболее высокими и достаточными для проведения многопереходных процессов холодной высадки деталей из высокоуглеродистых и легированных сталей без разрыва данной пленки. За счет сочетания технологических параметров дробеструйной обработки и волочения, а именно раз-

меров и твердости дроби, скорости прохождения горячекатаного проката через рабочие камеры дробеструйной установки, степени обжатия при волочении получают микрорельеф поверхности с равномерно расположенными впадинами, имеющими глубину в пределах 0,02-0,07 мм.

Технологическая смазка, подаваемая в зону волочения, заполняет впадины и при последующей холодной высадке выжимается из впадин и смазывает контактную поверхность между заготовкой и инструментом. Если степень обжатия при волочении превысит 30%, то глубина впадин будет меньше, чем требуется для удержания смазки.

Таким образом, полученная разделительная пленка в сочетании с технологической смазкой во впадинах микрорельефа поверхности проката обеспечивает уменьшение износа холодновысадочного инструмента, позволяет применять при холодной высадке более дешевые и недефицитные смазочно-охлаждающие жидкости. Способ подготовки поверхности подката для холодной высадки, включающий дробеструйную обработку и волочение, показан на рис. 5.31.

При этой технологической операции подготовки поверхности подката получают микрорельеф с равномерно расположенными впадинами, покрытый разделительной пленкой, а впадины заполняют технологической смазкой. Использование: снижение затрат на подготовку металла, а также повышение качества поверхности подката для холодной высадки. Вышеуказанным способом решается задача снижения затрат на подготовку металла, а также повышения качества поверхности проката для холодной высадки.

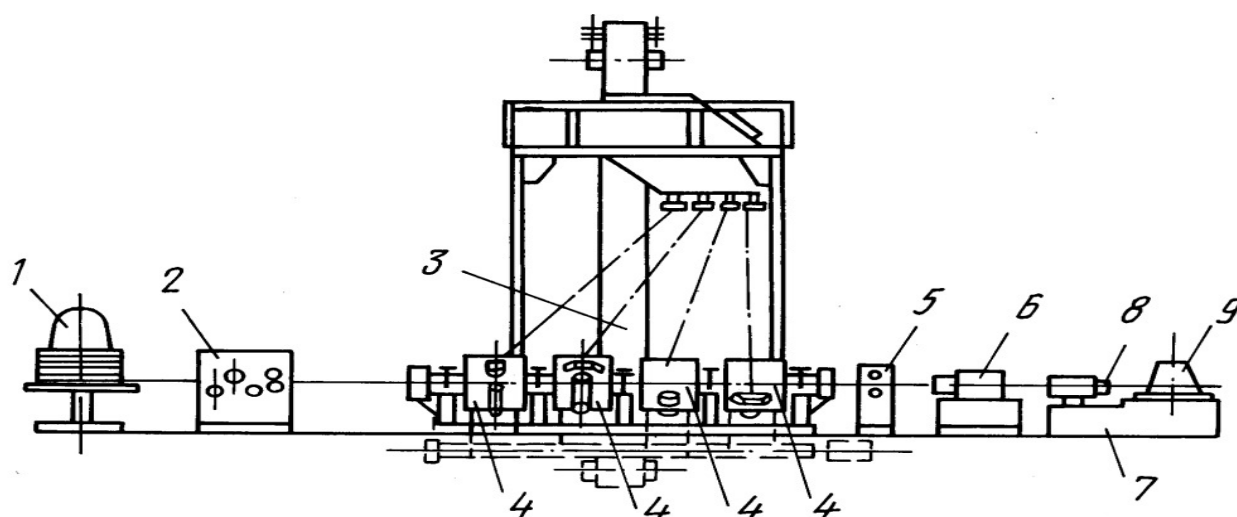


Рис. 5.31. Схема подготовки проката:

- 1 – размотывающее устройство; 2 – правильно-подающее устройство;
- 3 – дробеструйная установка; 4 – отдельные модули дробеструйной установки;
- 5 – последовательно подающее устройство; 6 – острильное устройство;
- 7 – волочильный стан; 8 – фильера (волока); 9 – наматывающее устройство

При дробеструйной обработке удаляют не только окалину, жировые и масляные загрязнения, но и разрушают оксидные пленки, наклепывают металл, увеличивают площадь его поверхности, т.е. активируют металлическую поверхность пластической деформацией. В зону волочения подают технологическую смазку, обладающую противозадирными, противозносными, антифрикционными присадками. Содержащиеся в смазке химические соединения серы, хлора и фосфора вступают в реакцию с активированной металлической поверхностью и модифицируют ее с образованием металла заготовки и инструмента при высоких давлениях и температурах.

Таким образом, полученная разделительная пленка в сочетании с технологической смазкой во впадинах микрорельефа поверхности подката обеспечивает уменьшение износа холодновысадочного инструмента, позволяет применять при холодной высадке более дешевые и недефицитные смазочно-охлаждающие жидкости.

Все операции, связанные с очисткой поверхности металла от окалины, должны быть механизированы и выполняться в соответствии с технологическими инструкциями. Очистка металла дробью и песком должна производиться в герметичных камерах, оборудованных системой аспирации. Места загрузки дробы или металлического песка в аппараты, а также проемы для загрузки и выгрузки обрабатываемых изделий должны быть оборудованы укрытиями и местными отсосами. Конструкция дробеструйных, дробеметных и пескоструйных установок должна исключать нахождение рабочего в камере. Пуск в работу аспирационных систем должен быть заблокирован с пуском местных отсосов. Очистные камеры должны быть оборудованы сепараторами для очистки дробы от пыли и окалины. Подача и возврат дробы или металлического песка должны быть механизированы, а коммуникации - герметизированы. Выполнять ремонт, смазку и чистку оборудования, а также входить в подвальное помещение и камеру очистки разрешается только при полной остановке движущихся механизмов и блокировке их пуска.

У дробеструйного способа очистки горячекатаного проката для изготовления метизных изделий присутствуют определенные недостатки:

1. Уровень шума при работе на дробеметных установках превышает допустимый уровень звука более 80дБА, согласно требованиям ГОСТ 12.1.003 ССБТ «Шум. Общие требования безопасности» в результате шумового воздействия дробы на прокат и металлический корпус рабочей камеры, где происходит его очистка и постоянных технологических перемещений грузоподъемных механизмов и работы вентиляционных установок. По временным характеристикам шум является постоянным и широкополосным.

2. Дробеструйный метод очистки проката обладает невысокой производительностью относительно химического травления в растворах кислот. Постоянное использование колотой дроби делает его дорогостоящим. Продолжительность очистки во многом зависит от количества окалины на поверхности проката, качества дроби и скорости перемещения в камере очистки. Длительная продолжительность технологической операции при дробеструйной очистке, особенно поверхности горячекатаного проката, требует постоянного нахождения обслуживающего персонала в течение всей 8 - часовой смены в рабочей зоне опасного и вредного технологического процесса.

3. Характер выполняемых работ по очистке металлопроката в дробеструйных агрегатах относится к категории работа средней тяжести (категория 2б).

4. Во время технологической обработки дробеструйной очистке проката в воздухе рабочей зоны может появляться металлическая пыль. Предельно допустимая концентрация металлической пыли в воздухе рабочей зоны может достигать 5 мг/ м^3 . Для удаления пыли используют вытяжную вентиляцию как из рабочей камеры дробомета, так и с постоянного рабочего места волочильщика - дробеметчика в виде вытяжного зонта, который показан на рис. 5.32.



Рис. 5.32. Вытяжная вентиляция от места выброса пыли

5. В соответствии с ГОСТ 12.1.012-2004 ССБТ «Вибрационная безопасность. Общие требования» производственная вибрация на рабочих местах, где металлопрокат очищается от загрязнений и окалины дробеметным способом, действует на рабочий персонал в виде общей вибрации. С целью исключения негативного воздействия повышенного уровня шума на обслуживающий персонал во время работы очистной установки согласно требований ГОСТ 12.4.011-89 «Средства защиты работающих. Общие требования и классификация» необходимо постоянно использовать средства индивидуальной защиты в виде наушников и защитных касок, которые показаны на рис. 5.33.



Рис. 5.33. Средства индивидуальной защиты

5.3. Механические способы очистки поверхности проката и проволоки

При механическом способе очистке проката поверхность обрабатывается щетками, фрезами, абразивными кругами, резцами, окалиноломателями и прочим инструментом. Далее по тексту показан ряд способов очистки поверхности проволоки и сортового проката.

5.3.1. Обработка абразивными инструментами

На рис. 5.34 показана принципиальная схема устройства, обеспечивающего решение поставленной задачи по очистке поверхности проволоки от окалины и других загрязнений.

Абразивные элементы (1), вращаясь с некоторой скоростью, прижимаются к поверхности обрабатываемой проволоки (2) с некоторой

силой (F). Вся конструкция вращается со скоростью вокруг оси обрабатываемого изделия. При условии, что прокат при этом перемещается со скоростью V , траектория движения абразивных элементов на поверхности изделия имеет вид спирали, благодаря чему вся поверхность изделия обрабатывается абразивными элементами, причем абразивные частицы и изделие на отдельных участках движутся практически навстречу друг другу, чем достигается более интенсивная активация поверхности обрабатываемого изделия.

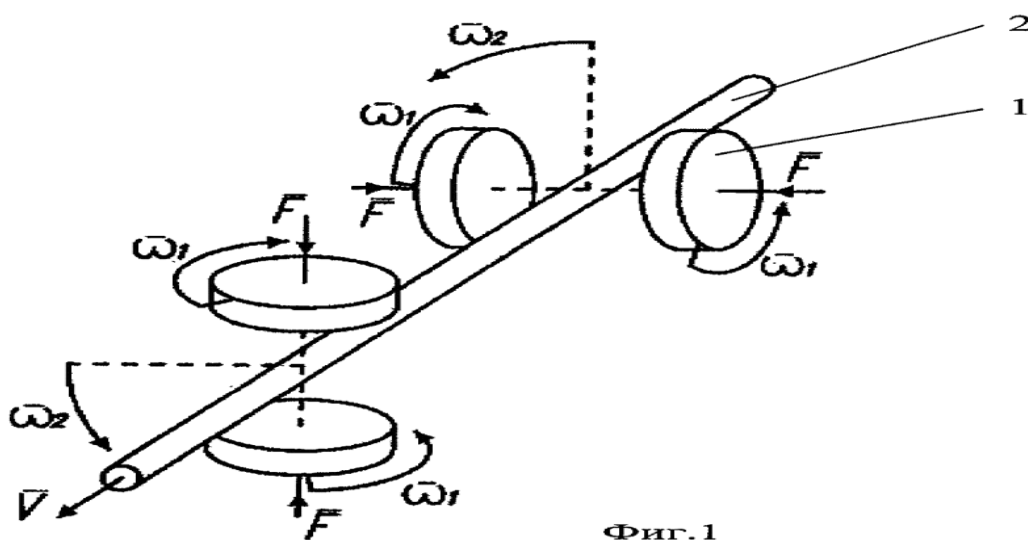


Рис. 5.34. Схема устройства очистки проволоки:
 1 – абразивные материалы; 2 – обрабатываемый материал

Устройство содержит установленный на основании вращающийся полый вал, на котором смонтирован, по меньшей мере, один рабочий узел. Рабочий узел выполняется в виде установленных с противоположных сторон вала с возможностью продольного перемещения вдоль перпендикулярной валу оси и прохода в полость вала двух вращающихся торцовых абразивных элементов. Устройство позволяет выбирать режимы в широких диапазонах скоростей вращения абразивных элементов, скоростей подачи обрабатываемого изделия, усилий воздействия абразивных элементов на обрабатываемую поверхность, а также степени зернистости абразивных элементов.

Кроме того, эффективность устройства в значительной степени возрастает при его выполнении с системой подачи в зону обработки жидкости, которая выполняет функцию смазки зоны обработки, облегчает протягивание обрабатываемого изделия через полый вал и обеспечивает удаление продуктов абразивной обработки. В качестве жидкости может быть

использован обезжиривающий состав, что дополнительно позволяет увеличить эффективность очистки.

5.3.2. Очистка поверхности окалиноломателями

Неудаленная окалина, всякого рода загрязнения, плохая отделка поверхности деталей резко снижают коррозионную стойкость металла. Поэтому с поверхности деталей следует полностью удалять даже следы окалины, а также мельчайшие частички железа. Чаще всего для заготовок из углеродистой стали применяется методика механической очистки.

Она целесообразна с экономической точки зрения. Выполняется такая процедура достаточно просто. Сначала проволоку между роликами специальной конструкции перегибают периодически в разных плоскостях. Такое механическое удаление окалины с поверхности горячекатаного проката или проволоки производится при помощи валковых окалиноломателей. Один из видов таких окалиноломателей показан на рис. 5.35.

Как правило, линия по очистке и волочению проволоки содержит размоточное устройство, петлеуловитель, окалиноломатель, механизм для вибрации катанки перед мыльницей волочильного стана и другое вспомогательное оборудование.

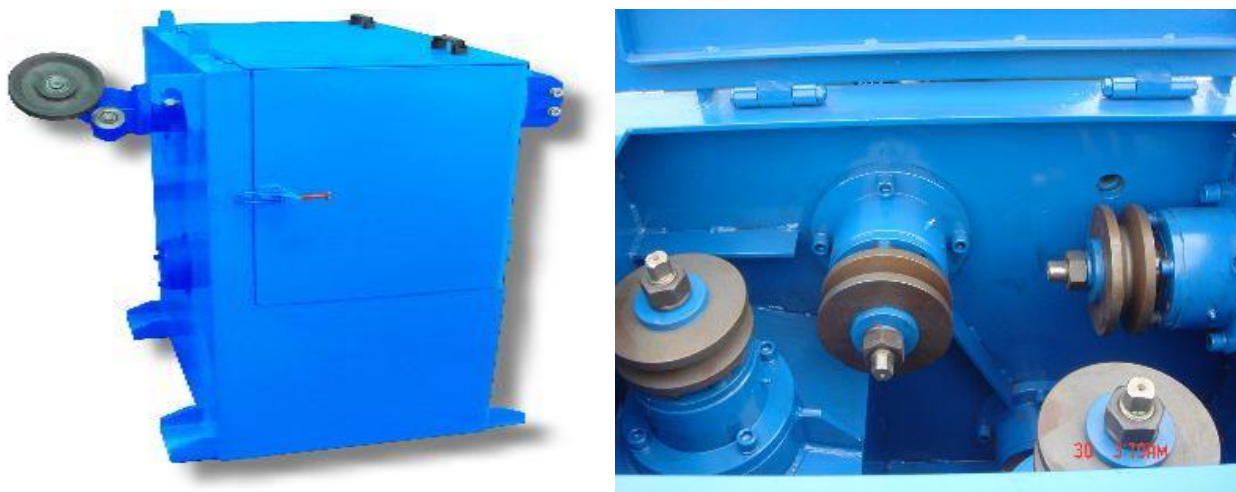


Рис. 5.35. Валковый окалиноломатель

Такое оборудование предназначено для повышения равномерности степени предварительной очистки и деформационного упрочнения по окружностям сечений заготовок, к оборудованию для первичной «грубой» очистки поверхностей горячекатаных заготовок - прутков от окалины, производимой в составе технологических поточных линий «механическая очистка - волочение». Способ включает изгибы в двух взаимно перпендикулярных плоскостях показан на рис. 5.36.

Минимально возможное упрочнение и повышение универсальности обработки заготовок разных диаметров обеспечивается за счет того, что затем изгибы производят в двух взаимно перпендикулярных плоскостях, повернутых относительно первой пары плоскостей на угол 45° , с поочередным убыванием степеней деформации и радиусами изгиба, превышающими 13-15 диаметров заготовки. Схема линии с окалиноломателем, показанная на рис. 5.36, содержит соответствующее оборудование, в результате чего предупреждается появление различных дефектов механического происхождения, а также сокращается габаритная длина поточной технологической линии.

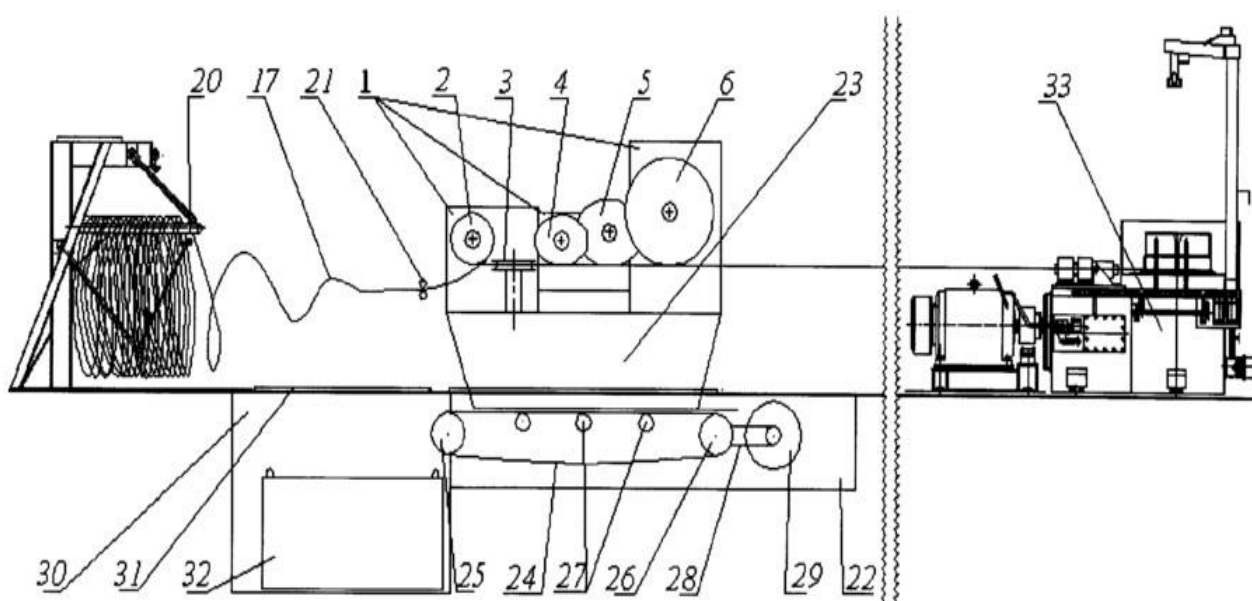


Рис. 5.36 - Схема линии волочения проката с окалиноломателем:
 1 – корпус; 2 – ролик; 3 – ролик; 4 – ролик; 5 – ролик; 6 – ролик; 17 – заправочный конец; 20 – размоточное устройство; 21 – направляющая клеть; 22 – углубление; 23 – скосы; 24 – гибкая лента; 25 – направляющая валков; 26 – приводной валок; 27 – поддерживающий валок; 28 – приводной ремень; 29 – приводной электродвигатель; 30 – камера; 31 – решетчатая крышка; 32 – бадья; 33 – барабан волочильного стана

5.3.3. Поверхностная обточка проката

К калиброванному металлу предъявляют требования по твердости, которая зависит от марки стали и состояния поставки. По виду поверхности проволока может быть без дополнительной отделки поверхности после деформации (в том числе проволока с остатками технологических покрытий — меди, фосфата, буры, наносимых на поверхность для подготовки металла к волочению); холоднотянутая после предварительной шлифовки, обточки или обдирки на промежуточном размере; со специ-

альной отделкой поверхности (путем удаления поверхностного слоя); полированная, шлифованная, травленая; покрытая: с металлическим покрытием (оцинкованная, луженая, омедненная, латунированная, алюминированная и с другими покрытиями), с неметаллическим покрытием (покрытая полимерами, фосфатированная и с другими покрытиями); светлая (термически обработанная в защитной атмосфере); оксидированная (окисленная, термически обработанная с цветами побежалости); черная (термически обработанная, покрытая окалиной).

В метизном производстве используются устройства для удаления дефектного слоя с поверхности проволоки. Сущность метода заключается в том, что: устройство содержит две неподвижные резцовые головки, смонтированные на общем основании. В каждой резцовой головке расположено по шесть резцов, закрепленных на резцедержателях под углом 60° относительно один другого. Проволока движется сквозь резцовые головки со скоростью 70-100 м/мин. Для улучшения качества удаления дефектов, резцовые головки повернуты вокруг оси проволоки на 30° относительно один другого, как это показано на рис. 5.37 и рис. 5.38.

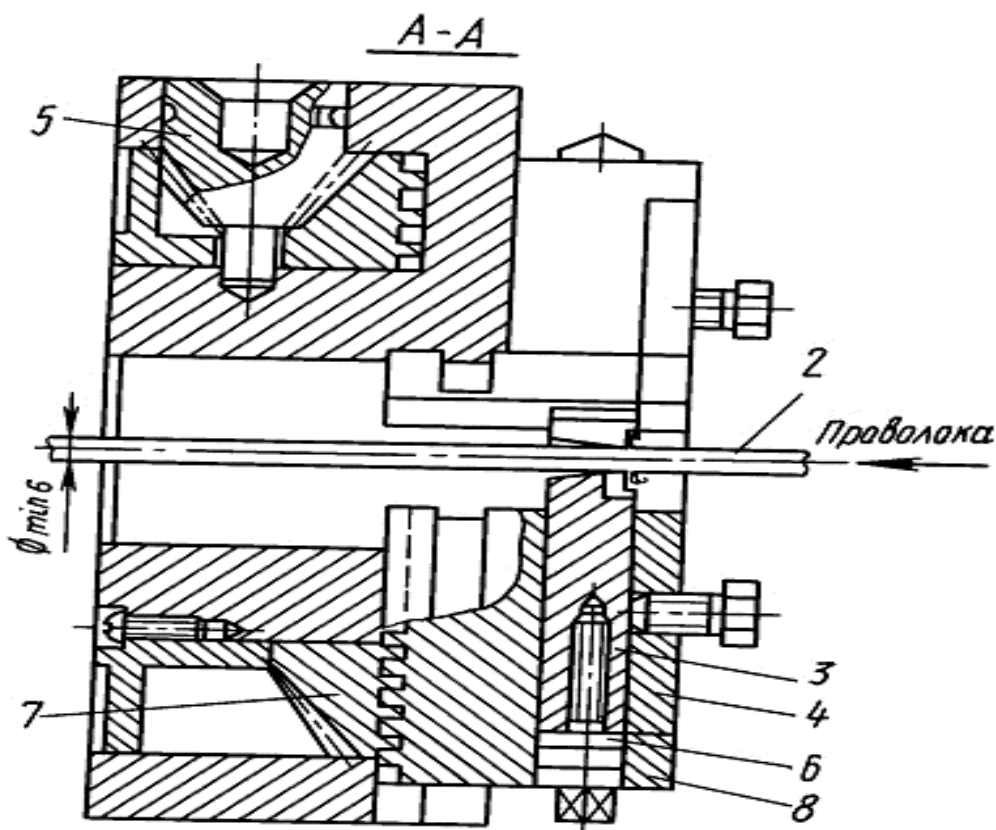


Рис. 5.37. Устройство резцовой головки:

2 – обрабатываемая проволока; 3 – штифт; 4 – резец; 5 – планка; 6 – конические шестерни; 7 – регулировочный винт; 8 – спиральный диск

Данным способом удаляют дефекты с поверхности движущейся проволоки, в частности срезанием дефектов определенной глубины с поверхности металла.

