

**Отчет по технической практике студента ЧМК по  
специальности 150411**

**"Монтаж и техническая эксплуатация промышленного  
оборудования"**

**Ф И О студента** Легчанов Вениамин Сергеевич

**Группа** 4-ТО

**Место прохождения практики** ЦСО ПГП ЛПЦ-1

**Название машины или механизма** мостовой кран.

**Введение.**

ЧерМК (ОАО «Северсталь») – один из крупнейших интегрированных заводов по производству стали в мире.

Одним из преимуществ ЧерМК является его географическое положение Череповец, где построен комбинат, находится на стыке трех экономических районов: Европейского Севера, Северо-Запада и Центра России.

Основные виды выпускаемой предприятием продукции – это арматура, катанка, круг, уголок, швеллер, шестигранник, судовая сталь, сталь для мостостроения, строительства зданий и сооружений, сталь для сосудов работающих под давлением, электротехническая сталь, оцинкованная сталь, оцинкованная сталь с полимерным покрытием, автолист, гнутые профили, двухслойная плакированная сталь, трубная заготовка.

Клиентская база предприятия насчитывает свыше 40 тысяч российских и

зарубежных компаний, работающих в основных секторах промышленности, таких как стройка, автомобилестроение, ТЭК, машиностроение, судостроение и других

Предприятие ведет активную работу по расширению сортамента реализуемой металлопродукции, требовательно подходит к обеспечению ее качества, уровень которого подтверждается как международными (ABS, Bureau Veritas, Det Norske Veritas, Germanischer Lloyd's, Lloyd's Register), так и российскими (Российский Морской Регистр Судоходства, Российский Речной Регистр, ГОСТ Р) сертификатами.

В 2010-2011 г.г. ЧерМК освоено 78 новых видов продукции для стратегически важных отраслей российской экономики. Наибольшее количество новых продуктов было освоено для топливно-энергетического комплекса.

## **1. ая часть**

**Общ**

### **1.1 Назначение и структура цеха, производства.**

Листопрокатный цех №1 – подразделение ОАО «Северсталь», оснащенное оборудованием для прокатки слябов в листовую металл, выполнения погрузочно-разгрузочных работ. Технологическая практика проходила в бригаде механослужбы ЦСО ПГП ЛПЦ-1.

В цехе установлены пять нагревательных печей. Цех имеет термическое отделение.

Термическое отделение состоит из двух проходных роликовых печей. Печи позволяют выполнять следующие виды термической

обработки: нормализацию листов, закалку, отпуск и отжиг.

## **1.2 Характеристика основного механического оборудования участка, цеха.**

В цехе установлены пять нагревательных печей, комбинированный стан «2800»/«1700», состоящий из стана «2800» и стана «1700». Цех имеет термическое отделение.

Стан «2800» состоит из вертикальной клетки и двух реверсивных клеток «кварто», входящих в состав полунепрерывного комбинированного стана «2800»/«1700». Оборудование стана «2800» позволяет производить толстолистовой прокат широкого марочного и профильного сортамента в горячекатаном или после термической обработки состоянии.

Термическое отделение состоит из двух проходных роликовых печей. Печи позволяют выполнять следующие виды термической обработки: нормализацию листов, закалку, отпуск и **отжиг**.

Стан «1700» является продолжением толстолистового стана «2800» и предназначен для горячей прокатки с последующей смоткой в рулон. На стане прокатываются стали от низкоуглеродистых до углеродистых марок.

Состав оборудования:

1 койл-бокс для сохранения температуры раската с

переменной направления движения «голова – хвост»;

2 летучие ножницы для удаления головных и хвостовых участков;

3 установка гидроудаления окалины;

4 6 клеток «кварто»;

5 ламинарная установка для охлаждения полосы;

6 2 моталки.

Рулонный прокат стана «1700» широко используется в трубной отрасли, поставляется на экспорт, в автомобильную промышленность и металлотрейдерам.

Металлопрокат ЛПЦ-1 применяется при производстве труб для газопроводов работающих в условиях низких температур, для генераторов электростанций, для изготовления сосудов под давлением, емкостей для нефти и газа, металлоконструкций для строительства, для мостостроения, металлопрокат для пильных дисков, для автомобилестроения (карьерные самосвалы), металлопроката для судостроения.

### **1.3 Организация ремонтной службы на предприятии**

#### **1.3.1**

**Цели**

**и задачи ремонта промышленного оборудования.**

Главная задача службы оборудования (механоремонтные службы предприятий, специализированные ремонтные тресты и другие организации отрасли) состоит в том, чтобы обеспечить эффективную, безаварийную работу оборудования при минимальных затратах трудовых и материальных ресурсов.

Одним из важнейших условий решения этой задачи является своевременность системы технического обслуживания и ремонта (ТОиР), суть которой состоит в четком чередовании и регламентации периодов ритмичной работы оборудования в соответствии с установленным режимом профилактических мероприятий с целью предупреждения преждевременного его износа, включая плановые ремонты и межремонтное техническое обслуживание.

Согласно этой системе оборудование в процессе эксплуатации подвергается техническому обслуживанию (профилактический уход и надзор, регулировка, смазка, очистка, периодические осмотры инженерно-техническим персоналом, устранение дефектов и неполадок, необходимые испытания и т. п.) и плановым ремонтам, направленным на восстановление его работоспособности, частично утраченной в период работы. Системой ТОиР предусмотрено предварительное изготовление запасных частей для замены поврежденных и предельно изношенных, а также расчет и планирование затрат труда ремонтного персонала и материалов для выполнения намеченных ремонтных работ

Совершенствование работы механоремонтной службы предприятия должно происходить по пути:

а) повышения качества межремонтного технического обслуживания оборудования, усиления роли и ответственности эксплуатационного и ремонтного персонала производственных цехов в обеспечении эффективной ритмичной работы агрегатов и машин, а также разработке и внедрения мероприятий по совершенствованию оборудования;

б) рациональной централизации текущих и капитальных ремонтов оборудования с целью обеспечения оптимального соотношения состава и объемов работ, выполняемых персоналом механослужбы производственных и ремонтных цехов предприятий, ремонтных трестов отрасли;

в) повышения четкости планирования и исполнения ремонтов оборудования,

внедрения экономико-математических методов при планировании ремонтов и анализа эффективности ремонтного производства; внедрения гарантийных ремонтов на основе хозрасчетных взаимоотношений между предприятиями и исполнителями ремонтов;

г) максимального применения узлового и агрегатного методов ремонта, рассредоточенного капитального ремонта оборудования, упрочняющих технологий и прогрессивных способов восстановления изношенных узлов и деталей;

д) существенного улучшения учета и систематического анализа причин внеплановых простоев оборудования, низкой стойкости узлов и деталей машин и разработки действенных мер по их устранению; повышения уровня работ по модернизации агрегатов и машин.

### **1.3.2 Понятие о рациональной системе технического обслуживания и ремонта оборудования.**

Система технического обслуживания и ремонта оборудования (ТОиР) представляет собой совокупность взаимосвязанных средств, документации, технического обслуживания и ремонта и исполнителей, необходимых для поддержания и восстановления качества агрегатов или их составных частей.

Внедрение системы ТОиР практически означает:

1. Выполнение правил и норм по техническому обслуживанию и эксплуатации агрегатов, машин и механизмов и организацию контроля за их соблюдением.

2. Организацию учета работы и состояния оборудования, а также учета и анализа затрат на его техническое обслуживание и ремонт, разработку и осуществление мероприятий по совершенствованию агрегатов, машин и механизмов.

3. Планирование и проведение периодических осмотров оборудования силами

ИТР, обеспечение межремонтного технического обслуживания и ремонт агрегатов, машин и механизмов, контроль и учет своевременного и качественного их исполнения.

4. Установление и соблюдение норм технического обслуживания, структуры ремонтного цикла, длительности межремонтных периодов, состава и содержания ремонтных работ для всего оборудования с учетом условий его эксплуатации.

5. Организацию производственной базы для подготовки и выполнения ремонтов и межремонтного технического обслуживания, оснащение ее необходимым оборудованием, инструментами и материалами, укомплектование рабочей силой, а также внедрение прогрессивной технологии изготовления запасных частей, упрочняющей технологии, унификации узлов и деталей, организацию их учета и хранения.

6. Организацию материально-технического снабжения предприятия необходимыми видами проката, метизов, канатов, смазочных и других материалов, необходимых для содержания оборудования в исправном состоянии.

7. Применение совершенных методов ремонта оборудования использованием средств механизации, систематическое повышение ремонтпригодности агрегатов, машин и механизмов, широкое применение узлового, агрегатного рассредоточенного и других прогрессивных методов ремонта.

8. Организацию смазочного хозяйства производственных цехов и предприятия в целом.

9. Организацию чертежного хозяйства и паспортизацию агрегатов и машин.

10. Совершенствование организации, нормирования и стимулирования труда работников ремонтной службы.

11. Разработку и внедрение нормативов технического обслуживания оборудования в межремонтный период, периодичности и продолжительности

плановых ремонтов оборудования, трудоемкости ремонтных работ, расход материалов при ремонтах, установление неснижаемого запаса запасных частей т. п.

12. Разработку и внедрение системы АСУ-ремонт. 2.3. Основным содержанием системы ТОиР является:

13. Внутрисменное техническое обслуживание и проведение профилактических осмотров оборудования эксплуатационным и дежурным персоналом механослужбы производственных цехов.

### **1.3.3 Виды ремонта.**

Совокупность мероприятий, направленных на поддержание работоспособности оборудования в течение срока его эксплуатации, называют системой ремонтов оборудования.

