

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского
Кафедра энергообеспечения и теплотехники

ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РЕМОНТ ЭНЕРГООБОРУДОВАНИЯ И СИСТЕМ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ

Учебное пособие для студентов
высших аграрных учебных заведений,
обучающихся в магистратуре по направлению подготовки
13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Молодежный 2021

УДК 621.182(075.8)
Э 414

Печатается по решению методического совета энергетического факультета Иркутского ГАУ (протокол № 5 от 19 января 2021 г.).

Составитель: Бочкарев В.А.

Рецензент: Фролов А.Г. – доцент кафедры теплоэнергетики Иркутского национального исследовательского технического университета, кандидат технических наук, доцент.

Эксплуатация и ремонт энергооборудования и систем энергообеспечения : учебное пособие для студентов высших аграрных учебных заведений, обучающихся в магистратуре по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника / Иркут. гос. аграр. ун-т им. А. А. Ежевского ; сост.: В. А. Бочкарев. – Молодежный : Изд-во ИрГАУ, 2021. – 108 с. : ил. – Текст : электронный.

Учебное пособие предназначено для студентов очной и заочной форм обучения, обучающихся в магистратуре по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника.

© Бочкарев В.А., 2021
© Иркутский ГАУ им. А. А. Ежевского, 2021

ВВЕДЕНИЕ

Цель изучения дисциплины – освоение основ эксплуатации, наладки и ремонта энергооборудования и систем энергообеспечения.

Основные задачи освоения дисциплины: изучение основных закономерностей, правил и способов комплектования, использования по назначению, технического обслуживания и ремонта энергооборудования, а также методов решения эксплуатационных задач по обеспечению требуемой надежности и рационального использования различного энергооборудования.

Дисциплина «Эксплуатация и ремонт энергооборудования и систем энергообеспечения» находится в части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1 учебного плана по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника.

Изучение данной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

- способен обеспечивать бесперебойную работу, правильную эксплуатацию, ремонт и модернизацию энергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования, средств автоматизации и защиты, электрических и тепловых сетей, воздухопроводов и газопроводов;
- способен организовывать работу по осуществлению надзора при изготовлении, монтаже, наладке, испытаниях и сдаче в эксплуатацию выпускаемых изделий и объектов.

1 Организация и планирование ремонтов теплотехнического оборудования

1.1 Виды ремонтов и их планирование

Надежность и экономичность работы теплотехнического оборудования в значительной степени зависит от своевременного вывода в ремонт и качества проведенных ремонтных работ. Система плановых выводов оборудования из технологического процесса носит название планово-предупредительного ремонта (ППР). В каждом цехе должна быть разработана система планово-предупредительных ремонтов, выполняемых в соответствии с графиком, утвержденным главным инженером предприятия. Кроме плановых ремонтов для ликвидации аварий при эксплуатации теплотехнического оборудования проводят восстановительные ремонты.

Система ППР теплотехнического оборудования включает текущие и капитальные ремонты. Текущий ремонт выполняют за счет оборотных средств, а капитальный – за счет амортизационных отчислений. Восстановительный ремонт проводят за счет страхового фонда предприятия.

Основной целью текущего ремонта является обеспечение надежной работы оборудования с проектной мощностью в межремонтный период. При текущем ремонте оборудования производят его чистку и осмотр, частичную разборку узлов с быстро изнашивающимися деталями, ресурс которых не обеспечивает надежности в последующий период работы, при необходимости заменяют отдельные детали, устраняют дефекты, выявленные в процессе эксплуатации, изготавливают эскизы или проверяют чертежи на запасные детали, составляют предварительные ведомости дефектов.

Текущий ремонт котельных агрегатов должен производиться один раз в 3-4 месяца, а тепловых сетей – не реже одного раза в год.

Мелкие дефекты теплотехнического оборудования (парение, пыление, присосы воздуха и т.д.) устраняют без его остановки, если это разрешается правилами техники безопасности.

Продолжительность текущего ремонта для котлоагрегатов давлением до 4 МПа составляет в среднем 8-10 сут.

Основной целью капитального ремонта оборудования является обеспечение надежности и экономичности его работы в период осенне-зимнего максимума. При капитальном ремонте производят наружный и внутренний осмотр оборудования, очистку его поверхностей нагрева и определяют степень их износа, заменяют или восстанавливают изношенные узлы и детали. Одновременно с капитальным ремонтом обычно выполняют работы по усовершенствованию оборудования, модернизации и нормализации деталей и узлов. Капитальный ремонт котлоагрегатов производят один раз в 1-2 года. Одновременно с котельным агрегатом ремонтируют его вспомогательное оборудование, средства измерения и систему автоматического регулирования.

В тепловых сетях, работающих без перерыва, капитальный ремонт производится один раз в 2-3 года.

Внеплановый (восстановительный) ремонт выполняют при ликвидации аварий, при которых оказываются поврежденными отдельные узлы и детали. Анализ повреждений оборудования, вызывающих необходимость внепланового ремонта, показывает, что их причиной, как правило, является перегрузка оборудования, неправильная эксплуатация, а также низкое качество плановых ремонтов.

При типовом капитальном ремонте котельных агрегатов выполняют следующие работы:

- полный наружный осмотр котла и его трубопроводов при рабочем давлении;
- полный внутренний осмотр котла после его остановки и расхолаживания;
- проверку наружных диаметров труб всех поверхностей нагрева с заменой дефектных;
- промывку труб пароперегревателя, регуляторов перегрева, пробоотборников, холодильников и т.п.;
- проверку состояния и ремонт арматуры котла и главного паропровода;
- проверку и ремонт механизмов слоевых топок (питатель топлива, пневмомеханический забрасыватель, цепная решетка);
- проверку и ремонт механизмов камерных топок (питатель топлива, мельницы, горелки);
- проверку и ремонт обмуровки котла, гарнитуры и устройств, предназначенных для очистки наружных поверхностей нагрева;
- опрессовку воздушного тракта и воздухоподогревателя, ремонт воздухоподогревателя без замены кубов;
- опрессовку газового тракта котла и его уплотнение;
- проверку состояния и ремонт тягодутьевых устройств и их осевых направляющих аппаратов;
- проверку и ремонт золоуловителей и устройств, предназначенных для удаления золы;
- наружную и внутреннюю очистку поверхностей нагрева барабанов и коллекторов;
- проверку и ремонт системы шлакозолоудаления в пределах котла;
- проверку состояния и ремонт тепловой изоляции горячих поверхностей котла.

Планирование ремонтов теплотехнического оборудования промышленного предприятия заключается в разработке перспективных, годовых и месячных планов. Годовые и месячные планы текущих и капитальных ремонтов составляют сотрудники отдела главного энергетика (главного механика) и утверждает главный инженер предприятия.

При планировании ППР следует предусматривать продолжительность ремонта, рациональное распределение работ, определение численности персонала в целом и по специальностям работающих. Планирование ремонта теплотехнического оборудования должно быть увязано с планом ремонта технологического оборудования и режимом его работы.

Так, капитальный ремонт котлоагрегатов следует производить в летний период, а текущий ремонт – в периоды пониженных нагрузок.

Планирование ремонта оборудования должно базироваться на сетевой модели, в состав которой входят сетевые графики, составляемые для конкретного оборудования, выводимого в ремонт. Сетевой график отображает технологический процесс ремонта и содержит информацию о ходе ремонтных работ. Сетевые графики позволяют с наименьшими затратами материалов и труда выполнить ремонт, сократив время простоя оборудования.

1.2 Организация ремонтов теплотехнического оборудования

В настоящее время применяют три формы организации ремонта теплотехнического оборудования: хозяйственную, централизованную и смешанную.

При хозяйственной форме организации ремонта оборудования все работы производит персонал предприятия. При этом ремонт может быть выполнен персоналом соответствующего цеха (цеховой способ) или персоналом предприятия (хозяйственно-централизованный способ).

При цеховом способе ремонт организуют и осуществляют работники цеха, в котором установлено теплотехническое оборудование. В настоящее время этот способ применяют редко, так как он не позволяет в сжатые сроки выполнить необходимый объем ремонтных работ.

При хозяйственно-централизованном способе ремонта оборудования на предприятии создается специальный ремонтный цех, персонал которого производит ремонтные работы всего оборудования предприятия. Однако этот способ требует создания специализированных бригад и может применяться только на крупных предприятиях, имеющих теплотехническое оборудование во многих цехах.

В настоящее время наиболее прогрессивной формой ремонта является централизованная, которая позволяет производить сложные ремонтные работы по единым нормам и технологическим процессам с применением современного оборудования и средств механизации. При этой форме все ремонтные работы выполняет специализированная организация по подрядному договору, что сокращает сроки простоя оборудования и обеспечивает высокое качество ремонта.

Смешанная форма организации ремонта теплотехнического оборудования представляет собой различные сочетания хозяйственной и централизованной форм ремонта.

Наиболее сложным и трудоемким является капитальный ремонт оборудования, особенно современных котлоагрегатов. Для выполнения капитального ремонта котельных агрегатов в сжатые сроки составляют проект производства работ (ППР). Проект производства работ по капитальному ремонту оборудования обычно содержит следующие документы: ведомость объема работ, график подготовительных работ, схемы грузопотоков, технологический график ремонта, технологические карты, спецификации на сменные детали и узлы, перечень инструмента и материалов, ремонтные формуляры, указания по организации рабочего места.

Ведомость объема работ является одним из важнейших документов. В ней приводится описание технического состояния оборудования по записям в вахтенном и ремонтном журналах, актам осмотра оборудования, аварийным актам и результатам эксплуатационных наблюдений и испытаний. В ведомости также указываются работы по реконструкции оборудования, если таковые намечаются. Объем работ зависит от состояния оборудования.

Ведомость объема работ должна быть составлена заблаговременно, для того чтобы подготовить запасные части, материалы, чертежи и т.д. После остановки агрегата и его осмотра следует внести коррективы в ведомость объема работ.

В соответствии с ведомостью объема работ составляют график подготовительных работ, в котором указываются работы по подводу к рабочим местам сварочного газа, сжатого воздуха, воды, установке такелажных механизмов и других приспособлений, необходимых при выполнении ремонтных работ.

Схему грузопотоков разрабатывают для рационального перемещения грузов и материалов, а также для уборки отходов и изношенного оборудования и деталей.

На схеме следует указывать размещение механизмов и устройств, облегчающих перемещение грузопотоков.

Для выполнения крупных работ по реконструкции или замене изношенного оборудования (например, замена кубов воздухоподогревателя) следует разработать схему снятия и удаления данного оборудования из цеха. При этом необходимо учитывать особые условия по безопасности работ, выполняемых вблизи действующего оборудования.

Технологические графики ремонта, составляемые на основе ведомости по объему, должны определять последовательность, продолжительность и режим работы, а также количество занятых рабочих.

В технологических картах, разработанных только на важнейшие ремонтные работы, указывают следующую необходимую информацию: все операции и их объем, технические условия, нормы, инструмент и материалы, а также применяемые приспособления.

Спецификация на сменные детали и узлы позволяет заготовить их заранее до вывода оборудования в ремонт, а во время ремонта установить их вместо изношенных, что значительно сокращает объем и продолжительность работ, выполняемых в период простоя агрегата.

Ремонтные формуляры позволяют накапливать опыт по уточнению норм и допусков, определять технологию ремонта, срок службы отдельных деталей и качество ремонта.

В указаниях по организации рабочего места ремонтника должен быть приведен перечень необходимых приспособлений, инструмента и материалов. Ремонтный персонал сам должен заботиться об организации своего рабочего места, поэтому до начала ремонта следует ознакомить персонал с объемом работ и сроками их выполнения.

Началом ремонта оборудования считается момент отключения его от паропровода, а если оно было в резерве – момент выдачи ремонтной бригаде наряда-допуска на производство ремонта и вывод оборудования из резерва. О выводе оборудования в ремонт начальник цеха (или участка) либо его заместитель делает соответствующую запись в вахтенном журнале.

От ремонта зависит надежность работы агрегата, поэтому необходим контроль качества используемых материалов и проводимых ремонтных работ, который осуществляется пооперационно, и в ряде случаев отступления от принятой технологии и установленных нормативов можно обнаружить только таким путем.

Например, нельзя обнаружить в сваренном стыке такие отступления от нормативов, как угол скоса кромки стыкуемых труб, притупление кромки, чистоту фаски, зазор, марку применяемых электродов.

1.3 Приемка оборудования после ремонта

В ходе и по окончании ремонта производят поузловую и общую приемку оборудования и окончательную оценку качества выполненного ремонта.

Позловую приемку осуществляют по мере готовности отремонтированных узлов. При сдаче отремонтированного узла оформляют следующие документы: ведомость объема работ по узлу с указанием фактически выполненных работ, график работе отметкой выполненных работ, формуляры, сертификаты и другие данные о качестве материалов, использованных при ремонте, чертежи по реконструктивным работам, если таковые производились. Затем выполняют тщательный осмотр отремонтированного оборудования.

Отдельно составляют график опробования механизмов. Все вращающиеся механизмы (питатели топлива, мельницы, вентиляторы, дымососы и др.) должны опробоваться на холостом ходу и под нагрузкой.

После поузловой приемки оборудования составляют акт, в котором указывают объем выполненных работ, обнаруженные недостатки, результаты опробования и дают предварительную оценку качества работ.

По окончании капитального ремонта комиссия под председательством главного инженера предприятия (главного энергетика или главного механика) с участием начальника цеха (при централизованном ремонте в комиссии должен также участвовать руководитель работ от подрядчика) производит предварительную приемку оборудования.

Комиссии предъявляются следующие документы: ведомость объема работ с отметкой о выполненных работах, графики ремонта, акты сдачи отдельных узлов, заполненные формуляры, сертификаты на материалы, копии удостоверений сварщиков и акты испытания образцов (при производстве ответственных сварочных работ), чертежи и схемы работ по реконструкции оборудования. Затем осуществляют осмотр оборудования и устанавливают сроки ликвидации выявленных при приемке недостатков, после устранения которых производят пуск оборудования и приемку его под нагрузкой.

Все пусковые работы после проведения ремонта (опробование вспомогательного оборудования, заполнение котла водой и его растопка, пуск трубопроводов, включение теплоиспользующих аппаратов и т.д.) выполняет вахтенный персонал в соответствии с письменным распоряжением начальника цеха (или участка) либо его заместителя. Результаты ремонта заносят в технический паспорт оборудования.

Приемку оборудования под нагрузкой производят в течение 24 ч для тепловых сетей и 48 ч для остального тепломеханического оборудования, после окончания которой начинается подконтрольная эксплуатация отремонтированного оборудования.

Окончательную оценку качества отремонтированного оборудования и выполненных ремонтных работ осуществляют через 30 календарных дней с момента включения оборудования под нагрузку. В этот период времени должна быть закончена проверка работы оборудования на всех режимах, проведены испытания и наладка всех систем.

Оценка качества отремонтированного оборудования характеризует его техническое состояние после ремонта и соответствие требованиям нормативно-технических документов (НТД).

К нормативно-техническим документам относят государственные стандарты (ГОСТ), технические условия (ТУ), руководства по ремонту, конструкторскую документацию, правила технической эксплуатации (ПТЭ), нормативные и эксплуатационные технико-экономические характеристики.

Приемочная комиссия, принимая оборудование из ремонта, дает оценку качества: «Соответствует требованиям НТД»; «Соответствует требованиям НТД с определенными ограничениями».

Оценку «Соответствует требованиям НТД с определенными ограничениями» устанавливают, если часть требований к отремонтированному оборудованию не выполнена, но оборудование может работать и приемочная комиссия считает возможным принять его во временную эксплуатацию. В этом случае составляют план мероприятий по устранению выявленных недостатков и определяют сроки его выполнения.

Если в период подконтрольной эксплуатации оборудования выявлены дефекты, которые могут привести к аварийным последствиям, или работа оборудования на каких-либо режимах характеризуется отклонением от допустимых параметров, оно должно быть выведено из эксплуатации с оценкой «Не соответствует требованиям НТД». Это оборудование подлежит повторному ремонту, который должен быть выполнен в кратчайший срок.

После устранения несоответствий требованиям нормативно-технических документов производят повторную приемку и дают новую оценку качества.

Специализированные организации, проводившие ремонт, должны гарантировать исправность отремонтированного оборудования и его работоспособность в течение сроков, установленных в нормативно-технических документах на ремонт при соблюдении правил эксплуатации.

При отсутствии в нормативно-технических документах гарантийных сроков на ремонт послеремонтный гарантийный срок устанавливается не менее 12 месяцев с момента включения оборудования под нагрузку.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое система планово-предупредительного ремонта теплотехнического оборудования?
2. Какие виды ремонта теплотехнического оборудования вы знаете?
3. Какие документы должны содержаться в проекте организации работ по капитальному ремонту оборудования?
4. Какую информацию указывают в технологических картах, составляемых на ремонтные работы?
5. Как производится приемка оборудования после ремонта?
6. Что такое качество отремонтированного оборудования и качество ремонтных работ?

2 Ремонт котельных установок

2.1 Подготовка и организация ремонта

Подготовка к ремонту котельной установки – это разработка и выполнение комплекса организационно-технических мероприятий, которые должны обеспечить высокое качество ремонтных работ в установленные сроки, а также минимальные трудовые и материальные затраты.

В план подготовки к ремонту конкретной котельной установки входят:

- уточнение номенклатуры, количества материалов и запасных частей в соответствии с утвержденной ведомостью объема ремонта;
- проверка материалов и запасных частей на соответствие требованиям технической документации;
- установление порядка получения, доставки на ремонтные площадки и хранения материалов и запасных частей;
- проверка технического состояния грузоподъемных средств, технологической оснастки, средств механизации, постов энергоснабжения и др.;
- корректировка ремонтной документации и проектов производства работ в целях приведения их в соответствие с планируемым объемом работ;
- разработка недостающей ремонтной документации или проектов производства работ для выполнения сложных специальных работ, включенных в ведомость объема ремонта котельной установки;
- разработка графика ремонта в соответствии с планируемым объемом и сроком ремонта, а также располагаемой численностью ремонтного персонала.

Ведомость объема ремонта котельной установки составляет начальник котлотурбинного цеха предприятия и передает ее исполнителям ремонта не позднее, чем за 3 месяца до начала капитального (среднего) ремонта.

Ведомость должна содержать подробный перечень планируемых работ по каждой составной части котельной установки с учетом: нормативов на выполнение плановых ремонтов; требований директивных документов (циркуляров, предписаний и др.); данных об отказах оборудования; результатов испытаний, измерений и контроля параметров технического состояния оборудования.

Уточнение с исполнителями объема ремонтных работ должно быть закончено не позднее чем за 2 месяца до начала ремонта, после чего ведомость утверждается главным инженером предприятия.