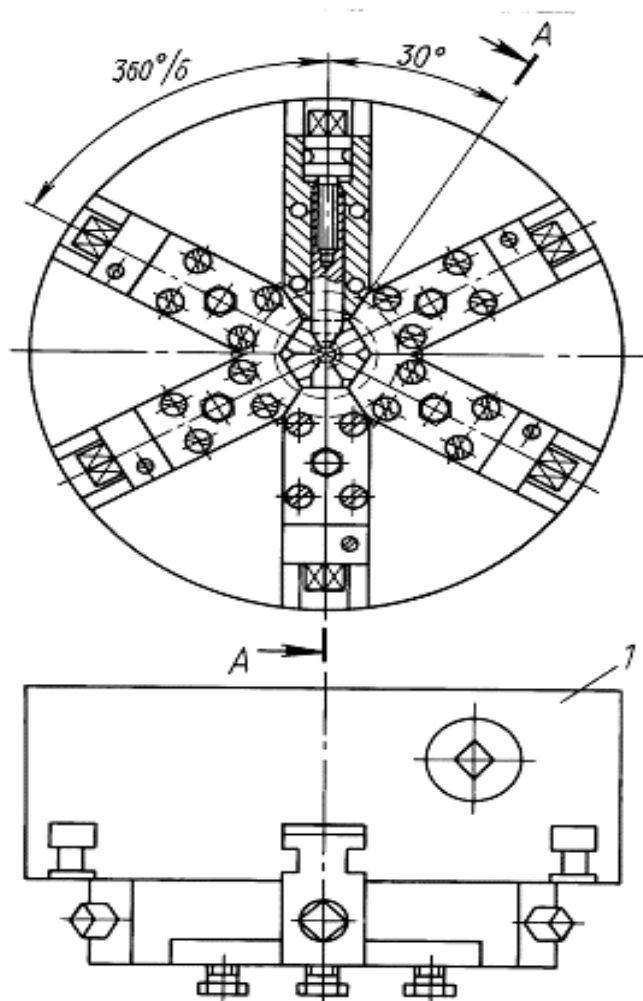


Рис. 5.38. Резцовая головка

1 – резцедержатель; А – продольный разрез

Кроме того, известен способ удаления дефектов с поверхности проволоки - скальпирование, где движущаяся проволока проходит сквозь режущий инструмент и скорость резания равна скорости протяжки металла.

При скальпировании срезание поверхностных дефектов с проволоки происходит в процессе протяжки металла через кольцевой режущий инструмент, выполненный в виде волюты с обратным конусом и круговой режущей кромкой на входе. Однако использование кольцевого режущего инструмента имеет низкую стойкость, соответственно частую его смену из-за выкрашивания режущей кромки. Необходима организация специального участка для изготовления, заточки и перешлифовки режущего инструмента, обеспечивая заданные геометрические параметры углов режущей поверхности и внутреннего конуса, кроме того, на каждый диаметр

обрабатываемой проволоки необходим свой режущий инструмент, отсюда значительно возрастает расход твердого сплава.

Наиболее приемлемым является устройство для удаления дефектов с поверхности проволоки, выполненное в виде резцовой головки, вращающейся вокруг обрабатываемого металла. Данный способ устранения дефектов с поверхности проволоки называется обточкой. На основании этого способа создано следующее оборудование: линии "Кизерлинг", линии "Калов", агрегаты "Хетран", линии 2КЛ-41. Однако этот способ малопродуктивен и дорогостоящ. Производительность линии "Кизерлинг" не превышает 2000 т в год.

С целью исключения многих недостатков линии "Кизерлинг", отечественные производители предлагают устройство для удаления дефектного слоя с поверхности проволоки с двумя неподвижными резцовыми головками, смонтированными на общем основании вдоль оси протягиваемой проволоки, в которых расположены по две группы резцов, повернутых вокруг оси на 30° относительно друг друга. Каждая группа имеет по шесть резцов, расположенных под углом в 60° друг от друга и в одной, перпендикулярной к обрабатываемой проволоке, плоскости. На рис. 5.38 схематично изображен общий вид предлагаемого устройства для удаления дефектного слоя.

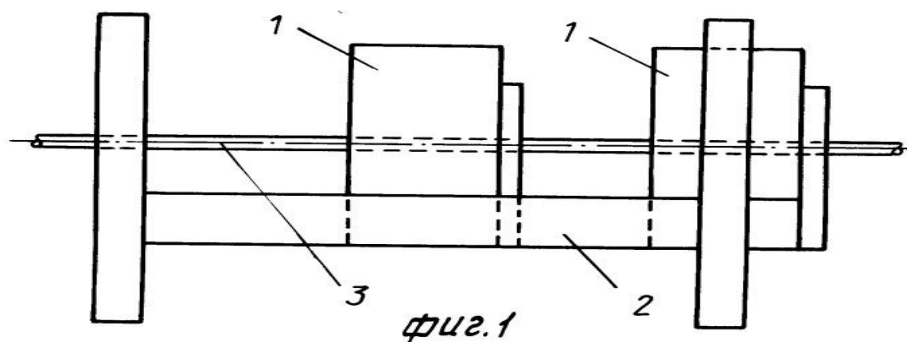


Рис. 5.38. Общий вид устройства для удаления дефектного слоя:

1 – две неподвижные резцовые головки; 2 – общее основание вдоль оси протягиваемой проволоки; 3 – проволока с поверхностными дефектами

Резцы изготавливаются из материалов типа твердый сплав (ВК6, 8, 10, Т15К6, Т15К10), гексонит, эльбор и других им подобных твердых сплавов. При данном виде технологической операции применяются резцы с закругленной режущей кромкой. Оборудование позволяет удалять поверхностные дефекты со скоростью до 70-100 м/мин, что увеличивает производительность обработки в десять раз. Как правило, поверхностные

дефекты (закаты, плены, обезуглероженный слой и т.д.) проката удаляются только его поверхностной обточкой. При обточке поверхности металлопроката, кроме наклепа, возникают и другие недопустимые дефекты поверхности.

Обточка проката в тонком поверхностном слое приводит к высоким температурам и упрочнению поверхностного слоя с образованием трещин в этом слое (глубина упрочненного слоя находится в пределах 0,15-0,3 мм). На поверхности металлопроката могут образоваться грубые винтовые резы и трещины. Неудовлетворительная центровка при обточке может приводить к неравномерному съему калиброванного проката по окружности, обезуглероженный слой остается на поверхности недопустимой величины – свыше 0,1 мм. При обточке поверхности металлопроката, кроме наклепа, возникают и другие недопустимые дефекты поверхности. Кроме вышеназванных недостатков, данная технология переработки проката отправляет в стружку более 5,5% металла.

Экономический расчет при обточке одной тонны металлопроката с поверхностными дефектами показывает, что в стружку с одной тонны металла уходит минимум 55 кг.

5.3.4. Снятие окалины щетками

Существует и ряд технологических преимуществ волочения проволоки из катанки с механически удаленной окалиной. В целом, вопросы, связанные с техническим и технологическим обеспечением процесса удаления окалины с поверхности заготовки под волочение механическими способами, хорошо изучены. Однако остаются проблемы, которые требуют дальнейшего исследования. В частности, при механическом удалении окалины на поверхности заготовки формируется более развитый, чем после травления, микрорельеф. При этом, исследования по формированию микрорельефа поверхности заготовки под волочение в процессе производства ее на мелкосортно-проволочных станах и в процессе удаления окалины носят, в основном, экспериментальный характер. Тем не менее, уровень микрорельефа поверхности горячекатаного проката (проволоки) определяет количество захватываемой смазки, значение коэффициента трения в очаге деформации и усилие волочения, то есть энергозатраты при волочении на волочильных станах.

Теоретическое прогнозирование параметров шероховатости поверхности заготовки под волочение является важным для снижения затрат при производстве проволоки.

Разработаны оборудование и технология для подготовки поверхности заготовки перед волочением, включающая удаление окалины и фор-

мирование требуемого микрорельефа на поверхности заготовки с помощью вращающихся металлических щеток. Данная технология учитывает скорость волочения и скорость вращения щеток. Конструкция блоков щеточной установки позволяет проводить обработку поверхности движущейся заготовки под различным углом, обеспечивая тем самым необходимую направленность шероховатости поверхности.

Обработка щеткой—это комбинация обработки поверхности со снятием и без снятия стружки. В дополнение к снятию слоя материала ударная энергия щетин, воздействующих на поверхность, приводит к деформации (уплотнению) структуры материала, что обеспечивает закрытию "пор". Такая поверхность лучше защищается от коррозии, чем после технологической операции шлифовки. Щетки являются вращающейся технологической оснасткой для обработки поверхностей. Они обрабатывают деталь путем вращения и давления.

Давление со стороны оператора должно быть сильным в такой степени, чтобы кончики щетин только контактировали с поверхностью обрабатываемой детали. Если давление будет слишком сильным, то щетины согнутся боком, и с поверхностью будут контактировать их боковые поверхности. Из-за этого щетка будет подвергаться повышенному изнашиванию, не повышая при этом скорость выполнения работ. Так как только кончики щетин начинают работать, большое значение имеет правильное управление инструментом. При чрезмерном давлении на инструмент со стороны оператора может вызвать дополнительное изнашивание щеток.

Скорость является ключевым фактором во время обработки поверхности щеткой. Чем выше скорость, тем выше эффективность щетки. Однако в целях безопасности нельзя превышать максимальные скорости вращения щетки, заявленные в технических данных инструмента. Если скорость будет слишком низкой, то скорость выполнения работы не будет оптимальной.

Щетки могут быть с гофрированной проволокой, проволокой, сплетенной в пучки или проволокой со связующим составом. Стальные щетины применяют для обработки стали и других черных металлов. При обработке стали щеткой нужно использовать стальные проволочные щетки со сплетенной в пучки проволокой. Они агрессивны и неэластичны. Для более тонкой работы необходимо использовать стальные проволочные щетки с гофрированной проволокой, для высококачественной отделки необходимо использовать медную щетку. Схема для очистки поверхности горячекатаного проката и проволоки состоит из четырех блоков, установленных на общей раме с разворотом на 45° относительно друг друга. Такое расположение обеспечивает обработку всей поверхности заготовки по периметру и показано на рис. 5.37.

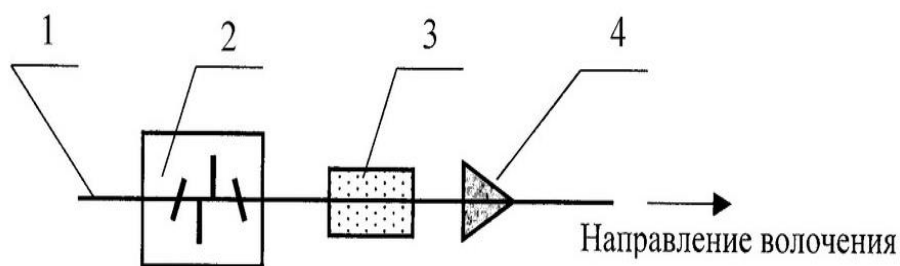


Рис. 5.37. Схема для очистки поверхности горячекатаного проката:
 1 – проволока; 2 – блок щеток; 3 – мыльница; 4 – волока

Каждый блок снабжен двумя щетками, насаженными на валы электродвигателей, расположенными друг над другом со смещением. Смещение необходимо для того, чтобы щетки при работе не касались друг друга и не было их взаимного истирания. Каждая щетка снабжена приводом, обеспечивающим прижатие ее торцевой поверхности к поверхности обрабатываемой катанки или проволоки. Вариант расположения щеток показан на рис. 5.38.

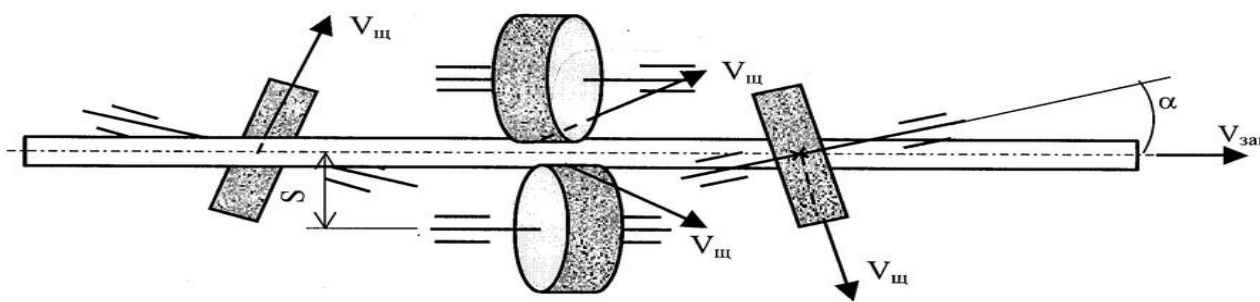


Рис. 5.38. Вариант расположения щеток

Проведенные исследования показали, что использование технологии подготовки поверхности заготовки под волочение с помощью вращающихся металлических щеток позволяет не только качественно удалять окалину, но и снизить усилие волочения за счет формирования более развитого микрорельефа поверхности катанки, чем после травления.

5.4. Опасные и вредные факторы при механической очистке проволоки и проката

Все перечисленные способы очистки не решают проблемы качественной подготовки поверхности проката, так как не обеспечивают полного удаления окалины и снижают коэффициент использования металла. Кроме того, при очистке поверхности указанными способами существует

достаточно много различных опасных и вредных производственных факторов, которые могут привести к появлению травм и профзаболеваний.

Среди них: повышенная запыленность рабочей зоны, наличие острых кромок режущего инструмента, которыми снимается поврежденный поверхностный слой проката, а также превышающие уровни шума и вибрации на рабочих местах.

Эквивалентные уровни шума при работе на механических участках обработки метизных изделий, где проводится очистка от окалины фрезами или дробью, как правило, составляет от 90 до 100 дБА, что превышает допустимую норму согласно требованиям ГОСТ 12.1.003 ССБТ «Шум. Общие требования безопасности». По характеру спектра шум относится к широкополосному, а по временным характеристикам – не постоянному.

В соответствии с ГОСТ 12.1.012-2004 ССБТ «Вибрационная безопасность. Общие требования» производственная вибрация в производственном помещении, где поверхность металлопроката очищается от загрязнений и окалины механическим способом, действует на рабочий персонал в виде общей вибрации.

Указанные способы механического удаления окалины и загрязнений с поверхности не являются экологичными, так как загрязняют окружающую среду, требуют более мощной вытяжной вентиляции, применения фильтров и дополнительных дорогостоящих очистных сооружений.

При механическом способе очистке горячекатаного и калиброванного проката скорость перемещения при очистке колеблется в пределах от 0,6 до 1,5 м/мин без учета затрат времени на вспомогательные и транспортные операции, изменяясь, а зависимости от толщины и прочности ее сцепления с поверхностью металла.

Одним из существенных недостатков очищенных поверхностей после очистки механическими способами является ускоренная коррозия металла во влажной среде. Характер выполняемых работ по очистке металлопроката при указанном способе относится к категории 2б (средней тяжести) или 3 (тяжелая).

В реальном производственном процессе с целью удаления слоя окалины, обезуглероженного слоя и загрязнений с поверхности металлопроката используют различные механические способы очистки. Стоит отметить, что многочисленные механические способы не решают проблемы качественной подготовки поверхности проката, так как не обеспечивают полного удаления окалины и увеличивают расход использования металла. При снятии поверхностных дефектов с металлопроката указанными способами присутствует много различных опасных и вредных производственных факторов, которые могут приводить к появлению травм и профзаболеваниям.

Среди опасных и вредных производственных факторов можно выделить:

- повышенную запыленность рабочей зоны,
- острые кромки режущего и абразивного инструмента, с помощью которого снимается поврежденный поверхностный слой проката,
- повышенные уровни шума и вибрации на рабочих местах,
- запыленность и так далее.

Так, предельно допустимые уровни шума при работе на механообрабатывающих участках, где проводится снятие окалины фрезами или очистка дробью, составляет от 85 до 95 дБА, что превышает допустимую норму согласно требованиям ГОСТ 12.1.003 ССБТ «Шум. Общие требования безопасности». По характеру спектра шум относится к широкополосному, по временным параметрам – не постоянному.

В соответствии с ГОСТ 12.1.012-2004 ССБТ «Вибрационная безопасность. Общие требования» производственная вибрация в производственном помещении, где поверхность металлопроката очищается от загрязнений и окалины механическим способом, действует на рабочий персонал в виде общей вибрации.

Указанные способы механического удаления окалины и загрязнений с поверхности не являются экологически чистыми, так как загрязняют окружающую среду, требуют более мощной вытяжной вентиляции, применения фильтров и дополнительных дорогостоящих очистных сооружений. При механическом способе очистке горячекатаного и калиброванного проката скорость перемещения при очистке колеблется в пределах от 0,6 до 1,5 м/мин без учета затрат времени на вспомогательные и транспортные операции, изменяясь, а зависимости от толщины и прочности ее сцепления с поверхностью металла.

Одним из существенных недостатков очищенных поверхностей после очистки механическими способами является ускоренная коррозия металла во влажной среде. Характер выполняемых работ по зачистке металлопроката по вышеуказанным способам относятся к категории 2 б или 3, т.е. средней тяжести и тяжелая.

5.5. Причины и расследование несчастных случаев на производстве

Травматизм на производстве - национальное бедствие. По данным государственной инспекции по охране труда в настоящий период в России ежегодно травмируются более 350 тыс. человек, из них 11-12 тыс. работников становятся инвалидами, а около 6 тыс. человек погибают (т.е. 16 человек в сутки). Большая часть всех несчастных случаев (НС) прихо-

дится на НС, связанных с электрическим током и механическими воздействиями на человека.

Несчастный случай на производстве - это результат воздействия на работников опасного или вредного производственных факторов при выполнении работниками трудовых обязанностей, связанных с производством или по заданию индивидуального предпринимателя.

Опасный производственный фактор - воздействие на работников движущихся тел или электрического тока, которое при определенных условиях приводит к производственной травме.

Вредный производственный фактор - воздействие на работников электромагнитных, тепловых изменений, вибрации и шума, вредных примесей в помещении, низкой освещенности, которые при определенных условиях приводит к производственному заболеванию.

Производственной травмой называется травма, полученная работником на производстве в результате несоблюдения требований безопасности труда.

Различают травмы механические, термические (ожоги), химические и электротравмы.

В соответствии с Положением о расследовании и учету несчастных случаев на производстве от 11 марта 1999 года (с изменениями от 28 января, 24 мая 2000 г.) - расследованию и учету подлежат несчастные случаи, происшедшие на территории предприятия (организации) в течение всего рабочего периода, включая сверхурочное время, выходные и праздничные дни, а также вне территории при выполнении трудовых обязанностей по заданию организации или индивидуального предпринимателя при нахождении в командировке.

Расследованию и учету также подлежат несчастные случаи, происшедшие при следовании к месту работы или с места работы на личном транспорте при наличии договора об использовании его в производственных целях, а также другие НС, указанные в Положении.

Несчастный случай, происшедший на предприятии с работником, направленным другой организацией для выполнения задания, расследуется комиссией, образованной работодателем, на производстве которого произошел несчастный случай.

В состав комиссии входит полномочный представитель организации (индивидуального предпринимателя), направившего этого работника. Учитывается такой несчастный случай по месту основной работы. Несчастный случай, происшедший с работником принятым работодателем на временную работу или на работу по совместительству, расследуется и учитывается по месту, где производилась работа. При этом необходимо

наличие письменного приказа (распоряжения) о принятии на временную работу или работу по совместительству.

Расследованию подлежат, но не учитываются и оформляются актом произвольной формы случаи, происшедшие на территории предприятия, такие как, смерть вследствие общего заболевания или самоубийство, подтвержденное медицинскими и следственными органами; смерть, наступившая вследствие алкогольного или наркотического опьянения, не связанного с нарушениями технологического процесса, где используются технические спирты; травмы, полученные пострадавшим при совершении им уголовно-наказуемых преступлений. Основные причины несчастных случаев на метизном производстве в условиях современного рыночного хозяйствования следующие:

а) технические:

- несовершенство конструкции с точки зрения безопасного ведения работ из-за отсутствия защитных кожухов, заземляющих устройств, рым-болтов для транспортировки грузов и оборудования и прочее;
- отсутствие ремонтных площадей. Стесненность и захламленность оборудования;
 - отсутствие грузоподъемных механизмов и средств автоматизации;
- отсутствие оградительных и предохранительных устройств;
- эксплуатация неисправных машин, механизмов, оборудования;
- нарушение производственной технологии и технологической дисциплины;
- отсутствие планово-предупредительных ремонтов или их не выполнение;
- низкое качество профилактических и ремонтных работ;
- физический износ производственного оборудования и инструмента;
- отсутствие, несоответствие или неприменение средств индивидуальной защиты.

б) организационные:

- низкий уровень обучения, недостаточные знания производственного персонала;
 - допуск к работе не обученных и не аттестованных людей;
- использование работника не по специальности;
- низкое качество проводимых на рабочих местах инструктажей;
- низкая производственная и трудовая дисциплина;
- неудовлетворительная организация труда и отсутствие должного контроля за работой производственного персонала;

- отсутствие ответственности у должностных руководителей за техническую безопасность и здоровье людей при выполнении трудовых обязанностей;
- отсутствие единых мер по контролю безопасности работ;
- снижение уровня качества расследований несчастных случаев и аварий на предприятиях

в) санитарно-гигиенические:

- высокий уровень загазованности в производственных помещениях;
- высокий уровень ионизирующих, электромагнитных и тепловых излучений;
- высокий уровень вибрации и шума на рабочих местах;
- недостаточная освещенность рабочих мест или отсутствие освещенности.

г) психофизиологические:

- не соответствие состояния работника характеру выполняемой работы (заболевание, алкогольное опьянение, зависимость от наркотиков);
- выполняемая работа не соответствует профессии и квалификации работника;
- нездоровые отношения в рабочем коллективе между сотрудниками.

Факторы предрасположенности человека, которые повлекли за собой появление несчастного случая в условиях производственного процесса, показаны на рис. 5.39.

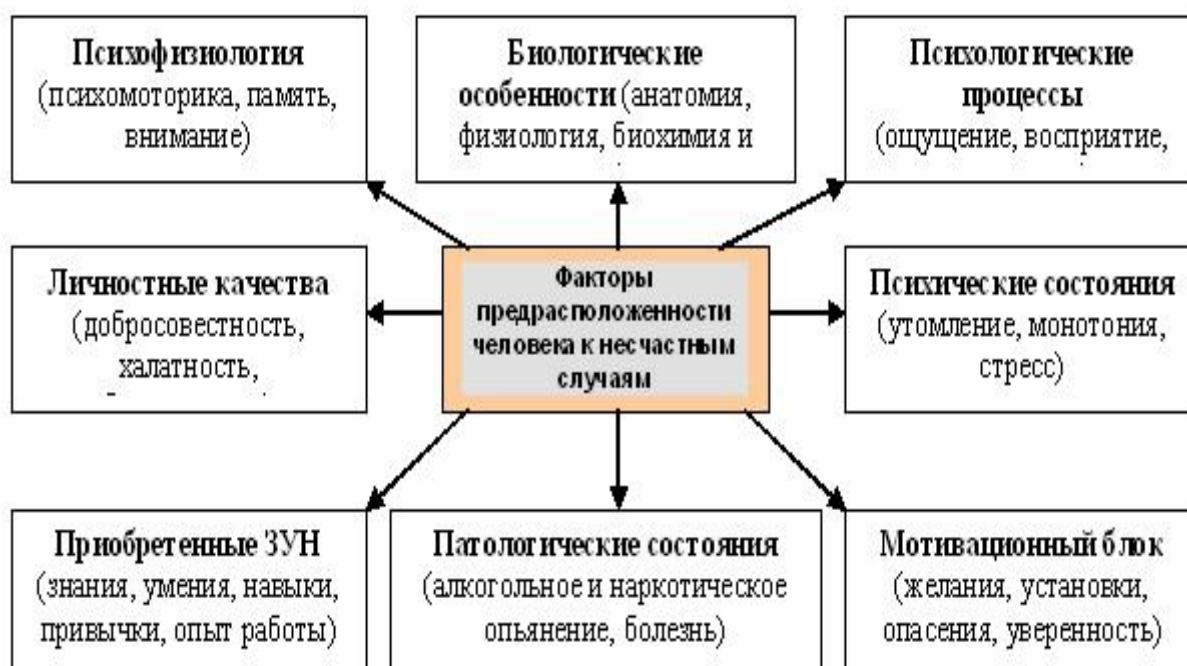


Рис. 5.39. Факторы предрасположенности человека к НС

Несчастный случай на производстве, вызвавший у работника потерю трудоспособности не менее одного дня или необходимость его перевода на другую более легкую работу в соответствии с медицинским заключением, оформляется актом о несчастном случае на производстве по форме Н-1, приведенный в Приложении (рис. П.1).