На ОАО «Северсталь» применяется планово–предупредительная система ремонтов оборудования.

При планово-предупредительной системе ремонт оборудования сводится к принудительно-плановой замене комплектов деталей и узлов, износ которых еще не превысил установленных пределов и допускает их восстановление и повторное использование.

Системой планово-предупредительных ремонтов называют совокупность организационных и технических мероприятий по уходу, надзору, обслуживанию и ремонтам, проводимых профилактически и обеспечивающих безотказную эксплуатацию оборудования. Эти мероприятия направлены на предотвращение прогрессивного нарастания износа, предупреждение аварий и восстановление теряемой в процессе эксплуатации точности работы оборудования.

Сущность системы планово-предупредительных ремонтов заключается

регулярном проведении осмотров и ревизий оборудования, на основе которых определяют объемы ремонтов. Результаты осмотров и ревизий заносят агрегатные журналы и в журналы приемки и сдачи смен.

#### *Периодические проф. осмотры и ревизии (0)*

Осмотры необходимы для проверки состояния деталей и узлов, недоступных для непосредственного наблюдения при ежесменном обслуживании. Во время осмотров выполняют следующие работы:

- 1) частичную разборку (снятие крышек), необходимую для осмотра деталей;
- 2) очистку и промывку деталей и картеров; если необходимо — смену масла;
- 3) осмотр валов, подшипников, зубчатых зацеплений, муфт, направляющих и

других деталей и устранение мелких дефектов;

- 4) проверку и смену уплотнительных устройств и резьбовых соединений;
- 5) проверку точности и регулировку машин и агрегатов;
- 6) уточнение объемов намеченных планом ремонтов.

Осмотры осуществляют дневные и дежурные ремонтные бригады с участием эксплуатационного персонала. Осмотры проводят через определенные промежутки времени, которые предусмотрены графиком ремонтов, в зависимости от условий работы оборудования. Результаты осмотров записывают в агрегатные журналы.

Ревизии отличаются от осмотров более глубокой проверкой состояния оборудования и в частности определением размеров износа и дефектоскопией ответственных деталей, определением способов ремонта или необходимости замены деталей, а также наличием работ по устранению обнаруженных мелких дефектов. Ревизии выполняют в соответствии с графиком ремонтов.

Объемы и периодичность выполнения ревизий регламентированы Правилами технической эксплуатации механического оборудования.

металлургических цехов.

### *Текущие ремонты (Т)*

Текущие, ремонты выполняют на месте установки оборудования; они включают частичную разборку механизмов, маркировку, очистку и ревизию деталей, определение степени их износа, замену быстроизнашивающихся деталей, сроки службы которых составляют не менее одного межремонтного периода, выверку отдельных узлов, смену масла в картерах и централизованных системах, смену уплотнений, проверку и замену креплений, проверку зазоров, зачистку рабочих поверхностей, а также все работы, выполняемые при осмотре машин.

В зависимости от объема работ различают первый, второй и третий текущие ремонты, соотношение трудоемкостей которых обычно 1:2:3, или 8, 16, 24 ч.

Текущие ремонты проводят в дни плановых остановок оборудования, соответствии с графиком.

Текущие ремонты выполняют дневные ремонтные бригады под руководством мастера, ответственного за содержание грузоподъемных кранов исправном состоянии.

### *Капитальные ремонты (К)*

Капитальные ремонты включают следующие работы:

- а) полную разборку машины и маркировку деталей;
- б) очистку и промывку всех деталей и их разбраковку;
- в) замену или исправление основных (базовых) деталей;
- г) полную замену или восстановление изношенных деталей;
- д) ремонт опорных рам и замену крепежных деталей;
- е) сборку и выверку машины по осям и относительно других машин;
- ж) при необходимости реконструкцию отдельных узлов или модернизацию всей машины, изменяющую основные технологические или механические

характеристики машины;

з) регулировку и испытание машины;

и) окраску машины и восстановление других видов защитных покрытий.

Остановки оборудования на капитальные ремонты регламентируются графиками.

После капитального ремонта проводится внеочередное полное техническое освидетельствование крана.

Техническое освидетельствование крана должно проводиться инженерно-техническим работником по надзору за безопасной эксплуатацией грузоподъемных кранов при участии инженерно-технического работника, ответственного за содержание грузоподъемных кранов в исправном состоянии.

Стоимость капитальных ремонтов покрывается за счет амортизационных отчислений, осуществляемых ежегодно каждым предприятием в размере определенного процента от стоимости оборудования. Нормы амортизационных отчислений зависят от интенсивности износа и режима работы оборудования (числа смен в сутки и количества рабочих суток в году) и складываются и отчисляются на капитальные ремонты, модернизацию и на полное восстановление оборудования.

#### **1.3.4**

### **Структура и периодичность работ по плановому техническому обслуживанию и ремонту.**

Виды ремонта электромостовых кранов:

$T_1$  – проводится раз в 30 суток, продолжительность 8 часов, трудоемкость 30 чел/час.

$T_2$  – проводится раз в  $S$  года (180 суток), продолжительность 16 часов, трудоемкость 120 чел/час.

$K$  – проводится раз в 8 лет, продолжительность 48 часов, трудоемкость 60 чел/час.

$T_1$ : осмотр, ревизия узлов, деталей; замена болтов и канатов.

$T_2$ :  $T_1$  + замена колес, валов, редукторов, рельсов.

$T_3$ :  $T_2$  + ревизия барабанов, блоков, механизмов подъема.

Структура ремонтного цикла:  $96T_1 + 16T_2 + K$

## 2.

**Основная часть.**

Специальная часть.

### 2.1

**Износ деталей мостового крана.**

#### 2.1.1

**Виды и характер износа деталей.**

При работе машин в местах сопряжения движущихся деталей под действием сил трения одновременно протекают два процесса: потеря энергии и износ трущихся поверхностей. Детали и механизмы электромостовых кранов испытывают динамические и статические нагрузки. Большинство деталей подвержено механическому износу.

Самым распространённым является абразивный износ. При этом на поверхностях деталей образуются местные пластические деформации, царапины, задиры, происходит резание поверхностей трения со снятием микростружки.

интенсивное истирание и изнашивание поверхностей (все узлы трения при попадании в них твердых абразивных частиц. Самое распространено сопряжение - вал – подшипник). На шейках валов образуются задиры. Цилиндрические шейки становятся конусными или бочкообразными. Отклонения от круглости приобретают также отверстия подшипников скольжения и втулок. Взаимодействие поверхностей деталей без относительного перемещения вызывает смятие металла, что характерно для шпоночных, шлицевых и резьбовых соединений.

Схватыванию 1 рода, в большинстве случаев истиранию и вырыванию подвержены зубчатые передачи, подшипники скольжения при малых или неполных оборотах и при недостаточной смазке, пальцы различных механизмов (особенности пальцы тормозов типа ТКГ).

Во время работы многие детали подвергаются длительному воздействию переменных динамических нагрузок, которые отрицательно влияют на прочностные свойства (приводят к накоплению усталости материала детали и его разрушению). Усталостному износу подвержены пром.валы, зубья зубчатых колес, пружины, подшипники металлоконструкции кранов. Одной из разновидностей усталостного износа является осповидный износ, вызываемый наличием периодически изменяющихся нагрузок. (это процесс интенсивного разрушения поверхностей при трении качения). Осповидному износу подвержены главным образом зубчатые передачи и подшипники качения. Вследствие усталости материала валы становятся изогнутыми, скрученными, изломанными.

В зубчатых передачах наиболее часто изнашиваются зубья: образуются задиры, зубья изменяют свою форму, размеры и выламываются. Поломка зубьев, появление трещин в ободке и ступице зубчатых колес, износ посадочных отверстий и шпонок происходят по трем основным причинам: перегрузка зубчатой передачи, попадание в нее посторонних тел; неправильная сборка (например, крепление

зубчатых колес на валу с перекосом осей).

В резьбовых соединениях наиболее часто изнашивается профиль резьбы, в результате в них увеличивается зазор. Износ резьбовых соединений — результат недостаточной или, наоборот, чрезмерной затяжки винтов и гаек. Особенно интенсивен износ, если работающее соединение воспринимает большие или знакопеременные нагрузки: болты и винты растягиваются, шаг резьбы и ее профиль искажаются, гайка начинает «заедать». В этих случаях возможны аварийные поломки деталей соединения.

### **2.1.2 Признаки износа.**

Признаками износа являются вибрация, шум, истирание поверхностей деталей, появление на их поверхностях разрушений, нагрев, увеличение или появление зазоров.

Шум в зубчатых передачах — признак износа профиля зубьев. Глухие и резкие толчки ощущаются каждый раз, когда меняется направление вращения или прямолинейного движения в случаях износа деталей шпоночных и шлицевых соединений.

Об износе деталей часто судят по появившимся на них царапинам, бороздкам и забоинам, а также по изменению их формы. Детали, работающие с значительными знакопеременными нагрузками, осматривают через увеличительное стекло (лупу), проверяя, нет ли у них мелких трещин, которые могут послужить в дальнейшем причиной поломки. В некоторых случаях проверку осуществляют с помощью молотка: дребезжащий звук при обстукивании детали молотком свидетельствует о наличии в ней значительных трещин.