После утверждения ведомости объема ремонта изменения в нее могут вноситься только по результатам испытаний оборудования: не ранее чем за месяц и не позже чем за 5 дней до вывода в ремонт оборудования и по результатам дефектации оборудования в процессе ремонта. Дефектация должна быть закончена в первой половине плановой продолжительности ремонта и предусмотрена графиком ремонтных работ. Все изменения объема ремонта должны быть согласованы с исполнителями ремонтных работ и утверждены главным инженером предприятия.

Если в объем капитального ремонта котельной установки включены сложные и трудоемкие специальные работы или в его период планируется модернизация (реконструкция) котла, подготовка к капитальному ремонту должна

начинаться в IV квартале года, предшествующего планируемому. При этом наиболее трудоемкие подготовительные работы, требующие значительной численности ремонтного персонала, должны заканчиваться к началу ремонтной кампании планируемого года. За 15 дней до начала ремонта предприятие и организации, участвующие в ремонте, проверяют выполнение подготовительных работ в соответствии с планом подготовки. В это же время определяется состав бригады, ее численность и квалификация рабочих, входящих в бригаду, а также назначаются руководители по отдельным видам оборудования, ответственные представители котлотурбинного цеха для контроля качества, приемки после ремонта узлов и систем оборудования и ответственные за материально-техническое обеспечение.

Общее руководство и координацию действий всех ремонтных предприятий и организаций осуществляет заместитель главного инженера предприятия по ремонту.

Перед остановом котельной установки (энергоблока) в ремонт ее очищают снаружи от пыли, золы, мусора, а площадки расположения рабочих мест ремонтников – от посторонних предметов, материалов и пр.

При останове котельной установки (энергоблока) топливо в бункерах должно быть отработано, произведены обдувка поверхностей нагрева котла и стряхивание электродов электрофильтров, из бункеров и леток опущены в систему гидрозолоудаления и удалены на золоотвал зола и шлак.

После останова котельной установки эксплуатационный персонал должен отключить ее от других действующих установок и трубопроводов для обеспечения безопасных условий работы и выдать общий наряд-допуск на ремонт.

Предприятие совместно с организациями (исполнителями ремонта) рассматривает объем дополнительных ремонтных работ, выявившихся при дефектации оборудования, возможность их выполнения в плановый срок или необходимость продления срока ремонта.

Если выявленные дефекты по объективным причинам нельзя устранить в процессе ремонта в полном объеме в соответствии с требованиями технической документации, то принимается решение о сроке и порядке их устранения.

В процессе ремонта осуществляется оперативный контроль сроков окончания отдельных ремонтных операций в соответствии с графиком ремонта, их качеством, соблюдением технологической, производственной и трудовой дисциплины, а также соблюдением правил техники безопасности и противопожарной техники.

Опробование (испытание) отдельных видов оборудования, систем и механизмов в процессе ремонта до предъявления их приемочной комиссии проводят в соответствии с действующими инструкциями по эксплуатации или программами под непосредственным руководством ответственного представителя котлотурбинного цеха и при участии исполнителей.

При опробовании (испытании) оборудования составляют протоколы и другие документы, перечень которых устанавливает предприятие по согласованию с исполнителями ремонтных работ.

2.2. Оборудование, инструмент и средства механизации ремонтных работ

2.2.1. Металлические леса и подъемные устройства

При ремонте котельного оборудования, так же как и при строительных и монтажных работах, применяют преимущественно инвентарные сборно-разборные металлические леса, которые имеют следующие преимущества перед деревянными лесами: для их сборки и разборки требуется меньше времени, расход строительных материалов также меньше, при этом безопасность работ выше. Деревянные леса устанавливают лишь в тех местах, где работы выполняют крайне редко.

Выбор тех или иных конструкций металлических лесов зависит от многих причин – типа котла, наличия материалов для изготовления лесов, существующего проекта, опыта персонала. Любая конструкция лесов должна удовлетворять следующим условиям: безопасность работы; возможность быстрой сборки и разборки; легкость проверки креплений элементов лесов при их приемке; возможность установки на всей или ограниченной площади – у одной, двух, трех или четырех стен топки; возможность установки любого количества ярусов в пределах высоты топки; надежность и устойчивость при нагрузке; небольшая масса и транспортабельность элементов; технологичность (простоту) изготовления; универсальность и взаимозаменяемость элементов.

Рассмотрим наиболее распространенные конструкции инвентарных металлических лесов.

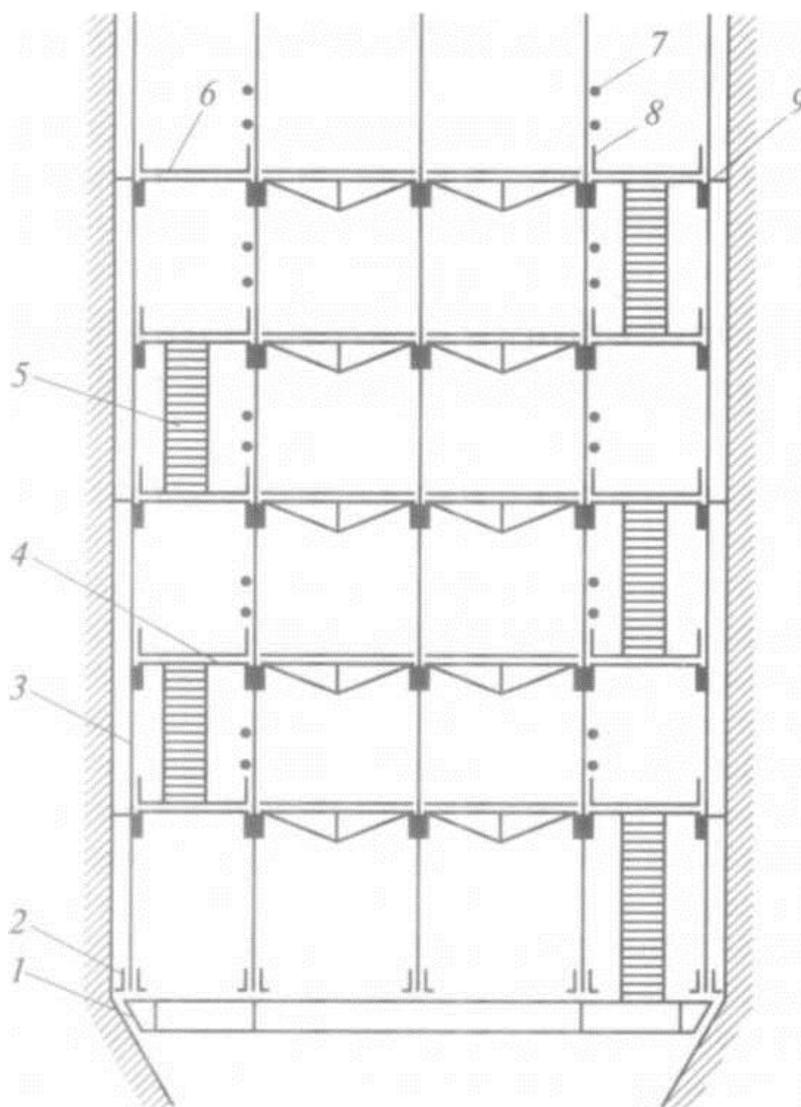
Наибольшее применение для работы в топке котла получили леса на трубчатых стойках (рисунок 2.1). В зависимости от нагрузки стойки лесов выполняют из труб 48×3,5; 51×3,5; 57×3,5 и 60×3,5 мм. Леса опираются на опорную ферму 1. Внизу каждой стойки 3 имеется опорный башмак 2. Стойки соединены между собой горизонтальными связями 4. Для перехода с одного яруса на другой укрепляют на специальных захватах лестницы 5. Настил 6 из досок собирают на связях 4. По краям настилов устанавливают на ребро бортовые доски 8. Для устойчивости лесов их в нескольких местах по высоте топки прикрепляют к стенам топки деталями 9.

На горизонтальные элементы лесов кладут настил из деревянных или металлических щитов. Ограждение 7 делают обычно из труб и крепят к стойкам так же, как горизонтальные элементы лесов. Внизу стойки опираются на специальные упоры (башмаки) или надеваются на штыри опорных балок, которые служат опорой лесов на трубчатых стойках.

Опоры лесов выполняют в виде фермы (рисунок 2.2, а), балки с двумя стойками (рисунок 2.2, б) или балки с несколькими стойками (рисунок 2.2, в). Балки со стойками значительно легче ферм.

Фермы и балки опираются на скаты холодной воронки или под топку через башмак 7. На горизонтальных элементах 2 балок имеются штыри 5, на которых фиксируются стойки лесов. Стойки 6 балок служат для распределения нагрузки

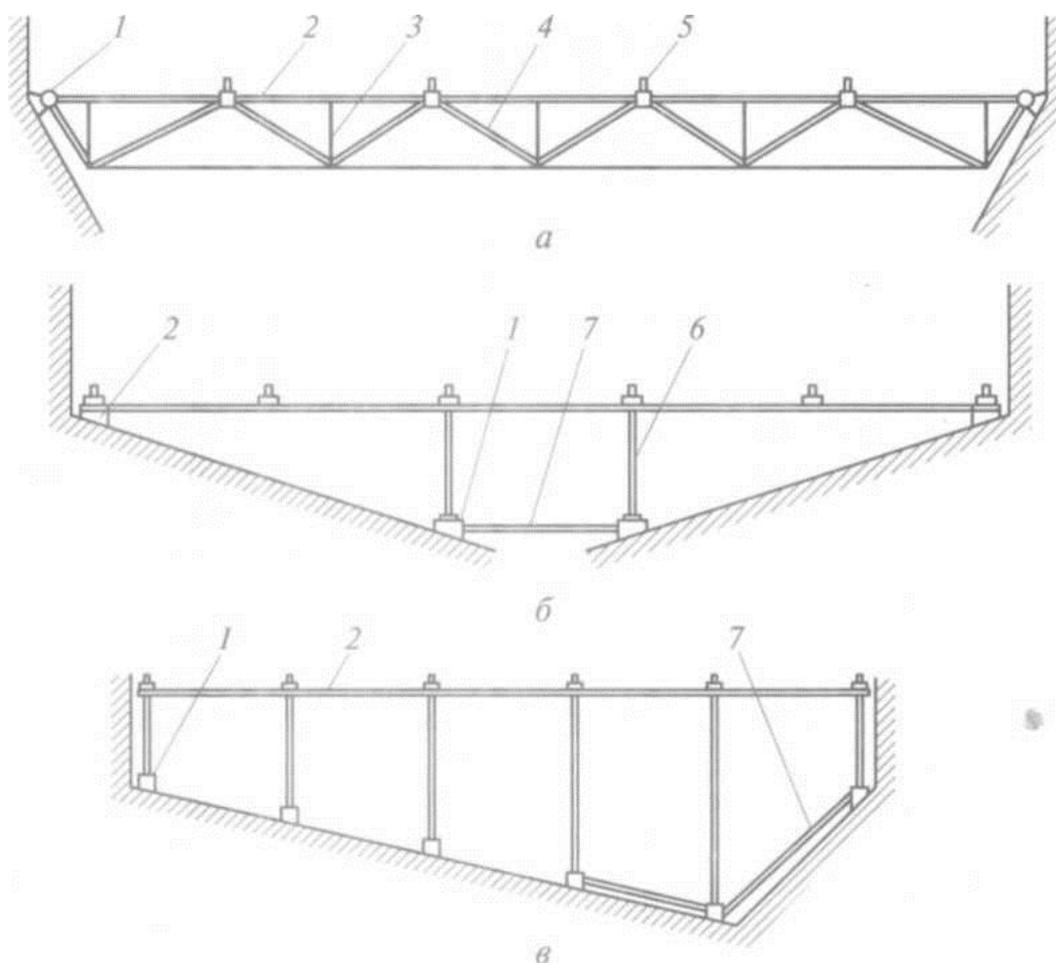
на большую опорную поверхность, а элементы 7 – для фиксации положения стоек балок и опорных башмаков.



1 – опорная ферма; 2 – башмак; 3 – стойка; 4 – горизонтальная связь;
5 – лестница; 6 – настил; 7 – ограждение; 8 – бортовая доска;
9 – деталь крепления лесов к стенам топки

Рисунок 2.1 – Леса на трубчатых стойках

Инвентарные леса на трубчатых стойках имеют следующие достоинства: обеспечивают возможность быстрой сборки и разборки; их можно возводить только у одной стены топки; благодаря креплению к стене топки они сохраняют достаточную устойчивость; кроме того, они универсальны – из одних и тех же элементов можно строить леса в различных местах внутри и снаружи котла. Однако леса данного типа имеют и определенные недостатки – необходимость при работе только в одном месте на большой высоте строить леса с самого низа; большая трудоемкость сборки и разборки лесов в высоких топках современных котлов; большая масса полного комплекта лесов в высоких топках, в результате чего под топку или конструкция холодной воронки перегружаются.



a – ферма; *б* – балка с двумя стойками; *в* – балка с несколькими стойками;
 1 – башмак; 2 – горизонтальный элемент балки; 3 – вертикальный элемент;
 4 – наклонный элемент; 5 – штырь для установки стойки лесов; 6 – стойка;
 7 – элемент для фиксации положения стоек и башмаков

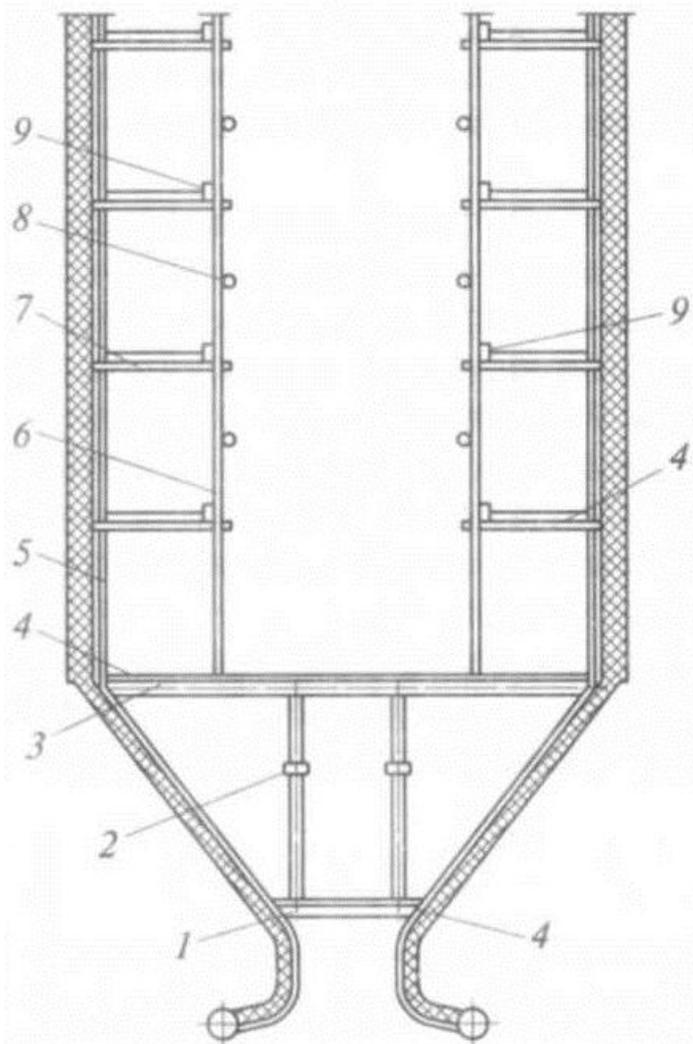
Рисунок 2.2 – Опорные балки

Для ремонта котлов средней производительности с большим шагом экранных труб применяют также леса с одним рядом стоек и натрубные леса. Количество деталей и масса у этих лесов меньше, чем у лесов на трубчатых стойках. Кроме того, их жесткость и устойчивость больше, так как они связаны с трубами котла. Однако крепление горизонтальных связей и кронштейнов к экранным трубам возможно, если имеется зазор между трубой и стеной топки.

Леса с одним рядом стоек показаны на рисунке 2.3. Опорная балка 3 усилена раздвижными стойками 2, которые передают нагрузку на брусья 1. Каждый настил лесов имеет только одну стойку 6. Горизонтальные связи 7 одним концом опираются на стойки 6, а другим концом – на экранные трубы 5. На горизонтальные связи укладывают настилы 4. К стойкам 6 прикрепляют ограждения 8 и бортовые доски 9. Крепят горизонтальные связи к экранным трубам специальными хомутами.

Опорными элементами натрубных лесов (рисунок 2.4) являются кронштейны из труб, устанавливаемые на экранных трубах 1. Кронштейны состоят из горизонтальных связей 3, хомутов 2, подкосов 4 и ограждения 5. Горизонталь-

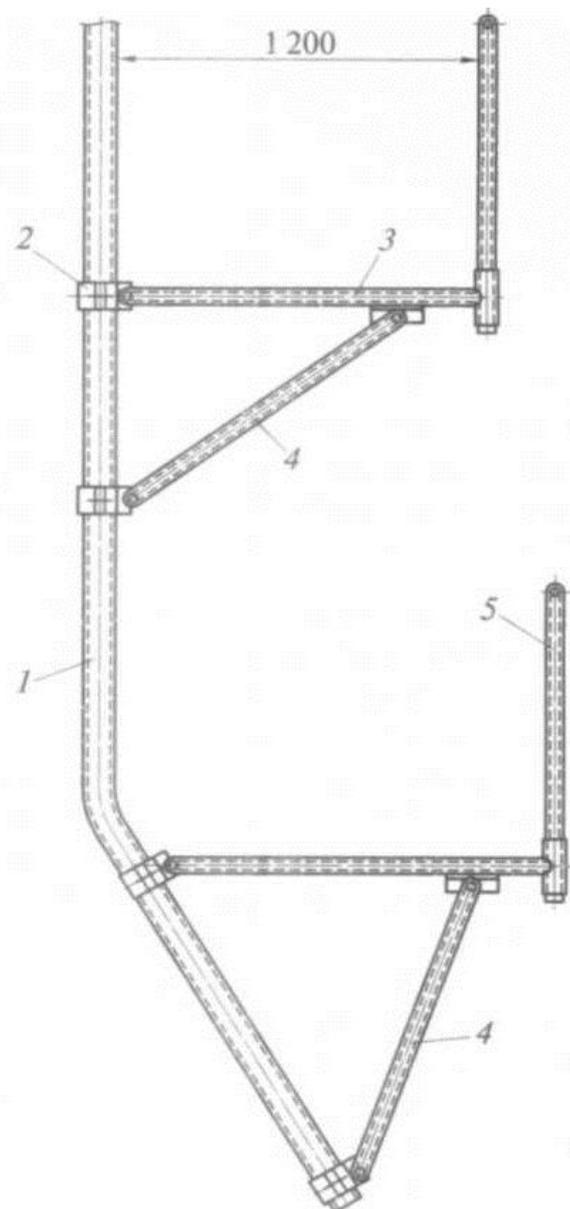
ные связи и подкосы обычно изготавливают из труб 38×4 мм. Соединяют горизонтальные связи и подкосы между собой и с хомутами шарнирно (с помощью одного болта в каждом соединении), что позволяет одни и те же кронштейны устанавливать как на прямых участках труб, так и на изогнутых.