Цели расследования несчастного случая на производстве показаны на рис. 5.40. Порядок действий работодателя при несчастном случае на производстве показан на рис. 5.41. Для расследования несчастного случая на производстве предприятия работодатель незамедлительно создает комиссию в составе не менее трех человек.

В состав комиссии включаются специалист по охране труда или лицо, назначенное ответственным за организацию работы по охране труда приказом (распоряжением) работодателя, представители работодателя, представители профсоюзного органа или иного уполномоченного работниками представительного органа, уполномоченный по охране труда.

Комиссию возглавляет работодатель или уполномоченный им представитель. Состав комиссии утверждается приказом (распоряжением) работодателя. Руководитель, непосредственно отвечающий за безопасность труда на участке (объекте), где произошел несчастный случай, в состав комиссии не включается.



Рис. 5.40. Цели расследования несчастного случая

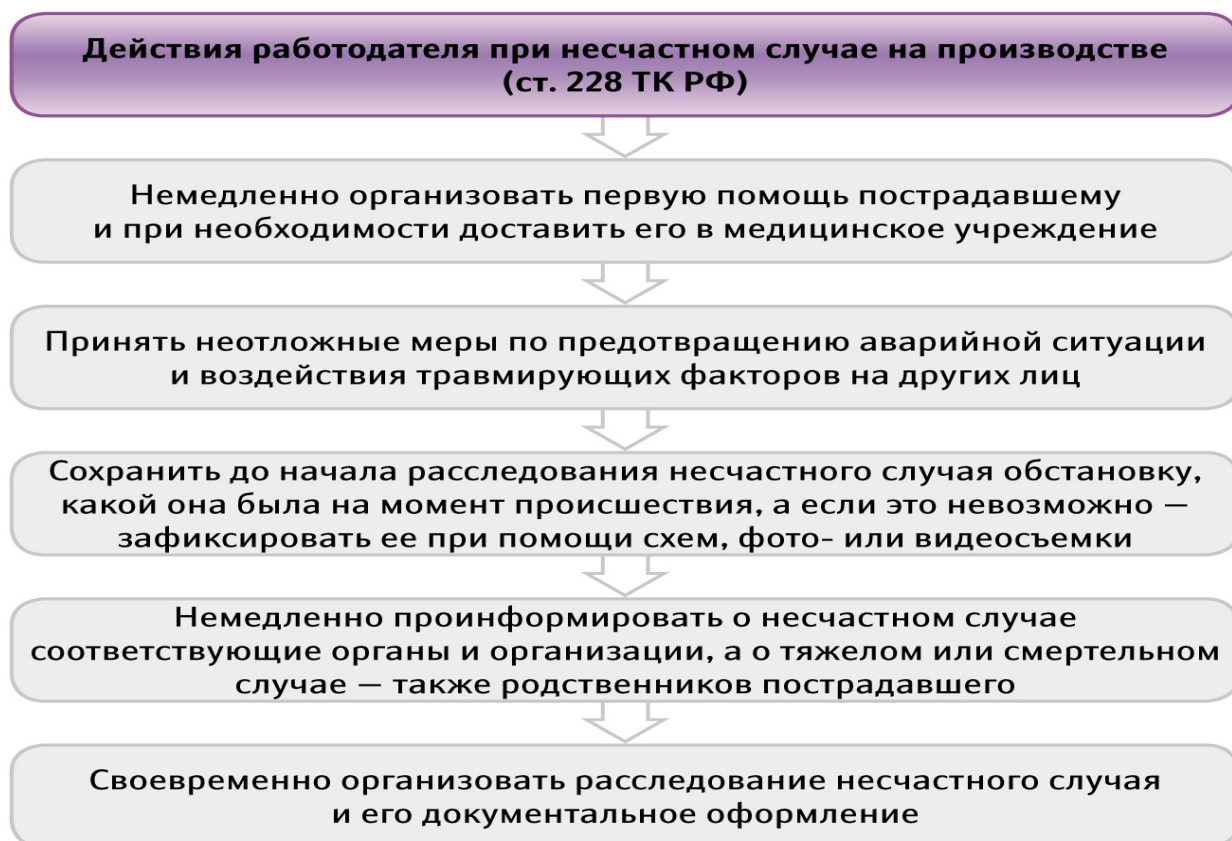


Рис. 5.41. Действия работодателя при несчастном случае на производстве

Каждый работник или уполномоченный им представитель имеет право на личное участие в расследовании несчастного случая на производстве, происшедшего с ним.

Акт о несчастном случае на производстве подписывается членами комиссии, утверждается работодателем (уполномоченным им представителем) и заверяется печатью, а также регистрируется в журнале регистрации несчастных случаев на производстве.

Работодатель (уполномоченный им представитель) в трехдневный срок после утверждения акта о несчастном случае на производстве обязан выдать один экземпляр указанного акта пострадавшему, а при несчастном случае на производстве со смертельным исходом – родственникам либо доверенному лицу погибшего (по их требованию).

Второй экземпляр акта о несчастном случае вместе с материалами расследования хранится в течение 45 лет по месту работы пострадавшего на момент несчастного случая на производстве. При страховых случаях третий экземпляр акта о несчастном случае и материалы расследования работодатель направляет в исполнительный орган страховщика (по месту регистрации в качестве страхователя).

Более детально авторами этот вопрос рассмотрен в прилагаемой литературе.

Контрольные вопросы

1. Для каких целей используют волочильный инструмент?
2. Какие существуют способы удаления окалины и поверхностных дефектов с поверхности проволоки и сортового проката?
3. В чем заключается принцип химического травления поверхности горячекатаного проката?
4. Что необходимо сделать с отработанным травильным раствором?
5. Какие опасные и вредные производственные факторы присутствуют при химическом травлении поверхности проволоки?
6. В чем основной принцип дробеструйной обработки поверхности горячекатаного проката?
7. Назовите механические способы удаления окалины и жировых отложений с поверхности проволоки?
8. Назовите основные причины несчастных случаев в метизном производстве при подготовке поверхности проволоки к волочению?
9. Какой основной способ удаления обезуглероженного слоя с поверхности калиброванного проката или проволоки?
10. Основные причины несчастных случаев на производстве?
11. Кто входит в состав комиссии по расследованию несчастного случая?
12. По какой форме оформляется актом о несчастном случае на производстве?

6. РОЛЬ ОСВЕЩЕНИЯ В ОБЕСПЕЧЕНИИ БЕЗОПАСНЫХ УСЛОВИЙ ТРУДА В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ МЕТИЗОВ

6.1. Классификация освещения и требования к освещению

В зависимости от источника света освещение может быть трех видов:

- естественное;
- искусственное;
- совмещенное.

Классификация освещения приведена на рис. 6.1.

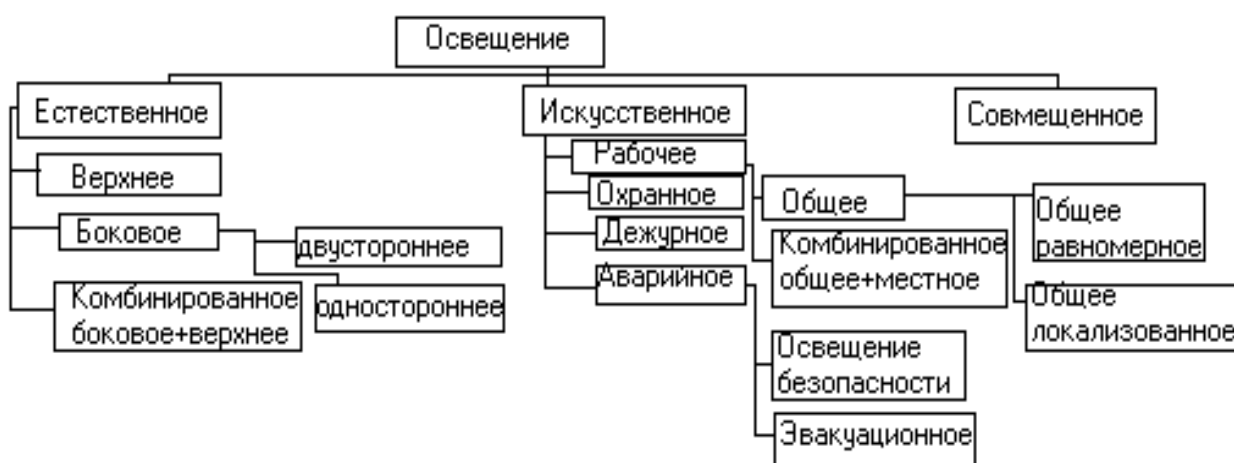


Рис. 6.1. Классификация освещения

К освещению основных производственных и вспомогательных помещений метизного производства предъявляются следующие требования:

а) освещение должно быть достаточным для выполнения конкретного вида выполняемой работы и отвечать нормативным требованиям СП 52.13330-2011 «Естественное и искусственное освещение»;

б) освещение должно быть равномерным. Если над рабочей поверхностью находятся плоскости света с отличающимися между собой по яркости и при переводе взгляда человека с ярко освещенной на слабо освещенную плоскость, его глаз вынужден переадаптироваться, то это приведет к переутомлению зрения.

в) на рабочей поверхности не должно быть теней, особенно движущихся. Наличие таких теней создает неравномерное распределение поверхностей с различной яркостью в поле зрения, искажающиеся размеры и формы объектов различения, что повышает утомляемость, снижается про-

изводительность труда и может привести к травмам.

г) уровень освещенности должен быть постоянным.

д) для различения цветов должен быть обеспечен необходимый спектральный состав света.

е) освещение не должно быть дополнительным источником опасностей и вредностей, т.е. быть взрыво-, пожаро- и электробезопасным.

ж) затемнение рабочих мест и проходов под мостовыми кранами должно компенсироваться светильниками, установленными на них.

6.2. Искусственное освещение и источники искусственного света

Искусственное освещение подразделяется на рабочее, охранное (рис. 6.2), аварийное и дежурное (рис. 6.3).



Рис. 6.2. Охранное освещение территории предприятия

Рабочее освещение предусматривается для всех помещений, зданий, а также участков открытых пространств, предназначенных для работы, прохода людей и движения транспорта. Рабочее освещение бывает двух систем: общее и комбинированное. В системе комбинированного освещения на долю общего должно приходиться 10% освещенности при тех источниках света, которые применяются для местного освещения, но не менее 200 лк при разрядных лампах и 75 лк при лампах накаливания.



Рис. 6.3. Дежурное освещение цеха

Создание общего освещения в системе комбинированного более 500 лк при разрядных и 150 лк при лампах накаливания допускается только при наличии обоснования. Местное освещение применяется в дополнении к общему для создания концентрации светового потока непосредственно на рабочих местах. Светильники местного освещения должны иметь не просвечиваемые отражатели. Для общего освещения (рис. 6.4), как и в системе комбинированного, следует применять разрядные лампы независимо от типа источника местного освещения.



Рис. 6.4. Общее освещение цеха

Аварийное освещение подразделяется на освещение безопасности и эвакуационное и показано на рис. 6.5.



Рис. 6.5. Эвакуационное освещение

Для создания искусственного освещения используются различные источники света:

- лампы накаливания;
- разрядные лампы, люминесцентные (ЛБ, ЛД, ЛТБ, ЛХБ, ЛДЦ), ртутные, галогенные, натриевые высокого давления типа ДНТС и ксеноновые типа ДКСТ;
- светодиодные.

Для освещения помещений следует использовать наиболее экономичные светодиодные и газоразрядные лампы. Использование ламп накаливания для общего освещения допускается только в случае невозможности или технико-экономической нецелесообразности использования разрядных ламп. Для местного освещения следует использовать лампы накаливания, в том числе галогенные. Применение ксеноновых ламп внутри помещений не допускается, так как у них большая доля ультрафиолетового излучения в спектре, высокое давление в спектре и большая единичная мощность (5-50Вт). Разрядные лампы – это приборы, в которых излучение оптического диапазона спектра возникает в результате электрического разряда в атмосфере инертных газов и паров металлов, а также за счет явления люминесценции.

Поскольку, согласно требованиям СП 52.13330-2011, применение ламп накаливания ограничено, то необходимо отметить преимущества и недостатки их перед разрядными лампами. К преимуществам относятся их инерционность, компактность, включение в сеть без дополнительных устройств, независимость от окружающей среды и температуры, возможность работы при постоянном и переменном токе. К недостаткам можно отнести малый КПД (3-4%), малый срок службы, малая световая отдача, преобладание в спектре излучений желто-красной части спектра. Разряд-

ные лампы (рис. 6.5) по сравнению с лампами накаливания обладают рядом преимуществ: высокой экономичностью, высокой светоотдачей, более высоким сроком службы, возможностью получения необходимого спектрального состава и др.



Рис. 6.5. Лампа люминесцентная

Однако разрядные лампы обладают и недостатками. Они безинерционные, что приводит к пульсации светового потока, а это, в свою очередь, приводит к стробоскопическому эффекту. Пульсация светового потока ухудшает условия зрительной работы, а стробоскопический эффект ведет к увеличению опасности травматизма и делает невозможным выполнение некоторых производственных операций.

Светодиодные лампы представляют собой современное поколение световой техники, которая обладает превосходными свойствами и эксплуатационными характеристиками. Данные лампы проявляют повышенные характеристики прочности и стойкости к любым механическим воздействиям и вибрации, так как корпус такой лампочки изготавливается из прочного небьющегося пластика и алюминия. Светодиодные источники света обладают прекрасными показателями экологической безопасности ввиду того, что они не содержат ртути и других, вредных для человеческого организма и окружающей среды, веществ. Промышленный светодиодный светильник показан на рис. 6.7.



Рис. 6.7. Промышленный светодиодный светильник

Светодиодная лампа потребляет гораздо меньше электроэнергии, чем обычная лампа накаливания, но при этом способна светить на протяжении более, чем 50 тыс. ч. В основном производственные цеха метизного производства—это помещения с высокой концентрацией пыли и влаги. Следовательно, светильники для цехов должны обладать высокой степенью защиты—от IP54 и выше.

6.3. Гигиенические требования к естественному освещению

Естественное освещение наиболее благоприятно для зрения, поскольку солнечный свет необходим для нормальной жизнедеятельности человека. Видимые лучи солнечного спектра (400-760 мкм) обеспечивают функцию зрения, определяют естественный биоритм организма, положительно влияют на эмоции, интенсивность обменных процессов; ультрафиолетовый спектр (290-400 мкм)—стимулирует процессы обмена веществ, кроветворения, регенерации тканей и обладает антирахитическим (синтез витамина D) и бактерицидным действием. Производственные и вспомогательные помещения с постоянным пребыванием людей должны иметь, как правило, естественное освещение.

Наиболее гигиенично боковое освещение, проникающее через окна, поскольку верхний свет при одной и той же площади остекления создает меньшую освещенность помещения; кроме того, световые проемы и фанари, расположенные в потолке, менее удобны для уборки и требуют специальных приспособлений для этой цели. Возможно использовать вторичное освещение, т.е. освещение через застекленные перегородки из соседнего помещения, оборудованного окнами. Однако оно не отвечает гигиеническим требованиям и допускается только в таких помещениях, как коридоры, гардеробы, санузлы, душевые, подсобные помещения, мочные отделения. проектирование естественного освещения зданий должно базироваться на детальном изучении технологических или иных процессов, выполняемых в помещении, а также на светоклиматических особенностях территории.

При этом учитывают:

- характеристику зрительной работы; местонахождение здания на карте светового климата;
- требуемую равномерность естественного освещения;
- расположение оборудования;
- желательное направление падения светового потока на рабочую поверхность;
- продолжительность использования естественного освещения в течение суток.

Освещенность помещений находится в прямой зависимости от числа, формы и размера окон, а также от качества и чистоты стекол. Согласно требованиям СП 5183 - 90 «Санитарные правила для металлургического производства», световые поверхности (окна, фонари), воздуховоды вентиляционных систем, строительные конструкции цехов металлургического направления метизного производства должны очищаться от пыли и копоти не реже одного раза в три месяца. Загрязненные стекла при двойном остеклении снижают естественную освещенность до 50-70 %, гладкое стекло задерживает 6-10 % света, матовое – 60%, замерзшее - до 80%. Чистка оконных проемов производственного здания показана на рис. 6.8.



Рис.6.8. Чистка оконных проемов

На освещенность помещений влияет цвет стен: белый отражает до 80 % солнечных лучей, серый и желтый - 40 %, а синий и зеленый - 10-17 %. Для лучшего использования поступающего в помещение светового потока стены, потолки и оборудование должны быть окрашены в светлые тона. Особенно важна светлая окраска оконных переплетов, потолков, верхних частей стен, которые обеспечивают максимум отраженных световых лучей.

Резко снижает естественную освещенность помещений загромождение световых проемов. Поэтому на предприятиях запрещается заставлять окна оборудованием, продукцией, тарой как внутри, так и вне здания, а также заменять стекла фанерой, картоном и др.

В складских помещениях освещение обычно не предусматривается. При недостаточном естественном освещении допускается комбиниро-

важное освещение, при котором одновременно используется естественный и искусственный свет.

6.4. Виды и системы естественного освещения

Исследованиями установлено, что 80% всей внешней информации человек получает через органы зрения. Восприятие цвета и контрастов человеческим мозгом показано на рис. 6.9.

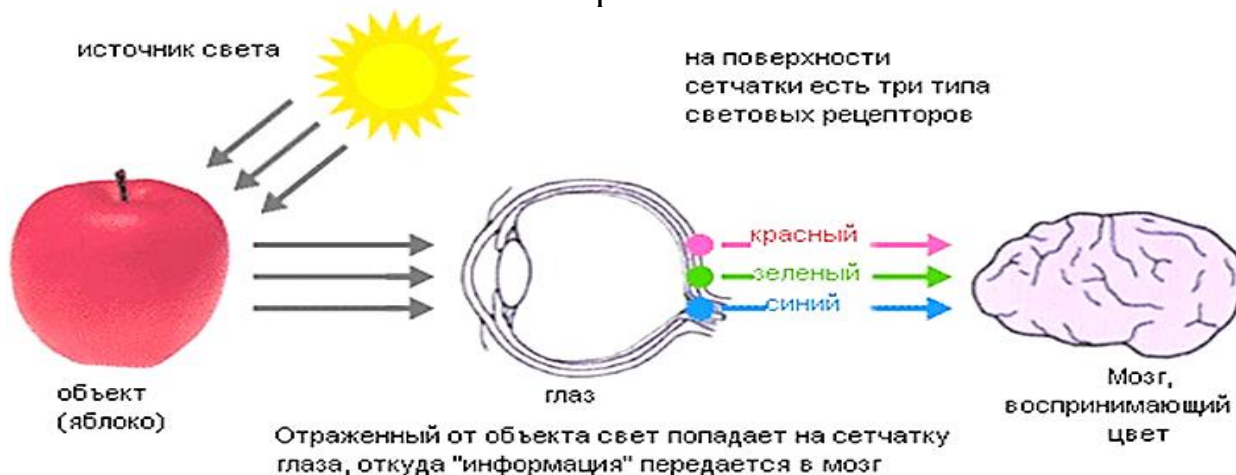


Рис. 6.9. Восприятие цвета и контрастов

Создание нормальных условий освещения в производственном цеху и конкретном рабочем месте является важным фактором, обеспечивающим безопасность труда в процессе производства. Сохранность зрения человека связана с состоянием нервной системы. Поэтому правильно организованное и рассчитанное освещение на производстве способствует снижению травматизма и повышению производительности труда.

Степень усталости глаз зависит от степени напряжения процессов, сопровождающих зрительное восприятие предметов. К ним относятся:

- *аккомодация* – способность глаз приспособливаться к ясному видению предметов, находящихся на различном расстоянии, посредством изменения кривизны хрусталика;
- *конвергенция* – способность глаз при рассмотрении близких предметов принимать положение, при котором зрительные лучи пересекаются на фиксированном предмете. Ближайшая точка конвергенции 100-110 мм;
- *адаптация* – изменение чувствительности глаза в зависимости от воздействия на него раздражителей. Адаптация резко меняется в зависимости от изменения уровня освещенности, поэтому частая переадаптация приводит к утомлению зрения, всего организма и тем самым притупляется реакция человека на внешние раздражители, что ведет к несчастным случаям.

Параметры видимого света влияют на способность получать ощущения и воспринимать окружающую среду. Рациональное освещение способствует повышению работоспособности, качества работы, снижению утомляемости, вероятности ошибочных действий, травматизма и аварийности в цехах метизного производства. Недостаточное освещение ведет к перенапряжению глаз и общему утомлению. При этом снижается внимание, ухудшается координация движений и приводит к несчастному случаю.

Перемещение грузов грузоподъемными механизмами при недостаточном освещении рабочего места запрещается. Кроме того, работа при недостаточной освещенности рабочего места может привести к развитию близорукости и расстройству центральной нервной системы. Повышенная освещенность рабочего места также неблагоприятно влияет на самочувствие и зрение производственного персонала, вызывая слепящий эффект. Правильное освещение рабочего места показано на рис. 6.10.

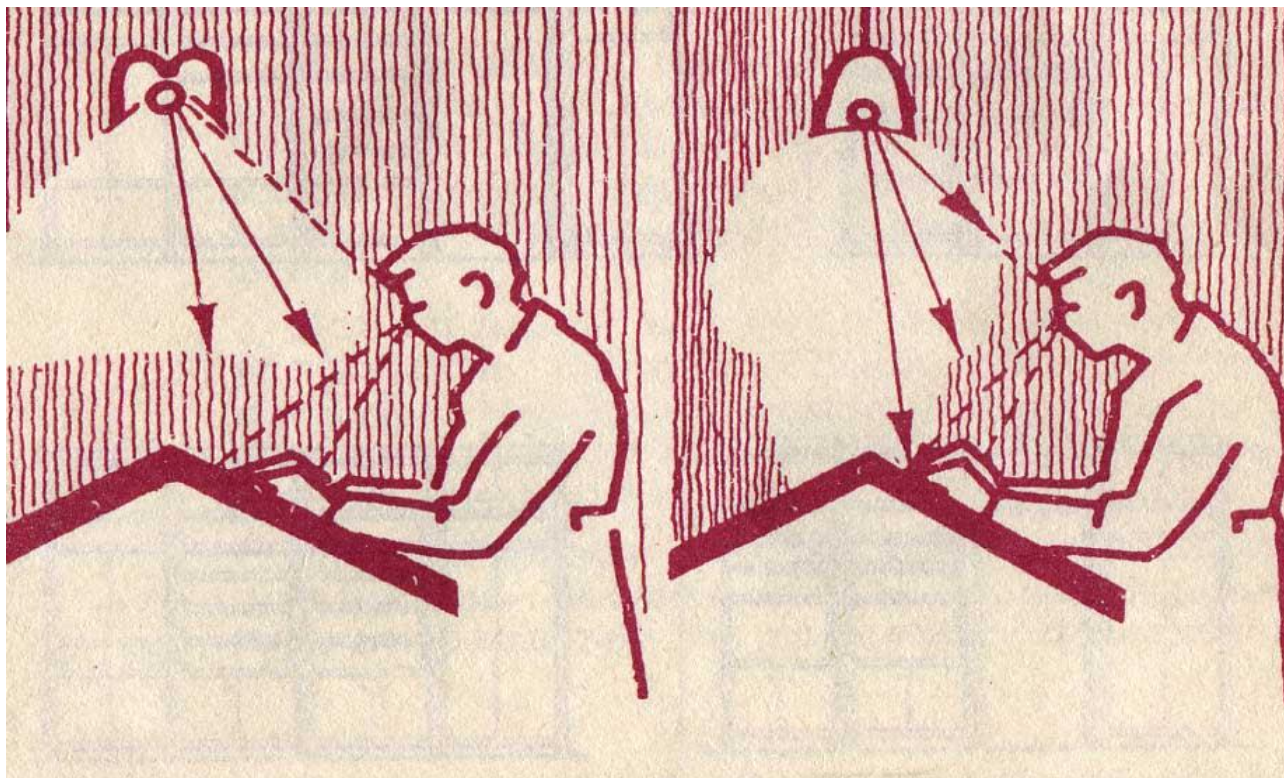


Рис. 6.10. Правильное освещение рабочего места

От качества освещения зависит работоспособность глаз рабочего, которая определяется контрастной чувствительностью, остротой зрения, устойчивостью ясного видения и быстротой различия обрабатываемых деталей. Естественное освещение имеет свои достоинства и недостатки, которые показаны на рис. 6.11.