О работе сборочных единиц с подшипниками качения можно судить по характеру издаваемого ими шума. Лучше всего выполнять такую проверку

специальным прибором — стетоскопом. При нормальной работе слышен слабый шум — равномерное тонкое жужжание; если работа подшипников нарушена, возникают сильные шумы. Свист или резкий (звонящий) шум указывает на отсутствие в подшипнике смазки либо на защемление шариков или роликов между беговыми дорожками внутреннего и наружного колец. Гремящий шум (частые звонкие стуки) означает, что на шариках, роликах, кольцах появились язвины либо в подшипник попала абразивная пыль или грязь. Глухие удары сигнализируют об ослаблении посадки подшипника на валу и в корпусе.

Работу подшипника можно проверять и по нагреву, определяемому на ощупь наружной стороной кисти руки, которая безболезненно выдерживает температуру до 60 °С. Так, например, определяют повышенный нагрев подшипников, который может быть следствием защемления шариков или роликов между беговыми дорожками в результате отклонения от соосности опор, а также возникать из-за отсутствия смазки (особенно в тех случаях, когда вал вращается большой частотой). Значительный нагрев вызывает ускоренный износ подшипников.

Тугое проворачивание вала свидетельствует об отсутствии соосности между ним и подшипником или о чрезмерно тугой посадке подшипника на валу или корпусе.

### **2.1.3 Особенности выбора материалов при ремонте.**

Одним из критериев выбора материалов для изготовления новых деталей при ремонте является износостойкость, которая в основном определяется твердостью. Если твердость материала сопрягаемых деталей выше твердости абразива, то износ мал. Износостойкость может достигаться и таким образом: одну деталь (например, вал) выполняют из материала высокой твердости, а другую

(подшипник скольжения) — из мягкого антифрикционного (бронзы, баббита, металлокерамики и др.). В зависимости от условий эксплуатации и требований предъявляемых к деталям, выбирают материал для изготовления последних. Пром.валы, работающие в подшипниках скольжения, изготавливают из стали 45, 45Х, 40Х, 40ХН и улучшают термообработкой до НКС 23... 27.

Ходовые винты (средние и легкие) токарных станков должны обладать высокой износостойкостью и минимально деформироваться. Их изготавливают из стали 45, подвергая сначала предварительному, а затем вторичному отжигу после обдирки

Червяки, работающие на средних скоростях, выполняют из стали 45 и закаливают с отпуском до НК.С 23... 30.

Восстановление деталей проводят согласно технической документации максимальным приближением к первоначальному проекту.

#### **2.1.4**

### **Основные факторы, увеличивающие продолжительность работы оборудования.**

Долговечность и бесперебойная работа оборудования обеспечиваются прежде всего соблюдением правил его эксплуатации, которые сводятся в основном к следующему:

- оборудование должно использоваться в соответствии с ПТЭ и техническими характеристиками; чистку механизмов и деталей следует выполнять, строго придерживаясь соответствующих инструкций;

- для смазки деталей и сборочных единиц нужно применять масла установленных марок и производить смазывание в сроки, указанные в карте

смазки;

- необходимо тщательно и своевременно проводить оперативное и плановое профилактическое ремонтное обслуживание, технические осмотры и ремонт.

Срок службы деталей значительно увеличивается при уменьшении трения в механизмах оборудования, поэтому необходимо:

- добиваться требуемой шероховатости обработки рабочих поверхностей восстановленных после износа, а также изготовленных заново деталей;

- наносить износостойкие покрытия на поверхности как восстановленных, так и новых деталей;

- повышать твердость рабочих поверхностей деталей упрочнением и различными способами;

- своевременно обеспечивать надлежащую подачу смазки к трущимся поверхностям;

- защищать ограждениями, щитками, кожухами и другими устройствами рабочие поверхности сопрягаемых деталей от попадания на них пыли, стружки и других загрязнений.

## **2.2 Пути и средства повышения долговечности оборудования.**

При разработке схем важнейшими, с точки зрения надежности и долговечности, являются требования простоты и рациональной компоновки основных узлов, технологичности и ремонтпригодности конструкции. Разрабатываемая конструкция должна отвечать требованиям технической эстетики и быть удобной в эксплуатации.

При разработке мероприятий по обеспечению прочности необходимо иметь в виду, что эта проблема имеет два аспекта: объемный и поверхностный.

Вопросы объемной прочности разработаны достаточно полно. Изучены физические механизмы процессов хрупкого, вязкого,

усталостного разрушения и ползучести, предложены инженерные методы расчета деталей машин на прочность.

Однако обеспечение объемной прочности не гарантирует поверхностную прочность деталей. Физические механизмы процессов поверхностного разрушения деталей машин при изнашивании, эрозии и коррозии коренным образом отличаются от объемных. Это вызывает основные трудности при выборе материалов и их сочетаний в узлах машин.

### **Технологические средства повышения долговечности и эксплуатационной надежности машин**

В процессах изнашивания, усталостного, коррозионного, эрозионного и кавитационного разрушений важную роль играют состояние и свойства тонкого поверхностного слоя деталей машин, от которых зависит характер образующихся вторичных структур и развитие явления структурной приспособляемости материалов в процессе эксплуатации. Формирование этого слоя происходит при окончательной обработке деталей. В настоящее время разработано много способов изменения состояния, структуры и свойств тонкого поверхностного слоя деталей машин. Применение их с учетом конкретных условий работы позволяет формировать поверхностный слой деталей с наперед заданными свойствами, в результате чего значительно повышается надежность и долговечность машин.

Прочность, износостойкость, стойкость против усталости и коррозии и другие свойства деталей машин, обуславливающие определенный уровень долговечности и эксплуатационной надежности машин в целом, зависят не только от химического состава сплавов, применяемых для изготовления деталей, но в большей мере от технологии производства этих сплавов, изготовления заготовок и окончательной обработки деталей. Физико-механические свойства металла в первую очередь определяются факторами, связанными с процессом изготовления этого металла. Технология каждого способа плавки стали имеет свои особенности. Поэтому структура стали,

наличие различных дефектов в ней, а также наличие вредных примесей, их природа и качество зависят от способа плавки.

В машиностроении применяют стали, полученные при различных способах плавки (в конвертерах, мартеновских печах, электропечах), а также стали, подверженные различным видам вторичной переплавки (электрошлаковой, вакуумно-дуговой и вакуумно-индукционной). Среди них наиболее высокими эксплуатационными свойствами обладают стали, подверженные вторичной переплавке, и, особенно, вакуумной, главным образом потому, что они содержат значительно меньшее количество растворенного кислорода, азота, водорода, продуктов взаимодействия этих газов с компонентами стали и неметаллических включений, отрицательно влияющих на физико-механические ее свойства. Свойства сталей и сплавов зависят от процессов раскисления, разливки и условий кристаллизации металла в изложницах. От этих процессов зависят качество слитков и возможность появления дефектов в них. К дефектам слитка следует отнести: дендритную или зональную ликвацию (химическая неоднородность); усадочную рыхлость, центральную или общую пористость, газовые пузыри, межкристаллитные трещины (паучки); внутренние разрывы, трещины, раковины; неметаллические включения; шиферность и флокены в изломе; поверхностные дефекты (волосовины, завороты, плены, заливы, раковины и т. д.).

Наиболее распространенными способами производства заготовок деталей машин являются литье и обработка металлов давлением.

Физико-механические свойства металла заготовок при литье зависят, главным образом, от условий и скорости кристаллизации металла в форме, наличия модификаторов в металле, состава окружающей газовой среды. Вакуумирование металла при плавке и разливке его в формы значительно улучшает свойства получаемых заготовок.

Расположение волокон в заготовках должно в известной степени повторять конфигурацию изделия и не перерезываться стенками детали. Таким образом, при ковке или горячей штамповке для обеспечения высоких свойств металла деталей следует стремиться получить такое расположение волокон, чтобы возникающие при эксплуатации напряжения совпадали с направлениями, в которых металл обладает максимальными прочностными свойствами. Это может быть достигнуто при правильном проектировании технологии горячей обработки металлов давлением с учетом последующей механической обработки.

Особенно чувствительными к направлению волокон в деталях являются ударная вязкость, относительное удлинение, относительное сужение, усталостная прочность, истинное сопротивление отрыву. Предел прочности, предел текучести и твердость практически изотропны. Степень анизотропности зависит также от способа выплавки металла. Например, анизотропность механических свойств основной электростали почти в два раза меньше, чем основной мартеновской стали. Есть основания предполагать, что наименьшей анизотропностью обладают стали, полученные с помощью вакуумной плавки, а наибольшей анизотропностью (до 60 %) – закаленные инструментальные стали, отличающиеся наличием карбидной полосчатости.

Опыт производства и эксплуатации машин показал, что в значительной степени долговечность и эксплуатационная надежность зависят от состояния и физико-механических свойств тончайших поверхностных слоев деталей, где зарождаются и развиваются процессы износа и повреждаемости усталостного и коррозионного разрушения. В связи с этим чрезвычайно важное значение приобретает окончательная обработка деталей, в результате которой формируется поверхностный слой деталей машин. В настоящее время разработано много технологических методов, позволяющих изменять строение и свойства поверхностных слоев металла в нужном направлении или создавать слои с заданными свойствами. Применение этих методов позволяет повышать износостойкость,

стойкость против усталости и коррозии и другие эксплуатационные свойства деталей.