1 – деревянный брус; 2 – раздвижные стойки опорной балки;
3 – опорная балка; 4 – настил из досок; 5 – экранная труба;
6 – стойка лесов; 7 – горизонтальная связь; 8 – ограждение; 9 – бортовая доска

Рисунок 2.3 – Леса с одним рядом стоек

Если работа на высоте производится ограниченным количеством людей и не длительное время, устанавливать громоздкие леса нецелесообразно. В этом случае вместо лесов применяют специальные подъемные устройства (люльки). В топках котлов средней производительности люльки используют довольно редко, причем ручные лебедки устанавливают главным образом на потолке котла или на отметке обслуживания котельной, а канат в топку пропускают через отводные блоки. В котлах большой производительности чаще применяют для ремонта топок люльки, в том числе люльки с установленными на них ручными лебедками.



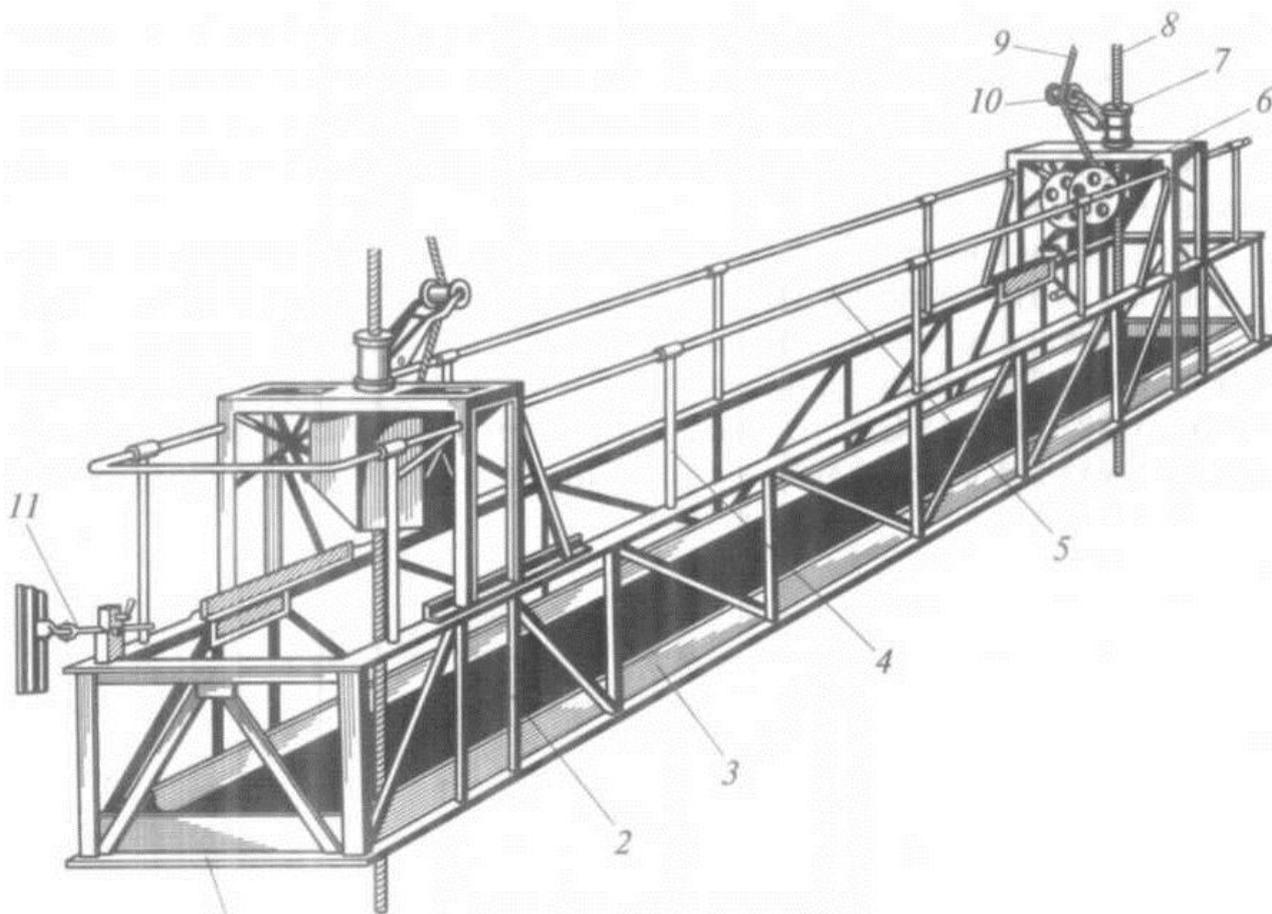
1 – экранная труба; 2 – хомут; 3 – горизонтальная связь;
4 – подкос; 5 – ограждение

Рисунок 2.4 – Натрубные леса на кронштейнах

Рассмотрим конструкцию люльки для ремонтных работ в топках котлов. Основными частями люльки являются рама 1 с настилом из листового металла (рисунок 2.5) и борта 2, изготовленные из уголков. На бортах имеется ограждение из стоек 4 и перил 5. По краям люльки установлены ручные червячные лебедки 6, на барабан которых намотаны грузовые стальные канаты 9. Вторые концы канатов закреплены за каркас или трубы потолочного перекрытия. Рабочие, находящиеся в люльке, могут подниматься или опускаться, вращая рукоятки лебедок.

У лебедок имеется по два каната. Канаты 9 меньшего диаметра, наматываемые на барабаны лебедок и огибающие коромысла 10 с роликами, являются грузовыми. С их помощью производится подъем и опускание люльки. Канаты 8 большего диаметра, проходящие через отверстия в настиле люльки, являются

страховочными. Они закреплены верхним концом за конструкцию потолочного перекрытия и свободно висят по всей высоте топки, проходя через ловители 7, установленные в люльке. Когда грузовые канаты нагружены под воздействием массы люльки и находящихся в ней людей, коромысло с роликами занимает крайнее верхнее положение. При этом коромысло отводит детали ловителя от страховочного каната, который свободно висит при подъеме или опускании люльки.



1 – рама; 2 – борт; 3 – бортовая доска; 4 – стойки ограждения; 5 – перила ограждения; 6 – ручная лебедка; 7 – ловитель; 8 – страховочный канат; 9 – грузовой канат; 10 – коромысло; 11 – деталь крепления люльки за экранные трубы

Рисунок 2.5 – Люлька для ремонтных работ в топках котлов

В случае разрыва одного грузового каната коромысло с роликом опускается и вторым концом приводит детали ловителя в соприкосновение со страховочным канатом. Происходит торможение, захват ловителей за страховочный канат, и люлька останавливается, повисая на нем. Сила захвата ловителей за страховочный канат тем больше, чем больше масса люльки с грузом. В случае обрыва двух тросов срабатывают оба ловителя и люлька повисает на двух страховочных канатах. Ловители такой конструкции срабатывают практически мгновенно.

Страховочные канаты и ловители не являются обязательными предохранительными устройствами. Люльки могут эксплуатироваться и без них. Наличие страховочных канатов и ловителей повышает безопасность работы.

Грузоподъемность люльки рассмотренной конструкции составляет 500 кг. Такая грузоподъемность позволяет работать в люльке трем-четырем рабочим со всеми необходимыми материалами и инструментами. Скорость подъема люльки – около 1,1 м/мин, опускания – 1,5 м/мин. Ширина люльки составляет 0,8 м, высота с перилами – 1,5 м. Длина люлек может быть 3; 4; 4,5; 5; 5,5 и 6 м, что дает возможность выбрать для каждой топки свой комплект люлек, который обеспечивает обслуживание всех стен топки.

Барабаны лебедок вмещают 50 м каната, что позволяет обслуживать топки котлов любой высоты. Масса люльки – около 500 кг. По краям люльки со стороны, обращенной к стене топки, имеются захваты, которыми люлька на необходимой высоте закрепляется за экранные трубы во избежание раскачивания.

Детали и узлы люльки вносят в топку котла через нижние лазы. Собирают люльку на поде топки или на настиле холодной воронки. В отдельных случаях узлы люльки вносят через лаз поворотной камеры, оснащают люльку на настиле, установленном на ширмах. Затем настил убирают и люльку опускают вниз.

При разработке конструкции и изготовлении люлек должна быть предусмотрена возможность их сборки и разборки из отдельных узлов, которые свободно входят в имеющиеся или предусмотренные для этого лазы. Масса отдельных узлов люльки должна быть рассчитана на их транспортировку одним или двумя рабочими.

2.2.2 Такелажные работы, машины, оборудование и оснастка

Такелажными работами, которые широко используются при ремонте теплотехнического оборудования, называют горизонтальные и вертикальные перемещения оборудования, выполняемые специальными грузоподъемными устройствами (такелажем).

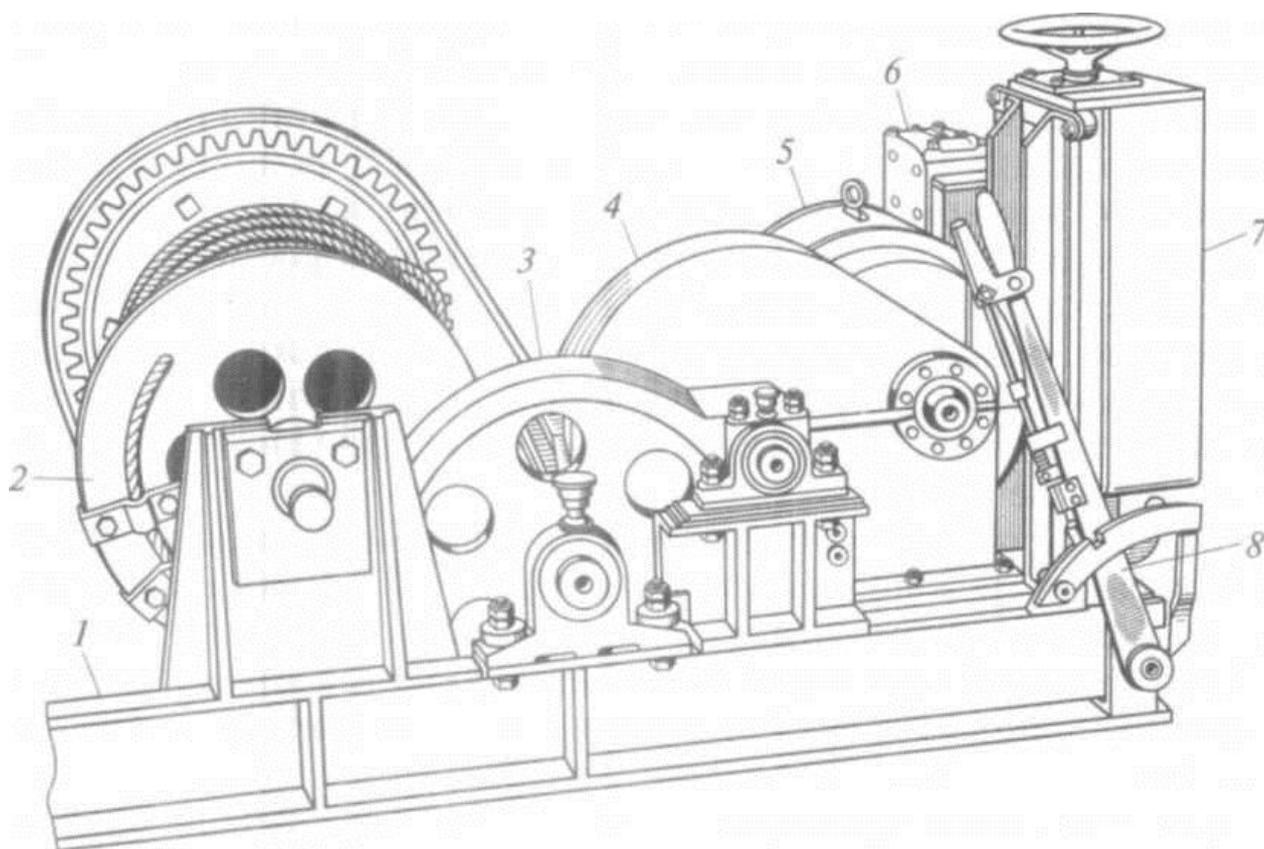
При такелажных работах применяют разнообразное оборудование: лебедки, блоки, полиспасты, домкраты, тали, краны, а также различную оснастку – канаты, стропы, коуши, зажимы, талрепы.

Лебедка служит для преобразования малых вращающих моментов на приводном валу в большие на ее барабане за счет уменьшения частоты вращения барабана по сравнению с частотой вращения приводного вала (рукоятки). Чем больше вращающий момент на барабане, тем больше тяговое усилие на канате, навиваемом на барабан, и, следовательно, тем больше грузоподъемность.

Лебедка состоит из барабана, редуктора, привода и станины (рамы). Барабан лебедки соединяют с приводом зубчатой, червячной или ременной передачей. В зависимости от назначения лебедки изготавливают различной грузоподъемности. В системе редуктора имеется тормозное устройство, препятствующее самопроизвольному опусканию груза. Лебедки подразделяют на ручные и приводные.

При небольшом объеме такелажных работ, а также для вспомогательных операций (оттяжка грузов, натяжение расчалок и др.) применяют ручные лебедки. Они оборудуются автоматически действующими тормозами, которые обеспечивают торможение барабана при спуске груза, а также мгновенную остановку его, когда рабочий внезапно выпустит рукоятку лебедки из рук.

Лебедки с электрическим приводом (рисунок 2.6) изготавливают с зубчатыми редукторами 3 и 4 передачи вращения от вала электродвигателя 5 к барабану 2. Эти лебедки имеют электромагнитные тормоза 6, действующие при выключении тока. Работа лебедок с электроприводом на одних ручных 8 или ножных тормозах запрещается.

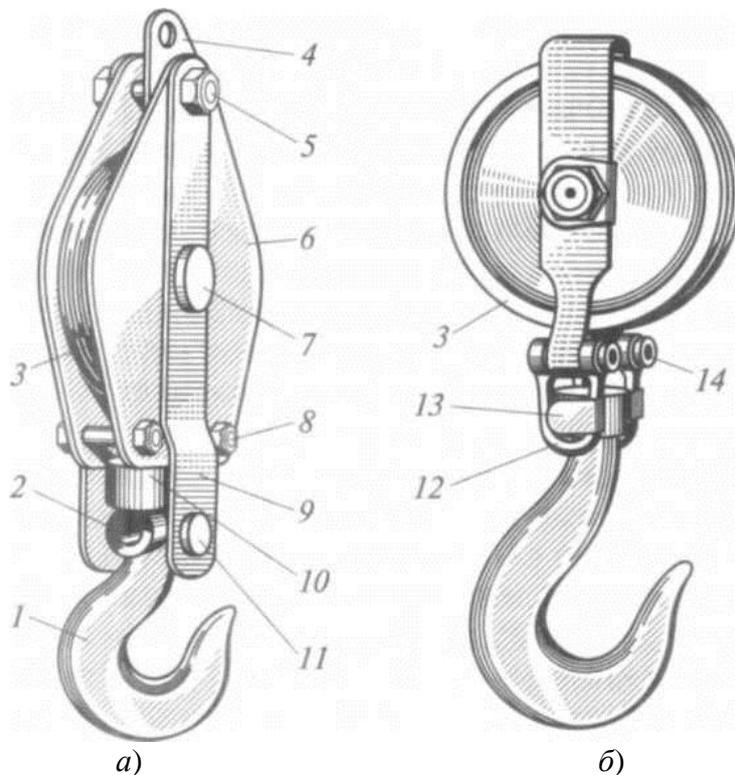


1 – рама; 2 – барабан с тросом; 3, 4 – редукторы; 5 – электродвигатель;
6 – электромагнитный тормоз; 7 – контроллер; 8 – ручной тормоз

Рисунок 2.6 – Лебедка с электрическим приводом

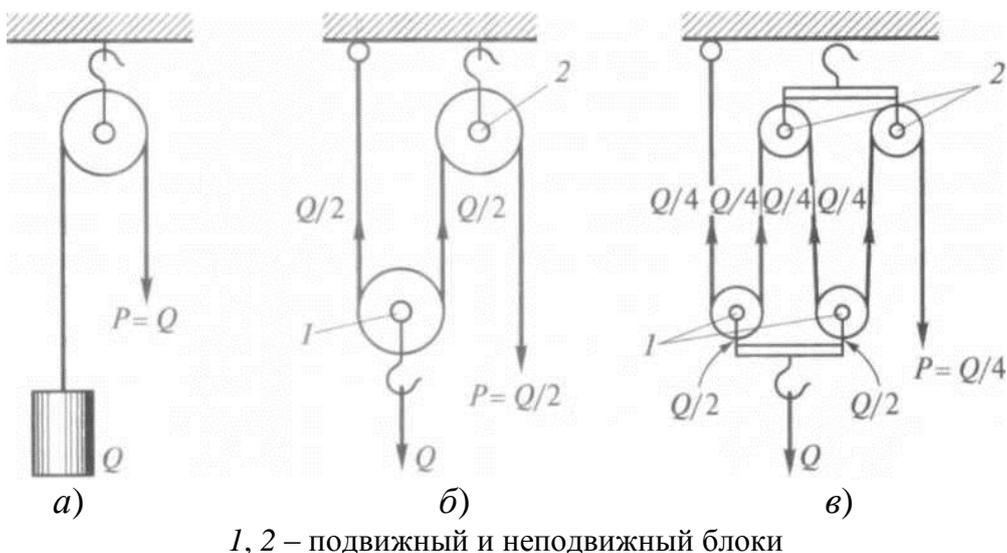
Электрические лебедки грузоподъемностью 0,5; 1,5; 3 и 5 т широко используют на ремонтных площадках как самостоятельный механизм для тягового усилия полиспастов, а также на кранах, лифтах, подъемниках.

Блоки служат для изменения направления и уменьшения тягового усилия, необходимого для перемещения или подъема груза (рисунок 2.7). Они состоят из желобчатого ролика 3, его оси 7, обойм 6 и крюка 1. Максимальная грузоподъемность блока указывается заводом на крюке 1 или серьге 9.



a – полиспастный однороликовый; *б* – отводной с отъемным крюком;
 1 – крюк; 2 – траверса; 3 – ролик; 4 – ушко; 5 – ось ушка; 6 – обойма; 7 – ось ролика;
 8 – стяжной болт; 9 – серьга; 10 – гайка крюка; 11 – шип траверсы полиспастного ролика;
 12 – откидная петля; 13 – шип траверсы с замком; 14 – ось откидной петли
 Рисунок 2.7 – Блоки для стальных канатов

Один неподвижный блок не дает какого-либо выигрыша в силе или во времени, однако он позволяет изменить направление приложенного к канату усилия. Например, при подъеме груза вверх (рисунок 2.8) блок позволяет тянуть канат вниз, что значительно упрощает работу. При этом тяговое усилие P равняется массе поднимаемого груза Q .