В производственных цехах при подготовке проката и метизных изделий методом холодной высадки используют три вида освещения:

- естественное;
- искусственное;
- совмещенное.

Естественное освещение – освещение цехов или помещений светом неба, проникающим через световые проемы (окна и фонари) в наружных ограждающих конструкциях.



Рис. 6.11. Достоинства и недостатки естественного освещения

Виды естественного освещения производственного цеха показаны на рис. 6.12.

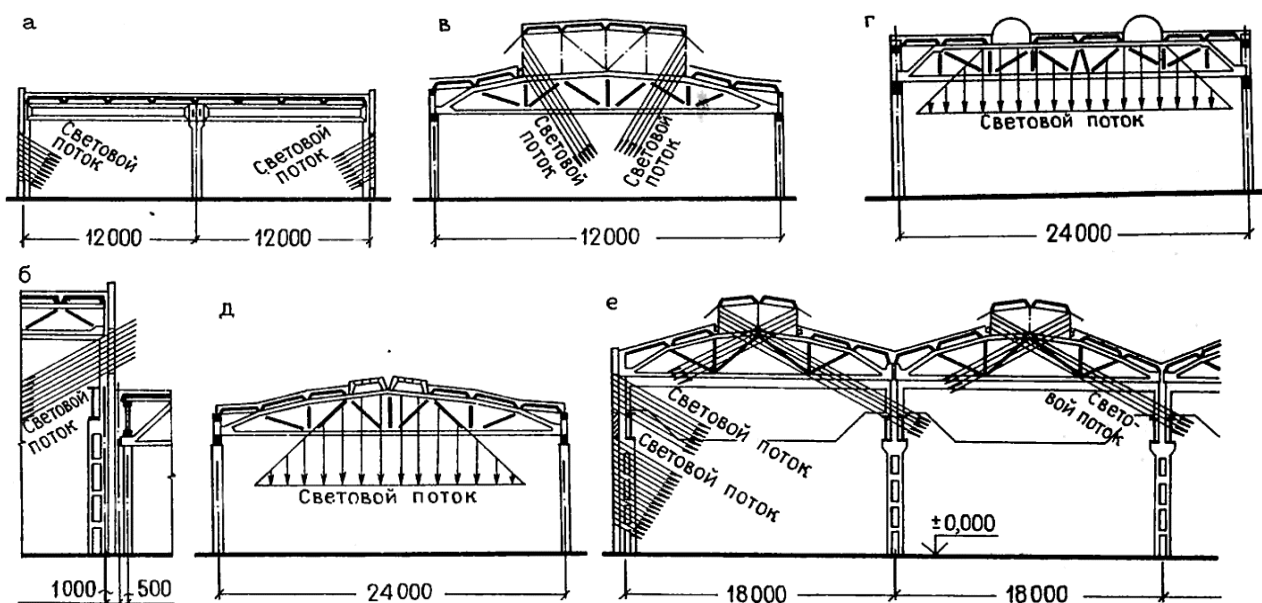


Рис. 6.12. Естественное освещение производственного цеха

Оно меняется от времени суток, года, состояния погоды и географической широты местности. Положительное воздействие естественного освещения на организм персонала оказывают ультрафиолетовые лучи, которые присутствуют в солнечном спектре. Под воздействием ультрафиолетовых лучей вырабатывается витамин Д₃, который повышает защитные функции организма, способствует улучшению усвоения кальция из продуктов питания. Производственный персонал, который не получает в достаточном количестве естественного света, чаще болеет инфекционными заболеваниями, у него обостряются и более длительно протекают хронические заболевания.

Необходимость естественного освещения производственных цехов определяется республиканскими, отраслевыми и ведомственными нормативными документами по освещению. Помещения с постоянным пребыванием людей должны иметь, как правило, естественное освещение.

В зависимости от того как естественный свет проникает в производственные помещения естественное освещение подразделяют:

- на боковое естественное освещение (одностороннее или двухстороннее) через световые проемы (окна) в наружных стенах;
- верхнее естественное освещение через фонари, световые проемы в стенах в местах перепада высот здания;
- комбинированное естественное освещение является сочетанием верхнего и бокового естественного освещения.

Для естественного и совмещенного освещения нормируется коэффициент естественного освещения в процентах (КЕО). КЕО естественного и совмещенного освещения нормируется в зависимости от характеристики и разряда зрительной работы, которые, как и при искусственном освещении определяются по минимальному размеру объекта различения, а также в зависимости от вида освещения, т.е. при верхнем или комбинированном освещении и при боковом освещении.

Естественное освещение при боковом освещении нормируется как минимальное значение КЕО в точке, расположенной на расстоянии 1 м от стены, наиболее удаленной от световых проемов (рис. 6.13), а при верхнем и комбинированном освещении нормируется среднее значение КЕО при пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и условной рабочей поверхности или пола (рис. 6.14). Первая и последняя точка принимается на расстоянии 1 м от поверхности стен или осей колонн.

Систему естественного освещения на производственных участках по подготовки проката для изготовления метизов выбирают с учетом следующих факторов:

- требований к естественному освещению производственных цехов, вытекающие из особенностей зрительной работы;
- климатических и светотехнических особенностей места строительства зданий;
- экономичности естественного освещения.

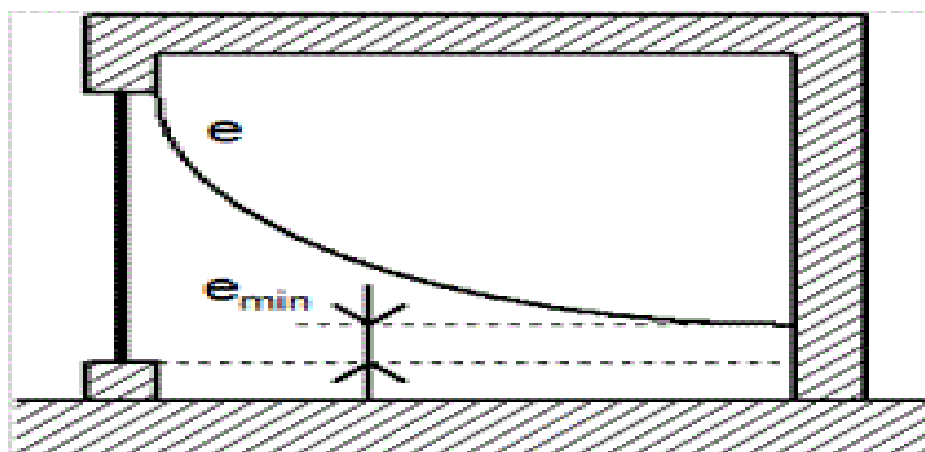


Рис. 6.13. Минимальное значение КЕО при боковом освещении

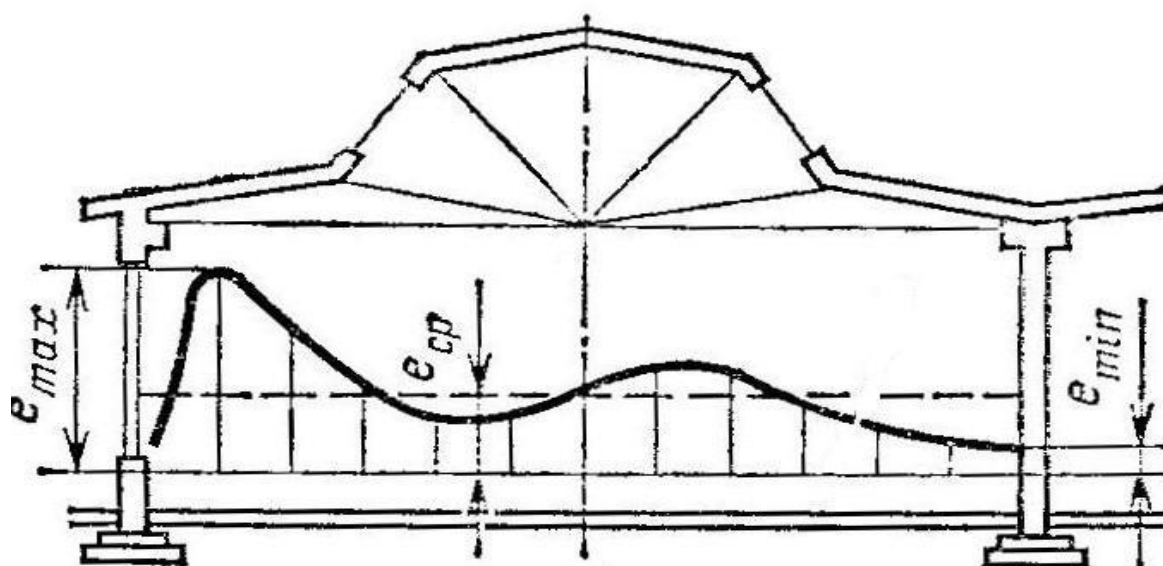


Рис. 6.14. Среднее значение КЕО при верхнем и комбинированном освещении

Освещенность производственных помещений естественным светом выражают не абсолютными единицами лк (Люкс), а относительными – коэффициентом естественного освещения (КЕО). Нормы коэффициента естественной освещенности установлены согласно требованиям СП 52.13330.2011 Свод правил «Естественное и искусственное освещение». Актуализированная редакция СНиП 23-05-2003.

Нормируемые значения КЕО (e_N) для зданий, располагаемых в различных районах РФ, вычисляются по формуле

$$e_N = e_H \cdot m_N, \%$$

где N – номер группы административного района РФ по ресурсам светового климата;

e_H – нормируемое значение КЕО с разряда зрительной работы, %,

m_N – коэффициент светового климата.

Полученные результаты по указанной формуле значения следует округлять до сотых долей.

6.5. Требования к естественному производственному освещению

В производственных цехах глубиной до 6,0 м при одностороннем боковом естественном освещении нормируется минимальное значение КЕО в точке, расположенной на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и условной рабочей на расстоянии 1,0 м от стены или линии максимального заглубления зоны, наиболее удаленной от светового проема.

В крупногабаритных производственных цехах глубиной более 6,0 м при боковом освещении нормируется минимальное значение КЕО в точке на условной рабочей поверхности, удаленной от световых проемов:

- на 1,5 высоты от пола до верха светопроемов для зрительных работ I-IV разрядов;
- на 2,0 высоты от пола до верха светопроемов для зрительных работ V-VII разрядов;
- на 3,0 высоты от пола до верха светопроемов для зрительных работ VIII разряда.

При двустороннем боковом освещении производственного участка нормируемое значение КЕО в точках, расположенных на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и условной рабочей поверхности (или пола).

Характерный разрез помещения - поперечный разрез посередине помещения, плоскость которого перпендикулярна к поверхности остекления световых проемов. В характерный разрез должны попадать участки с наибольшим количеством рабочих мест, а также точки рабочей зоны, наиболее удаленные от световых проемов (рис. 6.15).

Условная рабочая поверхность – условно принятая горизонтальная поверхность, расположенная на высоте 0,8 м от пола помещения. Рабочая поверхность - поверхность, на которой выполняется конкретная работа. Первая и последняя точка принимаются на расстоянии 1,0 м от поверхно-

сти стен или осей колонн. Нормирование и расчет естественного освещения в каждой рабочей зоне производится независимо друг от друга.

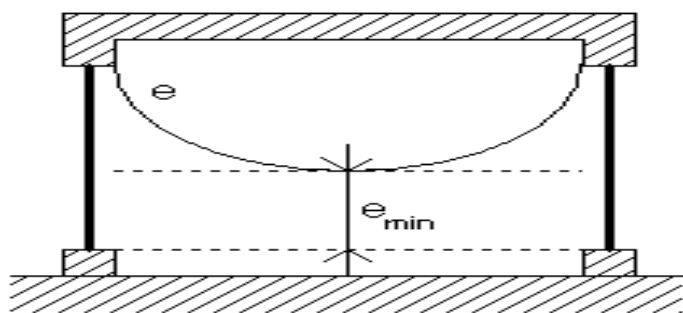


Рис. 6.15. Значение КЕО при двустороннем боковом освещении

В производственном помещении со зрительными работами от I до III разрядов необходимо использовать совмещенное освещение. Применение верхнего естественного освещения допускается в крупно пролетных цехах, в которых производственные работы выполняются в значительной части объема помещения на разных уровнях пола и на различно ориентированных в пространстве поверхностях. При этом нормированные значения КЕО применяются для разрядов I–III соответственно 10; 7; и 5%.

Неравномерность естественного освещения производственных зданий с верхним или комбинированным освещением не должна превышать 3:1. Расчетное значение КЕО при верхнем и комбинированном естественном освещении в любой точке на линии пересечения условной рабочей поверхности и вертикальной плоскости характерного разреза должно быть не менее нормируемого значения КЕО при боковом освещении для работ соответствующих разрядов.

Неравномерность естественного освещения не нормируется для производственных помещений с боковым освещением; производственных цехов в которых выполняются зрительные работы VII и VIII разрядов при верхнем или верхнем и боковом освещению.

6.6. Приспособления, ограничивающие слепящее действие прямой или отраженной блескости на рабочих местах

К серьезным недостаткам использования естественного освещения в производственных помещениях при подготовке стального проката для процессов, связанных с холодной высадкой относятся:

- переменная интенсивность;
- изменение цвета в зависимости от сезона и времени суток;
- тепловое излучение от прямых солнечных лучей (см. рис. 6.16).

Освещение рабочего места в дневное время зависит от интенсивности наружного освещения, от размеров окон или световых фонарей. Согласно требованиям Р2.2.2006–05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификации условий труда» условия труда при недостатке при недостатке естественного освещения в производственном помещении ($КЕО < 0,1\%$) оцениваются как вредные третьего класса (подкласс 3.2).

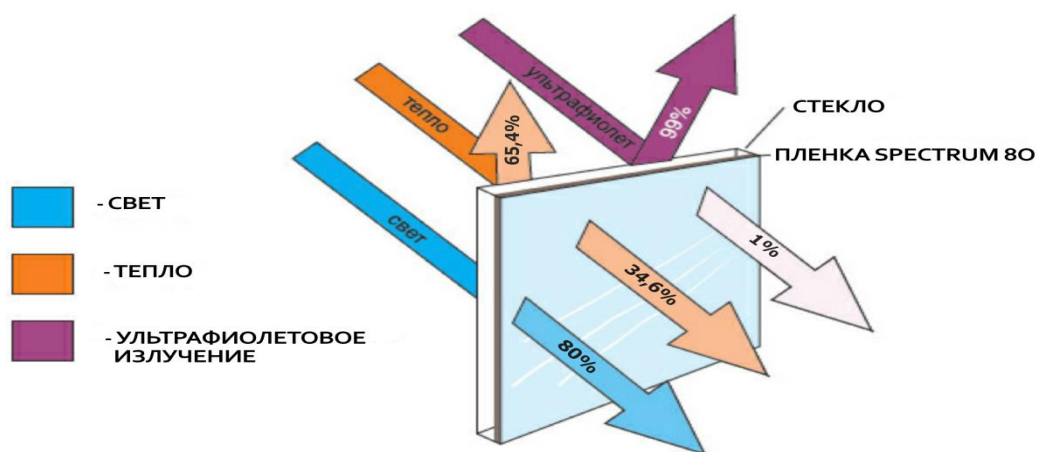


Рис. 6.16. Пленочное покрытие стекла для снижения теплового излучения

Они характеризуются такими уровнями вредных факторов, которые способны вызвать стойкие функциональные изменения в организме, приводящие к появлению начальных форм профзаболеваний (как правило, без потери трудоспособности), которые возникают после продолжительной экспозиции (15 и более лет).

Обеспечение достаточной освещенности в производственных цехах должна быть за счет площади световых проемов (окон):

- в рабочих помещениях, где требуется различать объекты небольшого размера, площадь оконных проемов должна составлять 20-25% площади пола;
- в служебных помещениях – 15-20 % площади пола;
- в кладовых, бытовых помещениях и коридорах – 1-15 % площади пола.

Достаточно важное значение имеет удаленность рабочего места от оконных проемов (глубина освещенности), которая при боковом освещении не должна превышать двойного расстояния от уровня пола до верхнего края остекления окна. Количество чисток световых проемов производственных помещений в год должна быть не менее двух.

В световых проемах естественного освещения должны быть предусмотрены приспособления, которые ограничивают на рабочих местах слепящее действие прямой или отраженной блескости при инсоляции (осве-

щении солнечным светом). Конструкционные средства солнцезащиты могут быть стационарными и регулируемые. Типы солнцезащитных приспособлений зданий показаны на рис. 6.17.

К стационарным приспособлениям относят:

- горизонтальные козырьки;
- вертикальные экраны;
- сотообразные решетки;
- стеклопластики;
- теплопоглощающее стекло;
- теплоотражающее стекло.

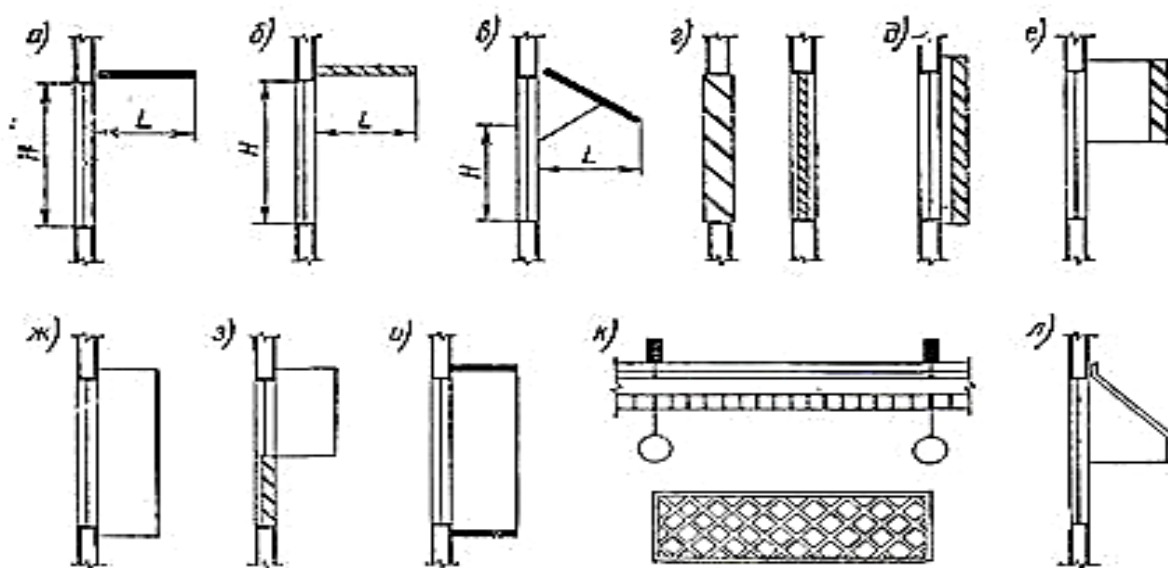


Рис. 6.17. Типы солнцезащитных устройств зданий

а – горизонтальный козырек из сплошной плиты; *б* – горизонтальный козырек, решетчатый; *в* – наклонный сплошной козырек; *г* – жалюзи, располагаемые в пределах толщины светопроема; *д* – жалюзи около проема; *е* – жалюзи на откосе от светопроема; *ж* – вертикальные ребра; *з* – вертикальные ребра, в комбинации с горизонтальными жалюзи; *и* – комбинированные (коробчатые); *к* – ячеистые солнцезащитные панели; *л* – ячеистые солнцезащитные панели, маркизы

К регулируемым приспособлениям относят:

- различного вида убирающиеся жалюзи;
- светорассеивающие шторы;
- окраска стекол белой клеевой краской летом.

Горизонтальные устройства (свесы, козырьки, экраны) используют при ориентации светопроемов на юг и север. Их изготавливают, как правило, решетчатыми и регулируемые. Вертикальные экраны применяют при ориентации световых проемов на восточную и западную часть неба для защиты от низких лучей солнечного света. Их изготавливают регули-

руемыми. Сотообразные устройства применяют при ориентации световых проемов на юго-запад или юго-восток для защиты от высоких и низких лучей солнечного света.

Для защиты производственных помещений от прямых солнечных лучей служат штампованные пространственные сетки, которые изготавливают, как правило, из стали и показаны на рис. 6.18.

Пространственные сетки удобнее обычной жалюзи, так как легкие и гибкие. Располагают их обычно снаружи окна между переплетами. Ребра пространственных сеток могут быть горизонтальными и наклонными в зависимости от ориентации окон по сторонам света.

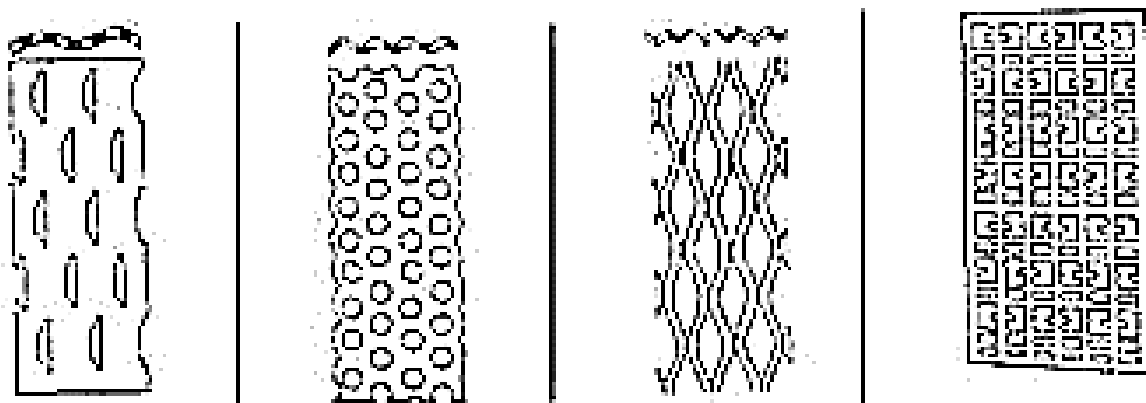


Рис. 6.18. Типы солнцезащитных сеток

Использование перечисленных устройств будет способствовать созданию в производственных цехах и помещениях подготовки проката к холодной высадке зрительного комфорта, улучшению видимости, увеличению производительности труда и снижению опасных и вредных производственных факторов.

Контрольные вопросы

1. Какое может быть освещение в зависимости от источника света?
2. Какие требования предъявляются к освещению основных производственных и вспомогательных помещений металлургического производства?
3. Для каких целей требуется аварийное освещение?
4. Через какой орган человек получает основной объем внешней информации?
5. Может ли недостаточная освещенность рабочего места привести к развитию близорукости и расстройству центральной нервной системы?
6. Что такое КЕО?

7. Какие основные требования к естественному освещению производственных цехов?
8. Какие основные недостатки использования естественного освещения в производственных помещениях при подготовке стального проката к ХОШ?
9. С учетом каких факторов выбирают систему естественного освещения на производственных участках?
10. Как нормируется в крупногабаритных производственных цехах глубиной более 6,0 м при боковом освещении минимальное значение КЕО в точке на условной рабочей поверхности, удаленной от световых проемов?
11. Должны ли чистить световые проемы в производственных помещениях?

7. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ К ГРУЗОПОДЪЕМНОМУ ОБОРУДОВАНИЮ В МЕТИЗНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

7.1. Опасность поражения электрическим током

Основные причины поражений электрическим током персонала при волочении, термической обработки и травлении металлопроката химическим способом является отсутствие средств индивидуальной защиты, отсутствие защитного заземления металлических частей электрооборудования, отсутствие защиты на частях, которые проводят электрический ток. Факторы, которые влияют на исход поражения электрическим током человека, показаны на рис. 7.1.