### **Эксплуатационные средства повышения надежности и долговечности машин**

Надежность машин в эксплуатации может быть обеспечена в результате решения двух основных задач: первая состоит в выборе допустимых для данной системы характеристик нагружения и среды; вторая – в назначении оптимальных регламентов эксплуатации и в достижении высокого качества технического обслуживания и ремонта. Часто первая задача предусматривает выбор оптимального типоразмера машины, обеспечивающего требуемые показатели надежности при заданных характеристиках нагружения и среды (повторности включений и выключений, характера изменения нагрузки, динамических характеристик привода и технологического процесса, температуры, агрессивности среды, наличия абразивов и т. п.). Эффективность решения этой задачи зависит от степени достоверности методов прогнозирования надежности при переменных воздействиях и совершенства методов и средств технической диагностики в процессе эксплуатации. Вторая задача включает выбор оптимальной системы обслуживания, в частности, технических уходов, ремонтов, транспортирования и хранения; разработку системы контроля, технической диагностики, сбора и обработки информации о качестве функционирования изделий в процессе эксплуатации; принятие оптимальных с точки зрения технико-экономических критериев различных этапов эксплуатации машин; повышение качества машин при восстановлении

#### **2.2.1**

**Значение режима смазывания для увеличения долговечности оборудования.**

Смазанные поверхности во время работы разделяются слоем смазочного материала, в результате этого мельчайшие неровности (шероховатость), которые имеются на этих поверхностях, не соприкасаются между собой. Уменьшению трения благоприятствует подвижность смазки. Наконец, смазка хорошо отводит тепло и уносит частицы металла, обладающие абразивным (истирающим) свойством, и предохраняет детали от коррозии.

Когда поверхности двух сопрягаемых деталей полностью разделены слоем смазки и нагрузка воспринимается смазочной пленкой, имеет место так называемое жидкостное трение.

Коэффициент жидкостного трения равен 0,001—0,008. Для сравнения укажем, что коэффициент трения подшипников качения колеблется от 0,002 до 0,02. Возникновение жидкостного трения зависит от величины относительной скорости трущихся поверхностей, способа подачи смазки, вязкости ее.

При бесконечно большом числе оборотов ось цапфы совпадает с осью подшипника, а толщина масляного клина достигает максимальной величины, способствуя жидкостному трению.

Полужидкостное трение происходит в том случае, когда большая часть сопряженных поверхностей разделена слоем смазки, но отдельные элементы поверхностей соприкасаются. Коэффициент трения при этом равен 0,008-0,08.

При полужидкостном трении работают тяжело нагруженные валы с частотой вращения до 400 об/мин и детали, совершающие качательное и возвратно-поступательное движение.

Когда скользящие поверхности разделены очень тонким слоем смазки толщиной всего в несколько молекул, то трение между поверхностями называется граничным. Граничное трение характеризуется особым физико-химическим взаимодействием смазки с поверхностью трения. Характер износа при граничном трении

зависит в основном от величины нагрузки и температуры. В нормальных условиях износ происходит также, как при полужидкостном трении.

Сухое трение возникает при отсутствии смазки между скользящими поверхностями, когда очень трудно или невозможно подвести смазку или сопряжение работает при высоких температурах (свыше 300° С). Коэффициент сухого трения 0,1-0,8.

Коэффициент сухого трения и величину износа можно значительно снизить путем правильного подбора материала сопряженных деталей, нанесения защитных пленок и термической обработкой поверхностей. Если слой смазки между двумя трущимися поверхностями разделяет их лишь частично, то имеет место полусухое трение.

### **2.2.2**

#### **Смазочные материалы и их применение**

Пластичные смазки представляют собой мазеобразные продукты. Вещество пластичной смазки состоит из структурной каркаса, образованного твердыми частицами загустителя (дисперсная среда), и жидкого масла, включенного в ячейки этого твердого каркаса (дисперсионная среда).

Пластичные смазки состоят из смеси минерального масла и других жидкостей (80 - 90%) и загустителя (10 - 20%); в небольшом количестве вводятся наполнители; стабилизаторы и присадки, Основное свойство смазке придает загуститель.

Загустители бывают мыльные и немыльные. К мыльным относятся соли натуральных и синтетических жирных кислот, из которых наиболее широко применяются кальциевые, литиевые, натриевые, бариевые, алюминиевые, цинковые, свинцовые соли др. Смазки с этими загустителями могут быть средне- и высокотемпера-

турными.

К немыльным загустителям относятся твердые углеводороды-парафины, церезины, воски, озокериты и подобные им продукты. Смазки с такими загустителями являются влагостойкими и низко температурными. Они применяются в основном как консервационные защитные смазки.

Нефтяные масла используют прежде всего для производства смазок общего назначения, работоспособных в интервале температур от -60 до 150°C. Для узлов трения, работающих за указанным диапазоном температур, применяют смазки, приготовленные на синтетических маслах. На них можно приготовить смазки, работоспособные от -100 до 350°C и выше.

Из кремнийорганических жидкостей наиболее часто в качестве дисперсионных сред используют полиметилсилоксаны и полиэтилсилоксаны.

Назначение смазок весьма обширно: смазывание открытых и негерметичных узлов трения и механизмов, труднодоступных узлов трения, где следует обеспечить длительный срок службы смазки; длительная консервация машин и рабочих поверхностей; герметизация подвижных уплотнений, наполнение герметизированных подшипников; смазывание механизмов, в которых недопустимо разбрызгивание смазочного масла и т.п.

В соответствии с ГОСТ 23258 - 78 пластичные смазки по применению делятся на : антифрикционные - общего назначения для обычных и повышенных температур, многоцелевые, низкотемпературные и высокотемпературные; защитные - общего назначения и канатные; уплотнительные \_ арматурные, резьбовые и вакуумные.

Показатели качества для всех видов смазок следующие: внешний вид, содержание воды и механических примесей, коррозионная активность. Показатели качества для отдельных видов смазок - предел прочности; температура

каплепадения; эффективная вязкость; содержание свободных щелочей и органических кислот; коллоидная и механическая стабильность; термоупрочнение; испаряемость; содержание водорастворимых кислот и щелочи; показатели защитных, противозадирных и противоизносных свойств; растворимость в воде.

Смазочные масла и мази, обычно минеральные, должны соответствовать ряду показателей, в том числе показателю вязкости (внутреннего трения), имеющему большое практическое значение. Под вязкостью жидкостей понимают их свойство характеризующее сопротивление действию внешних сил, вызывающих течение жидкостей. Различают вязкости динамическую, кинематическую и условную.

Динамическая вязкость (коэффициент вязкости внутреннего трения) выражает собой силу, затрачиваемую на перемещение одного слоя жидкости относительно другого.

Кинематическая вязкость (удельный коэффициент внутреннего трения) представляет собой отношение динамической вязкости жидкости к ее плотности. Этот показатель является обязательным для характеристик всех минеральных масел.

При подборе смазки для машин следует руководствоваться некоторыми правилами:

1. Быстроходные механизмы необходимо смазывать маслами пониженной вязкости, иначе будет расходоваться излишняя энергия на преодоление сцепления частиц смазочного материала и, кроме того, соприкасающиеся поверхности деталей будут нагреваться сильнее обычного.

2. Тихоходные механизмы, работающие под большими нагрузками, нужно смазывать маслами высокой вязкости или же густыми (консистентными) смазками, которые представляют собой смеси минерального масла с каким-нибудь загустителем, например кальциевым, либо воском, парафином и др. Применении

в механизмах, работающих с большими знакопеременными нагрузками, масел пониженной вязкости неизбежно ведет к выдавливанию смазки, т.е. к ее недостаточному количеству между трущимися поверхностями.

Для смазки узлов трения применяют литол-24, для смазки подкрановых путей применяют графитол, в редукторы заливают индустриальное масло И-460 ПВ.

### 2.2.3

#### **Диагностирование оборудования.**

Диагностика механизмов кранов производится согласно графика.

3. Вибродиагностика.

Проверяются редукторы: износ подшипников, неправильная их регулировка, состояние зуба зубчатых колес.

4. УЗД, УЗК

Проверяют металлоконструкции, валы и оси кранов: определяют внутренние дефекты - трещины в опасном сечении; измеряют усталость металла.

5. Экспертиза пром.безопасности.

Проводится с целью определения возможности дальнейшей эксплуатации крана, рассчитывается остаточный ресурс крана.

. Краны в течение нормативного срока службы должны подвергаться

периодическому техническому освидетельствованию:

- а) частичному — не реже одного раза в 12 мес;
- б) полному — не реже одного раза в 3 года, за исключением редко используемых кранов (краны для обслуживания машинных залов, электрических насосных станций, компрессорных установок, а также другие краны, используемые только при ремонте оборудования).

Редко используемые грузоподъемные краны должны подвергаться полному техническому освидетельствованию не реже одного раза в 5 лет. Отнесение кранов к категории редко используемых производится владельцем по согласованию с органами Росгостехнадзора.

По правилам Росгостехнадзора внеочередное техническое освидетельствование должно проводиться после:

- а) монтажа, вызванного установкой крана на новом месте
- б) реконструкции крана;
- в) ремонта расчетных металлоконструкций крана с заменой элементов или узлов с применением сварки;
- г) капитального ремонта;
- д) замены крюка или крюковой подвески (проводятся только статические испытания);

Техническое освидетельствование имеет целью установить, что:

а) кран и его установка соответствуют паспортным данным и представленной для регистрации документации;

б) кран находится в состоянии, обеспечивающем его безопасную работу.

При полном техническом освидетельствовании кран должен подвергаться:

- а) осмотру;
- б) статическим испытаниям;
- в) динамическим испытаниям.

При частичном техническом освидетельствовании статические и динамические испытания крана не проводятся.

При техническом освидетельствовании крана должны быть осмотрены и проверены в работе его механизмы, тормоза, электрооборудование, приборы и устройства безопасности.