1, 2 – подвижный и неподвижный блоки
 Рисунок 2.8 – Схемы подъема груза с одним неподвижным блоком (*a*) с двумя и четырьмя роликовыми полиспастами (*б, в*)

Для уменьшения тягового усилия P при перемещении больших грузов Q широко применяют полиспасты, представляющие собой соединение с помощью каната двух однороликовых или многороликовых блоков. Принцип действия полиспастов заключается в уменьшении тягового усилия P , необходимого для поднятия груза Q на высоту h за счет увеличения пути l (длины) вытягиваемого каната.

Соединение подвижного 1 и неподвижного 2 однороликовых блоков канатом по схеме на рисунке 2.8, б, распределяет массу груза Q на две ветви каната (тяговый конец каната не учитывается) и тяговое усилие P будет в два раза меньше массы поднимаемого груза Q , а длина (путь) вытягиваемого каната в два раза больше высоты, на которую поднимается этот груз.

Соединение двух (подвижного 1 и неподвижного 2) двухроликовых блоков по схеме на рисунке 2.8, в, снижает тяговое усилие P в четыре раза, а длина (путь) вытягиваемого каната увеличивается в четыре раза по сравнению с высотой, на которую поднимается этот груз.

В общем случае тяговое усилие $P = Q/n$, а путь (длина вытягиваемого каната) $l = hn$ (где n – суммарное число роликов в подвижном и неподвижном блоках или число рабочих ветвей каната).

В применяемых для монтажных и ремонтных работ полиспастах тяговый конец каната всегда сбегает с ролика неподвижного блока. Другой конец каната прикрепляется к ушку неподвижного блока, если число ниток полиспаста или суммарное число роликов подвижного и неподвижного блоков четное, или к ушку подвижного блока, если число ниток нечетное.

Таль представляет собой самостоятельный механизм, который изготавливается грузоподъемностью от 0,25 до 3 т. Тали грузоподъемностью более 3 т очень тяжелые и применяются крайне редко.

Таль с ручным приводом имеет червячную, шестеренчатую или рычажную передачу (рисунок 2.9) и служит для подъема грузов на высоту до 3 м.

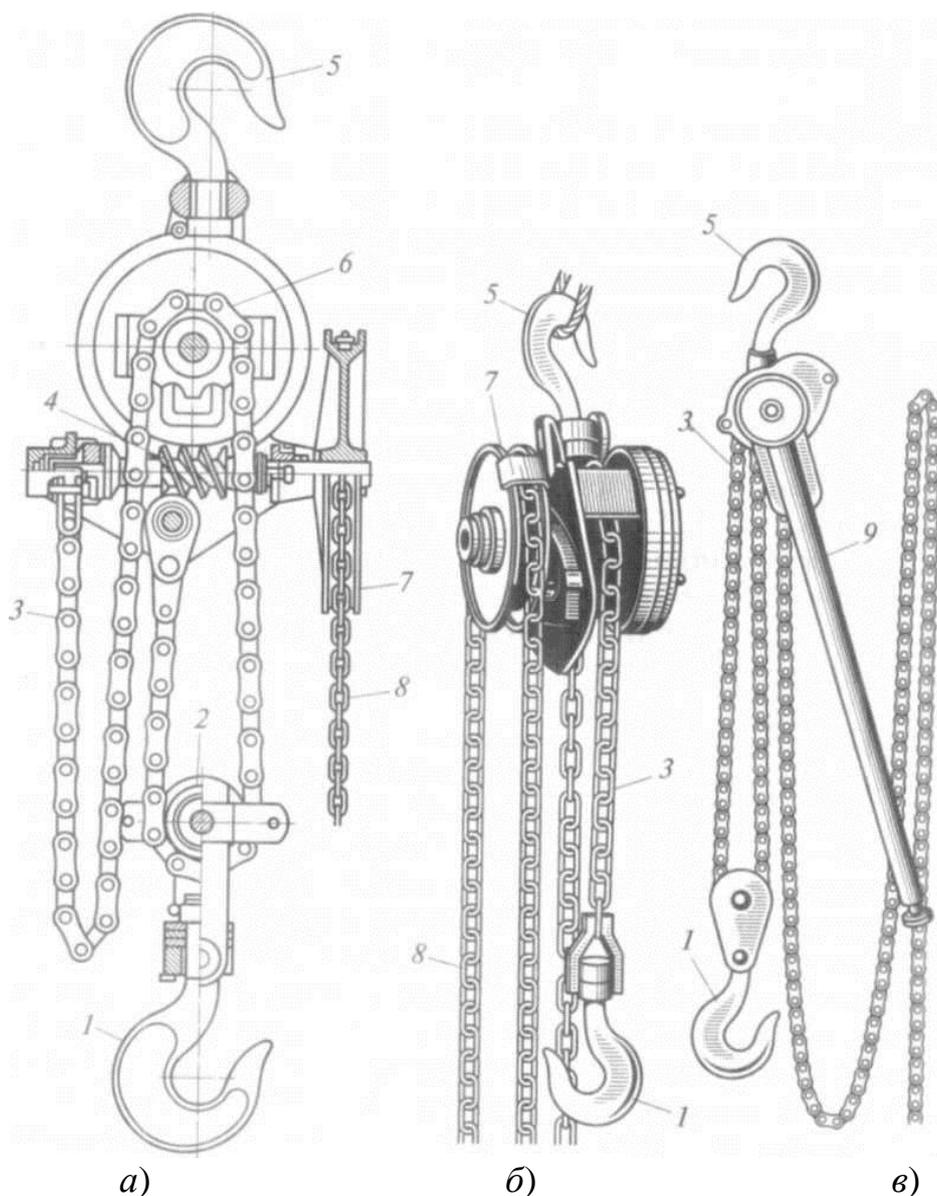
Тали с шестеренчатой передачей отличаются от червячных тем, что вместо червяка и червячного колеса в них имеется система зубчатых колес, заключенных в корпус. Шестеренчатые тали легче червячных и их чаще применяют при ремонтах.

К каждой тали прикреплена металлическая табличка с указанием завода-изготовителя, грузоподъемности, заводского номера и даты очередного испытания.

Перед каждым подъемом предельного по массе груза таль осматривают, обязательно проверяют работу тормоза и устраняют обнаруженные неисправности. Безопасность работы с талими в основном зависит от исправности тормозного устройства рабочей цепи и рабочей звездочки.

Для ремонта оборудования в котельных цехах используют мостовые и козловые краны. Над котлами обычно устанавливают мостовые краны с двумя грузовыми тележками. Грузоподъемность большой тележки 30-50 т, малой – 5-10 т. Скорость подъема грузов лебедками, установленными на малой тележке,

больше по сравнению с лебедками основной тележки. Подъем грузов и перемещение тележек вдоль фермы крана не зависят друг от друга.



1, 5 – грузовые крюки для подвешивания тали; 2 – звездочка крюка;
 3, 8 – грузовая и тяговая цепи; 4 – приводной механизм; б – ведущая звездочка;
 7 – приводное (тяговое) колесо; 9 – рычаг
 Рисунок 2.9 – Червячная (а), шестеренчатая (б) и рычажная (в) тали

Для ремонта дымососов и дутьевых вентиляторов используют мостовые или козловые краны грузоподъемностью 10-20 т. Для монтажа и ремонта циклонов, сепараторов и пылепроводов краны устанавливают на верхнем перекрытии бункерной этажерки.

Для такелажных работ вне зоны установки постоянных кранов используют передвижные краны – автомобильные и гусеничные.

Канаты при такелажных работах применяют для оснастки кранов, лебедок и полиспастов, крепления грузоподъемных устройств и оборудования, обвязки грузов и для оттяжек. Канаты, применяемые для подъема грузов, называют

грузовыми, подъема стрел кранов – стреловыми, расчалки (раскрепления) монтажных стрел и мачт – вантовыми, обвязки грузов и крепления их к крюкам – палочными. В соответствии с назначением к каждой конструкции каната предъявляют особые требования. Канаты бывают пеньковые и стальные.

Пеньковые канаты служат для обвязки, подъема и оттяжки грузов с небольшой массой и подразделяются на смольные и бельные. Смольные канаты тяжелее бельных на 15-20% и менее прочные примерно на 10 %, но они лучше противостоят воздействию воды и сырости, срок их службы значительно больше. Однако чаще применяют бельные канаты.

При ремонтных работах пеньковые канаты используют для подъема кипятильных и экранных труб, змеевиков пароперегревателей и экономайзеров, трубопроводной арматуры, обмуровочных и теплоизоляционных материалов. Достоинствами пеньковых канатов являются их малая масса, гибкость и быстрота вязки узлов. Каждый канат состоит из трех-четырех свитых прядей, которые свиты из отдельных шнуров, а шнуры – из волокон пеньки.

Стальные канаты, применяемые для монтажных работ, свивают обычно из шести прядей с одним сердечником из пенькового волокна. Пряди в свою очередь свивают из различного количества проволок в зависимости от назначения каната. Сердечник способствует смягчению неравномерной нагрузки, увеличивает гибкость каната и улучшает условия смазки проволок.

Гибкость каната зависит главным образом от числа проволок и их диаметра. При одном и том же диаметре более гибким будет тот канат, у которого свито в прядь больше проволок и, следовательно, меньше их диаметр. Канаты выбирают по таблицам в зависимости от их назначения и допускаемой нагрузки.

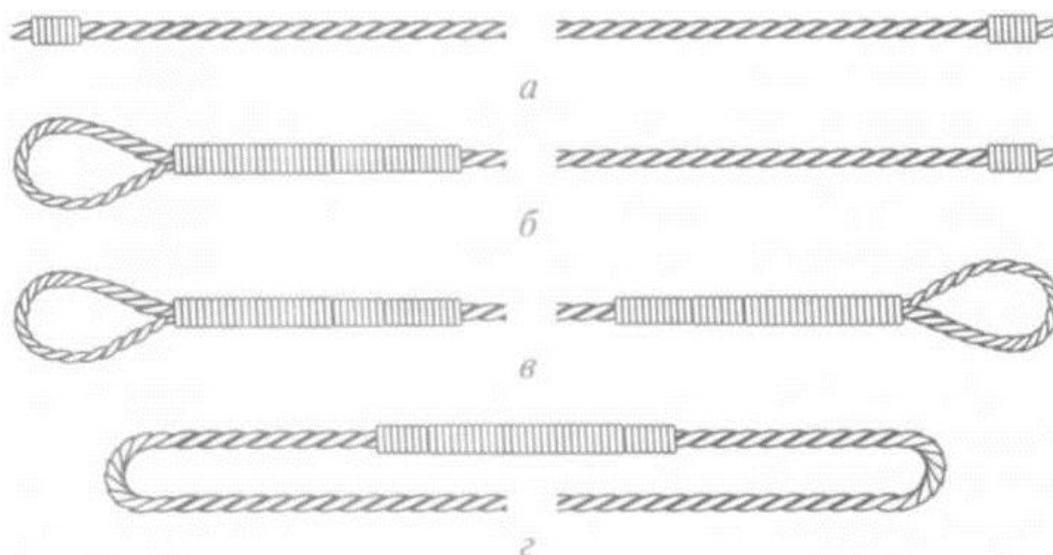
Расчалки стрел, мачт и других устройств (вантовые канаты) мало подвергаются изгибу и поэтому изготавливаются из относительно жесткого каната, состоящего из шести прядей по 19 проволок. Грузовые канаты изгибаются при огибании роликов блоков и барабана лебедки и изготавливаются из более гибкого каната, состоящего из шести прядей по 37 проволок. Наиболее гибкими должны быть канаты, применяемые для обвязки грузов и крепления их к крюку. Поэтому чалочные канаты и стропы изготавливают обычно из тросов, состоящих из шести прядей по 61 проволоке.

Допускаемая нагрузка на канат определяется по разрывному усилию и коэффициенту запаса прочности. Разрывное усилие каната приведено в таблицах, а также в сертификате, прикладываемом на заводе-изготовителе к каждому канату. В сертификате указана конструкция каната и результаты заводских испытаний, а также его действительное разрывное усилие. Кроме того, к каждому канату прикреплен бирка с указанием его диаметра и разрывного усилия.

Стропы – отрезки канатов, концы которых заделаны коушами или петлями, применяют для застроповки или зачалки (обвязки) грузов и крепления их к крюку блока.

В ремонтной практике используют одинарные стропы, одинарные стропы с одной петлей, двумя петлями и кольцевые (рисунок 2.10). Наиболее удобны одинарные стропы с двумя петлями и кольцевые, позволяющие осуществлять

быструю застроповку груза без вязки узлов. Петли одинарного стропа и кольцевой строп изготовляют, вплетая пряди каната. В петли стропов устанавливают коуши, более просто изготовить стропы с коушами, заделанными с помощью зажимов (рисунок 2.11, *а*). Кроме того, можно крепить стропы шланговым узлом (рисунок 2.11, *б*). При диаметре каната до 21,5 мм устанавливают не менее трех зажимов, при 22-28 мм – не менее четырех, выше 30 мм – не менее пяти. Расстояния между зажимами и от последнего зажима до короткого конца каната должны быть равны пяти-семи диаметрам каната.



а – одинарный; *б* – одинарный с одной петлей;
в – одинарный с двумя петлями; *г* – кольцевой

Рисунок 2.10 – Типы стропов

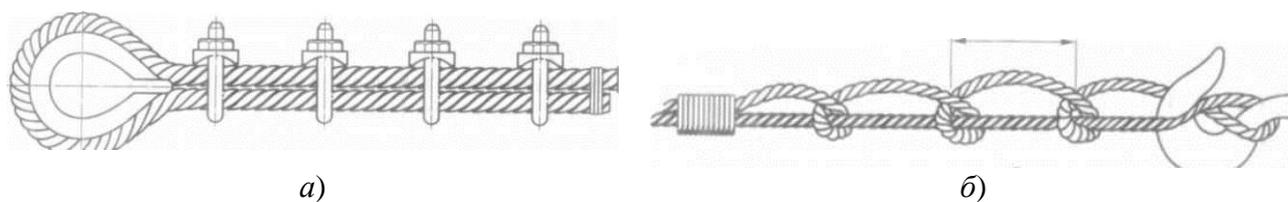


Рисунок 2.11 – Изготовление петли одинарного стропа ковшом и зажимами (*а*), шланговым узлом (*б*)

Диаметр стропа выбирают в зависимости от массы груза, числа ветвей стропа, их наклона к вертикали и прочностной характеристики каната, из которого сделан строп.

Застроповка грузов является ответственной операцией, поручаемой при монтаже оборудования опытным рабочим-стропальщикам. Слесарю-ремонтнику также нужно хорошо усвоить способы вязки канатов в узлы и петли. Каждое крепление должно быть надежным при перемещении груза и в то же время легко сниматься после окончания работы. Чтобы узлы не развязывались самопроизвольно, длина свободного конца каната должна составлять не менее 15 его диаметров. Узлы туго затягивают, вставляя в петли куски дерева. Оснастку стальных канатов производят коушами, зажимами и талрепами.

Желобчатую проушину, изготовленную из стальной полосы толщиной 2-3 мм, вокруг которой огибают и закрепляют конец каната, называют коушами. Коушами снабжают концы канатов, предназначенных для увязки грузов и крепления их к крюку. Коуши предохраняют канаты от раскрутки и преждевременного износа и увеличивают срок их службы.

Зажимы применяют для крепления короткого конца стального каната после завязки узла, конца каната к блоку полиспаста, при установке коуша и др.

Винтовую стяжку, предназначенную для натяжения каната, называют талрепом. Талрепы применяют для натяжения расчалок монтажных стрел, мачт и в вантах дымовых труб.

2.3 Вывод котла в ремонт

При выводе котла в ремонт дежурный эксплуатационный персонал производит отключение котла от паровой магистрали, снижение давления в нем и охлаждение всех устройств котла. Ремонтный персонал перед отключением котла в ремонт выполняет наружный осмотр всех доступных узлов, чтобы проверить техническое состояние агрегата и уточнить объем ремонтных работ.

До начала ремонтных работ внутри барабана и камер, соединенных с другими работающими или резервными котлами паропроводами, питательными или спускными линиями, а также перед осмотром или ремонтом элементов поверхности нагрева котел отключают от всех трубопроводов заглушками. Также отключают газопроводы, газоходы и воздухопроводы котла.

Все отключения производят в соответствии со специальным бланком переключений, в котором перечислены места и способы отключений. После отключения газопроводов топку, газоходы и воздухопроводы Стечение 20 мин вентилируют дымососами и дутьевыми вентиляторами.

В начале ремонта проводят гидравлическое испытание котла на рабочее давление с целью выявить неплотности в элементах, находящихся под давлением.

При гидравлическом испытании котел заполняют водой по питательным трубопроводам и создают в нем давление, равное рабочему давлению. При этом воздух удаляется через воздушные краны. Эксплуатационный персонал наполняет котел водой и поднимает в нем давление по указанию руководителя ремонта или старшего мастера. Температура воды при гидравлическом испытании должна составлять 30-50 °С.

Далее проверяют плотность вальцовочных и сварных соединений всех труб и змеевиков с барабанами и камерами, заклепочных и сварных швов барабанов, люков барабанов и лючков камер и секций. Затем выявляют неплотности и свищи в сварных швах труб котла, змеевиков пароперегревателя и экономайзера, неплотности в трубопроводах, во фланцевых соединениях и сальниках арматуры. При обнаружении подтеков, струй, брызг и капель определяют места неплотностей.

После гидравлического испытания из котла, пароперегревателя и водяного экономайзера дренируют всю воду и отключают котел от всех питательных и

спускных трубопроводов, соединяющих ремонтируемый котел с другими котлами, магистральными трубопроводами, а также с групповыми расширителями или колодцами. Отключенный котел передают руководителю ремонта, составляют акт о передаче его в ремонт и выдают руководителю наряд на выполнение работ. После вентиляции и охлаждения барабанов производят осмотр котла.

При наружном осмотре проверяют состояние всех элементов котла и их соединений, особенно неплотные места, выявленные при гидравлическом испытании, а также места прохода труб через обмуровку, температурные зазоры между трубами котла и обмуровкой или балками каркаса, детали подвески барабанов к каркасу и подвижные опоры камер. Наружный осмотр проводят дважды: сначала до тщательной очистки котла от шлака и золы, затем после нее. Дефекты в сварных, заклепочных и вальцовочных соединениях и трещины в целом металле легко выявляют по солевым отложениям – «грибкам» на поверхностях со стороны газов. Для проверки золowego или пылевого (в районе горелок) износа измеряют диаметры труб. Трубы, работающие в зоне высоких температур, проверяют также на ползучесть.