Рис. 7.1. Факторы влияния на исход поражения электрическим током

Волочильщик, термист и травильщик металла должны быть аттестованы на соответствующую группу по электробезопасности как электротехнологический персонал. Напряжение прикосновения тока, протекающего через тела работника при работе на электрических установках, не должно превышать норм, установленных ГОСТ 12.1.038 – 82 «Предельно допустимые значения напряжения прикосновения и токов» и показаны в табл. 7.1. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов показаны для путей тока от одной руки к другой и от руки к ногам.

Таблица 7.1

Предельные значения напряжений прикосновения и тока при нормальном режиме электроустановок

Род и частота тока	U, В	I, mA
	Не более	
1. Переменный, 50 Гц	2,0	0,3
2. Переменный, 400 Гц	3,0	0,4
3. Постоянный	8,0	1,0

Предельные значения напряжения прикосновения и токи для персонала участков, которые выполняют работу в условиях повышенных температур и относительной влажности более 75%, уменьшаются в три раза.

Предельно допустимые значения напряжения прикосновения и токов при аварийном режиме производственного электрооборудования напряжением до 1000 В в сетях с глухозаземленной нейтралью и изолированной нейтралью и свыше 1000 В в сети с изолированной нейтралью при различной продолжительности действия электрического тока не должны превышать значений, указанных в табл. 7.2.

Таблица 7.2

Предельные значения напряжений прикосновения и тока при нормальном режиме электроустановок

Род тока	Нормируемые значения	Предельно допустимые значения, не более, при продолжительности действия тока t, с											
		0,01 0,08	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	Св.1,0
Переменный, 50Гц	U, В	550	34	16	135	12	10	95	85	75	70	60	20
	I, mA	650	0	0	160	0	5	10	90	75	65	50	6
Переменный, 400Гц	U, В	650	50	50	330	25	20	17	14	130	11	10	36
	I, mA	-	0	0	-	0	0	0	0	-	0	0	8
Постоянный	U, В	650	50	40	350	30	25	24	23	220	21	20	40
	I, mA	-	0	0	-	0	0	0	0	-	0	0	1,5

Предельно допустимые значения напряжений прикосновения в аварийном режиме производственных электроустановок с частотой тока 50 Гц и напряжением более 1000 В в трехфазной сети с глухозаземленной нейтралью в зависимости от продолжительности воздействия не должны превышать значений, которые приведены в табл. 7.3.

Таблица 7.3

Допустимые значения напряжения прикосновения при аварийном режиме электроустановок при напряжении свыше 1000В в сети с глухозаземленной нейтралью

Продолжительность воздействия, с	Предельно допустимые значения прикосновения U, В
До 0,1	500
0,2	400
0,5	200
0,7	130
1,0	100
Св1,0 до 3,0	65

Кроме того, необходимо обязательно учитывать предельно допустимые значения напряжения прикосновения и токов при аварийном режиме бытовых электрических установок напряжением до 1000 В и частотой тока 50 Гц. Необходимые значения вышеперечисленных величин приведены в табл. 7.4. При аварийном режиме работы сети, когда одна из фаз сети замыкает на землю через незначительное сопротивление (r_{3M}), человек, касающийся корпуса зануленной установки, окажется под фазным (в трехфазных сетях), а при пробое питающего напряжения (одной фазы) на корпус (до срабатывания защиты) – под линейным напряжением (рис. 7.2).

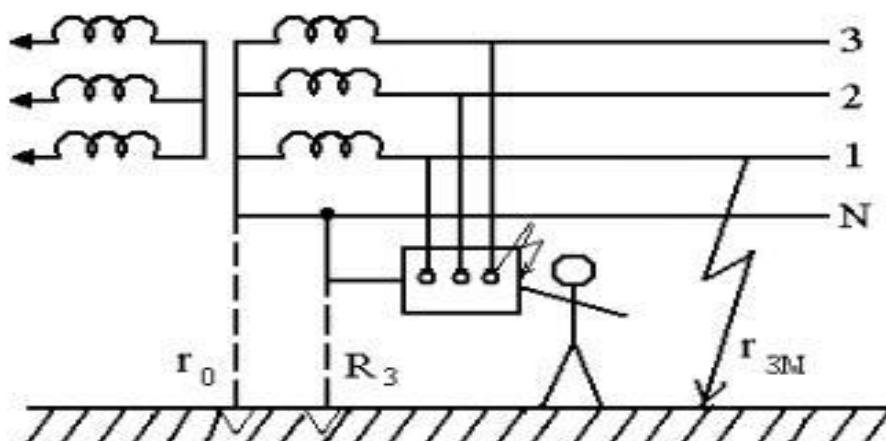


Рис. 7.2. Трехфазная сеть с изолированной нейтралью в аварийном режиме

Необходимые значения перечисленных величин напряжения прикосновения и токов при аварийном режиме бытовых электрических установок напряжением до 1000 В и частотой тока 50 Гц приведены в табл. 7.4.

Таблица 7.4

Предельно допустимые значения напряжения прикосновения и токов при аварийном режиме бытовых электрических установок напряжением до 1000 В и частотой тока 50Гц

Продолжительность воздействия t, с	Нормируемые величины		Продолжительность воздействия t, с	Нормируемые величины	
	U, в	I, mA		U, в	I, mA
От 0,01 до 0,08	220	220	0,6	40	40
0,1	200	200	0,7	35	35
0,2	100	100	0,8	30	30
0,3	70	70	0,9	27	27
0,4	55	55	1,0	25	25
0,5	50	50	Св.1,0	12	2

Защиту персонала от воздействия напряжения прикосновения и токов обеспечивают конструкция электрических установок, технические способы и средства защиты, организационные и технические мероприятия.

По действующим правилам (ПУЭ) все помещения по степени опасности поражения людей электрическим током делятся на три класса.

Класс	Характеристика
С повышенной опасностью	Характеризуются наличием в помещениях одного из следующих условий, создающих повышенную опасность: - сырости; - токопроводящей пыли; - токопроводящих полов (металлических, земляных, железобетонных, кирпичных и т.д.); - высокой температуры; - возможности одновременного прикосновения человека к имеющим соединения с землей металлоконструкциям зданий, технологическим аппаратам, механизмам, с одной стороны, и металлическим корпусам электрооборудования, - с другой.
Особо опасные	Характеризуется наличием одного из следующих условий, создающих особую опасность: - особой сырости; - химически активной среды; одновременно двух или более условий повышенной опасности.
Без повышенной опасности	Характеризуются отсутствием условий, создающих повышенную или особую опасность,

Рис. 7.3. Характеристика производственных помещений от класса опасности

Характеристика производственных помещений от класса опасности поражения людей электрическим током показана на рис. 7.3.

Согласно ПУЭ, помещения травильных участков относятся к особо-опасным помещениям по электробезопасности, так как в данных помещениях присутствуют следующие факторы: наличие агрессивной среды и наличие особой сырости.

Требуется выполнить мероприятия по оперативному снятию напряжения с токоведущих частей, вблизи которых производится работа. На участке травления бунтового и пруткового металлопроката для обеспечения защиты от случайного прикосновения персонала применяют следующие способы и средства:

- защитные оболочки;
- стационарные защитные ограждения;
- безопасное расположение токоведущих частей;
- защитное отключение;
- предупредительная сигнализация;
- знаки безопасности (рис. 7.4).
- изоляцию токоведущих частей. Минимальное сопротивление изоляции должно быть не менее 1 кОм.



Рис. 7.4. Знак безопасности «НЕ ВКЛЮЧАТЬ РАБОТАЮТ ЛЮДИ»

Защита персонала от поражения электрическим током при прикосновении к металлическим нетоковедущим частям электрооборудования (рис. 7.5), которые могут оказаться под напряжением в результате повреждения изоляции фазных проводников, используют следующие способы:

- защитное заземление;
- зануление;

- выравнивание потенциалов;
- защитное отключение;
- изоляцию нетоковедущих частей;
- система защитных проводов;
- электрическое разделение сети;
- контроль изоляции проводников (периодический и постоянный) (рис. 7.4);
- средства индивидуальной защиты.

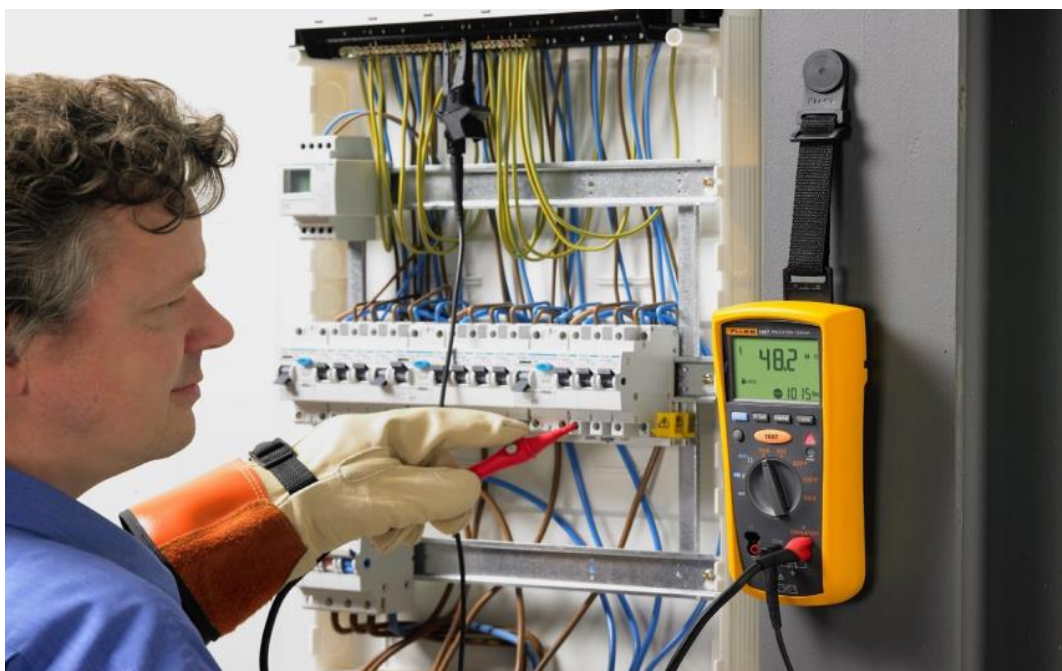


Рис. 7.4. Замер сопротивления изоляции

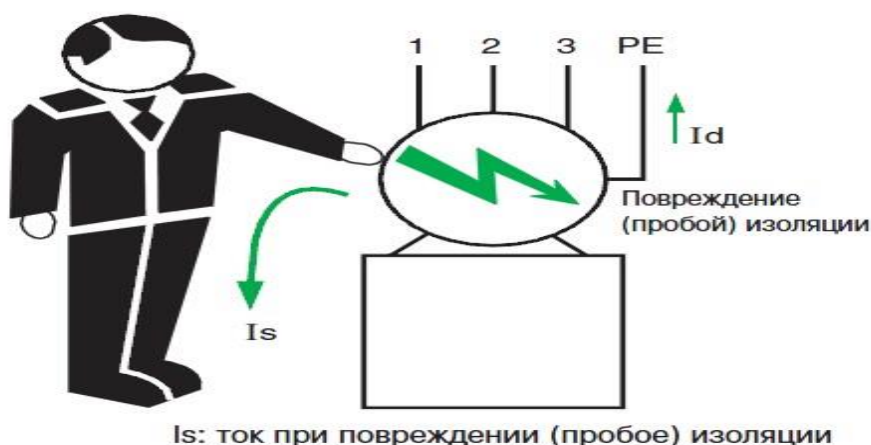


Рис. 7.5. Прикосновение к металлическим нетоковедущим частям электрооборудования

При работе на электрооборудовании любого метизного участка допускаются лица, которые прошли инструктаж и обучение безопасным

методам труда, проверку правил безопасности и инструкций в соответствии с занимаемой должностью применительно к выполняемой работе с присвоением соответствующей квалификационной группы по технике безопасности и не имеющие медицинских противопоказаний при работе.

Технические средства защиты от воздействия на обслуживающий персонал электрического поля регламентированы требованиями ГОСТ 12.1.019–79 «Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты».

Применение малых напряжений (12, 24, 36 и 42 В) значительно снижает опасность поражений электрическим током. Источниками малых напряжений служат аккумуляторы, выпрямительные установки, преобразователи частоты и трансформаторы. Малые напряжения используются в ручных электрических машинах, в переносных или местных осветительных устройствах.

Применение двойной изоляции

Двойная изоляция – это электрическая изоляция, состоящая из рабочей и дополнительной изоляций. Рабочая изоляция используется для изоляции токоведущих частей электроустановки, обеспечивая ее нормальную работу и защиту производственного персонала производственных участков от поражения электрическим током. Дополнительная изоляция предусматривается дополнительно к рабочей для защиты от поражения током в случае повреждения рабочей изоляции. Двойную изоляцию применяют при создании ручных электрических машин, корпуса которых выполнены из токонепроводящих материалов (пластмассы). Применение двойной изоляции на электроустановке означает наличие знака на корпусе в виде двойного квадрата. При эксплуатации таких установок заземление или зануление их корпусов не требуется.

Контроль и профилактика изоляции

Качество изоляции и ее состояние во многом определяют степень безопасной эксплуатации электроустановок. Согласно Правилам устройства электроустановок сопротивление изоляции фазных проводников напряжением до 1000 В должно быть не ниже 0,5 МОм на каждую фазу. Сопротивление изоляции внутрицеховых электрических сетей напряжением выше 1000 В должно быть не ниже 1МОм. Если сопротивление изоляции, полученное в результате измерений при контроле или испытаниях, будут ниже допустимых значений, то участки электросети или оборудование подлежат ремонту или замене.

Компенсация емкостной составляющей

В целях повышения сопротивления электрической сети в протяженных линиях напряжением выше 1000 В применяется компенсация емкостной составляющей путем установки индуктивной катушки в виде реактора или дросселя, включенной в рассечку глухозаземленной нейтрали.

На рис. 7.6 приведена трехфазная электрическая сеть, в которой емкости фазных проводников равны между собой $C_1 = C_2 = C_3 = C$.

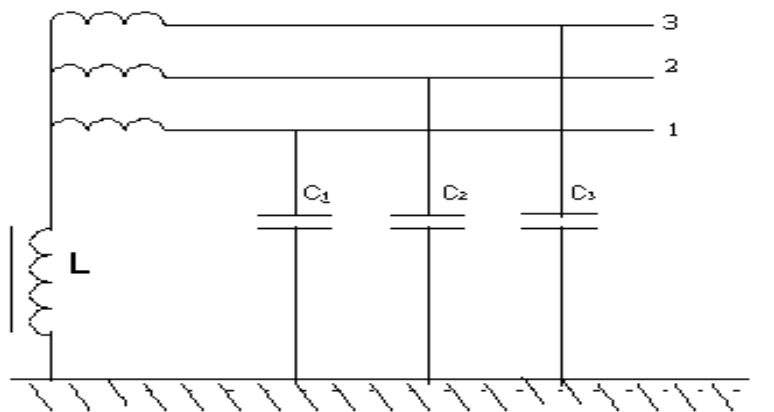


Рис. 7.6. Компенсация емкостной составляющей электрической сети:

C_1, C_2, C_3 - емкости фазных проводников относительно земли, Ф;
 L - индуктивность дросселя глухозаземленной нейтрали, Гн

Так как емкостная и индуктивная составляющие реактивного сопротивления находятся в противофазе, то при настройке в резонанс они взаимно уничтожают друг друга. При этом величина индуктивности, т.е. число витков компенсирующей катушки, определяется из условия равенства индуктивного и емкостного сопротивлений.

Защита от перетока высокого напряжения в цепь низкого напряжения

Данное средство защиты применяется преимущественно в трансформаторах, связанных с электрической сетью напряжением до 1000 В. При повреждении изоляции в трансформаторе может произойти замыкание между обмотками разных напряжений, в результате чего сеть низкого напряжения окажется под напряжением выше 1000 В, на которое изоляция этой сети не рассчитана. Защита заключается в установке пробивного предохранителя на линии сети с глухозаземленной нейтралью вторичных обмоток трансформатора и показано на рис. 7.7.

В случае межвиткового замыкания напряжение с высокой стороны трансформатора переходит на низкую и пробивной предохранитель оказывается под высоким напряжением. Воздушные промежутки в отверсти-

ях слюдяной прокладки пробиваются, электроды замыкаются и нейтраль оказывается заземленной, предохраняя тем самым сеть от повышения напряжения в ней.

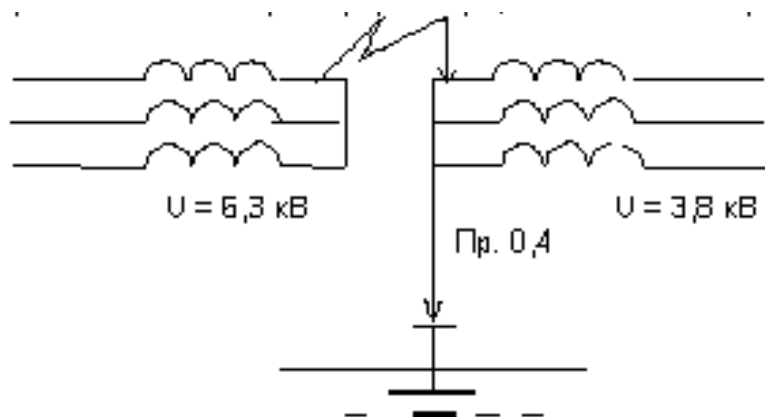


Рис. 7.7. Схема включения пробивного предохранителя:
Пр 0,4 - пробивной предохранитель со слюдяной прокладкой
на напряжение 400 В

Выравнивание потенциала основания

Защита применяется в производственных помещениях электрических подстанций для снижения опасности поражения человека от напряжений шага и прикосновения при помощи установки групповых заземлителей.

7.2. Грузоподъемные краны, используемые в производстве при подготовке проката

Все погрузочно-разгрузочные работы с грузами более 50 кг по горизонтали при подъеме груза на высоту более 3 м должны выполняться механизированным способом при помощи кранов, талей, лебедок и других механизмов. Предельная норма переноса тяжестей по горизонтали на расстоянии до 50 м разрешается на одного взрослого человека:

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

Перемещением груза в цехах травильного, волочильного, термического и холодновысадочного производства используют грузоподъемное оборудование. Мостовые краны являются наиболее применяемые в метизном производстве. Они обладают максимальной грузоподъемностью, устойчивостью и надежностью в работе. Общее устройство мостового крана показано на рис. 7.8.

Проектирование, изготовление, монтаж и эксплуатация грузоподъемных кранов должны соответствовать действующим правилам «Правилам устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов» - М. ПИО ОБТ, 2001 г. и другим нормативным документам и ГОСТами, согласованными с Ростехнадзором Российской Федерации.



Рис. 7.8. Общее устройство мостового крана

Настоящие «Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов» распространяются:

- на грузоподъемные краны всех типов, которые используются при подготовке проката;
- грузовые электрические тележки на рельсовых путях с кабинами управления;
- грузовые подъемники;
- грузозахватные крюки, грейфы, электромагниты, клещи и др.;
- грузозахватные приспособления: стропы, траверсы, захваты и др.;
- грузовые тары, за исключением тех, которые применяются в металлургии, морских и речных портах.

Не распространяется:

- на ручные тали;
 - краны манипуляторы или трубоукладчики;
 - электрокары и автопогрузчики;
 - краны с навесным оборудованием, вибраторы, буровое оборудование.
- Основными элементами конструкции крана являются:

1) ходовые колеса:

Ходовые колеса кранов бракуются в следующих случаях:

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

2) крановый путь бракуется при наличии следующих дефектов и повреждений:

- трещин и сколов любых размеров;
- износа оголовка рельса более 15% от неизношенного профиля;
- взаимное смещение торцов стыкуемых рельсов более 2 мм;
- зазор между торцами рельс допускается более 6,0 мм при температуре наружного воздуха $t_{нар}$, равное 0⁰С. При изменении температуры $t_{нар}$, на $\Delta t = \pm 10^0$ С зазор между торцами рельс должен изменяться (увеличиваться или уменьшаться на величину $\Delta S = \pm 1,5$ мм) соответственно;

3) канат – стальной трос, специально изготовленный, на котором подвешен грузозахватный орган – крюк;

4) строп – стальной трос, который служит для строповки перемещаемого груза. Браковка канатов и стропов осуществляется по числу обрывов проволоки на участке длиной $l = 3d, 6d$ и $30d$, где d – диаметр каната или стропа;

5) Крановые органы – крюки:

- грузовые крюки изготавливаются ковкой или штамповкой. Они должны соответствовать требованиям государственных стандартов;
- все однорогие крюки должны иметь предохранительные замки от соскальзывания стропа или каната;
- все крюки грузоподъемностью свыше 3 тонн устанавливаются на подшипники качения и должны иметь стопорные планки от самопроизвольного свинчивания гаек крепления крюка

- любой грузовой крюк должен иметь паспорт завода изготовителя с указанием материала, из которого он изготовлен;
- все крюки должны иметь маркировку с нанесением заводского номера и грузоподъемностью.

7.3. Требования безопасности к грузоподъемному оборудованию

Безопасность производственного грузоподъемного оборудования – это свойство сохранять соответствие требованиям безопасности труда при выполнении заданных функций в условиях, установленных нормативно-технической документации. Общие требования безопасности, предъявляемые к крановому оборудованию, содержатся в системе стандартов безопасности труда, а именно, ССБТ ГОСТ 12.2.003 «Оборудование производственное. Общие требования безопасности».

Любое грузоподъемное оборудование, используемое при производстве крепежа для изготовления метизного крепежа независимо от назначения должно отвечать следующим требованиям безопасности:

- грузоподъемные краны должны быть снабжены звуковыми сигнальными устройствами;
- должна быть выполнена защита для снятия напряжения с крана при выходе крановщика (персонала) на галерею моста крана;
- все двери мостовых кранов должны иметь блокировку;
- должно быть обеспечено затормаживание груза при внезапном обесточивании крана или обрыве фазного проводника питающей сети;
- 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 моста крана на расстоянии 20 мм от рельса;
- каждый кран должен быть оборудован (оснащен) аварийным выходом крановщика с крана:
 - либо при помощи лестницы аварийного схода;
 - либо через галерею на подкрановые пути, имеющие поручни;
 - либо при помощи ручного механизма моста крана до посадочной площадки;
 - у магнитных кранов при снятии напряжения с крана по условиям безопасности напряжение с грузового электромагнита не снимается;
- все краны должны быть оснащены устройствами безопасности. К ним относятся:

- ограничители рабочего движения (конечные выключатели) механизма подъема, передвижением тележки и моста;
- защиты, отключающие кран в аварийных ситуациях (перегрузках, коротких замыканиях, при обрывах фазных проводников);
- согласно требованиям «Правил устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов» - М. БИО ОБТ, 2001, С 266, все краны должны иметь защитное заземление

7.4. Механизмы подъема и торможения грузоподъемных кранов

Механизм подъема и является основным рабочим механизмом мостового крана, предназначенным для перемещения груза в вертикальном направлении, т.е. при подъеме вверх или опускании вниз. Опускание груза производится принудительным включением двигателя. При включении двигателя крутящий момент с его вала через упругую муфту сцепления передается на входной вал редуктора, одновременно муфта исполняет роль шкива электромагнитного тормоза. Увеличенный крутящий момент с выходного вала редуктора через зубчатую муфту сцепления передается на вал-барабан. На вращающийся барабан навивается канат, что вызывает изменение высоты крюковой подвески и крюка. Ограничитель груза служит для отключения привода двигателя, если масса поднимаемого груза превысит паспортную грузоподъемность на 25%.

В механизмах подъема груза на мостовых кранах, используемых в метизных цехах, большое распространение асинхронные двигатели с фазным ротором, которые позволяют изменять скорость движения груза в широких пределах и обеспечить надежное торможение.