Кроме того, при техническом освидетельствовании крана должны быть проверены:

а) состояние металлоконструкций крана и его сварных соединений (отсутствие трещин, деформаций, утонения стенок вследствие коррозии), а также кабины, лестниц, площадок и ограждений;

б) состояние крюка, блоков (проверяется неразрушающим контролем)

в) фактическое расстояние между крюковой подвеской и упором при срабатывании концевого выключателя остановки механизма подъема;

г) состояние изоляции проводов и заземления электрического крана определением их сопротивления;

д) состояние кранового пути и соответствие его проекту и руководству по эксплуатации крана;

е) состояние канатов и их крепления;

ж) состояние освещения и сигнализации.

Результаты осмотров и проверок должны оформляться актом, подписанным инженерно-техническим работником, ответственным за содержание грузоподъемных кранов в исправном состоянии.

## **2.2.4**

### **Техническая документация ремонтных работ**

При выполнении ремонтных работ используется следующая техническая документация: технологические карты, технологические записки, сводный график ППР крана, обходной лист, агрегатные журналы, проекты на ремонт, ремонтная ведомость, акты выполненных работ, акты приемки оборудования после ремонта, акты на списание ТМЦ.

Описание основных документов по планированию ремонта оборудования :

ведомость годовых затрат на ремонты (форма 9); годовой план-график ППР оборудования (форма 7); месячный план-график-отчет ППР (форма 8) или месячный отчет о ремонтах (форма 8А).

Ведомость годовых затрат на ремонт оборудования разрабатывается ОГМ на основе проектов ведомостей годовых затрат на ремонт оборудования подразделений, ремонтной и сметной документации на текущий и капитальный ремонты.

В проекты ведомостей годовых затрат включаются также затраты, связанные с проведением ТО.

На основании проектов ведомостей годовых затрат на ремонты подразделений ОГМ составляет ведомость годовых затрат на ремонт по предприятию, которую начальник ОГМ подписывает и направляет в планово-экономический отдел предприятия к 15 января года, предшествующего планируемому. Допускается представление проектов годовых затрат подразделений непосредственно в планово-экономический отдел.

Общая сумма годовых затрат на ремонты не может превышать годовых затрат.

Годовые планы-графики ППР оборудования составляются механиками подразделений, которые предварительно согласовывают их с другими службами предприятия и представляют в трех экземплярах в ОГМ к 10 ноября года, предшествующего планируемому.

Представленные годовые планы-графики подписываются главным механиком, согласовываются с главным энергетиком (при наличии такового), с производственным отделом и утверждаются главным инженером предприятия. Один экземпляр утвержденных графиков ОГМ направляет в подразделения, другой экземпляр остается в ОГМ для контроля.

В годовые планы-графики ППР включается все оборудование, подлежащее ремонту в планируемом году, а также регламентированному ТО.

Месячные планы-графики-отчеты ремонта[1] составляют механики подразделений на основе годовых планов-графиков ремонта оборудования, согласовывают их со службами производства, подписывают у руководителя подразделения и представляют на утверждение главному механику за десять дней до конца месяца, предшествующего планируемому. В месячные графики включается регламентированное ТО.

## 2.2.5

### Подготовка оборудования к ремонту

Перед ремонтом электромостового крана производятся следующие действия:

6. Остановка крана на ремонтном участке.

7. На кране изымается ключ – бирка.

8. Зона работ под краном ограждается сигнальными лентами, выставляются плакаты

«Опасная зона, проход закрыт, наверху работают», выставляется пешеходная галерея.

9. При необходимости отключают троллеи.

10. Выставляются временные тупики.

11. При проведении огневых работ пожароопасные участки укрываются кошмой.

Далее осуществляется ремонт крана: осмотр и определение неисправностей механизмов, ремонт деталей, проверка и регулировка механизмов.

## **2.2.6**

### **Разборка механизма. Очистка и промывка деталей**

Разборка редуктора.

Разборка сборочной единицы начинается со снятия предохранительных щитков, чтобы обеспечить к ней доступ.

Корпус горизонтального редуктора состоит из двух частей, которые соединены между собой болтовыми соединениями. При отворачивании гаек применяют ключи соответствующей формы и размера во избежание повреждения граней резьбовых деталей. Запрещается пользоваться насадками на ключ.

После снятия верхней крышки вынимают валы и зубчатые колеса для очистки и осмотра.

Очистка корпуса и деталей от пленок окислов, масла и грязи осуществляется термическим способом – пламенем газовой горелки.

## **2.2.7**

## Дефектация деталей

Во время дефектации, выполняемой в целях оценки технического состояния детали, узла и машины в целом, выявляют дефекты и определяют возможность дальнейшего использования деталей, необходимость их ремонта или замены. При дефектации устанавливают: износы рабочих поверхностей, т. е. изменение размеров и геометрической формы деталей; наличие выкрашиваний, трещин, сколов, пробоин, царапин, задиров и т.п.; остаточные деформации в виде изгиба, перекоса; изменение физико-механических свойств в результате воздействия температуры, влаги и др.

Каждую деталь сначала осматривают, затем соответствующим поверочным и измерительным инструментом контролируют ее форму и размеры. В отдельных случаях проверяют взаимодействие данной детали с другими, сопряженными с ней, с целью установить, что целесообразнее — ее ремонт или замена новой.

Цель дефектации — выявить дефекты деталей и установить возможность ремонта или необходимость их замены. В процессе дефектации детали сортируются на три группы: годные, ремонтпригодные и негодные. К годным относят детали, у которых износ рабочих поверхностей находится в пределах допуска. У ремонтпригодных деталей износ может быть выше предельных допусков, но ремонт их экономически целесообразен. Негодные детали подлежат замене.

При дефектации редуктора применяется:

- наружный осмотр: обнаруживается наличие поверхностных дефектов, трещин, забоин, изгибов, значительных износов, поломок;
- измерение: позволяет определить величину износа, отклонения элементов детали от правильной геометрической формы (овальность, конусообразность)

неплоскостность) и нарушения взаимного расположения поверхностей (отклонения от перпендикулярности, параллельности, соосности и т.д.). Выполняются измерения с помощью различных измерительных инструментов приборов;

- проверка сопряжения деталей: определяет наличие и величины зазоров, плотность и надежность неподвижных соединений, функциональную пригодность данного соединения.

Способы выявления дефектов:

1. Внешний осмотр. Позволяет определить значительную часть дефектов: пробоины, вмятины, явные трещины, сколы, значительные изгибы и скручивания, сорванные резьбы, нарушение сварных, паяных и клеевых соединений, выкрошивания в подшипниках и зубчатых колесах, коррозию и др.

2. Проверка на ощупь. Определяется износ и смятие резьбы на деталях, легкость проворота подшипников качения и цапф вала в подшипниках скольжения, легкость перемещения шестерен по шлицам вала, наличие и относительная величина зазоров сопряженных деталей, плотность неподвижных соединений.

3. Простукивание. Деталь легко простукивают мягким молотком или рукояткой молотка с целью обнаружения трещин, о наличии которых свидетельствует дребезжащий звук.

4. Керосиновая проба. Проводится с целью обнаружения трещины и ее концов. Деталь либо погружают на 15-20 мин в керосин, либо предполагаемое дефектное место смазывают керосином. Затем тщательно протирают и покрывают мелом. Выступающий из трещины керосин увлажнит мел и четко проявит границы трещины.

5. Измерение. С помощью измерительных инструментов и средств определяется величина износа и зазора в сопряженных деталях, отклонение от заданного размера, погрешности формы и расположения поверхностей.

6. Проверка твердости. По результатам замера твердости поверхности детали обнаруживаются изменения, произошедшие в материале детали в процессе ее эксплуатации.

7. Гидравлическое (пневматическое) испытание. Служит для обнаружения трещин и раковин в корпусных деталях. С этой целью в корпусе заглушают все отверстия, кроме одного, через которое нагнетают жидкость под давлением 0,2-6,3 МПа. Течь или запотевание стенок укажет на наличие трещины. Возможно также нагнетание воздуха в корпус, погруженный в воду. Наличие пузырьков воздуха укажет на имеющуюся неплотность.

8. Магнитный способ. Основан на изменении величины и направления магнитного потока, проходящего через деталь, в местах с дефектами. Это изменение регистрируется нанесением на испытуемую деталь ферромагнитного порошка в сухом или взвешенном в керосине (трансформаторном масле) виде: порошок оседает по кромкам трещины. Способ используется для обнаружения скрытых трещин и раковин в стальных и чугунных деталях. Применяются стационарные и переносные (для крупных деталей) магнитные дефектоскопы.

## **2.2.8**

### **Сборка оборудования после ремонта**

Сборка ремонтируемого сборочного узла должна производиться соответствии с требованиями сборочных чертежей.

Перед сборкой все детали должны быть очищены; сопрягаемые поверхности крышек дополнительно обработаны наждачной бумагой для обеспечения герметичности корпуса. Сборка механизма должна обеспечить точность взаимного положения его сборочных единиц и его нормальную работу.

Для обеспечения необходимой точности сопряжения применяют следующие методы сборки:

- Метод регулирования: требуемая точность соединения достигается за счет применения шайб, колец, прокладок, регулировочных винтов, клиньев и других элементов.

- Метод пригонки обеспечивает точность сопряжения за счет использования индивидуальной пригонки сопрягаемых деталей. Выполняется припиливанием, шабрением, притиркой и гибкой, а также совместной обработкой сопряженных поверхностей.

Сборку резьбовых соединений производят соответствующими монтажными инструментами и приспособлениями. Сборку соединений с натягом осуществляют путем нагрева охватываемых деталей небольших и средних размеров.

**Общая сборка крана.** Процесс общей сборки машины из сборочных единиц механизмов является завершающим этапом ремонта и заключается, как правило, в монтаже узлов на кране. При сборке выполняются отдельные регулировочные работы.