При внутреннем осмотре барабанов, камер, секций и концов труб проверяют отсутствие коррозии на их внутренних стенках, величину и характер отложений, состояние сварных, заклепочных, вальцовочных соединений и внутрибарабанных устройств. Осмотр проводят также дважды – до очистки стенок от накипи и шлама и после нее.

Внутренний и наружный осмотры котла производит ремонтный персонал предприятия. Результаты осмотров фиксируют в акте и по ним уточняют объем ремонта.

2.4 Ремонт элементов котлоагрегата

2.4.1 Повреждения трубной системы котла

Увеличение диаметра труб. Диаметр кипяtilьных и экранных труб увеличивается в результате их перегрева при нарушении циркуляции котловой воды или отложении на их внутренней поверхности накипи или шлама.

При замедлении циркуляции воды в трубе образуется паровой мешок. Пар в значительно меньшей степени отводит теплоту от трубы, чем вода, в результате чего стенка перегревается и труба раздувается под воздействием давления. При полном прекращении циркуляции воды труба разрывается. Накипь и шлам на внутренней поверхности трубы также затрудняют отвод теплоты от нее, вследствие чего появляются раздутия или выпучивания (отдушины).

В змеевиках пароперегревателей диаметр труб может увеличиться из-за засорения, уменьшения скорости движения пара, отложения накипи при забрасывании в пароперегреватель котловой воды. Чаще всего диаметр труб пароперегревателей увеличивается из-за ползучести металла вследствие длительного нагрева стенок труб до температур выше расчетных. Длительные и кратковременные перегревы труб до очень высоких температур вызываются местными повышениями температуры газов при нарушении нормальных режимов эксплуатации котла.

Износ (истирание) стенок труб. При увеличенных скоростях запыленного газового потока стенки труб подвергаются абразивному истиранию и становятся тоньше. Золовой износ труб происходит при факельном сжигании многозольного топлива главным образом в конвективных поверхностях нагрева – на кипятильных трубах, змеевиках пароперегревателей и водяных экономайзеров.

Наиболее интенсивный износ происходит в местах увеличения скорости и изменения направления потоков газов, а также в местах завихрений, в которых увеличивается концентрация золы. Места интенсивного золового износа надо искать в первую очередь у креплений труб и пламенных перегородок, манжет, крючков, хомутов, а также у неплотностей газовых перегородок, выступов обмуровки.

Трубы экранов, огибающие амбразуры, через которые выходит с большой скоростью поток угольной или сланцевой пыли, часто изнашиваются из-за ее абразивного действия. Стенки труб также изнашиваются при воздействии струй пара или его смеси с водой, вытекающих с большой скоростью из свища или трещины одной из труб. Также действуют струи пара из обдувочных аппаратов, если они установлены неправильно и струи пара омывают трубы. Кроме того, стенки труб изнашиваются от воздействия дроби, применяемой для очистки поверхности нагрева.

Золовой, пылевой и коррозионный износы стенок труб проверяют неразрушающими методами ультразвукового контроля, а также вырезая участки труб или просверливая отверстия и измеряя толщину стенки.

Коробление и изгибы труб и змеевиков. Некоторые кипятильные и экранные трубы или их группы при эксплуатации изгибаются и выходят из общего ряда. Причиной этого чаще всего является зажатие камер, нижних барабанов или отдельных труб при проходе через обмуровку в результате отсутствия зазоров для их термического расширения. Трубы коробятся и изгибаются также из-за чрезмерного или неравномерного холодного натяга, допущенного при их установке, обрыва их крепления и нарушения нормальной циркуляции воды в котле.

Змеевики пароперегревателя коробятся в большей степени, чем отдельные трубы, вследствие обгорания и обрыва подвесок и выпадения дистанционных гребенок. Некоторые змеевики, а также их группы опускаются, выступают из общего ряда и даже переплетаются между собой, что способствует отложению золы и нарушает равномерность потока газов. Короблению змеевиков способствуют чрезмерный или неравномерный натяг, допущенный при их установке, и наличие в газоходе отрезанных, но не удаленных змеевиков.

Змеевики и трубы водяного экономайзера коробятся и выступают из общего ряда в меньшей степени, чем змеевики пароперегревателя. Причинами коробления являются недостаточная жесткость и смещение опор, а подвесных змеевиков – обрыв подвесок.

Коррозия поверхности нагрева. На наружной и внутренней поверхностях труб в результате коррозионных процессов появляются оспины, язвы и ра-

ковины, которые могут превратиться в свищи. Разъедания на наружной поверхности труб появляются чаще всего при сжигании сернистого топлива, на внутренней поверхности (особенно в змеевиках водяных экономайзеров) – от воздействия на металл кислорода и углекислоты (диоксида углерода), содержащихся в питательной воде. Химические процессы усиливаются с повышением давления и температуры. Наружные разъединения обнаруживают при осмотре труб после их очистки от шлака. Чтобы проверить, нет ли коррозии на внутренней поверхности, вырезают участки труб из мест, в которых ее появление наиболее вероятно.

Механические повреждения чаще всего имеют вид вмятин и возникают из-за падения на трубы тяжелых частиц твердого шлака или кирпичей обмуровки. Кроме того, при разрывах труб и попадании струи воды на соседние трубы они нередко искривляются. Возможно также повреждение труб во время ремонта в результате случайного удара инструментом или деталями разборных металлических лесов.

Свищи в сварных стыках обнаруживаются, как правило, при эксплуатации котла. При гидравлическом испытании перед ремонтом определяют только место течи. Чаще всего свищи появляются в водяных экономайзерах, причем преимущественно в первые месяцы эксплуатации котла после его монтажа. Главными причинами образования свищей являются дефекты сварки – трещины, непровары, подрезы, шлаковые включения, поры, смещения труб, незаплавленные кратеры.

2.4.2 Замена поврежденных труб и змеевиков

Кипятильные и экранные трубы, змеевики водяных экономайзеров и пароперегревателей, которые нельзя отремонтировать на месте установки, удаляют и заменяют новыми или отремонтированными трубными элементами. В зависимости от состояния поверхности нагрева замену трубных элементов производят подряд или выборочно.

Трубы и змеевики вырезают с помощью отрезных машин с тонкими абразивными дисками, а также резцовых приспособлений. Не допускается газопламенная резка труб из углеродистой и низколегированной сталей, а также электродуговая резка из аустенитных сталей в связи с тем, что в трубах остается грат, приводящий к их разрыву и аварийному останову котла. При разметке трубы для обрезки соблюдают следующие условия: в месте реза труба не должна иметь дефектов, должна быть обеспечена возможность заварки стыка с обеих сторон и расклинивания соседних труб до получения зазора размером 12-16 мм, необходимого для заварки стыка; расстояние от сварного шва до начала изгиба трубы или до приваренной детали должно быть не менее 70 мм, между сварными швами на одной трубе – не менее 150 мм. Если концы труб и змеевиков приварены к штуцерам, их отрезают по сварному шву.

Подготовка барабанов и камер к установке труб и змеевиков. Для зачистки трубных отверстий барабанов котлов от ржавчины и загрязнений при-

меняют приспособление с раскидными щетками и приводом от электрических сверлильных машин с напряжением 36 В и частотой тока 200 Гц.

При приварке труб и змеевиков к штуцерам концы штуцеров зачищают абразивным кругом или напильником и обрабатывают на фаску. Перед приваркой концов труб к барабанам и камерам с помощью визуального, капиллярного или магнитопорошкового контроля (при необходимости дополняемой ультразвуковой дефектоскопией) проверяют трубные доски котлов, находящихся в эксплуатации, на отсутствие трещин. Для этого стенки трубных отверстий на всю глубину и поверхность вокруг них со стороны наложения сварных швов зачищают до металлического блеска на ширине 15 мм. Концы труб и штуцеров очищают от ржавчины и загрязнений снаружи и изнутри.

Установка труб и змеевиков. Перед установкой концы труб и змеевиков зачищают до металлического блеска. Для зачистки наружной поверхности концов труб в топке котла применяют механизированные приспособления. Длина зачистки должна быть равна трем толщинам трубной решетки. Продольные и спиральные риски при зачистке выводят полностью, поперечные риски от абразивного камня или напильника могут быть глубиной не более 0,1 мм. На внутренней поверхности труб не должно быть окалины, следов коррозии и загрязнений на длине 60-100 мм.

При установке труб в трубные отверстия контролируют их положение в топке и змеевиков в газоходах. Трубы могут выходить из плоскости экрана не более чем на ± 5 мм, допуск на расстояние между осями труб в кранах ± 3 мм. При установке экранных труб проверяют возможность их расширения при нагревании. Холодный натяг производят в соответствии с техническими условиями (ТУ).

Если предстоит устанавливать кипяtilьные и экранные трубы в большом количестве, в каждом ряду помещают крайние и две-три средние маячные трубы. Все размеры маячных труб выверяют и по ним подгоняют остальные трубы, отрезая монтажные припуски на концах. Подогнанные таким образом трубы легко устанавливаются без дополнительной подгонки. Напряженная подгонка концов труб при их установке в трубные отверстия запрещается.

Концы труб и змеевиков, приваренные непосредственно к барабанам и камерам, устанавливают в трубных отверстиях с зазором по диаметру 1-2 мм. Плотная или защемленная установка запрещается, так как в сварном шве или околошовной зоне могут появиться трещины.

Трубы к барабанам приваривают изнутри или снаружи в зависимости от удобства выполнения сварочных работ. К камерам концы труб приваривают снаружи. При приварке труб к внутренней поверхности барабана выступающий конец трубы должен иметь длину 12-15 мм (рисунок 2.12, а), при приварке к наружной поверхности барабана или камеры котлов среднего давления трубы устанавливают на глубину 10 мм (рисунок 2.12, б).

При замене труб и змеевиков принимают меры против их засорения. Поступившие для ремонта трубы и змеевики очищают от окалины и грязи и хранят

с пробками. Если ниже отрезаемого участка имеется змеевик или петля, их вырезают и после контроля чистоты устанавливают обратно.

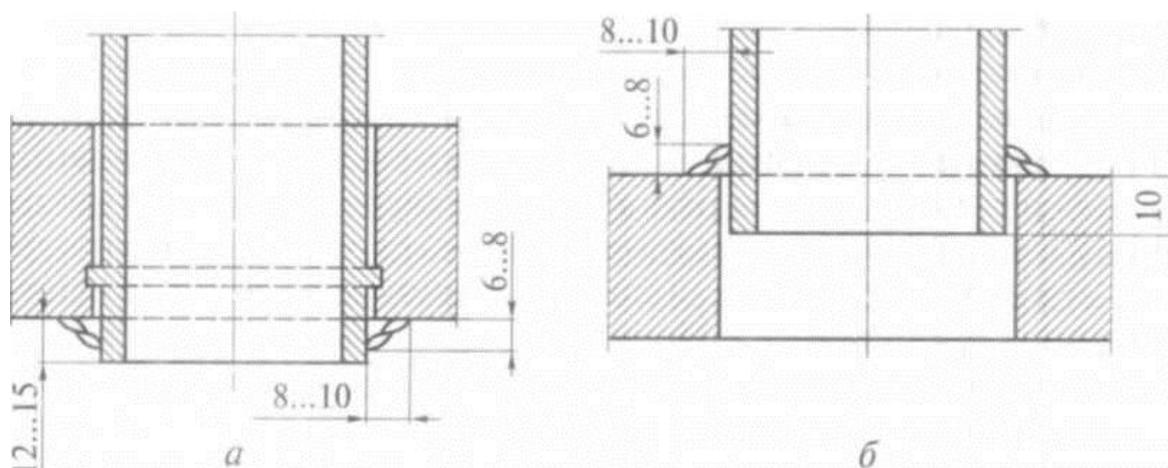


Рисунок 2.12 – Приварка труб к внутренней (а) и наружной (б) поверхностям барабана

2.4.3 Ремонт труб на месте установки

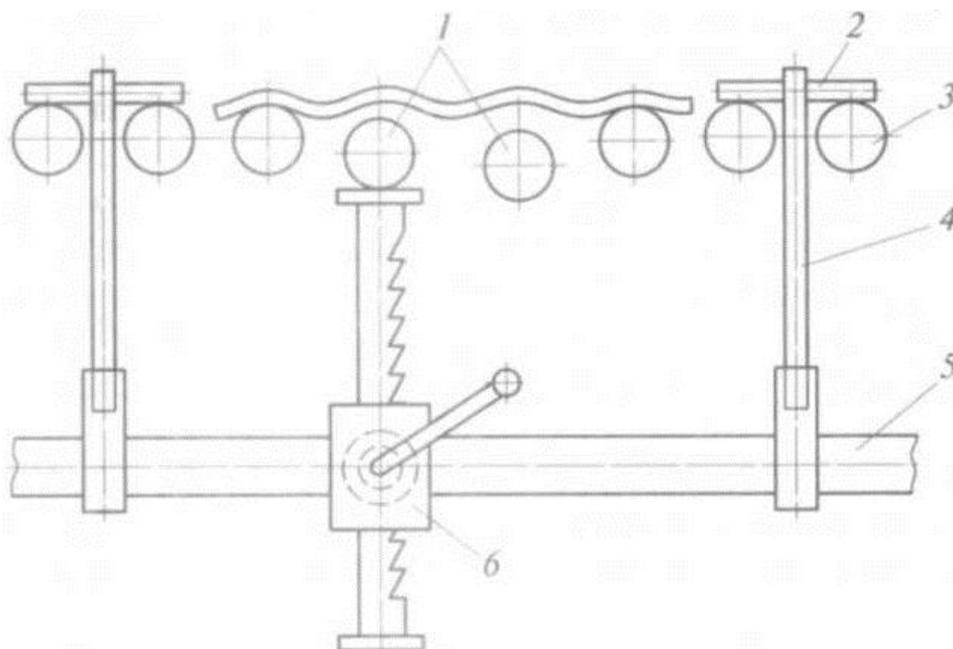
Работы по устранению небольших повреждений элементов поверхности нагрева производят обычно на месте их установки без демонтажа.

Покоробленные экранные и кипяточные трубы подгибают и рихтуют (выравнивают на прямых участках) в тех случаях, когда смещение или прогиб труб меняет шаг или выводит их из плоскости ряда более чем на 10 мм. Коробление экранных и кипяточных труб происходит при зажатии их в обмуровке, обрыве деталей крепления, нарушении правильных режимов эксплуатации (недопустимое снижение уровня воды в котле).

Небольшие смещения или прогибы труб устраняют без их нагрева с помощью домкратов, винтовых приспособлений, клиньев, талей и круток с регулировкой креплений (обгоревшие и оборванные крепления перед правкой труб восстанавливают).

Места искривлений значительно деформированных труб из углеродистой стали перед правкой нагревают до 1050 °С газовой горелкой. Трубы правят в интервале температур 1050-750 °С, при остывании до нижнего предела их повторно нагревают.

Рихтовка труб экранов с помощью реечного домкрата показана на рисунке 2.13. Домкрат б закрепляют на трубе 5, подвешиваемой на конструкциях лесов или трубах котла. Труба входит в проушины двух скоб 4, которые с помощью прутка 2 закрепляются за трубы 3, не требующие рихтовки. При вращении рукоятки домкрата покоробленные трубы 1 вводятся в общий ряд. Так же рихтуют трубы с помощью струбцин. Окончив рихтовку труб, восстанавливают все детали их крепления к каркасу, обеспечивая при этом свободу для перемещения труб при нагревании.



1 – покоробленные трубы экрана; 2 – пруток; 3 – труба экрана, не требующая рихтовки; 4 – скоба с проушиной; 5 – труба для закрепления домкрата и скоб; 6 – домкрат

Рисунок 2.13 – Рихтовка труб экрана реечным домкратом

Коробление труб ширм пароперегревателей является следствием неправильной сборки, ослабления и обгорания обвязочных деталей (креплений), обрывов сухарей виброштанг и др. Трубы ширм и змеевиков при этом изгибаются и выходят из общего ряда.

Рихтовку труб ширм из стали 12Х1МФ производят без нагрева при небольшом их изгибе. При значительных изгибах места искривлений нагревают до температуры, не превышающей температуру термообработки сварных стыков (710-730 °С), а затем медленно охлаждают под слоем асбеста. Термообработка мест рихтовки при этом не требуется. После рихтовки труб ширм восстанавливают или заменяют детали крепления, обеспечивая выход труб из общего ряда не более чем на +10 мм.

Подгибку углеродистых труб пароперегревателей на угол до 25° при радиусе подгибки, равном трем диаметрам трубы или более, можно производить как в горячем, так и в холодном состоянии без последующей термообработки. При подгибке на больший угол нагревают участок трубы горелки до 1100-1150 °С, выдерживают при этой температуре не более 1 мин, затем медленно охлаждают на воздухе. Нижний предел температуры, при которой допускается подгибка составляет 950 °С.

Рихтовку потолочного и радиационного пароперегревателей производят восстановлением сварки дистанционирующих планок и крепежных деталей, а также подтяжкой гаек креплений и подвесок.

Отрыв по сварке деталей креплений от трубы часто сопровождается повреждением ее стенки, что ведет к образованию свищей. Места отрыва осматривают и при необходимости подваривают, а причины обрывов (защемление трубы) устраняют. Коробление и выход из общего ряда труб и змеевиков во-

данных экономайзеров и конвективных пароперегревателей происходит из-за ослабления или перекоса стоек и заземления труб в стойках, что препятствует их свободному тепловому перемещению. Сильно деформированные трубы ширм и змеевиков пароперегревателей вырезают и заменяют новыми.

При нарушении дистанционирования змеевиков восстанавливают сварку деталей крепления стоек с балками или камерами и выравнивают ряды труб змеевиков. Для выравнивания устанавливают в каждый вертикальный и диагональный ряды стальные прутки диаметром 16-18 мм. Концы прутков попарно сваривают, чтобы они не выпадали.

Во время ремонта змеевиков пароперегревателей и водяных экономайзеров на месте установки часто приходится раздвигать отдельные трубы, петли или змеевики с помощью винтовых приспособлений.

Устранение механических повреждений труб и неплотностей в сварных соединениях. Механические повреждения (вмятины, зарубки, глубокие риски) на наружной поверхности кипяtilьных и экранных труб котлов среднего и высокого давления удаляют, вырезая дефектные участки труб и заменяя их вставками.

Неплотности сварных соединений кипяtilьных и экранных труб на длине не более $1/8$ длины шва в аварийных случаях устраняют разделкой дефектных мест на всю глубину с последующей заваркой. Нельзя наплавлять металл по дефектному месту (без разделки). Во время ближайшего планового ремонта дефектный стык вырезают вместе с участком трубы и устанавливают вставку. Свищи, трещины и другие дефекты в сварных швах змеевиков пароперегревателей и водяных экономайзеров устраняют тем же способом. Длина вставки должна быть не менее 150 мм, чтобы удобно было разделять кромки и приваривать вставку.