Тормоза грузоподъемных кранов должны обеспечивать надежное торможение. Обязательное требование к крановым механизмам подъема груза – обеспечение тормозами. На мостовых кранах в качестве тормоза механизма подъема применяются колодочные или дисково-колодочные тормоза.

В колодочных тормозах тормозные колодки прижимаются к наружной поверхности тормозного шкива, насаженного и закрепленного на полумуфте входного вала редуктора, имеющей наименьший крутящий момент.

В дисково-лодочных 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, в случае применения пружинного электромагнитного тормоза, создается пружиной или положением груза на рычаге при использовании рычажного электромагнитного тормоза. Таким образом, тормоз магнитного подъема удерживает груз. Когда контакты магнитного контроллера находятся в нулевом положении. При этом тормозного момента M_T на шкиве или диске по сравнению с крутящим моментом $M_{кр}$, создаваемым приводным двигателем. Называется коэффициентом запаса, который должен быть равным не менее 1,5, т.е. $K_T = M_T / M_{кр} \geq 1,5$.

7.5. Электрозащитные устройства мостового крана

Грузоподъемные краны, которые обслуживают производственные участки, где готовится прокат для холодной высадки, относятся к оборудованию с повышенной опасностью.

Согласно действующим «Правилам устройства электроустановок» введения в систему управления краном защитных устройств относятся:

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

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. Тепловая защита при перегрузках на кранах не применяется, так как крановые электродвигатели рассчитаны на повторнократковременный режим и на значительные перегрузки до 200%, при которых возможны ложные срабатывания теплового реле.

Защита от коротких замыканий в электрических сетях крана осуществляется автоматическими выключателями, имеющими дугогасящие устройства, которые предохраняют контакты от обгорания при размыкании больших токов.

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

Нулевая защита на мостовых кранах необходима для предотвращения произвольного запуска любого электрического двигателя при внезапной подаче напряжения после его исчезновения. Для этой цели использу-

электрического оборудования, возникает разность потенциалов между корпусом электроустановки и мостом грузоподъемного крана, равная фазному напряжению $U_{\text{при}} = U_{\text{па}} = 220 \text{ В}$.

В результате прикосновения человека к такому корпусу может возникнуть ток смертельной величины, который превышает значения 100 мА . Обязательному защитному заземлению подлежат крановые металлические конструкции корпуса, кабелей, вся аппаратура, которая находится в кабине крановщика. Защитное заземление выполняется надежным электрическим соединением с металлической конструкцией крана, которую, в свою очередь, заземляют через крановый путь. Крановые пути заземляют с обоих концов каждого пути соединением с основным контуром защитного заземления строительной конструкции здания. Кроме всего указанного, крановые рельсы присоединяют к нулевому защитному проводнику трехфазной сети с глухозаземленной нейтралью PE или PEN.

Обязательному защитному заземлению подлежат крановые металлические конструкции корпуса, кабелей, вся аппаратура, которая находится в кабине крановщика. Защитное заземление выполняется надежным электрическим соединением с металлической конструкцией крана, которую, в свою очередь, заземляют через крановый путь. Крановые пути заземляют с обоих концов каждого пути соединением с основным контуром защитного заземления строительной конструкции здания. Кроме того, крановые рельсы присоединяют к нулевому защитному проводнику трехфазной сети с глухозаземленной нейтралью PE или PEN.

Состояние цепи защитного 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 и один раз зимой при наибольшем промерзании почвы. Дополнительное защитное заземление подкрановых путей способствует снижению потенциала на мост крана в случае замыкания фазных проводников и повышает надежность защиты при нарушении целостности основной цепи защитного заземления.

Напряжение шага и напряжение прикосновения при эффективной работе защитного заземления на мостовом кране будет всегда иметь нулевые значения, то есть $U_{\text{ш}} = 0$, $U_{\text{пр}} = 0$.

7.7. Регистрация и техническое освидетельствование кранового оборудования

Все грузоподъемные машины, на которые распространяются настоящие «Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов», подлежат регистрации в местных органах Ростехнадзора. Реги-

страция производится по письменному заявлению владельца и паспорту крана. В заявлении должно быть указано наличие у владельца крана, ответственных специалистов, прошедших проверку знаний настоящих Правил, и обученного персонала для обслуживания кранового оборудования, а также приведены результаты технического освидетельствования.

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

Кроме всего перечисленного, краны, эксплуатирующиеся на участках метизного производства, в течение срока службы подвергаются:

- частичному техническому освидетельствованию не реже одного раз в 12 месяцев;
- полному техническому освидетельствованию не реже одного раза в 3 года.

Краны, которые на производстве используются достаточно редко, подвергаются полным техническим испытаниям один раз в пять лет.

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

Работы, которые проводятся при полном техническом освидетельствовании крана:

- осмотр механизмов, тормозов, электрооборудования, устройств безопасности;
- статические испытания крана;
- динамические испытания крана;
- состояние металлоконструкции крана, его сварных и заклепочных соединений. Проверяется наличие трещин и ослаблений;
- состояние грузового крюка. Особенно важно отсутствие трещин в нарезной части кованых крюков;
- состояние кранового пути;
- Состояние канатов и их креплений;
- Состояние освещения и сигнализации.

При частичном испытании проводят только осмотр всего оборудования. Статические испытания проводятся нагрузкой, которое на 25% превышает паспортную грузоподъемность. Мостовой кран устанавливается в пролете между опорными несущими строительными колоннами, а тележка крана - в середине крана. Груз, который находится на крюке крана, поднимается на высоту 200-300 мм от уровня пола и выдерживается в течение 10 мин, затем груз опускается на пол. При этом специальным ответом измеряется прогиб моста крана и определяется отсутствие остаточной

деформации после снятия нагрузки. При обнаружении остаточной деформации кран не допускается к работе до выяснения причин.

Динамические испытания проводятся грузом, который на 10% превышает паспортную грузоподъемность крана. При этом проверяется действие всех механизмов и тормозов подъемом, опусканием и перемещением груза не менее трех раз.

Контрольные вопросы

1. Назовите факторы, которые влияют на исход поражения электрическим током человека.
2. Во сколько раз уменьшаются предельные значения напряжения прикосновения и токи для персонала участков, которые выполняют работу в условиях повышенных температур и относительной влажности более 75%?
3. Что такое аварийный режим работы сети?
4. Как делятся все помещения по степени опасности поражения людей электрическим током?
5. Какие способы и средства применяют для обеспечения защиты от случайного прикосновения персонала в производственных цехах?
6. Какие основные элементы входят в конструкцию мостового крана?
7. Когда подвергаются техническому освидетельствованию (испытанию и осмотру) краны, которые подлежат регистрации в органах Ростехнадзора?
8. Какие работы проводятся при полном техническом освидетельствовании крана?
9. Подлежат ли крановые металлические конструкции корпуса, кабелей, вся аппаратура, которая находится в кабине крановщика обязательному защитному заземлению?
10. Каким образом проводятся статические испытания нагрузкой, которое на 25% превышает паспортную грузоподъемность?
11. Для каких целей необходима нулевая защита на мостовых кранах?
12. При каких условиях может возникнуть перегрузка электрических приводов мостового крана?
13. Что такое безопасность производственного грузоподъемного оборудования?

8. СПОСОБЫ СНИЖЕНИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ ОПАСНЫХ И ВРЕДНЫХ ФАКТОРОВ ПРИ ПОДГОТОВКЕ СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПРОКАТА

8.1. Электроплазменная очистка проката

Использование предлагаемой электронно-плазменной технологии очистки (ЭПО) металлопроката от окалины позволяет сократить технологическую цепочку, исключив ряд операций, которые используют при травлении металла в растворах кислот и обеспечить безопасность производственного процесса во время очистки поверхности проката. Применение технологий ЭПО может стать важным направлением по очистке поверхности горячекатаного и калиброванного проката, которые исключают из технологического процесса оборудование и материалы, используемые при травлении металла в растворе соляной, а также серной кислоты и обеспечивают производственную безопасность и экологичность технологического процесса.

Предлагаемая технология позволяет обеспечить повышение качества очистки металлических поверхностей, снизить влияния опасных и вредных факторов в условиях реального производства и предотвратить загрязнение окружающей нас среды.

Очистку металлических поверхностей от загрязнений и окалины осуществляют путем воздействия на поступательное перемещаемое изделие дуговым разрядом в вакууме.

Физическая сущность электронно-плазменной очистки заключается в том, что на поверхности металла происходит восстановление окалины и сублимация остальных загрязнений в результате взаимодействия с частицами плазмы. Низкотемпературная плазма создается различными физическими источниками и представляет собой газообразное вещество, состоящее из электронов, ионов, атомов и молекул. Физические свойства плазмы значительно отличаются от свойств газов. Известно, что газы являются изоляторами электрического тока, не излучают свет и не испытывают влияния магнитных сил. Плазма, наоборот, обладает хорошей электрической проводимостью, ярко светится и подвержена влиянию магнитных сил (рис. 8.1).

Получение низкотемпературной плазмы может быть достигнуто различными методами: в импульсных и искровых разрядах, при взрывах тонких металлических проволочек под действием сильного тока, в ударных и детонационных волнах, при ядерных взрывах, а также в электрических дугах.

При предлагаемой технологии очистки металлопроката от окалины используется плазмообразующий элемент специальной конструкции. Материалы, обработанные технологией ЭПО, обладают высокой адгезионной способностью.



Рис. 8.1. Низкотемпературная плазма

Процесс ЭПО основывается на процессе хемосорбции т.е. поглощение вещества из паровой фазы или раствора поверхностью твердого тела, при котором между адсорбированными молекулами и поверхностными слоями твердого тела возникает химическое взаимодействие. Процесс очистки поверхности металлов, приводящий к удалению слоя окалины, показан на рис. 8.2.



Рис. 8.2. Процесс очистки поверхности металла:

1.—металлопрокат; 2 – пленка повышенного сопротивления; 3 – выступающие точки окалины; 4 – очищенная поверхность

Для осуществления технологического процесса восстановления окалины на поверхности металла, обрабатываемый прокат, являющийся анодом, протягивают через камеру высокого разрежения. Вторым электродом служат кольцевые пустотелые катоды, изготовленные из меди. Существенным фактором, который влияет на течение процесса очистки от окалины поверхности горячекатаного проката, являются плотность тока и напряжение.

На рис. 8.3 показана зависимость плотности тока от напряжения на кольцевом катоде.



Рис. 8.3. Зависимость плотность от напряжения

На участке АБ повышение плотности тока почти пропорционально увеличению напряжения. На участке БВ режим нестабилен и наблюдается колебание тока и напряжения. Предельный ток, соответствующий участку ВГ, характеризует процесс формирования на поверхности очищенного проката пассивной пленки. При этом повышение напряжения в довольно широком интервале не сопровождается изменением плотности тока. По достижении напряжения, соответствующего точке поворота Г на кривой, начинается новый процесс - образование газообразного кислорода.

Восстановленные из оксидов металлы на очищенной поверхности создают прочные защитные пленки, которые в течение длительного времени предохраняют поверхность от дальнейшей коррозии за счет восстановленного чистого железа.

Металлы, покрытые такими защитными пленками, сохраняют свои антикоррозионные свойства и во влажной среде. Пленка получается равномерной по толщине и надежно сцепляется с основным металлом. Это дополнительное преимущество электронно-плазменных технологий перед технологиями очистки песком, дробью, фрезами и кислотой. Обработка ЭПО позволяет повысить адгезионные свойства металлов в два - три раза по сравнению с механическими способами очистки.

Энергетические затраты на обработку поверхности зависят от степени загрязненности поверхности, скорости обработки материала, площади обрабатываемой поверхности, а также химического состава металла. Реальные затраты по электроэнергии в зависимости от состояния поверхности металлопроката и решаемых задач составляют 0,3-0,6 кВтч/м². Стоимость очистки поверхности проката с применением ЭПО почти в 5-7 раз ниже, чем при использовании кислоты, и в 2-3 раза ниже, чем при применении механического способа очистки.

Максимальная скорость очистки проката ограничивается только возможностями перемоточного устройства и прочностью обрабатываемого металла. Вредные выбросы в зону постоянных рабочих мест при использовании технологии ЭПО существенно ниже требований, предъявляемых ГОСТ 12.1.005 – 88 ССБТ «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны». Характер отходов следующий – H_2O , CO_2 , O_2 . Все это выносится в атмосферу, но объемы их очень малы. В процессе очистки одной тонны горячекатаного проката образуется лишь около $0,0001 \text{ м}^3$ указанных газообразных выбросов.

Процесс подготовки поверхности проката с нанесением подслоя состоит всего из одной операции – поступательное движение горячекатаного или калиброванного проката через плазмообразующий элемент со скоростью до 10 м/с. Отсутствуют подготовительные процессы подогрева металла в холодное время года, промывка после технологической операции очистки и нанесение подслоя поверхности.

В реальных условиях производственный процесс ЭПО представляет собой высокопроизводительный, автоматизированный и экологически чистый способ очистки металлопроката.

Устройство для осуществления предлагаемого способа (рис. 8.4) содержит вакуумную камеру, систему вакуумирования и блок перемещения очищаемого металлопроката. Установки, применяемые для технологии ЭПО, полностью автоматизированы, занимают небольшое пространство и отвечают требованиям охраны труда.

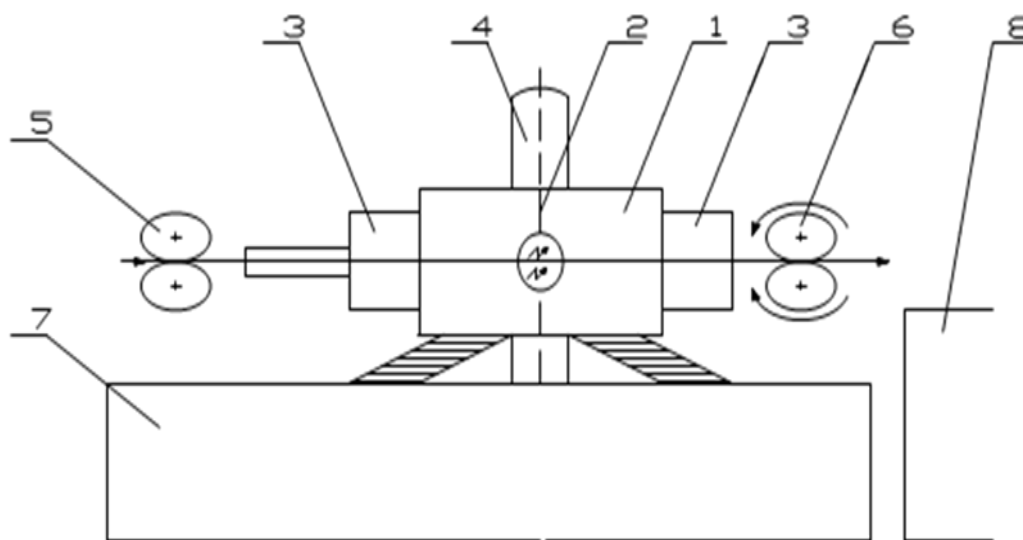


Рис. 8.4. Схема устройства для ЭПО металлопроката:

- 1 – вакуумная камера; 2 – кольцевые пустотелые электроды; 3 – крышка вакуумной камеры; 4 – система вакуумирования; 5 – правые ролики; 6 – протяжные ролики; 7 – рама; 8 – система электропитания (соленоиды, выпрямители, сварочные выпрямители, осцилляторы, дроссели)

Экспериментальная установка плазменных технологий показана на рис. 8.5.

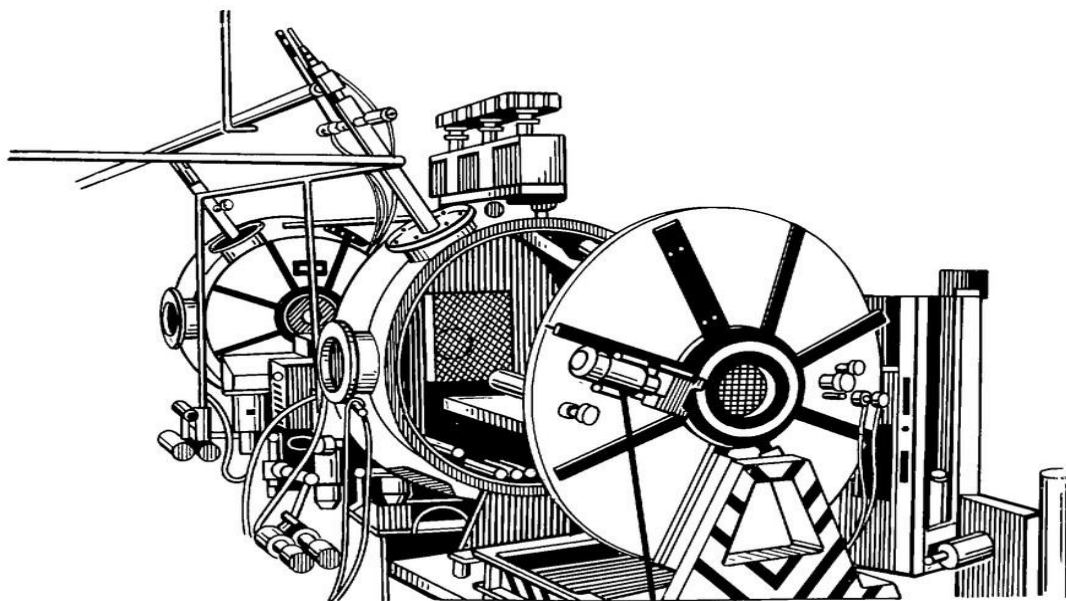


Рис. 8.5. Установка плазменных технологий

При работе на установке ЭПО снижено влияние опасных и вредных производственных факторов, которым подвергается обслуживающий персонал при механическом и химическом способе очистке поверхности проката. Характер выполняемых работ по очистке металлопроката способом ЭПО относится к категории средней тяжести (категория 2а).

Уровень шума при производстве работ на установках электронно-плазменной очистки, где осуществляется очистка поверхности проката от окалины, составляет менее 65 дБА, что не превышает допустимую норму, согласно требованиям ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ «Шум. Общие требования безопасности».

Производственная вибрация в производственном помещении, где обеспечивается технологический процесс по очистке способом ЭПО, соответствует требованиям ГОСТ 12.1.012-2004 ССБТ «Вибрационная безопасность. Общие требования».

Объем производственных помещений, где размещаются установки ЭПО, обеспечивает на каждого работающего не менее 15 м³ свободного пространства и не менее 4,5 м² площади. Высота от пола до потолка производственных помещений составляет не менее 3.2 м.

Поддержание в заданных пределах параметров микроклимата в помещениях, где эксплуатируется оборудование ЭПО, возможно установками кондиционирования воздуха. Это позволяет создать оптимальные условия микроклимата на рабочих местах операторов согласно требова-

ний

СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».

Таким образом, электронно-плазменная технология обработки поверхности горячекатаного проката по предлагаемой технологии не только исключает брак по окалине, но и является гарантией против образования флокенов, волосовин и плен. Тем самым качество и производительность обработки поверхности изделий дуговым разрядом в вакууме повышается. Высокое качество, производительность и эффективность очистки поверхности заготовок позволяют надеяться, что предлагаемый способ может найти широкое промышленное применение. Его активное внедрение в промышленное производство будет способствовать резкому повышению производительности труда, улучшению качества конечной продукции, сокращению капитальных затрат, повышению безопасности труда и сохранению экологической чистоты окружающей среды.

8.2. Индукционный нагрев при подготовке проката

Горячекатаный прокат из конструкционной легированной стали перлитного класса, который используется для холодной объемной штамповки крепежных изделий, изготавливают с применением отжига индукционным нагревом токами высокой частоты и волочением с различными степенями обжата. С этой целью по данному варианту для термической обработки проката применяют два отжига при температуре 760-780°C и трехкратное волочение проката с различными степенями обжата, что снижает энергоемкость и трудоемкость процесса. Схема индукционного нагрева показана на рис. 8.6.

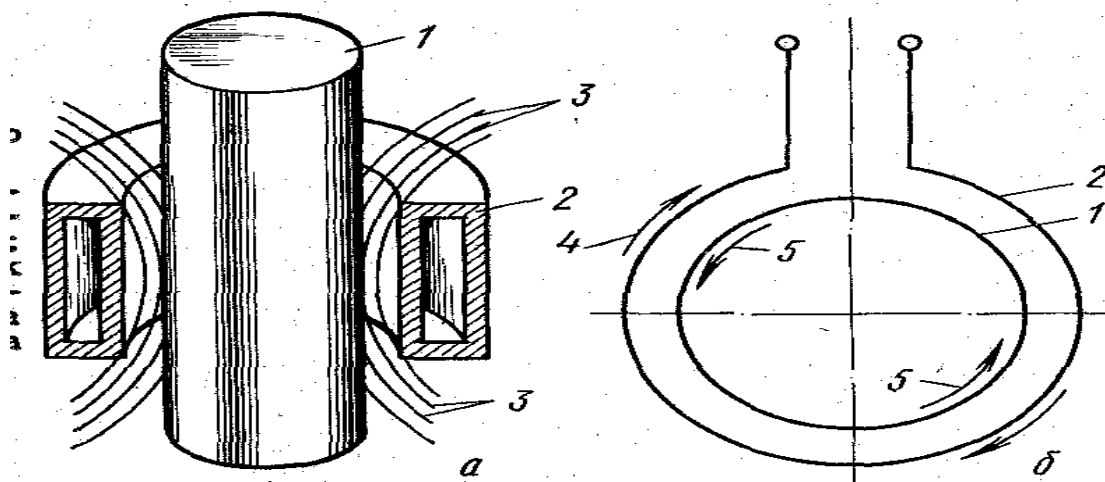


Рис. 8.6. Схема индукционного нагрева:

а – распределение магнитного потока в индукторе; *б* – направление токов в индукторе и детали; 1 – нагреваемая деталь; 2 – виток индуктора; 3 – магнитные силовые линии; 4 – направление тока в индукторе; 5 – направление тока в детали

Кроме того, применяется также другой способ обработки проката, который включает в себя четырехкратный отжиг индукционным нагревом ТВЧ при температуре 760-780°С и волочение с различными степенями обжатия. При данном способе после первого отжига индукционным нагревом ведут первичное волочение со степенью обжатия 18-20%, после второго и третьего отжига способом ТВЧ – второе и третье волочение со степенями обжатия 20-23%, а после четвертого отжига способом ТВЧ – четвертое волочение со степенями обжатия 5-6%.

Требуемые механические характеристики металлопроката для холодной высадки, который проходит отжиг на структуру зернистый перлит как в колпаковых термических печах, так и на установке ТВЧ, практически не различаются. Однако применение четырехкратного отжига и четырехкратного волочения удлиняют технологический процесс подготовки горячекатаного проката. Недостатком данного способа подготовки проката является повышенный расход электроэнергии, длительность и трудоемкость процесса.

Первым способом (два отжига на установке ТВЧ) решается задача создания технологии изготовления калиброванного проката, соответствующего требованиям ГОСТ 10702-78 «Сталь качественная конструкционная углеродистая и легированная для холодного выдавливания и высадки» без использования отжига металла на структуру зернистый перлит в печах с защитной атмосферой, заменяя его меньшим количеством операций отжига с использованием индукционного нагрева на установках ТВЧ и волочения проката. Следовательно, энерго- и трудоёмкость изготовления металлопроката снижаются.

Технический результат заключается в том, что получаем требуемые механические характеристики калиброванного проката за счет удовлетворительной структуры с мелкозернистым перлитом по сечению и длине проката с сохранением требуемой прочности и пластичности перед высадкой крепежных изделий, а также исключается образование обезуглероженного слоя на поверхности проката.