## 2.2.9

### **Обкатка и испытание машин после ремонта**

Целью обкатки является выявление возможных дефектов сборки и приработка сопрягаемых поверхностей. К обкатке приступают, убедившись, что все сборочные единицы и механизмы закреплены и обеспечена их доброкачественная смазка, а ограждающие устройства находятся на своих

местах. Сначала обкатку ведут на холостом ходу без сильной нагрузки.

В процессе обкатки выявляют стук и шумы. Все механизмы должны работать плавно, без толчков и вибраций, а их пуск и реверсирование — осуществляться легко и не сопровождаться рывками или ударами. Безотказно должна быть и работа электрооборудования. В рубильниках, переключателях, реостатах и других аналогичных устройствах и аппаратах не допускаются даже малейшие неисправности.

**Испытание.** Отремонтированный и собранный кран испытывают под нагрузкой путем поднятия и опускания груза в соответствии с техническими данными паспорта крана.

Все механизмы крана при его испытании под нагрузкой должны работать исправно (допустимо лишь незначительное повышение шума в зубчатых передачах).

## 2.3

### **Подъемно – транспортные устройства, применяемые при ремонте.**

При ремонте оборудования выполнение многих работ связано с подъемом и перемещением тяжелых деталей, сборочных единиц (узлов) и даже машин в сборе, поэтому применение подъемно-транспортных средств необходимо.

Использование грузоподъемных устройств намного ускоряет и облегчает выполнение ремонта. Применяются грузоподъемные устройства с ручным механическим приводом.

Для перемещения грузов в горизонтальном направлении применяют лебедки с ручным приводом. Для перемещения грузов в вертикальном направлении применяют домкраты (например, при замене кранового колеса). Для вертикального и горизонтального перемещений грузов применяют электротали

кран - балки, тельферы (при ремонте редукторов, крановых колес, подвесок крюков и.т.д; установке их на кране).

## 2.4

### Типовые методы и способы восстановления деталей механизмов электромостовых кранов

#### 2.4.1

#### **Экономическая целесообразность восстановления деталей.**

*Восстановление* — производство восстановительных работ, в результате которых детали или узлу возвращаются первоначальные (номинальные) размеры, форма, свойства, мощность и точность (изменения возможны только в сторону улучшения).

Износ деталей часто приводит к нарушению посадки в сопряжении — увеличиваются зазоры и уменьшаются первоначальные натяги, нарушается форма поверхностей, возникают другие неисправности и дефекты. Такие детали при ремонте заменяют или восстанавливают (стоимость восстановления обычно составляет от 15 до 40% стоимости новых деталей).

Чтобы выбрать способ восстановления и упрочнения детали, необходимо знать свойства и сроки службы новых и восстановленных деталей. Восстановленная деталь должна быть достаточно долговечной и надежной в эксплуатации, а также обладать качествами новой.

При выборе способа восстановления деталей и сборочных единиц за основу принимают экономическую целесообразность восстановления, наличие н

предприятию необходимого оборудования и материалов, технологические конструктивные особенности деталей, величину и характер их износа и т.д. Целесообразность способа восстановления и упрочнения деталей в каждом случае зависит от многих факторов: условий их работы; характера сопряжения (подвижная или неподвижная посадка); величины и характера действующих нагрузок.

Основным показателем экономической эффективности восстановления изношенных деталей и целесообразности того или иного способа восстановления и упрочнения служит относительная себестоимость, т. е. себестоимость восстановления детали, отнесенная к сроку ее службы после ремонта. Этот показатель является наиболее комплексным и обобщающим, так как отражает не только все элементы затрат, но и износостойкость деталей после восстановления. Однако наряду с относительной себестоимостью немаловажное значение имеют также продолжительность и трудоемкость технологического процесса восстановления деталей, степень дефицитности примененных материалов и др.

## **2.4.2**

### **Восстановление деталей механической обработкой**

Экономическая целесообразность восстановления деталей механической обработкой состоит в том, что себестоимость восстановления обычно ниже стоимости новых деталей, так как при этом способе невелики трудоемкость и продолжительность ремонта, а также затраты на материалы.

Сущность этого способа заключается в том, что восстанавливаемые (исправляют) геометрическую форму ремонтируемой сопрягаемой детали снятием

минимального слоя металла с ее изношенных поверхностей до удаления следов износа без сохранения первоначальных размеров детали. Сопряжение деталей затем восстанавливают введением готовой или изготовленной заново детали компенсатора, обеспечивая первоначальные (номинальные) посадки. Применение данного метода восстановления

изношенных деталей связано с понятием ремонтного размера.

*Ремонтным* называют размер, до которого производится обработка изношенной поверхности при восстановлении детали. Различают свободные и регламентированные ремонтные размеры.

При восстановлении обработку ведут до регламентированного ремонтного размера — это заранее установленный размер, до которого ведут обработку изношенной поверхности при ее исправлении.

Основными данными при расчете ремонтных размеров и составлении шкалы для каждой пары сопрягаемых деталей служат величина допустимого износа за межремонтный период и припуск на обработку. Конечный ремонтный размер устанавливают исходя из условий прочности, долговечности и конструктивных особенностей сопрягаемых деталей.

Некоторые детали или их элементы невозможно восстановить до прежних размеров, а в ряде случаев процесс восстановления экономически нецелесообразен. При этих условиях ремонт осуществляют методом ремонтных размеров. Чаще всего этот метод применяют для резьбовых соединений, которых при износе увеличивают внутренний размер резьбы (гайки), а винты заменяют новыми, так же этот способ приемлем и для сопрягаемых деталей типа вал—втулка (проточка валов).

### **2.4.3**

## Восстановление деталей сваркой и наплавкой

**Сварка** применяется как способ неразъемного соединения деталей, а также для восстановления изношенных деталей.

Перед ее началом места сварки детали и прилегающие зоны очищают от масла и грязи. Место под сварной шов зачищают стальной щеткой, напильником, абразивным кругом. Кромки в месте шва разделяют.

Детали из стали сваривают в основном электродуговой сваркой металлическими электродами.

Чугунные детали сваривают двумя способами: электро- и газовой сваркой. Сварка чугуновых деталей затруднена тем, что углерод частично выгорает и образует углекислый газ, растворяющийся в наплавленном металле. Сварной шов получается пористым и нестойким к воздействию нагрузки. При сварке ответственных чугуновых деталей выполняется предварительный нагрев детали до сварки, медленное охлаждение наплавленного металла.

При заварке трещин в чугуновых деталях стальными электродами в ряде случаев прибегают к установке шпилек в шахматном порядке, ввертывая их резьбовые отверстия, выполненные по длине трещин. Расстояние между шпильками 30...40 мм. Это позволяет увеличить площадь сцепления наплавленного металла с деталью, понизить внутренние напряжения и препятствует отслаиванию наплавленного металла. При установке шпилек края трещины скашивают под углом 90...120°.

**Наплавка** применяется для восстановления детали путем наращивания на нее металла за счет расплавления присадочного материала газовой сваркой или электросваркой.

Перед наплавкой поверхность тщательно очищают от грязи, ржавчины и окалины металлической щеткой, напильником, шлифовальным кругом.

Наплавочные материалы наносятся на изделия тонкими слоями во избежание образования трещин. Толщина наплавленного слоя должна быть не более 2 мм.

Наибольшее распространение получила электродуговая наплавка. Она обеспечивает хорошее качество наплавленного металла и экономична. Применяется для восстановления втулок и муфт (для обеспечения посадки и натяг), крановых колес, тормозных шкивов.

**Электродуговая наплавка** обеспечивает восстановление детали с получением слоя достаточной толщины. Механические свойства наплавленного металла соответствуют требуемым. Автоматической и полуавтоматической наплавкой удобно восстанавливать детали цилиндрической формы, в частности валы, и резьбовые поверхности. Для защиты наплавляемого слоя от воздействия кислорода и азота воздуха применяют углекислый газ. Этим предотвращается окисление металла и обеспечивается удаление окислов. Для раскисления металла применяется специальная сварочная проволока. Наплавка производится по винтовой линии. Для предотвращения стекания металла необходимы небольшая сила тока и низкое напряжение. Чтобы предотвратить появление трещин при наплавке применяется местный подогрев детали.

#### **Наплавка в среде углекислого газа.**

Достоинствами этого метода являются:

меньший нагрев деталей;

возможность наплавки в любом положении детали;

более высокая производительность;

возможность наплавки деталей небольшого диаметра (от 10мм);

не требуется удалять шлаковую корку;

стоимость ниже примерно на 20%.

Недостатки:

повышенное разбрызгивание металла;

нужна легированная проволока;

необходима защита сварщика от излучения дуги.

**Автоматическая вибродуговая наплавка.** Осуществляется вибрирующим электродом при помощи наплавочной головки в струе жидкости, углекислого газа или воздуха для восстановления стальных деталей.

Достоинства:

восстановление деталей малого диаметра;

высокая производительность для тонких слоев;

не нужна термическая обработка;

финишная обработка шлифованием без точения;

небольшой нагрев деталей.

Недостатки:

снижение усталостной прочности;

**Сварка и наплавка под слоем флюса.** Сущность процесса сварки и наплавки. Сварка (наплавка) под слоем флюса представляет собой разновидность электродуговой сварки, при которой дуга горит под слоем сварочного флюса, обеспечивающего, защиту сварочной ванны от воздуха. Наряду с защитными функциями флюс стабилизирует горение дуги, обеспечивает раскисление, легирование и рафинирование расплавленного сплава сварочной ванны.