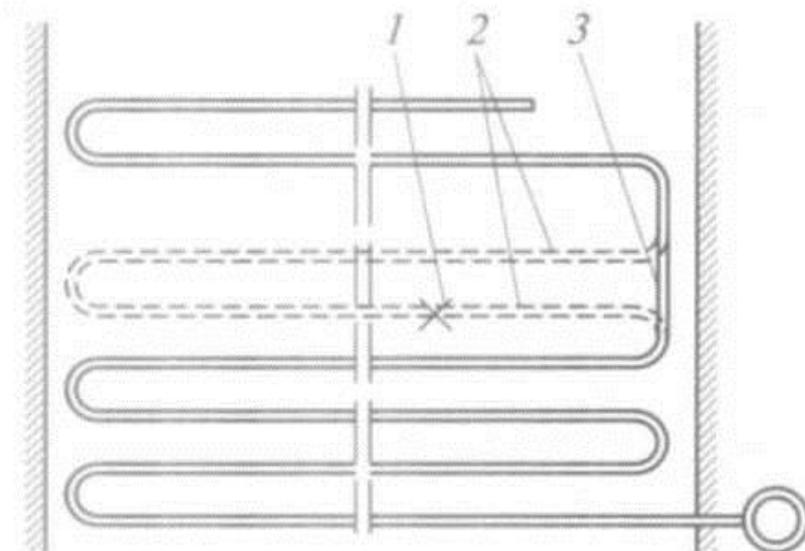
Восстановление защитных устройств. Для предохранения змеевиков пароперегревателя и водяного экономайзера от золотого истирания, а также экранных труб от истирания пылевидным топливом на трубы устанавливают защитные устройства, которые выполняют в виде накладок из листовой стали или стального уголка. Иногда накладки делают из труб, разрезая их по длине. Защитные устройства бывают индивидуальные (на каждую трубу) и групповые (на группу труб). К трубам защитные устройства прикрепляют хомутами или с помощью сварки. Предохраняя трубы от износа золой или пылью, защитные устройства сами изнашиваются после чего начинается истирание труб. Сильно изношенные накладки и участки труб под ними заменяют.

При установке новых защитных устройств все накладки тщательно подгоняют и закрепляют. На незащищенные накладками участки труб устремляются потоки золы или пыли, что приводит к быстрому образованию свищей.

Замена участков труб. Поврежденные участки труб вырезают тонким абразивным диском шлифовальной машинки или резцовым приспособлением. Торцы оставшихся концов обрабатывают по угольнику и затачивают фаски под сварку, применяя для этого специальные приспособления. Вместо вырезанного участка делают вставку из трубы такого же диаметра и из такой же стали, при-

хватывают ее и обваривают. При этом выдерживают все правила, нормы и допуски, установленные для изготовления новых трубных элементов.

При аварийных ремонтах поврежденные участки змеевиков пароперегревателей и водяных экономайзеров иногда выключают, применяя закоротки (рисунок 2.14). Закорачивание змеевиков производят аналогично установке вставок. Во время ближайшего планового ремонта змеевики восстанавливают, а закоротки удаляют. При замене участков труб на них должны быть восстановлены ребра и плавники в точном соответствии с чертежом.



1 – дефектное место; 2 – вырезаемый участок; 3 – закоротки

Рисунок 2.14 – Установка закоротков на змеевике

Плотность сварных швов вставок и закоротков обычно проверяют при гидравлическом испытании котла после ремонта. Рекомендуется плотность этих швов испытывать двойным рабочим давлением при гидравлическом испытании каждой трубы или змеевика в отдельности, используя заглушки.

2.4.4 Ремонт вальцовочных соединений

Вальцовочные соединения применяют на котлах низкого и среднего давлений, для соединения экранных и кипяtilьных труб с барабаном котла и труб пароперегревателя (водяного экономайзера) с коллекторами.

У экранных и кипяtilьных труб, работающих в нормальных условиях, плотность вальцовочных соединений нарушается довольно редко. Как правило, вальцовочные соединения экранных и кипяtilьных труб дают течь при частых и резких охлаждениях их завальцованного конца. Например, при неправильной обмывке труб водой во время работы котла, при питании котла холодной водой, чрезмерно быстром охлаждении его после прекращения работы, а также при чрезмерно быстрой растопке, в случае значительного понижения уровня воды в котле.

В пароперегревателе неплотность вальцовочных соединений обнаруживают почти при каждом ремонте котла. Наиболее часто плотность валь-

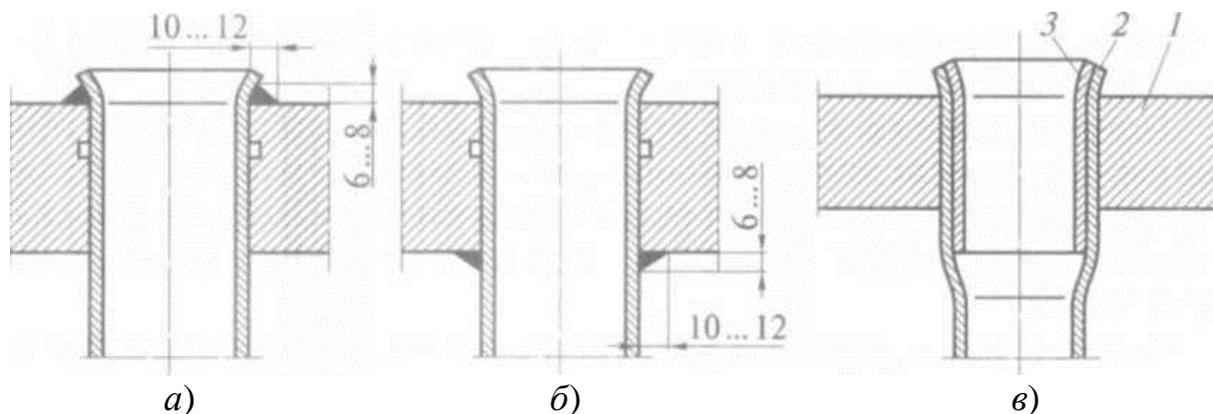
цовочного соединения нарушается у коллекторов перегретого пара. Температура перегретого пара при работе котла изменяется, в то время как температура насыщенного пара во входном коллекторе всегда постоянна. При изменении температуры перегретого пара в выходном конце змеевика температура стенки трубы сравнительно быстро выравнивается с температурой пара, так как толщина стенки трубы незначительна (2,5-4 мм).

Температура коллектора перегретого пара практически не меняется или изменяется значительно позже, чем температура стенки змеевика, так как толщина стенки змеевиков незначительна. Таким образом, температура стенки выходного коллектора в определенные моменты будет значительно отличаться от температуры стенки завальцованного в этот коллектор конца змеевика, что и приведет к нарушению плотности вальцовочного соединения.

Плотность вальцовочных соединений восстанавливают подвальцовкой концов труб. Подвальцовка неэффективна при перевальцованных концах труб или при наличии загрязнений между трубой и стенкой отверстия, а также при наличии в трубе кольцевых трещин, осевых рисок и трещин на колокольчике. Плотность вновь завальцованных соединений проверяют, подвергая их гидравлическому испытанию.

Если после подвальцовки течь не устраняется, дефектный конец трубы отрезают, удаляют из отверстия и вваривают новый конец, который развальцовывают. Для этого применяют вальцовки с бортовочными роликами. При замене завальцованного конца трубу перерезают механизированным приспособлением в удобном для последующей сварки месте. Оставшийся после отрезки конец обминают зубилом внутрь, осторожно разрубая вдоль и выколачивают.

При ремонте котлов низкого и среднего давлений для устранения неплотностей применяют иногда обварку завальцованных концов труб или установку и развальцовку распорного кольца (рисунок 2.15). Отремонтированные таким способом соединения при ближайшем капитальном ремонте должны быть заменены нормальными вальцованными.



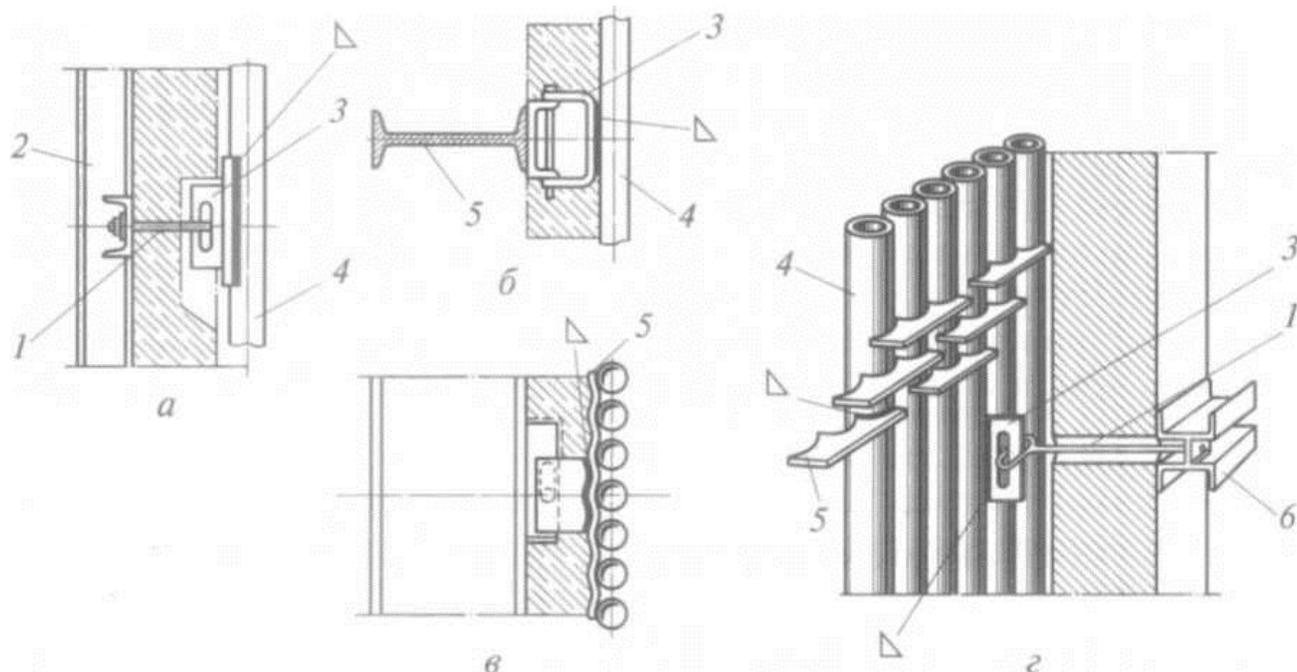
а – обваркой внутри барабана; *б* – обваркой снаружи барабана;
в – установкой вспомогательного распорного кольца в развальцованный конец трубы;
1 – развальцованное распорное кольцо; *2* – развальцованная труба; *3* – трубная решетка

Рисунок 2.15 – Устранение неплотностей вальцовочных соединений

2.4.5 Ремонт креплений труб и змеевиков

Длинные элементы поверхностей нагрева современных котлов закрепляют за неподвижные детали каркаса котла или за специальные крепежные детали, которые перемещаются вместе с трубами при их тепловом удлинении. И в том, и в другом случае крепления не должны препятствовать тепловым перемещениям труб.

Типовые крепления экранных труб показаны на рисунке 2.16, *a-г*. Трубы закрепляют в двух-трех местах по высоте, предохраняя их от прогиба в сторону топki, но не препятствуя тепловым перемещениям в вертикальном направлении.



a – к балке каркаса котла; *б, в* – к горизонтальной балке; перемещающейся вместе с трубами; *г* – к балке каркаса с обеспечением некоторой свободы для перемещения труб относительно друг друга (треугольником указаны места сварки); 1 – тяга; 2, 6 – балки каркаса; 3 – скоба; 4 – экранные трубы; 5 – планка, приваренная к экранным трубам

Рисунок 2.16 – Крепление экранных труб

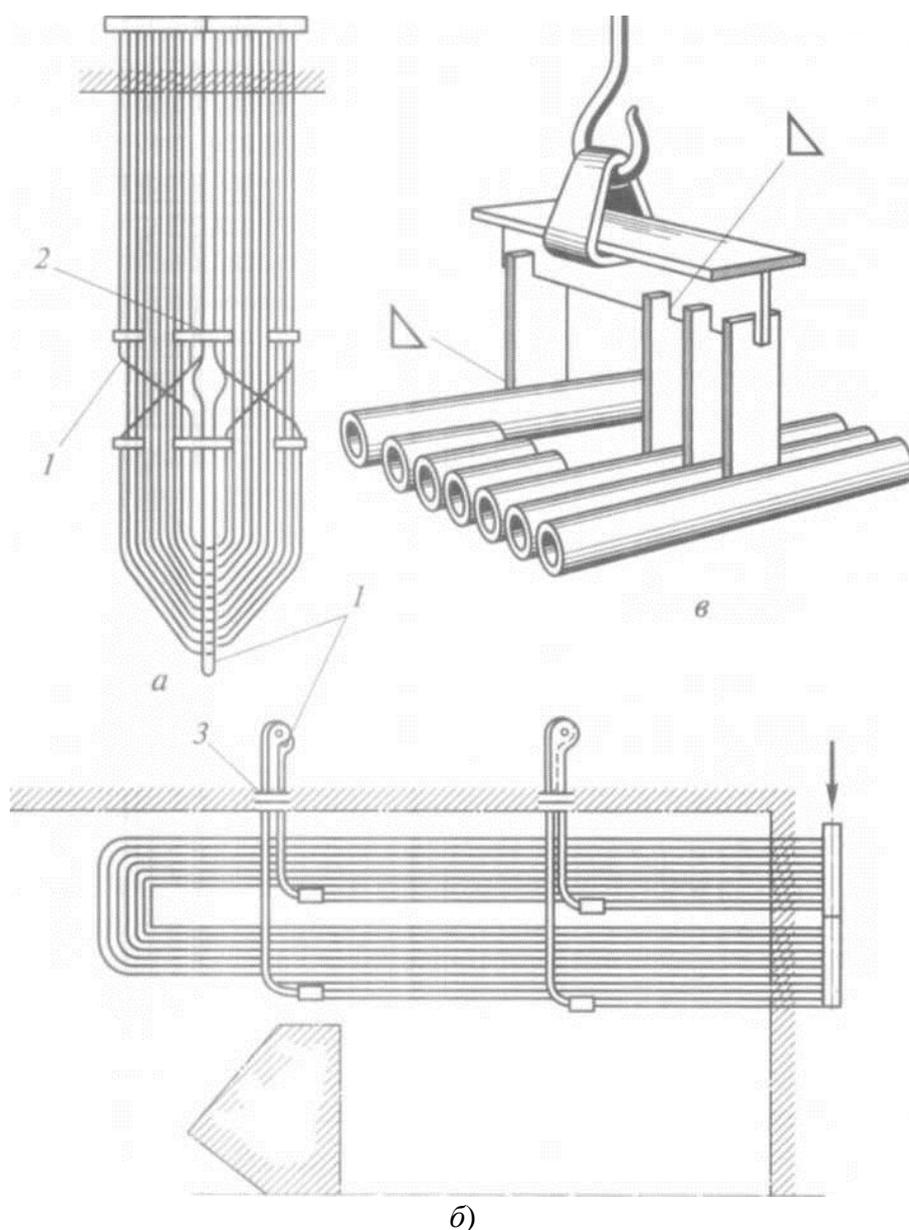
Повреждения креплений экранных труб происходят главным образом при нарушениях нормальных режимов эксплуатации котла и выражаются в обрыве или короблении элементов креплений. Увеличенный прогиб труб в сторону топki свидетельствует об обрыве креплений.

Чтобы отремонтировать крепления, снимают обшивку, разбирают обмуровку и восстанавливают или заменяют изношенные детали. Одновременно с ремонтом и регулировкой креплений рихтуют трубы, добиваясь их правильного положения. Прогибы труб в сторону топki способствуют отложению шлака на стенах и снижают надежность работы котла из-за повреждений покоробленных труб струей пара из обдувочных аппаратов.

При ремонте и замене креплений экранных труб обеспечивают свободу для их температурных удлинений. Вырезы в скобах 3 должны быть определен-

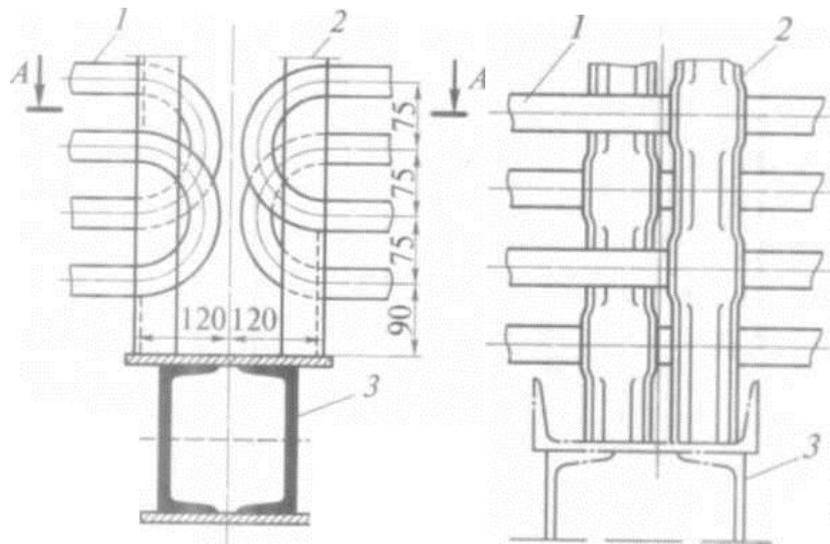
ной длины. Скобы приваривают к трубам так, чтобы обеспечить возможность перемещения скоб относительно тяг *1* без их изгибания.

Типовые крепления элементов пароперегревателя изображены на рисунке 2.17, *а-в*. Условия работы деталей этих креплений значительно тяжелее, чем креплений экранных труб, так как последние защищаются от воздействия высокой температуры топочных газов самими экранными трубами, а крепления пароперегревателей находятся в среде газов. Крепления радиационной части пароперегревателя, состоящей из отдельных трубных панелей, расположенных на стенах топки, выполняют по типу креплений экранных труб. Крепления потолочных труб, ширм и змеевиков пароперегревателя также не препятствуют их свободному тепловому удлинению.