Этот положительный результат достигается тем, что в способе обработки горячекатаного проката под холодную высадку крепежа, включающем отжиг индукционным нагревом ТВЧ и волочение с различными степенями обжатия, осуществляют двухкратный отжиг при температуре 760-780° С; после первого волочения со степенью обжатия 15,9% осуществляют отжиг при температуре 760-780°С, после второго волочения со степенью обжатия 23,0% осуществляют второй отжиг при температуре 760-780° С, затем осуществляют окончательное волочение через фильер в пределах упругой деформации. Отжиг индукционным нагревом ТВЧ позволяет перевести структуру пластинчатый перлит в менее мелкодисперс-

ную и более равномерную по сравнению с исходной микроструктурой горячекатаного проката. Это допускает снизить прочностные свойства и твердость, а пластические свойства улучшить и повысить.

С применением двух отжигов индукционным нагревом ТВЧ при температуре 760-780° С после волочения наблюдается изменение микроструктурного состояния.

Сорбитообразный перлит становится менее дисперсным. После второго отжига в калиброванном прокате появляется равномерная структура, составляющая от 70 до 80% мелкозернистого перлита. На рис. 8.7 показана микроструктура стали 38ХА после термообработки на высокочастотной индукционной установке. Термообработкой достигается формирование равномерной микроструктуры, состоящей из мелкозернистого и точечного перлита и равномерно распределенного феррита.

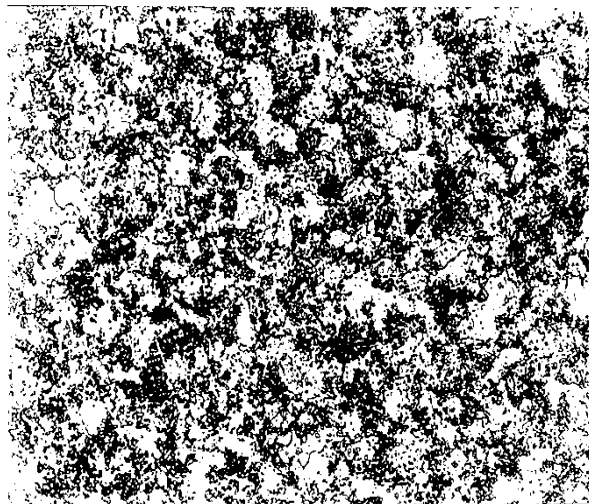


Рис. 8.7. Микроструктура стали 38ХА после отжига с нагревом ТВЧ

Трехкратное волочение и отсутствие окалины на поверхности калиброванного проката после отжига индукционным нагревом ТВЧ обеспечивает получение необходимого качества поверхности калиброванного проката. У калиброванного проката после волочения отсутствует эллипсность на конечном размере. Окончательное волочение позволяет получать требуемый по геометрическим размерам калиброванный прокат под последующую холодную объемную штамповку крепежа при достаточных прочностных и пластических характеристиках с учетом степени обжатия.

При технологии изготовления проката без волочения после вторичного отжига индукционным нагревом ТВЧ получали неравномерные механические характеристики по сечению и длине проката, геометрические размеры проката не обеспечивали параметры допусков отклонения на готовом размере и качество поверхности проката не удовлетворяло требова-

ниям холодной высадкой крепежных изделий. При степени обжатия 1% получали завышенные механические характеристики и заниженные геометрические параметры на окончательном размере проката. Сравнение механических характеристик подготовки калиброванного проката действующей на производстве и предлагаемой подготовки проката приведены в табл. 8.1.

Таблица 8.1

Сравнение механических свойств проката по предложенной технологии и ГОСТ 10702-78

№ п/п	Контролируемые параметры	Предлагаемая технология	Требования ГОСТ 10702-78
1	Твердость, НВ	194	Не более 207
2	Временное сопротивление разрыву, σ_b (МПа)	740	Не более 600
3	Относительное сужение, Ψ %	65	Не менее 40
4	Общая глубина обезуглероженного слоя, мм	Местное частичное 0,03	Не более 0,05
5	Осадка образцов в исходном состоянии (группа осадки)	66	66
6	Величина глубины поверхностных дефектов	Отсутствуют	Допускаются отдельные мелкие риски не более половины предельного отклонения по диаметру

При использовании технологии термической обработки на установках с индукционным нагревом проявляется возможность изготовления без обточки калиброванного проката для холодной объемной штамповки крепежа в метизном производстве. Изготовленный по предлагаемой технологии прокат, обладает высокой способностью к холодному пластическому деформированию и превосходит по всем показателям калиброванный прокат действующей технологии.

Предлагаемая технология изготовления калиброванного проката является экологически более чистой по отношению к действующей на метизных предприятиях технологии. При этом в отличие от отжига в камерных и колпаковых печах, где происходит отжиг металлопроката, отсутствуют вредные выбросы, а травильные растворы реже освежаются, так как после отжига проката с нагревом способом ТВЧ на нем не образуется плотного слоя окалина.

Высокочастотные ТВЧ установки обладают рядом преимуществ по сравнению с другими конструкциями. Стоимость конструкции установки довольно низкая, поэтому она может окупиться в течение полугода.

Высокочастотная индукционная установка, которая показана на рис. 8.7, может существенно экономить электроэнергию, так как работу она осуществляют на транзисторах, за счет этого коэффициент полезного действия составляет более 90%.



Рис. 8.7. Высокочастотная индукционная установка

Малый вес и габариты конструкции дают возможность расположить ТВЧ установку рядом с конструкциями последующего технологического цикла волочения проката. ТВЧ установки могут быть одно - и двухблочными. Первые из них способны работать до 80% цикла, вторые же осуществляют работу непрерывно. Конструкции наделены малой мощностью и не требуют подогрева. ТВЧ установки заменяют газовые и электрические печи, а также могут обеспечить довольно комфортные условия труда и эргономику рабочего места.

В процессе работы отсутствуют высокие частоты и высокое напряжение, что не подвергает риску жизнь и здоровье персонала и соответствует требованиям ГОСТ Р 50014.3–92 «Безопасность электротермического оборудования». Обслуживающий персонал получает навыки работы с предлагаемым оборудованием за достаточно короткое время. Максимальная температура частей электротермического оборудования, расположенных в зоне доступного контакта, при нормальных условиях работы соответствует требованиям ГОСТ 12.2. 007.9–93 «Безопасность электротермического оборудования».

Пожарная безопасность оборудования ТВЧ не отклоняется от требований ГОСТ 12.1.004 «Пожарная безопасность. Общие требования».

Эквивалентный уровень шума при работе на установках с индукционным нагревом токами высокой частоты составляет менее 65 дБА, что не превышает допустимую норму согласно требований ГОСТ 12.1.003–83 «Шум. Общие требования безопасности».

Оценка ЭМП ПЧ (50 Гц) осуществляется отдельно по напряженности электрического поля (Е) в кВ/м, напряженности магнитного поля (Н) в А/м и индукции магнитного поля (В) в мкТл. Нормирование электромагнитных полей 50 Гц на рабочих местах персонала дифференцировано в зависимости от времени пребывания в электромагнитном поле и удовлетворяет требованиям СанПиН 2.2.4.1191-03 «Электромагнитные поля в производственных условиях».

На рис. 8.8 приведены сравнительные схемы производства проката по действующей и предлагаемой технологии.

8.3. Изотермическая обработка при подготовке проката

Предлагается применение термомеханической обработки сортового горячекатаного проката для конструкционных сталей перлитного класса, которые используются при изготовлении крепежных изделий класса прочности 8.8 ($\sigma_{в} \geq 800$ МПа) и 9.8 ($\sigma_{в} \geq 900$ МПа). При этом механические характеристики изделий, которые изготавливаются методом холодной объемной штамповки, удовлетворяют требованиям ГОСТ Р 52627-2006 «Болты, винты и шпильки. Механические свойства и методы испытаний».

В современной экономике на отечественных метизных предприятиях крепежные изделия класса прочности 8.8 и 9.8 изготавливаются из легированных, углеродистых, боросодержащих и хромистых марок сталей. При этом термическую обработку осуществляют объемной закалкой и отпуском готовых изделий непосредственно после окончательной высадки способом ХОШ, что может привести к обезуглероживанию поверхности и появлению трещин на готовых изделиях, повышению энергоёмкости, трудоемкости технологического процесса и себестоимости. Закалку и отпуск болтов и гаек высокопрочных в термических цехах проводят в проходных закалочных агрегатах. Один из таких агрегатов показан на рис. 8.9.

В процессе такой технологической обработки возникают опасные и вредные производственные факторы, которые могут привести к травмам и профзаболеваниям.

Существует способ обработки горячекатаного проката в бунтах, который включает отжиг при температуре 770-790° С 3-4 ч и охлаждение с печью до температуры окружающей среды, первичное волочение, изотер-

мическую обработку в течение 5 мин с последующим охлаждением на воздухе и вторичное калибрование.

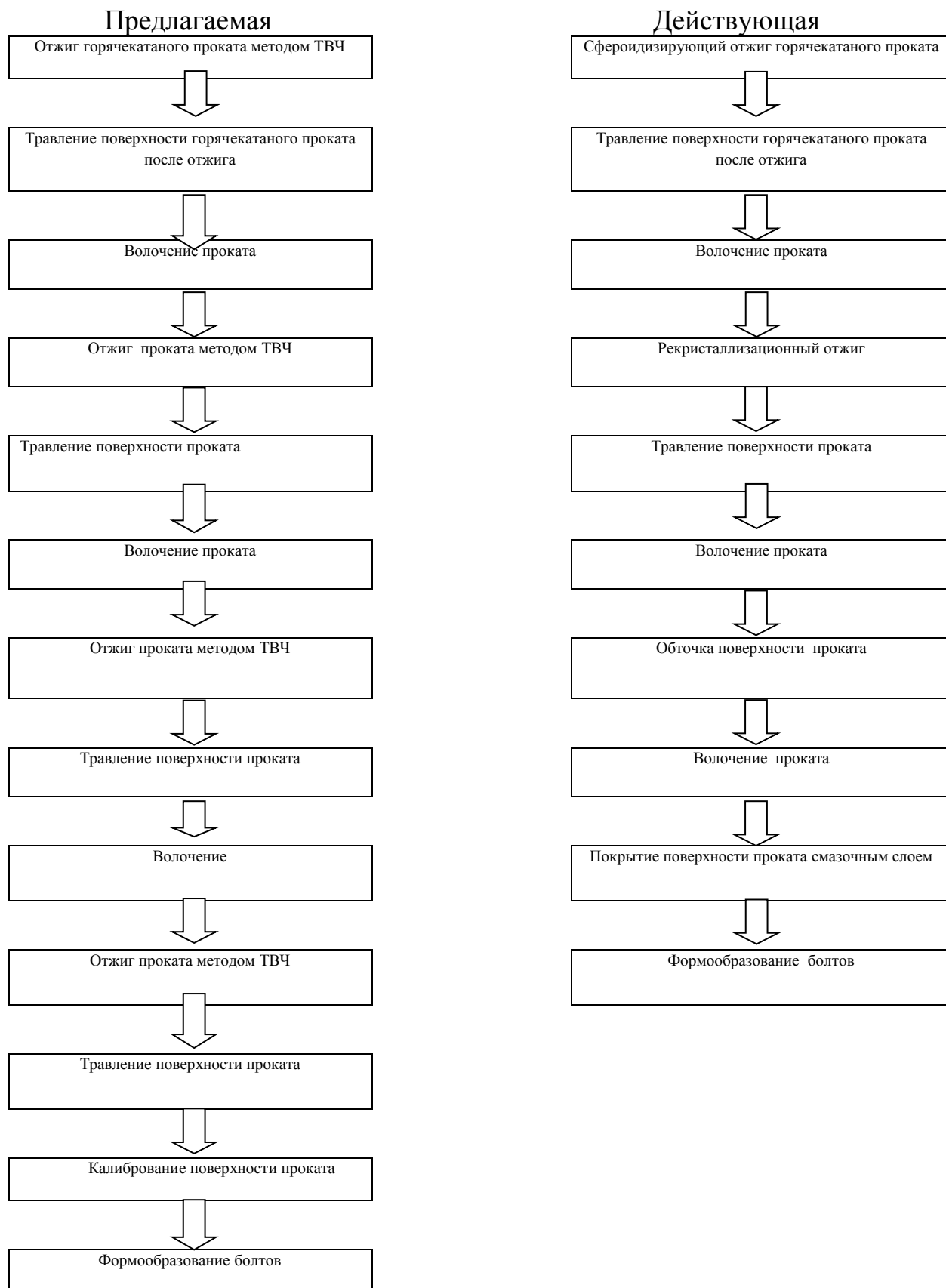


Рис. 8.8. Сравнительные технологические схемы изготовления проката



Рис. 8.9. Проходной агрегат термообработки метизов

Если первичное волочение проката проводить с низкими степенями обжатия (12-13%), это не будет способствовать формированию необходимых механических свойств в калиброванном прокате, для того чтобы изготовить из него высокопрочной крепеж класса прочности 9.8, согласно требованиям ГОСТ Р 52627-2006. После патентирования проката второе волочение осуществляют с завышенными степенями обжатия (7-8%), что способствует получению завышенных механических характеристик, а это приведет к увеличенным нагрузкам на формообразующий инструмент при холодной объемной штамповке.

Данный способ подготовки калиброванного проката может быть использован только для изготовления из него холодной объемной штамповкой крепежных изделий класса прочности 8.8 ($\sigma_{в} \geq 800$ МПа).

Предлагается использовать техническое решение, которое решает задачу создания способа изготовления крепежных изделий класса прочности 8.8 и 9.8 без их дальнейшей объемной закалки и отпуска после высадки готовых изделий методом ХОШ.

Применение такой технологии обеспечивает отсутствие обезуглероженного слоя и закалочных трещин на поверхности, снижаются энергозатраты и себестоимость изготовления готового крепежа. Технический результат заключается в получении прочностных и пластических характеристик калиброванного проката согласно требованиям ГОСТ 10702-78 «Сталь качественная конструкционная углеродистая и легированная для холодного выдавливания и высадки» за счет равномерной структуры пластинчатого сорбита по сечению и длине готового проката с сохранением необходимых прочностных и пластических характеристик и твердости.

Это достигается тем, что в способе обработки горячекатаного проката под холодную объемную штамповку крепежных метизных изделий класса прочности 8.8 и 9.8, включающим первичное волочение проката, изотермическую обработку в ванне со свинцом, нагретым до температуры 450° С с последующим ускоренным охлаждением на воздухе, вторичное волочение; перед первичным волочением горячекатаный прокат отжигают при температуре 770-790° С в течение 3-4 ч, затем охлаждают с печью до 250° С и далее на воздух до комнатной температуры.

Первичное волочение металлопроката осуществляют со степенями обжатия 17-19%, а последующую изотермическую обработку осуществляют в ванне со свинцом, нагретым до температуры 450° С с последующим ускоренным охлаждением на воздухе.

Вторичное волочение после изотермической обработки осуществляют со степенью обжатия 4-5%. Отжиг позволяет перевести структуру горячекатаного проката «перлит + феррит» в структуру «зернистый перлит», который необходим при первичном волочении проката со степенями обжатиями проката 17-19%.

Первичное волочение позволяет получить необходимые механические характеристики калиброванного проката с учетом степени обжатия и необходимый промежуточный геометрический размер по сечению проката и длине мотка. Изотермическая обработка позволяет получить микроструктуру пластинчатого сорбита, равномерную по длине проволоки, и требуемые механические характеристики мотка.

Вторичное волочение обеспечивает получения окончательного геометрического размера по диаметру проката под дальнейшую холодную объемную высадку крепежных метизных изделий при требуемых пластических и прочностных характеристиках и твердости.

Твердость образцов после изготовления проката определяли на приборе Роквелла по шкале С на параллельно шлифованных лысках; механические характеристики - на разрывной машине ЦДМ-100, шкала 20 кг; микроструктуру – на поперечных микрошлифах с использованием микроскопа «Неофот-21» при увеличении х500. Результаты испытаний приведены в табл. 8.2.

Предложена принципиальная возможность изготовления калиброванного проката для холодной объемной штамповки крепежа в метизном производстве по экономичной, более экологичной и безопасной технологии. На рис. 8.10 показана схема патентирования проката с целью получения оптимальных механических свойств при последующем изготовлении из него крепежных изделий.

В результате предложенной технологической операции патентирования, изготовленный по предлагаемой технологии прокат, обладает вы-

сокой способностью к холодному пластическому деформированию и превосходит по всем показателям калиброванный прокат действующей технологии.

Таблица 8.2

Механические характеристики проката по предложенной технологии и прототипу

Способ	$\sigma_{в,}$ МПа	$\sigma_{т,}$ МПа	$\Psi,$ %	$\delta,$ %	HRC	Примечание
Предлагаемый						
Калиброванный прокат $\varnothing 11,65$	915	815	58	15,0	26	Прочностные характеристики выше ($\sigma_{в,}$ $\sigma_{т,}$). Получили методом ХОШ высокопрочный крепеж класса прочности 9.8 без последующей объемной закалки и отпуска
Калиброванный прокат $\varnothing 9,7$	912	805	58,1	15,1	25-26	
Прототип						
Калиброванный прокат $\varnothing 11,65$	905	810	58	15,2	24	Получили методом ХОШ высокопрочный крепеж класса прочности 8.8 без последующей объемной закалки и отпуска



Рис. 8.10. Схема патентирования проката

Предлагаемая технология изготовления калиброванного проката является экологически более чистой по отношению к действующей технологии:

- уменьшаются вредные выбросы от камерных и колпаковых печей, где происходит отжиг проката за счет снижения количества отжигов;
- уровень шума при работе на ваннах изотермической обработки не превышает 65 дБА, что ниже допустимой величины согласно ГОСТ 12.1.003–83;

- снижается возможность обезуглероживания поверхности и появлению трещин на готовых изделиях.

Контрольные вопросы

1. В чем физическая сущность электронно-плазменной очистки проката для холодной высадки?
2. Какими физическими источниками создается низкотемпературная плазма?
3. Что создается на очищенной поверхности горячекатаного проката после восстановления оксидов металла методом ЭПО?
4. Какие реальные затраты по электроэнергии в зависимости от состояния поверхности металлопроката при очистки методом электронно-плазменной очистки?
5. Какие опасные и вредные производственные факторы снижены при работе на установке ЭПО?
6. Позволяет ли отжиг индукционным нагревом ТВЧ перевести структуру пластинчатый перлит в менее мелкодисперсную и более равномерную по сравнению с исходной микроструктурой горячекатаного проката?
7. Является ли экологически более чистой по отношению к печной термической технологии предлагаемая технология индукционной обработки калиброванного проката?
8. Что такое изотермическая подготовка горячекатаного проката для последующей высадки крепежа методом объемной штамповки?
9. Почему после патентирования проката второе волочение нельзя проводить с завышенными степенями обжатия (7-8%)?
10. Превышает ли шум при работе на установках с индукционным нагревом токами высокой частоты допустимую норму согласно требованиям ГОСТ 12.1.003–83 «Шум. Общие требования безопасности»?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В учебном пособии проведен анализ опасных и вредных производственных факторов, возникающих в процессе подготовки стального проката к холодной высадке метизов, и намечены мероприятия по снижению их отрицательного воздействия на работников.

Проанализированы действующие и предложены новые виды и режимы энерго-, трудо- и ресурсосберегающей технологической подготовки проката перед ХОШ, обеспечивающие высокое качество металлоизделий метизной группы.

Показано, что при использовании ЭПО существенно снижены вредные выбросы в производственное помещение в отличие от химического и механического способов очистки поверхности металлопроката. Концентрация вредных паров в воздухе рабочей зоны при использовании ЭПО соответствует требованиям, установленным ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».

Производственный процесс электронно-плазменной очистки является высокопроизводительным и автоматизированным, при этом исключается тяжелый физический труд и снижается риск травматизма в производственном процессе. Характер выполняемых работ по очистке металлопроката способом ЭПО относится к категории средней тяжести (категория 2А).

Производственная вибрация в производственном помещении, где обеспечивается технологический процесс по очистке способом ЭПО, соответствует требованиям ГОСТ 12.1.012-2004 ССБТ «Вибрационная безопасность. Общие требования».

Отсутствует непосредственный контакт с химически активными веществами, горячими материалами и инструментом, который позволяет снизить опасное термическое воздействие на обслуживающий персонал.

Уровень шума на рабочих местах при использовании ЭПО не превышает допустимые нормы согласно требований ГОСТ 12.1.003 ССБТ «Шум. Общие требования безопасности».

Применение электронно-плазменных методов очистки металлопроката позволяют обеспечить оптимальный состав окружающей среды на постоянных рабочих местах.

Реальные затраты электроэнергии в зависимости от решаемых задач составляет 0,3–0,6 кВтч/м², что в несколько раз ниже, чем при других способах очистки поверхности проката.

Высокая скорость, глубокая чистка и активирование поверхности в условиях ЭПО обеспечивает высокую производительность обработки металлопроката.

Максимальная температура частей электротермического оборудования установок ТВЧ, расположенных в зоне доступного контакта, при нормальных условиях работы соответствует требованиям ГОСТ 12.2.007.9–93 «Безопасность электротермического оборудования».

Пожарная безопасность оборудования ТВЧ не отклоняется от требований ГОСТ 12.1.004 «Пожарная безопасность. Общие требования».

Нормирование электромагнитных полей 50 Гц на рабочих местах персонала, который обслуживает высокочастотные установки, дифференцировано в зависимости от времени пребывания в электромагнитном поле и удовлетворяет требованиям СанПиН 2.2.4.1191-03 «Электромагнитные поля в производственных условиях».

Эквивалентный уровень шума при работе на установках с индукционным нагревом токами высокой частоты составляет менее 65 дБА, что не превышает допустимую норму согласно требованиям ГОСТ 12.1.003–83 «Шум. Общие требования безопасности».

При использовании изотермической обработки проката уменьшаются вредные выбросы от камерных и колпаковых печей за счет снижения количества отжигов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Электронный ресурс / Режим доступа: ru.wikipedia.org
2. **Мыльникова, Л.А.** Актуальность профилактики травматизма в Российской Федерации. Возможные решения // Скорая медицинская помощь.–2009.–№2.–С. 4-7.
3. **Щенников, Н.И.** Совершенствование профилактики несчастных случаев на производстве: монография / Н.И. Щенников, Г.В. Пачурин, Т.И. Курагина, Н.А. Меженин; под ред. Г.В. Пачурина; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева.–Нижний Новгород, 2013.–92 с.
4. **Андреева Т.М.** Травматизм в Российской Федерации на основе статистики // Социальные аспекты здоровья населения.–2010.–№4 (16).
5. **Денисов И.Л.** Анализ факторов риска травм в качестве методической основы профилактики травматизма // Медицина в Кузбассе.–2006.–№4.–С. 9-12.
6. **Пачурин, Г.В.** Производственный травматизм: монография/ Г.В. Пачурин, Т.И. Курагина, Н.И. Щенников.–Издатель. LAV LAMBERT Artademic Rublshing GmbH / Germany.–2012.–201с.
7. **Филиппов, А.А.,** Ресурсосберегающая технология подготовки калиброванного проката под холодную высадку изделий / А.А. Филиппов, Г.В. Пачурин // Успехи современного естествознания.–2007.–№12.С. 139-139.
8. **Филиппов, А.А.,** Анализ дефектности горячекатаного проката под холодную высадку метизов /А.А. Филиппов, К.Г Пачурин, А.Н.Гущин, Г.В. Пачурин // Фундаментальные исследования–2006.–4.–С. 38–39.
9. **Бунатян, Г.В.** Крепежные изделия. Перспективы в консолидации // Метизы.–2000.–№00(22)–С.12–17.
10. **Бобылев, М.В.** Современные подходы к производству высокопрочного автокрепежа // Метизы.–2002.–№0(01).–С. 45–47.
11. **Соколов, А.А.,** Критерии выбора материалов и технологических параметров для производства проволоки для холодной объемной штамповки / А.А. Соколов, В.И. Артюхин // Метизы.–2008.–№2(18) – С. 50-54.
12. **Пачурин, Г.В.,** Экономичная технология подготовки стали 40Х к холодной высадке крепежных изделий /Г.В. Пачурин, А.А. Филиппов //Вестник машиностроения–2008.–№ 7.–С. 53–56.
13. **Скуднов, В.А.** Предельные пластические деформации металлов /В.А. Скуднов.–М.: Металлургия, 1989.–176 с.
14. **Соколов, А.А.** Критерии выбора материалов и технологических параметров для производства проволоки для холодной объемной штам-

повки/ А.А. Соколов, В.И. Артюхин // Метизы.–2008.–№2 (18).– С. 50-54.