#### **2.4.4 Восстановление деталей металлизацией.**

Металлизацией называется нанесение расплавленного металла на поверхность детали. Расплавленный металл в специальном приборе — металлизаторе струей воздуха или газа распыляется на мельчайшие частицы и переносится на предварительно подготовленную поверхность детали. Нанесенный слой не является монолитным, а представляет собой пористую массу, состоящую

из мельчайших окисленных частиц.

Способом металлизации восстанавливают размеры посадочных мест для подшипников качения, зубчатых колес, муфт, шеек коленчатых валов и т. п. Чтобы металлизационный слой прочно соединился с поверхностью детали, поверхность очищают от грязи и масла и подвергают пескоструйной обработке.

Твердость металлизационного покрытия определяется качеством наносимого материала.

#### **2.4.5 Восстановление и упрочнение деталей электролитическим способом.**

Электролитические способы восстановления позволяют получить прочное сцепление покрытия с изношенной поверхностью.

Осталивание (железнение) - восстановление деталей электролитическим наращиванием слоя железа. Таким способом можно наносить прочный слой металла до 2 мм; при большей толщине прочность слоя падает.

Процесс состоит из следующих технологических операций: механическая обработка, обезжиривание, промывка, травление (анодная обработка), промывка, осталивание, промывка, нейтрализация, измерение детали, механическая обработка.

Обезжиривание детали выполняется в бензине или в щелочном растворе.

Осаждение покрытий ведется при отношении площадей анода и катода 4:1. Скорость осаждения железа 0,15-0,3 мм/ч. Чем больше плотность тока, тем выше скорость осаждения железа.

Хромирование (гладкое или пористое) обеспечивает высокую твердость и износостойкость покрытия, хорошее сцепление с поверхностью, возможность покрытия различных металлов. Хромирование применяется в ремонтной практике для восстановления изношенных шкивов, валов и других деталей с износом до 0,2 мм.

Срок службы детали после хромирования возрастает в 4-10 раз

#### **2.4.6 Электромеханическое восстановление и упрочнение деталей.**

Электромеханическое восстановление и упрочнение деталей выполняются обычно на токарном станке, который оснащается соответствующими инструментами и приспособлениями. Электромеханическое восстановление деталей с накладкой дополнительного металла. Этот способ используется тогда, когда после восстановления требуется гладкая (без спиральных канавок) поверхность детали. Процесс восстановления состоит из следующих операций: электромеханическая высадка изношенной поверхности; накладка (приваривание) дополнительного металла в образованную высадкой спиральную канавку; механическая обработка восстановленной поверхности до необходимого размера. Накладку дополнительного металла в спиральную канавку удобно вести на том же токарном станке, на котором велась высадка. Поэтому обычно во впадину высеченной спиральной канавки накладывают (приваривают) стальную проволоку, которую предварительно очищают от окислов наждачной шкуркой. При накладке проволоку прокатывают твердосплавным роликом с усилием 40—50 кгс и пропускают через нее электрический ток 1300—1500 А и напряжением 4—6 В. Под действием электрического тока проволока нагревается, а под воздействием ролика деформируется и заполняет спиральную канавку. Окружная скорость навивки-приварки проволоки в среднем составляет 0,8—1,9 м/мин. Электромеханическое восстановление деталей с накладкой дополнительного металла (проволоки) позволяет получить поверхность с небольшой шероховатостью, значительно меньшей, чем после наплавки электросваркой. Отсюда и меньший припуск под механическую обработку, которая производится на токарном или шлифовальном станке.

#### **2.4.7 Ремонт и упрочнение деталей пластическим деформированием.**

Поврежденные и изношенные детали можно восстанавливать давлением. Этот способ основан на использовании пластичности металлов, т. е. их способности под действием внешних сил изменять свою геометрическую форму, не разрушаясь. Детали восстанавливают до номинальных размеров при помощи специальных приспособлений, путем перемещения части металла с нерабочих участков детали к ее изношенным поверхностям. При восстановлении деталей давлением изменяется не только их внешняя форма, но также структура и механические свойства металла. Применяя обработку давлением, можно восстанавливать детали, материал которых обладает пластичностью в холодном или нагретом состоянии. Изменение формы детали и некоторых ее размеров в

результате перераспределения металла не должно ухудшать их работоспособность и снижать срока службы. Механическая прочность восстановленной детали должна быть не ниже, чем у новой детали.

К основным видам восстановления различных деталей давлением относятся:

- осадка при восстановлении втулок, пальцев, зубчатых колес;
- раздача при восстановлении пальцев поршней, роликов автоматов и т. п.;
- обжатие при восстановлении вкладышей подшипников и втулок;
- вдавливание при восстановлении зубчатых колес и шлицевых валиков;
- правка для выправления гладких и коленчатых валов и рычагов;
- накатка для увеличения диаметра шеек и цапф валов за счет поднятия гребешков металла при образовании канавок.

#### **2.4.8 Восстановление деталей пластмассовыми композициями.**

Для восстановления изношенных деталей при ремонте металлорежущих станков применяют пластмассы. В качестве клея пластмассы широко используются для склеивания поломанных деталей, а также для получения неподвижного соединения деталей, изготовленных из металлических и неметаллических материалов. При ремонте металлорежущих станков наибольшее распространение получили такие пластмассы, как текстолит, древеснослоистые пластики и быстро твердеющая пластмасса— стиракрил. Текстолит и древеснослоистые пластики применяются для восстановления изношенных поверхностей направляющих станков, изготовления зубчатых колес, подшипников скольжения, втулок и других деталей с трущимися рабочими поверхностями.

#### **2.4.9 Восстановление деталей и ремонт оборудования клеевым методом**

Одним из эффективных способов получения неподвижных соединений является склеивание деталей. По сравнению с клепкой, сваркой и сбалчиванием клеевые соединения имеют такие преимущества, как соединение материалов в любом сочетании, уменьшение веса изделий, герметичность клеевых швов, антикоррозионную стойкость и во многих случаях снижение стоимости ремонта изделия. В практике ремонта металлорежущих станков широко используется

карбинольный клей и клей типа БФ. Детали, склеенные карбинольным клеем с наполнителем из непористого материала, устойчивы против действия воды, кислот, щелочей, спирта, ацетона и подобных растворителей. Различные марки клея БФ отличаются содержанием компонентов и назначением.

Процесс восстановления деталей склеиванием состоит из трех этапов: подготовки поверхности, склеивания и обработки швов. Поверхности деталей, подлежащих склеиванию, очищаются от масла, загрязнений и хорошо пригоняются. Клей наносят кистью или стеклянной палочкой. Жидкий клей наносят на обе соединяемые поверхности.

## 2.5

### **Ремонт деталей и механизмов мостового крана.**

#### 2.5.1

#### **Ремонт соединений**

**Резьбовые соединения.** Основными видами резьбовых соединений являются соединения болтами, винтами и шпильками.

В резьбовых соединениях, особенно воспринимающих во время работы большие или знакопеременные нагрузки, повышенные износы и повреждения возникают из-за недостаточной затяжки винтов и гаек. При совместном воздействии различных нагрузок болты и винты растягиваются, шаг резьбы и ее профиль нарушаются, гайки начинают «заедать», следствием чего являются поломки деталей соединений.

Ремонту подвергают резьбы, нарезанные в корпусах, на валах, а также крупные резьбовые детали. Мелкие крепежные детали при выходе из строя

заменяют новыми.

При выходе из строя наружной резьбы (болта) вследствие износа ее заменяют.

При выходе из строя внутренней резьбы (гайки) ее рассверливают до ближайшего большего стандартного диаметра и нарезают новую резьбу большего диаметра. При необходимости сохранения прежнего диаметра рассверливают отверстие для установки в него на резьбе или клее переходной втулки внутренним диаметром резьбы нужного размера.

**Шпоночное соединение** служит для передачи вращения вала о насаженной на него детали (шкива, зубчатого колеса, втулки). Соединительной деталью является шпонка. Шпоночные соединения делят на две группы: ненапряженные (призматические и сегментные) и напряженные (клиновые и тангенциальные).

В основном применяются обыкновенные призматические шпоночные соединения (для передачи вращающего момента).

При ремонте шпоночных соединений изношенные шпонки не ремонтируют, а изготавливают новые, подгонкой добиваясь их плотного сопряжения с боковыми поверхностями пазов соединяемых деталей.

При износе, смятии шпоночного паза вала делают обработку паза под шпонку до следующего стандартного размера. При этом устанавливается обычная шпонка с расширением паза ступицы. В большинстве случаев изготавливают новый шпоночный паз под углом  $90...120^\circ$  к старому; изношенный паз заваривается. Когда на чертеже нет указаний о фиксированном положении шпоночного паза, допускают изготовление его заново на другом месте без заделки старого паза (не более одного на сечение). Новый паз фрезеруют параллельно бывшему пазу в диаметральной плоскости, расположенной относительно последнего под углом  $90, 135$  или  $180^\circ$ .

При износе шпоночного паза в ступице делают обработку шпоночного паза под следующий стандартный размер.

**Шлицевые соединения** обеспечивают передачу больших крутящих моментов. Это объясняется тем, что в шлицевом соединении вал меньше ослабляется шлицами, чем гнездами под шпонки в шпоночном соединении, так как впадины выполняют неглубокими. Они могут быть подвижными и неподвижными.

В основном валы имеют шлицы с прямобочной формой профиля.

При больших износах шлицов на валах производят электродуговую наплавку с последующей механической обработкой. При износе по ширине паза до 0,5...1мм разделяют шлицы отожженного вала зубилом с последующей заваркой образующейся канавки и механической обработкой. При небольших износах (0,1...0,2мм) шлицы восстанавливают наращиванием с последующим шлифованием.