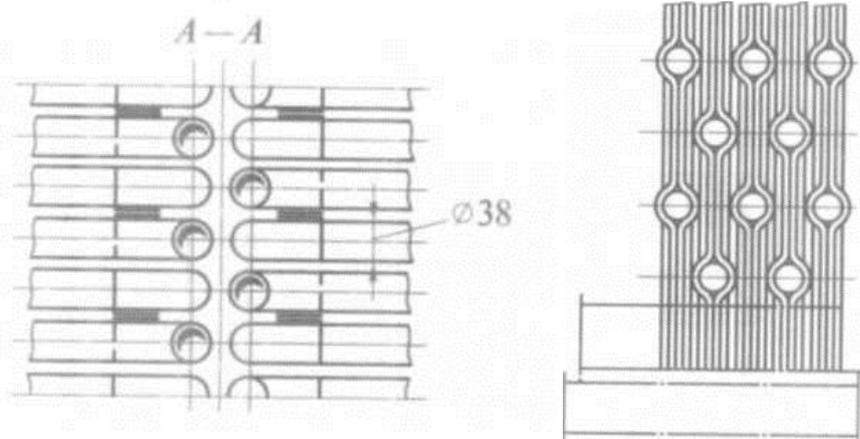


1 – обвязочная труба; 2, 3 – детали крепления труб ширм

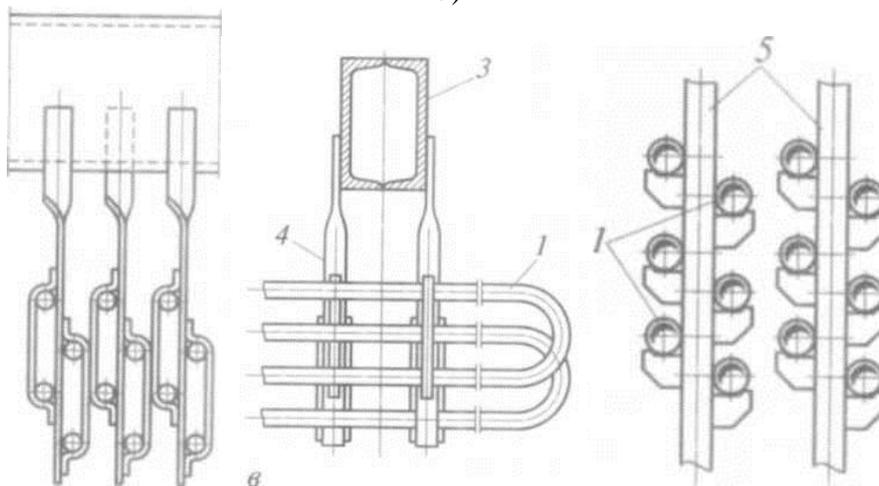
Рисунок 2.17 – Крепление вертикальной (*а*), горизонтальной (*б*) и потолочных труб (*в*) пароперегревателя (треугольником указаны места сварки)



a)



б)



г)

1 – труба змеевика; 2 – стойка; 3 – опорная балка; 4, 5 – подвески из полос и трубшпирм, в которых подвески и крепления выполняются в виде охлаждаемых паром труб
 Рисунок 2.18 – Крепление змеевиков водяных экономайзеров на стойках из уголков (а), штампованных полос (б), на подвесках из полос (в) и труб (г)

Детали подвесок и креплений пароперегревателя изготавливают из жаропрочных сталей. Тяжелые условия работы этих деталей и необходимость их частой замены обусловили появление конструкций.

Пароперегреватели имеют не только подвески и крепления, создающие жесткость, но и дистанционирующие устройства. Для конвективных пароперегревателей их изготавливают из жаропрочных сталей или чугуна. Они имеют вид гребенок, надеваемых на нижние петли труб нескольких соседних змеевиков, и предназначены для того, чтобы змеевики находились на определенном расстоянии друг от друга. Уменьшение расстояния между змеевиками вызывает быстрое шлакование и изменение условий их омыwania топочными газами, что значительно снижает надежность работы.

Ремонт подвесок, креплений и дистанционирующих устройств пароперегревателей заключается в их проверке и замене поломанных и сгоревших деталей. Одновременно регулировкой длины подвесок и установкой дистанционирующих деталей выравнивают змеевики.

Змеевики водяных экономайзеров крепят на стойках различных конструкций, а также на подвесках из труб. Стойки 2 и подвески 4 (рисунок 2.18, а-в) присоединяют к горизонтальным опорным балкам 3, охлаждаемым воздухом, или к находящимся в газоходе сборным камерам водяного экономайзера. Крепежные детали экономайзера работают в тяжелых условиях, поэтому его змеевики подвешивают на охлаждаемых водой трубах (рисунок 2.18, з).

Восстановление и замену поврежденных стоек и подвесок экономайзера выполняют после демонтажа змеевиков. Во время ремонта котла без замены змеевиков все стойки и подвески тщательно проверяют. Выявленные разрывы по сварке, отрывы от балок и коробления устраняют, чтобы не допустить больших повреждений, требующих демонтажа экономайзера.

2.4.6 Повреждения и ремонт барабанов котлов низкого и среднего давлений

Типичными повреждениями барабанов котлов низкого и среднего давлений являются нарушения прочности и плотности заклепочных швов, появление трещин в сварных швах, цилиндрической части барабана и днищах, нарушение целостности стенок трубных отверстий лючков затворов и коррозионные разъедания металла на стенках барабанов. Встречаются также повреждения воротниковых фланцев и штуцеров.

Большинство повреждений барабанов котлов выражается в появлении трещин, которые появляются в металле барабана в результате:

- дефектов структуры в котельных листах, возникших при разливе стали и ее затвердевании, а также при прокатке листов и изготовлении элементов барабанов;
- перенапряжений металла, допущенных при изготовлении котла;
- перенапряжений металла, возникших из-за появления при неправильной эксплуатации постоянных или переменных добавочных усилий;
- агрессивного воздействия котловой воды.

Чаще всего повреждения барабанов возникают в результате совместного действия нескольких причин. Перенапряжения металла при неправильной эксплуатации котла появляются чаще всего вследствие механических, термических

и химических воздействий на металл. Механические напряжения в металле барабана из-за внутреннего давления, массы барабана и закрепленных на нем деталей могут значительно возрасти в результате термических напряжений, появившихся вследствие неравномерного нагрева и расширения всех частей барабана и вызвавших прогиб барабана и искажение его правильной цилиндрической формы. Значительная разница в температуре находящихся рядом элементов барабана вызывает появление местных термических напряжений, которые также приводят к короблению металла и появлению в нем трещин.

Состояние металла барабанов котлов среднего и низкого давлений проверяют внешним осмотром при проведении ежегодных внутренних осмотров котлов администрацией предприятий и периодических освидетельствованиях их инспектором Ростехнадзора. При наличии подозрений производят магнитопорошковую цветную или ультразвуковую дефектоскопию металла барабана, сварных соединений и штуцеров.

Глубину трещин определяют пробным сверлением в месте ожидаемой максимальной глубины трещины. Дно отверстия зашлифовывают, протравливают и осматривают. Если на дне отверстия обнаружится трещина, отверстие углубляют, шлифуют, протравливают и вновь осматривают. Эти операции повторяют до тех пор, пока не исчезнут полностью следы трещины на дне отверстия. Для выявления глубины трещины иногда практикуют вырезание пробки металла в месте прохождения трещины. Пробки вырезают либо пустотелыми головками, либо сверлом малого диаметра по контуру пробки. При изломе пробки по трещинам судят о глубине проникновения трещины. Недостатком этого способа является то, что в металле барабана образуется сквозное отверстие, а глубина трещины, определенная на пробке, не характеризует оставшиеся участки трещины.

Химическое воздействие на металл агрессивной котловой воды выражается в коррозионных разъеданиях, ослабляющих элементы барабана. При совместном механическом, термическом и химическом воздействиях в металле барабана котла появляются межкристаллитная коррозия и другие дефекты, в результате которых барабан может выйти из строя через короткое время.

О равномерных по поверхности коррозионных повреждениях судят по толщине стенки барабана, измеряемой ультразвуковым методом или сверлением сквозного отверстия диаметром около 8 мм в стенке барабана.

При наличии коррозионных повреждений в случае, когда толщина стенки барабана после выборки дефектов окажется меньше расчетной, производят ремонт барабанов наплавкой. Это в равной мере относится к штуцерам и другим элементам. Если такие повреждения занимают значительные площади, то решают вопрос о целесообразности ремонта с вваркой заплата, заменой обечаек, штуцеров или других элементов. При оставшейся в месте выборки толщине стенки менее 3 мм наплавка неприемлема.

При ремонте котлов низкого и среднего давлений трещины глубиной до 1/3 толщины стенки барабана считают поверхностными, а при большей глубине их ремонтируют как сквозные. По границам выявленной трещины наносят

керны и производят сверление на расстоянии 20-50 мм от них для предупреждения распространения трещины в длину. Сверление выполняют последовательно сверлами нескольких диаметров, начиная с отверстия диаметром 4-5 мм с рассверливанием его уступами по высоте с тем, чтобы обеспечить плавное раскрытие металла для заварки выборки в месте трещины. Трещины глубиной свыше 1/3 толщины стенки барабана разделяют насквозь. По длине разделку трещин производят между сверлениями по их границам.

Разделка кромок должна обеспечивать качественное выполнение сварного шва при минимальном объеме наплавленного металла с тем, чтобы после сварки иметь возможно меньшие внутренние напряжения, вызываемые усадкой. После заварки сквозной разделки вершину шва удаляют зубилом и подваривают.

Ремонт сваркой трещины в мостиках между трубными отверстиями допускается если их длина (при расположении трещин цепочкой через несколько мостиков – суммарная длина) не превышает 10 % длины мостиков в направлении трещины. При больших размерах трещин или концентрации их на небольшом участке, часть трубной решетки вырезают и на этом месте устанавливают заплату, в которой затем сверлят трубные отверстия. Наименьшая ширина принимается 100-150 мм.

Для установки заплаты вырезку дефектного места выполняют в виде овала или прямоугольника с плавными закруглениями углов радиусом не менее 100 мм. Если удаляется выпучина, то рез производят по металлу, не подвергнутому деформации, на расстоянии 80-100 мм от границы выпучины.

Заплаты подгоняют по радиусу барабана и размерам вырезанного отверстия. Их устанавливают встык без прихваток. Размер зазора в месте, с которого начинается приварка заплаты, принимают большим по сравнению с другими местами. Последовательность наложения швов при вварке заплаты приведена на рисунке 2.19.



1-6 – очередность заварки швов

Рисунок 2.19 – Последовательность выполнения сварного соединения при сварке заплаты

2.4.7 Ремонт барабанов котлов высокого давления

В процессе эксплуатации барабанов котлов высокого давления регулярно проводится контроль их металла. При контроле иногда обнаруживают дефекты листа днищ или обечаек барабанов, обусловленные качеством металла, дефекты

котельного производства или дефекты, возникшие при эксплуатации или ремонте.

К числу металлургических дефектов относятся расслоения в листах, выходящие на поверхность листа, на поверхность трубных отверстий или кромку лазерного отверстия.

Вследствие наличия остаточных напряжений в процессе эксплуатации могут возникать трещины в сварных соединениях и околошовной зоне. Такие трещины наблюдаются около мест приварки кронштейнов крепления внутрибарабанных устройств, около швов приварки лапы затвора лаза на внутренней поверхности днища и кольцевые трещины около шва приварки кольца укрепления кромки лаза. Обнаруживаются также дефекты в основных продольных стыковых и кольцевых швах: трещины в наплавленном металле и околошовной зоне, непровары, поры, шлаковые включения и др.

Остаточные напряжения, не снятые термической обработкой после штамповки днищ, могут послужить причиной появления трещин на их внутренней поверхности в местах отбортовки.

Вследствие стояночной коррозии работы на недеаэрированной или плохо деаэрированной воде появляются коррозионные язвы, цепочки язв и раковины на внутренней поверхности обечаек и днищ, а также на поверхности отверстий и лаза. Около отверстий, в основном в пределах водяного объема, обнаруживают трещины, располагающиеся преимущественно радиально или вдоль оси барабана. Эти трещины возникают из-за термических напряжений. Они могут быть скрыты под трубами при вальцовке труб в барабане. Такие трещины могут возникать и на развальцованных участках труб. Дефекты (трещины, язвы и др.) могут быть также обнаружены на приварных штуцерах или в их околошовных зонах.

В большинстве случаев трещины на поверхности корпуса, трубных отверстий и штуцеров барабанов имеют глубину 1-6 мм, поэтому для их удаления снимают поверхностный слой металла толщиной 2-8 мм. Наплавку после снятия такого слоя не производят, поскольку прочность барабана не снижается. Слой металла снимают шлифовальной машиной с абразивным кругом зернистостью 50 мкм.

Трещины глубиной более 6 мм на поверхности барабана удаляют вырубкой пневматическим зубилом с последующей зачисткой абразивным кругом, а на поверхности трубных отверстий – расточкой или рассверливанием. Для ускорения процесса выборки трещин применяют специальные станки, рабочим инструментом которых является фреза.

Чистота поверхности после выборки трещин в трубных отверстиях должна быть не ниже 4-го класса, остальных поверхностей – не ниже 3-го класса. Снятие слоя металла и выведение трещин огневым способом запрещаются.

При работе шлифовальным кругом нельзя допускать значительного нагрева металла во избежание местных перегревов и появления дополнительных напряжений. В необходимых случаях производят охлаждение водой.

Места выборки трещин должны иметь плавные переходы, без острых углов и заусенцев. Кромки всех трубных отверстий (имевших и не имевших трещины) закругляют с внутренней стороны барабана абразивным кругом; радиус закругления 7-10 мм. Это уменьшает концентрацию напряжений на кромках трубных отверстий и вероятность появления трещин.

Трубные отверстия растачивают уступами, стремясь к минимальному удалению металла. С внутренней стороны барабана трещины в стенках трубных отверстий обычно имеют большую глубину, поэтому расточка выполняется большего диаметра. Если в противоположном конце отверстия трещин нет, это место не растачивают.

В процессе удаления трещин производят повторную магнитопорошковую дефектоскопию. После удаления всех дефектов определяют глубину снятия металла или расточки отверстий и производят поверочный расчет тех элементов, у которых толщина снятого слоя могла уменьшить прочность сверх допустимого предела. В этом случае элементы усиливают наплавкой. Если снятие слоя металла приводит к ослаблению барабана, а наплавка невозможна, снижают рабочее давление котла.

Места сварки, наплавки и прилегающие к ним поверхности основного металла шириной не менее 20 мм зачищают абразивным кругом до металлического блеска и проверяют магнитопорошковой дефектоскопией на отсутствие трещин. Производить сварку и заплавлять невыведенные до конца трещины запрещается. Подготовку поверхности под сварку и наплавку проверяет руководитель работ совместно с представителем эксплуатирующей организации.

На внутреннюю поверхность барабана наплавляют металл толщиной не более 15 мм с предварительным и сопутствующим подогревом места наплавки до температуры 150-200 °С. Зона подогрева должна быть больше зоны наплавки на 150 мм с каждой стороны. Температуру металла при подогреве контролируют с помощью термопар, устанавливаемых на стороне, противоположной расположению нагревателя, на границе участка нагрева.

При однослойной наплавке валики устанавливают перпендикулярно продольной оси барабана. Каждый последующий валик накладывают так, чтобы он перекрывал 1/3 ширины предыдущего валика. При многослойной наплавке чередуют слои, располагая их перпендикулярно оси барабана и параллельно ей. Валики каждого слоя должны перекрывать предыдущие на 1/3 ширины.

Многослойную наплавку ведут до получения толщины стенки барабана, превышающей номинальную на 3-5 мм. Объем наплавленного металла не должен превышать 400 см³ на 1 м² внутренней поверхности барабана. При необходимости наплавки большего объема металла вопрос решают с участием представителей завода-изготовителя.

Если наплавку производят в местах установки внутрибарабанных устройств, одновременно с наплавкой к барабану приваривают кронштейны, служащие для крепления этих устройств. После сварочных и наплавочных работ на барабанах котлов высокого давления обязательно проводят термообработку.

Всю поверхность вновь наплавленного металла и околошовную зону шириной в каждую сторону не менее 20 мм зачищают абразивным кругом до металлического блеска и вновь проверяют магнитной дефектоскопией на отсутствие трещин. Места наплавки металла на корпус барабана дополнительно проверяют ультразвуковой дефектоскопией.

После окончания ремонта барабана составляют подробный формуляр, в котором отмечают места и величину выборки металла, сварки и наплавки, фамилии сварщиков. К формуляру прилагают эскизы мест сварки и наплавки с кратким описанием режима сварочных работ и порядка наложения швов.

На отремонтированном барабане не должно быть трещин, непроваров, шлаковых включений (если они расположены цепочкой и имеют суммарную протяженность более 20 мм на 100 мм длины шва), газовых пор в виде сплошной сетки, скопления газовых пор в отдельных участках шва (более 5 на 1 см² площади шва или наплавки), отдельных шлаковых включений или пор размером более 3 мм. На поверхности барабана не должно быть резких переходов и острых углов, чистота поверхности должна соответствовать требуемой.

После осмотра и контроля барабана составляют акт, который предъявляют инспектору Ростехнадзора. Затем производят гидравлическое испытание котла. Все отремонтированные места снова осматривают, а места наплавки на корпус барабана дополнительно контролируют методом ультразвуковой дефектоскопии. После этого производят сборку деталей в барабане.

При выполнении работ внутри барабанов строго соблюдают правила техники безопасности. Работы выполняют только лица, прошедшие проверку знаний этих правил, а также инструктаж перед началом работ и на рабочем месте.

Шлифовальный круг должен быть защищен кожухом. При обработке трубных отверстий и штуцеров пневматическую шлифовальную машину включают после ввода шлифовального круга в отверстие, а выключают до вывода из отверстия. Работу с абразивным инструментом производят в респираторах и защитных очках.

При работе внутри барабанов принимают меры против попадания в трубы посторонних предметов (болтов, гаек, инструментов, электродов, рукавиц). Нижнюю часть барабана закрывают резиновыми ковриками. Нельзя использовать трубы для складывания инструментов, материалов и других предметов. Если несмотря на принимаемые меры в трубу попал посторонний предмет, эту трубу отмечают и сообщают о случившемся бригадиру или мастеру.

Если посторонний предмет не удастся извлечь из трубы с помощью троса, шланга или струи воды, а металлические предметы – магнитом, опускаемым в трубу на веревке или тросе, то ее необходимо разрезать, посторонние предметы удалить и после этого заварить трубу.