15. **Амиров, М.Г.** Основы технологии автоматизирования холодновысадочного производства: учеб. пособие/М.Г.Амиров, Ю.А.Лавриненко. – Уфа: УАИ, 1992. – 142 с.
16. **Амиров, М.Г.** Оценка технологических дефектов при ХОШ /М.Г. Амиров, Р.К. Гареев, И.Б. Нуркаев// Кузнечно-штамповочное производство. – 1985. - №9. – С. 34-38.
17. **Конторович, И.Е.** Термическая обработка стали и чугунов: учеб. пособие// И.Е. Конторович. – М.: Металлургиздат, 1950. – 668 с.
18. **Богатов, А.А.** Ресурс пластичности металлов при обработке давлением/А.А. Богатов [и др.]. – М.: Металлургия, 1984. – 148 с.
19. **Локша, О.Г.** О причинах дефектов при производстве крепежа /О.Г. Локша, А.В. Напалков//Шурупы и гвозди.-2001.-№5.–С. 11-14.
20. **Герасимов, В.Я.** Оценка стабильности операций штамповки по величине прогиба заготовок/ В.Я. Герасимов, Д.Н. Парышев//Вестник машиностроения. 2004 №10. – С. 50-51.
21. **Филиппов, А.А.** Подготовка калиброванного проката под высадку ответственных крепежных изделий из стали 38ХА/ А.А. Филиппов, В.А. Иняев, Г.В. Пачурин// Материалы третьей международной научно-технической конференции, Том 2, Вологда. – С. 131-134.
22. **Закиров, Б.М.,** Получение высокопрочных крепежных изделий из низкоуглеродистой стали, предварительно закаленной из межкритического интервала/Б.М. Закиров, Ю.А. Лавриненко, М.В.Бобылев //Сб. тезисов докладов «Материалы в автомобилестроении». – Тольятти, 1998. – С. 45-46.
23. **Петриков, В.Г.** Прогрессивные крепежные изделия/ В.Г. Петриков, А.П. Власов. – М.: Машиностроение, 1991. – 256 с.
24. **Амиров, М.Г.** Основы технологии автоматизированного холодновысадочного производства, учеб. пособие/М.Г. Амиров, Ю.А. Лавриненко. – Уфа: УАИ, 1992. – 142 с.
25. **Амиров, М.Г.,** Оценка технологической деформируемости при ХОШ/М.Г. Амиров, Р.К. Гареев Р.Е., Нуркаев И.Б.// Кузнечно-прессовое оборудование. – 1985. - №9. – С. 34-38.
26. **Богатов, А.А.** Ресурс пластичности металлов при обработке давлением/ А.А. Богатов, О.И., Мижирицкий, С.В. Смирнов. – М.: Металлургия. 1984. – 143 с.
27. **Бобылев, М.В.** Перспективные экономлегированные боросодержащие стали для производства высокопрочных крепежных деталей /М.В.Бобылев, Е.Г.Королева, П.А.Штанников//Металловедение и термическая обработка металлов. – 2001. - №5. – С. 51-55.

28. **Филиппов, А.А.** Повышение качества стального проката под калибровку перед высадкой крепежных изделий/А.А. Филиппов, Г.В.Пачурин, А.Н. Гуцин, В.Г. Пачурин // Заготовительные производства в машиностроении. – 2007. - №3. – С.51-53.
29. **Филиппов, А.А.** Ресурсосберегающая технология подготовки калиброванного проката под холодную высадку метизов /А.А. Филиппов, К.Г. Пачурин, Г.В. Пачурин, А.Н. Гуцин/Заготовительные производства в машиностроении. – 2008. - №3. – С. 37–39.
30. **Пачурин, Г.В.** Экологичная технология подготовки стали 40Х к холодной высадке крепежных изделий/Г.В.Пачурин, А.А.Филиппов //Вестник машиностроения. – 2008. - №7. – С. 53–56.
31. **Кулеша, В.А.** Особенности производства стали для высокопрочных метизов/Труды третьего конгресса прокатчиков. – М.2 2000. – С. 543–546.
32. **Билигман, И.В.** Высадка и штамповка: [перевод с немец.] /И.В. Билигман. – М.: Машгиз, 1960. – 467 с.
33. **Амиров, М.Г.** Оценка технологической деформируемости при ХОШ /М.Г.Амиров, Р.К.Гареев, И.Б.Нуркаев//Кузнечно-штамповочное производство. – 1985. - №9. – С. 34–38.
34. **Кутяйкин, В.Г.** Метрологические и структурно-физические аспекты деформирования сталей: монография/В.Г. Кутяйкин. – М: АСМС, 2007. – 484 с.
35. **Филиппов, А.А.** Анализ влияния дефектности заготовок на качество горячекатаного проката для холодной высадки крепежных изделий /А.А. Филиппов, Г.В. Пачурин, А.Н. Гуцин, К.Г. Пачурин//мат. 6-ой Промышленной конференции. Карпаты, 20-24 февраля 2006. – С. 201-202.
36. **Биллигман, И.В.** Высадка и другие методы объемной штамповки /И.В. Биллигман. – М.: Машиздат, 1960. – 159 с.
37. **Трусов, А.А.** Разработка производства подката с ТМО для фасонных профилей высокой точности /А.А. Трусов [и др.]. – М.: Труды 2-го конгресса прокатчиков, 1998. – С. 515–522.
38. **Гуляев, А.И.** Металловедение / А.И. Гуляев – М.: Metallургия, 1977. – 648 с.
39. **Быкадоров, А.Т.** Металл для холодной высадки крепежных изделий /А.Т. Быкадоров, В.А. Скуднов//Кузнечно-штамповочное производство. – 1985. - №9 – С. 32-34.
40. **Долженков, И.Е.** Термическая обработка подката для холодной высадки/И.Е. Долженков, А.П. Клименко//Металлургическая и горнорудная промышленность. – 1983. - №4 – С. 20-24.

41. **Копырин, В.И., Парышев, Н.В., Герасимов, В.А.** Пат. Способ контроля упрочнения металлов в холоднотянутой стали №2132544, опубл. 27.06.1999 г.
42. **Парусов, В.В.** Усовершенствование технологии игольчатой проволоки/В.В. Парусов [и др.]//Сталь. - 1980. - №12. – С. 190-192.
43. **Гринберг, Е.М.** Металловедение боросодержащих конструкционных сталей/Е.М. Гринберг –М.: МИСиС, 1997. – 198 с.
44. **СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03** «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совместному освещению жилых и общественных зданий».
45. **СП 52.13330.2011** Свод правил «Естественное и искусственное освещение». Актуализированная редакция СНиП 23-05-2003.
46. **Наконечный, В.Н.** Роль естественного освещения производственных помещений в обеспечении безопасных условий труда/В.Н. Наконечный, И.В. Лебедева, М.К. Лобанова, Т.Б. Савкина//Матриалы научно – практической конференции «Техносферная безопасность, надежность, качество, энергосбережение: Т. 38. Вып.ХVII Т.1. Ростов – н/Д: Ростовский государственный строительный университет. - 2015. – С. 46–56.
47. **Фролов, А.В.** Безопасность жизнедеятельности. Охрана труда: учебник для вузов/А.В.Фролов, Т.Н.Бакаева//Ростов н/Д: изд-во Феникс, 2008. – 751 с.
48. **Молодык, Н.В.,** Восстановление деталей машин. Справочник /Н.В. Молодык, А.С.Зенкин. – М.: Машиностроение, 1989. – 480 с.
49. **Грилихес, С.Я,** Электролитические и химические покрытия /С.Я.Грилихес, К.И. Тихонов. – Л.: Химия, 1990. – 288 с.
50. **Основы безопасности жизнедеятельности: учеб. пособие** /Г.В. Пачурин [и др.]; Нижегородский гос. техн. у-т им. Р.Е. Алексеева. – 2-е изд. перераб. и доп. – Н. Новгород, 2014. – 269 с.
51. **Мусаев, В.К.** Моделирование опасностей в сложной системе с помощью анализа риска//М.:Российский университет дружбы народов. Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Безопасность и экология технологических процессов и производств», 2007 – С. 70–78.
52. **Безопасность жизнедеятельности учебник/ред. С.В. Белова.** – М.: Высшая школа, 2002. – 476 с.
53. **Биллер, Д.М.** Вопросы обеспечения безопасности труда в гальваническом производстве/Д.М.Биллер, М.Ф.Богданова, В.С.Филитова Е.С. Филь/Материалы научно–практической конференции Техносферная безопасность, надежность, качество, энергосбережение: Т.38. Вып. ХVII: - Том 1. – 2015. – С. 144–153.

54. **Елинский, И.И.** Вентиляция и отопление гальванических цехов Машиностроительных предприятий/И.И. Елинский – М.: Машиностроение, 1989. – 152 с.
56. **Батулин, В.В.** Основы промышленной вентиляции. – М.: Профиздат, 1990. – 448 с.
57. **Ямпольский, Е.С.** Проектирование машиностроительных заводов и цехов. Справочник в 6-ти томах. Том 3. – М.: Машиностроение, 1977. – 342 с.
58. **Пат. В21С9/00** Способ подготовки поверхности подката для холодной высадки//Закиров Д.М., Лавриненко Ю.А., Шолом В.Ю., Абрамов А.Н., Гильманов В.С., Гордеенко Н.И., Лебедев Л.П., Крылов Н.А. заявл. 1996–12-14. Опублик. 27.01.1998 г.
59. **Пат. В21С43/04** Устройство для удаления окалины с проволоки гибких изделий//Волков М.С., Марутьян С.В. заявл. 2005 -03.03. Опублик. 20.09.2006 г.
60. **Пат. В21В45/04** Способ предварительной очистки заготовки от окалины и окалиноломатель для его осуществления// Кузнецов С.А., Богачев М.В., Данилов В.Г., Кламушкина С.А, Сафронов С.В., Марутьян С.В. заявл. 2008 -12-16. Опублик. 27.07.2010 г.
61. **Пат. В21С9/000** Способ формирования шероховатости поверхности заготовки под волочение//Платов С.И. (RU), Анцупов В.П. (RU), Кадошников В.И. (RU), Терентьев Д.В. (RU), Анцупов А.В. (RU), Анцупов А.В. (RU), Урцев В.Н. (RU), Анিকেев С.Н. (RU). Заявл. 2000 -04-22. Опублик. 20.10.2004 г.
62. **Пат. В21С43/04** Устройство для удаления дефектного слоя с поверхности проволоки//Ерышев И.Ф (RU), Опанасюк Н.В. (RU), Бешкарев Н.А. (RU), Бисярин В.Е. (RU), Бугай Г.А. (RU), Колупаев А.Д. (RU) заявл. 2000 -04-22. Опублик. 27.04.2002 г.
63. **Пачурин, Г.В.** Профилактика и практика расследования несчастных случаев на производстве: учебное пособие / Г.В. Пачурин [и др.]; под общей ред. Г.В. Пачурина - 3-е изд., доп. – Нижний Новгород: НГТУ им. Р.Е. Алексеева: СПб.: Издательство «Лань», 2015. – 384 с.
64. **Пачурин, Г.В.** Охрана труда. Методика проведения расследований несчастных случаев на производстве: учебн. пособие/Г.В. Пачурин, Н.И. Щенников, Т.И. Курагина; под общ. ред. Г.В. Пачурина. – 2-е изд., доп. – М: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2015. – 144 с.
65. **Щенников, Н.И.** Совершенствование профилактики несчастных случаев на производстве: Монография//Н.И.Щенников, Г.В.Пачурин, Т.И.Курагина,Н.А.Меженин/НГТУ.–Н. Новгород, 2013.– 122с.
66. **Щенников, Н.И.** Расследование несчастных случаев на производстве. Методика проведения расследования: учеб. пособие/Н.И. Щен-

- ников, Т.И. Курагина, Г.В. Пачурин, Н.А. Меженин -НГТУ. – Нижний Новгород, 2012. – 219 с.
67. **Щенников, Н.И.** Расследование несчастных случаев на производстве. Методика и практика расследования: монография/Н.И. Щенников, Т.И. Курагина, Г.В. Пачурин, Н.А. Меженин – НГТУ. – Нижний Новгород, 2011. – 175 с.
68. **Щенников, Н.И.** Несчастные случаи на производстве. Методика проведения расследования: учеб. пособие/Н.И. Щенников [и др.]; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева.–Нижний Новгород, 2012. – 219 с.
69. **Пачурин, Г.В.** Охрана труда. Методика проведения расследований несчастных случаев на производстве: учеб. пособие/Г.В. Пачурин, Н.И.Щенников, Т.И. Курагина -М.: Форум, НИЦ ИНФРА-М, 2017. – 144 с.
70. **Пачурин, Г.В.** Безопасность эксплуатации промышленного оборудования и технологических процессов: учеб. пособие /Г.В. Пачурин, В.И. Миндрин, А.А. Филиппов; под общ. ред. Г.В. Пачурина. – Старый Оскол: ТНТ, 2017. – 192 с.
71. **Пачурин, Г.В. А.А.** Основы безопасности жизнедеятельности: для технических специальностей: учебное пособие/Г.В. Пачурин [и др.]. Ростов н/Д: Феникс, 2016. – 397 с.: ил.
72. **Филиппов, А.А.** Подготовка проката для высокопрочных болтов: учеб. пособие/А.А. Филиппов, Г.В. Пачурин; под общ. ред. Г.В. Пачурина. – Старый Оскол: ТНТ, 2015. – 176 с.
73. **Филиппов, А.А.** Ресурсосберегающая подготовка заготовок для упороченных болтов: учеб. пособие/А.А. Филиппов [и др.];под общей ред. Г.В. Пачурина, Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2013. – 154 с.
74. **Филиппов, А.А.** Сравнение технологических методов подготовки структурно-механических свойств поверхности проката для высадки метизов с целью снижения воздействия на работников опасных и вредных факторов//Фундаментальные исследования. – 2016. – № 10. – С. 88-96.
75. **Филиппов, А.А.** Оценка опасных и вредных факторов при производстве калиброванного проката и их устранение технологическими методами//Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 7. – С. 161-164.
76. **Филиппов, А.А.** Снижение опасных и вредных факторов при очистке поверхности сортового проката/А.А. Филиппов, Г.В. Пачурин, Н.А. Кузьмин//Современные наукоемкие технологии.–2016.–№ 2-1. – С. 38-43.

77. **Филиппов, А.А.** Производственный травматизм и направления его профилактики/А.А. Филиппов, Г.В. Пачурин, Н.И. Щенников, Т.И. Курагина//Современные наукоемкие технологии. – 2016. – № 1. – С. 45-50.
78. **Филиппов, А.А.** К вопросу профилактики производственного травматизма/А.А.Филиппов, Г.В.Пачурин, Т.И.Курагина, И.Г.Трунова //В сб.: Актуальные вопросы технических наук в современных условиях. 2016. – С. 118-122.
79. **Филиппов, А.А.** Снижение риска опасных и вредных факторов при термической обработке сортового проката в производственных цехах/А.А. Филиппов, Г.В.Пачурин//В сб.: Актуальные вопросы науки и техники сборник научных трудов по итогам III международной научно-практической конференции. - 2016. - С. 157-159.
80. **Чиненков, С.В.** Разработка технологической схемы механо-электротермической подготовки структурно-механических свойств горячекатаных заготовок для изготовления крепежных изделий: Справочник/С.В.Чиненков, А.А.Филиппов, Г.В. Пачурин// Инженерный журнал (с приложением).- 2014. - №5. – С. 8-14.
81. **Чиненков, С.В.** Подготовка структуры и механических свойств стали 40Х под высадку болтов/С.В.Чиненков, А.А.Филиппов, Г.В.Пачурин//Сб. DFMN 2013. М., 26-29 ноября 2013 г. /Сб.материалов. – М: ИМЕТ РАН. – 2013. – С. 278-280.
82. **Пачурин, Г.В.** Formation of structure and mechanical properties of steel for bolts 38ХА//Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2013. – № 2. <http://www.rae.ru/upfs>.
83. **Chinenkov, S.V., Filippov, A.A., Pachurin, G.V.** Resource-saving for formation of structure an mechanical properties of stud driving steel grade 38ХА/Modern scientific research and their practical application / англ. в–н Д. Mar-kova.Vol J11307. - May 2013. - p. 377-382. – URL: <http://www.sworld.com.ua/e-journal/J11307.pdf>.
84. **Чиненков, С.В.** Экологичная схема формирования структуры и механических свойств стальных заготовок под высадку крепежа/С.В. Чиненков, А.А. Филиппов, Г.В. Пачурин//Народное хозяйство. Вопросы инновационного развития / Всероссийский научно- практический журнал. - М.: МИИ Наука. – 2012. № 6. – С. 83-87.
85. **Пачурин, Г.В.** Технология очистки поверхности листового проката автомобильных низкоуглеродистых сталей/Г.В. Пачурин, А.А. Филиппов, С.В.Чиненков//Журнал Автомобильных Инженеров. – 2012. № 4(75). – С. 27-29.
86. **Чиненков, С.В.** Плазменная электродуговая очистка листового стального проката/С.В.Чиненков, А.А. Филиппов, Г.В.Пачурин

//В сб.: Техносферная безопасность, надежность, качество, энерго сбережение: Т.38 / Ростов-н/Д: РГСУ, 2011. – С. 385-390.

87. **Пачурин, Г.В.** Технология очистки поверхности листового проката автомобильных низкоуглеродистых сталей/Г.В.Пачурин, А.А.Филиппов, С.В. Чиненков //В сб.: Перспективы развития автомобилей. Развитие транспортных средств с альтернативными энергоустановками. Мат. 75-й Междунар. научно-технич. конф. – Тольятти: ААИ, 14-15 сент. 2011. –С. 334-337.
88. **Чиненков, С.В.** Электронно-плазменная обработка листового проката стали 08кп/С.В.Чиненков, А.А.Филиппов, Г.В.Пачурин//В сб.: Деформация и разрушение материалов и наноматериалов/Материалы IV междунар. конф. – М: ИМЕТ РАН, 2011. – С. 268-270.
89. **Бобылев, М.В.** Подготовка структуры при термообработке сталей, применяемых для высадки высокопрочных крепежных изделий/М.В.Бобылев, В.Е. Гринберг, Д.М. Закиров, Ю.А. Лавриненко //Сталь. 1996. № 11 –С. 54-60.
90. **Парусов, В.В.** Развитие способов термической обработки катанки с прокатного нагрева./В.В. Парусов, В.А.Пирогов, Ю.В.Павлович //М.: Обзорная информация/Институт «Черметинформ». Серия 7, вып. 4. - 1979. - С. 12.
91. **Пат.** Способ обработки поверхности изделий дуговым разрядом в вакууме//Антипов Б.Ф., Сидоров И.П., Сенокосов Е.С., Сенокосов А.Е., Дикарев В.И. Заявл.1998-05-18; Опублик. 10.01.2000.
92. **Пат.** Способ изготовления горячекатаного проката под холодную объемную штамповку крепежных изделий//Филиппов А.А., Пачурин Г.В. Чиненков С.В., Власов В.А. Заявл. 28.08. 2013 г.; Опублик. 10.10.2014.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Приложение 1

Утверждаю

(подпись, фамилия, инициалы работодателя(его представителя))

" _____ " _____ 20__ г.

Печать

Акт N ____

о несчастном случае на производстве

1. Дата и время несчастного случая _____

(число, месяц, год и время происшествия несчастного случая, количество полных часов от начала работы)

2. Организация (работодатель), работником которой является (являлся) пострадавший

(наименование, место нахождения, юридический адрес,

ведомственная и отраслевая принадлежность /ОКОНХ основного вида

деятельности/; фамилия, инициалы работодателя - физического лица)

Наименование структурного подразделения _____

3. Организация, направившая работника _____

(наименование, место нахождения, юридический адрес, отраслевая принадлежность)

4. Лица, проводившие расследование несчастного случая:

(фамилия, инициалы, должности и место работы)

5. Сведения о пострадавшем:

фамилия, имя, отчество _____

пол (мужской, женский) _____

дата рождения _____

профессиональный статус _____

профессия (должность) _____

стаж работы, при выполнении которой произошел несчастный случай _____

(число полных лет и месяцев)

в том числе в данной организации _____

(число полных лет и месяцев)

6. Сведения о проведении инструктажей и обучения по охране труда

Вводный инструктаж _____

(число, месяц, год)

Инструктаж на рабочем месте /первичный, повторный, внеплановый, целевой/

(нужное подчеркнуть)

по профессии или виду работы, при выполнении которой произошел несчастный случай _____

(число, месяц, год)

Стажировка: с " __ " _____ 20__ г. по " __ " _____ 20__ г.

(если не проводилась - указать)

Обучение по охране труда по профессии или виду работы, при выполнении которой произошел несчастный случай: с " __ " _____ 20__ г. по

" __ " _____ 20__ г. _____

(если не проводилось - указать)

Проверка знаний по охране труда по профессии или виду работы, при выполнении которой произошел несчастный случай _____

(число, месяц, год, N протокола)

7. Краткая характеристика места (объекта), где произошел несчастный

случай _____

(краткое описание места происшествия с указанием опасных и (или) вредных производственных факторов со ссылкой на сведения, содержащиеся в протоколе осмотра места несчастного случая)

Оборудование, использование которого привело к несчастному случаю _____

(наименование, тип, марка, год выпуска, организация-изготовитель)

8. Обстоятельства несчастного случая

(краткое изложение обстоятельств, предшествовавших несчастному случаю,

описание событий и действий пострадавшего и других лиц, связанных с несчастным случаем, и другие сведения, установленные в ходе расследования)

8.1. Вид происшествия _____

8.2. Характер полученных повреждений и орган, подвергшийся повреждению, медицинское заключение о тяжести повреждения здоровья _____

8.3. Нахождение пострадавшего в состоянии алкогольного или наркотического опьянения _____

(нет, да - указать состояние и степень опьянения в соответствии с заключением по результатам освидетельствования, проведенного в установленном порядке)

8.4. Очевидцы несчастного случая _____

(фамилия, инициалы, постоянное место жительства, домашний телефон)

9. Причины несчастного случая _____

(указать основную и сопутствующие причины несчастного случая со ссылками на нарушенные требования законодательных и иных нормативных правовых актов, локальных нормативных актов)

10. Лица, допустившие нарушение требований охраны труда:

_____ (фамилия, инициалы, должность (профессия) с указанием требований

_____ законодательных, иных нормативных правовых и локальных нормативных актов,

_____ предусматривающих их ответственность за нарушения, явившиеся причинами

_____ несчастного случая, указанными в [п.9](#) настоящего акта; при установлении

_____ факта грубой неосторожности пострадавшего указать степень его вины в процентах)

Организация _____ (работодатель), работниками которой являются данные лица _____

(наименование, адрес)

11. Мероприятия по устранению причин несчастного случая, сроки

Подписи лиц, проводивших

расследование несчастного случая

_____ (фамилии, инициалы)

**Филиппов Алексей Александрович
Пачурин Герман Васильевич
Наумов Владимир Иванович**

**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ И СПОСОБЫ ЗАЩИТЫ ОТ ОПАСНЫХ
И ВРЕДНЫХ ФАКТОРОВ В МЕТИЗНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ**

Редактор Н.Н. Максимова
Технический редактор Т.П. Новикова
Компьютерная верстка авторов

Подписано в печать 08.11.2017. Формат 60 x 84 ¹/₁₆.
Бумага офсетная. Печать офсетная. Усл. печ. л. 12,25.

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева.
Типография НГТУ.

Адрес университета и полиграфического предприятия:
603950, г. Нижний Новгород, ул. Минина, 2