Забоины, заусенцы, острые края зашлифовывают, на торцах вала и втулки снимают фаски.

При износе шлицов во втулке отверстие во втулке по внутреннему диаметру продавливается на прессе прошивкой, а затем калибруется шлицевой протяжкой.

**Сварные соединения.** Ремонт сварных соединений включает в себя операции по выявлению дефектов, подготовку дефектных мест под заварку и сам процесс сварки.

Подлежащие восстановлению детали подвергают подготовке. Замасленные детали очищают пламенем газовой горелки. Поверхности деталей зачищают напильником, а затем тщательно осматривают.

При наличии трещин детали подготавливают к заварке следующим образом. После очистки поверхности у концов трещины сверлят отверстия диаметром 3...3,5 мм, чтобы трещина не распространялась дальше. По всей длине трещины прорубают вручную или выполняют на станке фаску. Иногда для большего

прочности сварного шва вдоль трещины устанавливают несколько шпилек. Заваривают трещину с помощью дуговой сварки.

Мелкие трещины на неответственных местах устраняют короткими поперечными сварными швами, которые, охлаждаясь, стягивают трещину. При ремонте деталей приваркой накладок поверхность вокруг трещины зачищают. Между краями накладок и трещиной должно быть 25... 30 мм.

## 2.5.2

### Ремонт валов

*Вал* — это деталь машины, передающая крутящий момент поддерживающая вращающиеся детали. *Ось* — вращающаяся или неподвижная деталь машины и механизма, служащая для поддержания вращающихся частей, но не передающая крутящего момента.

В основном используются прямые гладкие валы со сплошным сечением.

При работе валы испытывают изгиб и кручение (пром.валы), а в отдельных случаях — растяжение и сжатие (валы грузовых крюков).

Вращающиеся части приводов механизмов кранов — зубчатые колеса, диски, муфты, шкивы, крановые колеса и т.п. — в большинстве случаев устанавливают на валах и осях, которые могут иметь различное положение — горизонтальное, вертикальное или наклонное.

В процессе эксплуатации у валов и осей изнашиваются посадочные шейки, шпоночные канавки и шлицы, повреждаются резьба и центровые отверстия, возникают дефекты в результате изгиба и кручения. Способ ремонта изношенного цилиндрического вала выбирают после соответствующей проверки и установления

характера и степени износа.

Погнутые валы выправляют горячим или холодным способом. (Горячая правка подвергают валы, диаметр которых больше 50 мм.) Холодная правка валов может выполняться вручную с помощью винтовых скоб, рычагов, приспособлений под прессом. Сущность ее заключается в том, что приложенное усилие вызывает остаточные деформации и деталь восстанавливается, приобретает первоначальные свойства.

При износе шейки вала или оси ее восстанавливают электродуговой наплавкой. Реже применяется протачивание под очередной ремонтный размер заменой сопряженной детали.

### 2.5.3

#### **Ремонт деталей и сборочных единиц с подшипниками качения и скольжения**

Дефекты подшипников скольжения: износ внутренней поверхности втулок и вкладышей; риски и задиры на поверхностях скольжения; нарушение крепления втулок и вкладышей в корпусах; выработка торцов, вкладышей.

Дефекты подшипников качения: разрушение сепаратора, выпадение тел качения, износ рабочей поверхности.

**Ремонт подшипников скольжения** осуществляется следующим образом.

Втулки разворачиваются или растачиваются с последующим шабрением под

ремонтный размер; диаметр вала увеличивается наплавкой.

При ослаблении посадки втулки в корпусе наружный диаметр ее увеличивается наплавкой.

При больших износах вкладышей разъемных регулируемых подшипников (толщина регулировочной прокладки менее 0,5 мм) их заменяют новыми или

восстанавливают.

При небольших износах и увеличении зазора в разъемных регулируемых подшипниках убирают (или заменяют) соответствующую прокладку из комплекта и правильность геометрической формы восстанавливают шабрением.

**Ремонт подшипников качения.** Если неисправности сборочных единиц подшипниками качения нельзя устранить регулированием, производят их ремонт. Его начинают с разборки, которую выполняют с помощью съемников. Детали тщательно осматривают с целью проверки признаков усталостного износа беговых дорожек и тел качения. При обнаружении такого износа подшипник обязательно заменяют.

Замене подлежат также подшипники с выкрошенными бортами деформированными сепараторами, ржавчиной на рабочих и посадочных поверхностях.

В ремонтных цехах предприятий подшипники качения, как правило, не ремонтируют. Здесь только восстанавливают посадочные поверхности деталей сопрягаемых с подшипниками (т. е. корпусов и валов), применяя наплавку.

#### 2.5.4

### Ремонт передач

**Ремонт зубчатых передач.** С помощью зубчатых передач изменяют скорость движущихся частей кранов и направления их движения, передают от вала к детали усилия и крутящие моменты, а также преобразуют их. В

зубчатой передаче движение передается с помощью пары зубчатых колес.

При износе зубьев по рабочему профилю зубчатое колесо заменяют новым.

При поломке одного или нескольких сломанных зубьев в ответственных передачах колесо нужно заменить годным. В менее ответственных тихоходных передачах поврежденные зубья больших колес экономически выгодно восстанавливать. Зубчатые колеса можно ремонтировать наплавкой изношенных зубьев, установкой зубчатых вкладышей, которые закрепляют винтами либо сваркой.

Трещины в венце или ступице заваривают.

**Червячная передача** является зубчато-винтовой и состоит из червячного косозубого колеса с зубьями специальной формы и червяка – винта трапецеидальной резьбой, являющегося шестерней.

В червячных передачах наибольшему износу подвергается зубчатое зацепление, при этом витки червяка, как правило, изнашиваются значительно больше, чем зубья червячного колеса. В связи с этим при ремонте изготавливают новый червяк, который сцепляют с работавшим с ним в паре колесом.

**Цепная передача.** Цепная передача работает нормально, когда оси звездочек взаимно параллельны и обе звездочки находятся в одной плоскости. Характерными признаками износа цепных передач являются прогиб, смятие и поломка зубьев звездочек, ослабление посадки звездочек на валах. Цепь в результате износа деталей передачи растягивается, расстояние между осями звездочек возрастает, в передаче появляются резкий шум и стук. В этих условиях цепь во время работы нередко соскакивает со звездочек и происходит обрыв пластинок и излом осей.

Ремонт цепных передач обычно заключается в замене дефектных звездочек или цепей на новые.

## 2.6

### Приспособления для механизации ремонтных работ

Внедрение прогрессивной технологии ремонтов, скоростных методов его проведения и повышение степени механизации ремонтных работ являются решающими факторами сокращения простоев оборудования на ремонтах, повышения производительности труда ремонтных бригад и сокращения стоимости ремонтов. Для обеспечения этого необходимо:

Подготавливать в производственных цехах у ремонтируемого оборудования площадки для складирования демонтируемых и заново устанавливаемых взамен вышедших из строя узлов и деталей.

Своевременно подготавливать и доставлять к месту ремонта все необходимые детали, узлы, смазочные, обтирочные, промывочные и другие материалы.

Обеспечить ремонтные бригады механизированным инструментом (гайковерты, гидродомкраты, переносные сверлильные и шлифовальные машины и др.), а так же газорезным и электросварочным оборудованием.

Оснастить ремонтные цеха (участки) подъемно-транспортными механизмами и такелажными приспособлениями (кран-балки, консольные поворотные и передвижные краны, стационарные лебедки, домкраты, тали, автокраны, автопогрузчики, электрокары и т. п.).

Разработать типовые проекты механизации часто повторяемых ремонтных работ.

### 2.7 Монтаж основных узлов мостового крана.

Все основные механизмы и электрооборудование размещаются на мосту крана. Привод крановых колес хода моста устанавливается на рамные фундаменты, которые крепятся удлиненными болтами нормальной точности к настилу моста. Привод колес хода тележки и привод вращения барабана так же устанавливаются на рамные фундаменты, которые крепятся к плитам тележки.

Монтаж выполняется в соответствии с технологическими картами и технологическими инструкциями, технологическими записками с использованием средств для механизации.

### **3 Мероприятия по охране труда и техника безопасности при проведении ремонтных работ**

Ремонтные работы должны осуществляться в соответствии со следующими инструкциями:

- Инструкция по охране труда для стропальщика ЦСО-140;
- Инструкция о мерах пожарной безопасности для работников ЦСО-140.
- Инструкция по охране труда для персонала, управляющего грузоподъемными машинами (ГПМ), управляемыми с пола, ЦСО-140;
- инструкция по охране труда для слесаря-ремонтника участка по ремонту мехоборудования ЦСО-140.
- Инструкция по охране труда для газорезчика ЦСО-0140;
- Общая инструкция по охране для лиц, участвующих в производственной деятельности;

При выполнении ремонтных работ выписывается наряд – допуск № \_\_\_\_\_ «Северсталь». Рабочая бригада инструктируется с росписью в наряде - допуске. На кране изымается ключ – бирка, при необходимости отключаются

троллей, выставляются временные тупики. При ремонтных работах на кране рабочие должны быть одеты в спецодежду, каски, в отдельных случаях и монтажные пояса. Зона работ под краном ограждается сигнальными лентами, выставляются плакаты «Опасная зона, проход закрыт, наверху работают», выставляется пешеходная галерея. При проведении огневых работ выписывается огневой наряд. Пожароопасные участки укрываются кошмой. Должен присутствовать наблюдающий.