2.4.8 Ремонт чугунных экономайзеров

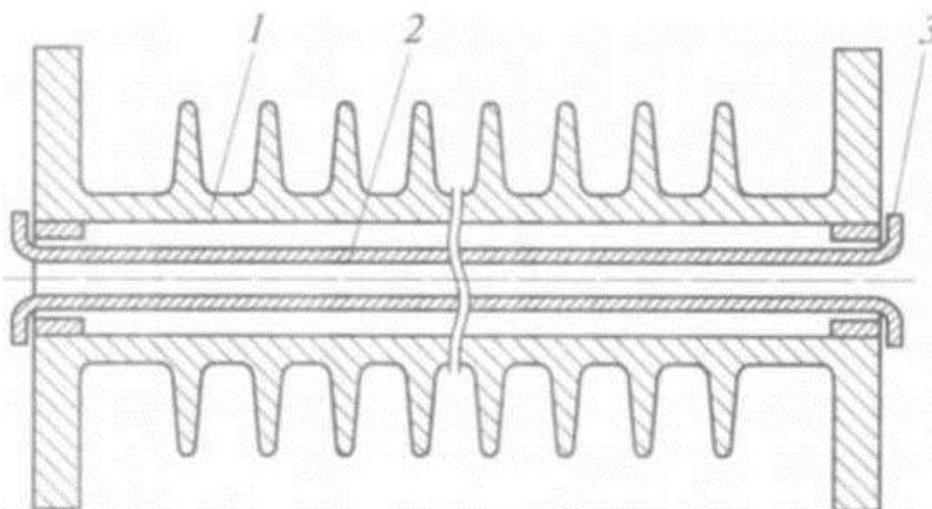
На котлах малой мощности среднего давления применяют чугунные ребристые экономайзеры. Наиболее характерным их повреждением является течь во

фланцах между калачами и ребристыми трубами. Эти неплотности возникают вследствие износа прокладок, а также поверхностей фланцев (забоины, язвины, канавки, риски и т.п.).

Дефекты поверхностей фланцев устраняют проточкой их на станках или вручную на специальных приспособлениях.

Для соединения ребристых труб с калачами применяют паронитовые прокладки толщиной 2 мм, которые перед установкой на место размачивают в горячей воде и натирают сухим графитом.

В случае разрыва ребристой трубы ее заменяют новой или выключают из работы перестановкой калачей. Если поврежденная труба оказывается в середине или внизу экономайзера, замена ее обычно связана с большим объемом работ, так как для этого приходится почти полностью разобрать все вышележащие трубы и калачи. В этих случаях внутрь поврежденной чугунной ребристой трубы 1 вставляют стальную трубу 2, концы которой отбортовывают, на них накладывают паронитовые прокладки толщиной 3-4 мм и зажимают калачами (рисунок 2.20). При установке ребристых труб необходимо закладывать в канавки прямоугольных торцевых фланцев асбестовый шнур.



1 – чугунная ребристая труба; 2 – стальная труба; 3 – отбортовка

Рисунок 2.20 – Ремонт ребристой трубы вставкой стальной трубы

2.4.9 Повреждения и ремонт трубчатых воздухоподогревателей

Основными повреждениями трубчатых воздухоподогревателей при эксплуатации котлов являются: закупорка труб золой, их коррозия из-за разъедания сернистыми газами, золовой износ, повреждения сварных швов в местах креплений труб к трубным доскам, разрывы сварных швов в компенсаторах.

Степень загрязнения труб золой определяют их осмотром, просвечиванием и пробивкой штангой. В некоторых случаях цементированную в трубах золу высверливают с помощью штанги с фрезой, приводимой во вращение пневматической машиной.

Объем присосов воздуха определяют при эксплуатации котла, а также опрессовкой воздухоподогревателя остановленного котла дутьевым вентиля-

тором. При работающем вентиляторе воздух через неплотности выходит наружу и засасывается в газовую часть. Обнаружение неплотностей облегчается использованием зажженной свечи или факела.

Присосы в трубчатых воздухоподогревателях возникают обычно в результате износа под воздействием летучей золы сопряжения труб с трубными досками со стороны входа газов, износа внутренней поверхности труб со стороны входа газов, коррозии труб вследствие разъедания их сернистыми газами и присутствия влаги (при отпотевании труб), нарушения плотности сварных швов между трубными досками, в компенсаторах и др.

Разъеденные трубы воздухоподогревателя заменяют. Если высота куба воздухоподогревателя небольшая, трубы заменяют по всей высоте или весь куб. При большой высоте куба чаще всего заменяют ту часть трубы, которая изношена.

При изготовлении кубов воздухоподогревателя на заводах торцы труб оплавливают, а не приваривают. В результате этого в соединении труб с досками имеются неплотности, которые в эксплуатации увеличиваются вследствие воздействия летучей золы и дроби (при наличии дробовой очистки). Чтобы заменить такую трубу приходится удалять ее конец и зачищать сварочный грат.

При износе входных участков труб в них вставляют разрезные насадки, изготовленные из труб, а на поверхность трубной доски наносят слой бетона, чтобы отдалить изнашиваемую часть насадок от трубной доски. При ремонте котла изношенные насадки заменяют.

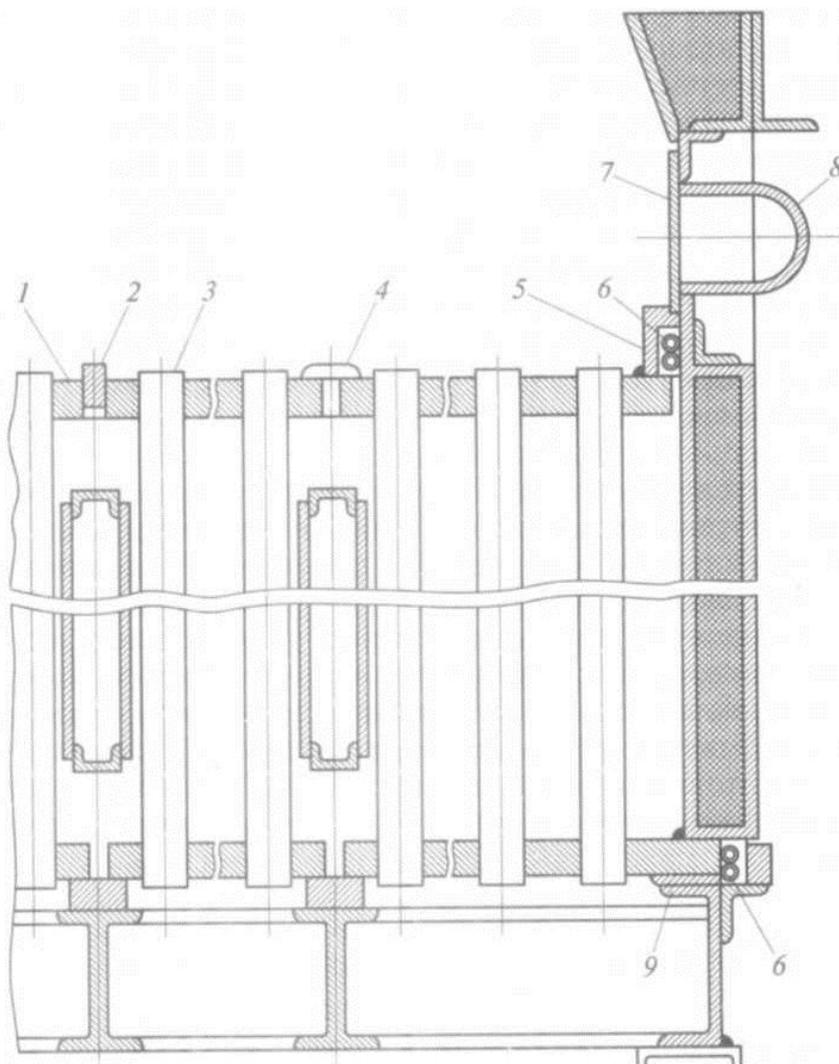
Ответственным узлом трубчатых воздухоподогревателей является уплотнение секций, предотвращающее переток воздуха из воздушной полости в газовую. Воздух подается дутьевым вентилятором под давлением, а дымовые газы находятся под разрежением, создаваемым дымососом. Таким образом, при наличии неплотности создаются наилучшие условия для перетока воздуха в газовую полость воздухоподогревателя. Кроме того, в газовую полость через неплотности засасывается наружный воздух.

Переток воздуха может быть в местах примыкания трубных досок секций воздухоподогревателя друг к другу, по периметру трубных досок, через неплотности в местах присоединения труб к трубным доскам, через корродированные до дыр трубы. Присосы наружного воздуха возможны через неплотности в обшивке и компенсаторах воздухоподогревателя, которые устраняют электросваркой.

Переток воздуха из воздушной полости в газовую обнаруживают и устраняют во время ремонта. Способ уплотнения трубных досок нижних секций трубчатого воздухоподогревателя показан на рисунке 2.21. Зазоры между трубными досками 1 устраняют наложением и приваркой стальных уплотняющих вставок 2 и накладок 4. Верхний газопровод соединен с секцией стальным компенсатором 8, предохраняемым от коррозии пластиной 7.

Перетоку воздуха из воздушной полости в газовую по периметру секций препятствует уплотнение 6 из асбестового шнура, плотно запрессовываемое между планкой 5 и пластиной 7. В нижней части присосу наружного воздуха

препятствует уплотнение из асбестового шнура, а перетоку воздуха – уплотнение 9 из листового асбеста.



1 – трубная доска; 2 – вставка; 3 – труба; 4 – накладка; 5 – планка;
6 – уплотнение из асбестового шнура; 7 – пластина; 8 – компенсатор;
9 – уплотнение из листового асбеста

Рисунок 2.21 – Уплотнение трубных досок
нижних секций трубчатого воздухоподогревателя

Во время ремонта котла проверяют наличие уплотняющих вставок, накладок, прокладок из листового асбеста, целость сварных швов, плотность набивки асбестового шнура, отсутствие трещин по обшивке и компенсатору, плотность сварных швов. Обнаруженные неплотности заваривают, а разрушенные асбестовые уплотнения заменяют новыми.

2.4.10 Ремонт горелок и форсунок

Пылеугольные горелки обычно прикрепляют к каркасу котла, а в котлах с натрубной обмуровкой – к трубам котла.

Полную замену горелочных устройств выполняют сравнительно редко, главным образом для установки более совершенных горелок. Демонтаж и мон-

таж горелок является достаточно трудоемким процессом. Горелки, как правило, установлены под площадками котла, где вблизи расположены камеры и трубы, поэтому приходится монтировать сложные такелажные устройства или производить замену горелок частями.

Перед установкой новые горелки подвергают ревизии: проверяют легкость вращения поворотной части и регулирующих лопаток, свободное движение привода, заслонок и регистров, чистоту всех поверхностей и отсутствие посторонних предметов, а также прямолинейность фланцев.

Горелки устанавливаются точно по чертежу. Нельзя допускать перекося фланцев во избежание поломок чугунных деталей. Фланец, которым закрепляется горелка, должен плотно прилегать к каркасу при незатянутых болтах. После установки проверяют действие механизма поворота и убеждаются в отсутствии перекосов и защемлений приводов и шиберов горелки.

При ремонте пылеугольные горелки очищают, заменяют дефектную внутреннюю трубу или обгоревший наконечник (насадку) и рассекатель, очищают каналы и улитку. При прогорании стальных труб или участков стального корпуса дефектные участки вырезают и вваривают новые. Изношенные места улиток наплавляют износостойкими электродами. Неплотности на воздуховодах и улитке устраняют электросваркой.

Значительный износ наконечников в пылегазозмазутных горелках происходит при переменном сжигании угольной пыли и газа. При сжигании пыли обгорают наконечники выхода газа, а при сжигании газа – наконечники выхода пыли.

Кроме того, в турбулентных горелках ремонтируют или заменяют регулирующие лопатки вторичного воздуха и приводной механизм. Изношенные подшипники привода регулирующих лопаток заменяют, а огнеупорную футеровку амбразур восстанавливают.

При ремонте основных газовых и газозмазутных горелок очищают и осматривают привод, устраняя дефекты, проверяют состояние воздушных регистров, тяг, воздушной трубы. Неплотности устраняют электросваркой. Встроенные растопочные мазутные форсунки разбирают, очищают, промывают и осматривают.

Мазутные форсунки по способу распыления мазута разделяют на механические и паровые; они значительно меньше пылеугольных и газовых горелок.

При ремонте форсунок выполняют следующие работы: отсоединяют фланцы линий подвода мазута и пара, открепляют и снимают форсунки, разбирают их, промывают и осматривают все детали, заменяют сгоревшие участки трубки и детали наконечника. Затем собирают, испытывают, устанавливают и закрепляют форсунку и присоединяют фланцы линий подвода мазута и пара. При ремонте горелок и форсунок автозапал заменяют новым или отремонтированным.

Устанавливать форсунки надо строго по чертежу. В горелках форсунки должны быть выверены по оси амбразуры: распыленный мазут не должен попадать на стенки амбразуры. Установленная в горелке головка форсунки не

должна находиться внутри амбразуры; расстояние между вершиной конуса распыленного топлива и выходной кромкой амбразуры устанавливают по чертежу (обычно 50-80 мм).

2.5 Заключительные работы по ремонту котла

2.5.1 Подготовка котла к послеремонтным испытаниям

По мере окончания ремонта отдельных сборочных единиц (кипятильных труб, некоторых экранов, пароперегревателей, экономайзеров) тщательно осматривают трубы, камеры, секции и готовят их к закрытию. Удаляют загрязнения, следы смазки, огарки электродов, ветошь и другие посторонние предметы. Если в секциях и камерах выполнялись работы или они были открыты во время ремонта, прямые трубы просвечивают лампой, а изогнутые проверяют шарами. Это делают для того, чтобы убедиться в отсутствии в трубах посторонних предметов, которые могут привести к закупорке труб и их разрыву при работе котла. Стальные или деревянные шары прогоняют через трубу или змеевик сжатым воздухом, подаваемым под давлением 0,4-0,6 МПа. У выходного конца трубы для улавливания шаров устанавливают отбойный лист, устроенный в виде ловушки, или брезентовый мешок. Шары, проходя через трубу, приобретают большую скорость, поэтому чтобы избежать ушибов и ранений при работе, должны соблюдаться меры безопасности.

В котлах со сложными контурами циркуляции, имеющими большую длину и много изгибов, проверка труб шарами затруднена или вовсе невозможна. В таких случаях при выполнении ремонтных работ принимают меры против попадания в трубы посторонних предметов, а вскрытые для выполнения ремонтных работ элементы при перерывах в работе закрывают лючками, пробками, заглушками. Если в трубу случайно попал посторонний предмет, слесарь должен отметить эту трубу и сообщить об этом мастеру или бригадиру. Поиски не должны прекращаться до тех пор, пока посторонний предмет не будет извлечен.

Проверенные трубы промывают водой из шланга. Очищенные и подготовленные к закрытию элементы предъявляют для осмотра лицу, ответственному за состояние котла, и после получения разрешения закрывают котел.

Такие же правила соблюдают и при закрытии барабанов. Удаляют все посторонние предметы, очищают стенки барабана и концы труб от загрязнений и проверяют шарами все трубы. Чтобы можно было вынуть шары, нижние камеры оставляют открытыми; закрывают их одновременно с барабаном. При перерывах в работе проверенные барабаны и камеры временно закрывают или оставляют около них дежурного. Если проверка труб шарами затруднена или невозможна, во время ремонта принимают необходимые меры, предотвращающие попадание в трубы посторонних предметов. Нижние трубы в барабанах в начале ремонта закрывают резиновыми ковриками. При перерывах в работе барабаны также закрывают.

После проверки шарами все трубы промывают водой и барабаны закрывают. Диаметр шаров для проверки перед закрытием барабанов берут равным

0,75-0,8 от внутреннего диаметра труб. Закрыв котел полностью, удаляют заглушки с питательных магистралей и со всех спускных и дренажных линий.

2.5.2 Гидравлическое испытание котла после ремонта

Прочность и плотность всех элементов котла, подвергавшихся и не подвергавшихся ремонту, определяют при гидравлическом испытании. Испытание после ремонта производят на полное рабочее давление котла.

Котел заполняют водой с температурой не ниже 5 и не выше 40 °С, обеспечивая выход воздуха через верхние воздушные краны или приподнятые предохранительные клапаны. Перед поднятием давления предохранительные клапаны заклинивают.

В случаях, когда это необходимо по условиям характеристик металла, верхний предел температуры воды может быть увеличен до 80 °С в соответствии с рекомендацией специализированной научно-исследовательской организации.

Все места, в которых могут быть обнаружены неплотности (лючковые затворы, вальцовочные соединения, фланцы), осматривают в начале заполнения котла водой, чтобы вовремя выявить неплотности и приостановить заполнение.

На котле, находящемся под давлением, нельзя подчеканивать заклепочные швы, приваривать детали или заваривать неплотности, а также ударять по элементам котла кувалдой или молотком.

Котел считают выдержавшим испытание, если нет признаков разрыва, остаточных деформаций и течей. Мелкие капли через неплотности арматуры, отпотевание вальцовочных соединений и заклепочных швов течью не считают, если сохраняется давление; на сварных швах эти дефекты недопустимы. При их появлении котел считают невыдержавшим гидравлического испытания.

2.5.3 Опробование котла на паровую плотность

Котел начинают опробовать на паровую плотность после окончания всех ремонтных работ, а также после кислотной промывки или щелочения котла. Если химическая очистка не производилась, паровое опробование начинают после гидравлического испытания. До начала парового опробования устраняют дефекты, выявленные при гидравлическом испытании, и выполняют указания комиссии по приемке котла из ремонта.

При разогреве котла и подъеме давления следят за расширением его элементов по установленным индикаторам (реперам), которые во время ремонта устанавливают на нуль. Запись показаний индикаторов тепловых расширений производят при давлении 0,2 МПа, а также при достижении 30, 60 и 100% от рабочего давления и первом расхолаживании котла при снижении давления до 0,2 МПа.

После разогрева котла и появления в нем давления обтягивают болтовые соединения люков барабанов, лючковых затворов, фланцев арматуры и трубопроводов в пределах котла.

Если рабочее давление в котле менее 0,6 МПа, обтяжку производят при давлении, составляющем 50% от рабочего; если рабочее давление 0,6-6 МПа –

при давлении 0,3 МПа, выше 6 МПа – при давлении не более 0,5 МПа. Обтяжку выполняют один или два человека ключами стандартной длины, принимая меры предосторожности против срыва резьбы.

Во время подъема давления до рабочего и при достижении полного давления проверяют плотность всех соединений, доступных для осмотра (вальцовки, сварки, люков барабана, лючковых затворов, фланцевых соединений, сальниковых уплотнений арматуры). Также проверяют натяг или осадку пружин опор и подвесок камер и трубопроводов в пределах котла, размеры зазоров для тепловых перемещений элементов котла и отсутствие соприкосновения водопускных и подъемных труб, а также трубопроводов друг с другом или с элементами каркаса.

Все предохранительные клапаны котла и пароперегревателя осторожно продувают в течение 1-2 мин при достижении в котле давления, равного 50-60 % рабочего. Это необходимо для удаления окалины, грата и других отложений, накапливающихся в патрубках и способствующих быстрому появлению дефектов на уплотнительных поверхностях и парению клапанов. При достижении полного рабочего давления регулируют предохранительные клапаны.

Предохранительные клапаны отключаемых водяных экономайзеров должны открываться со стороны входа воды в них при давлении, превышающем рабочее давление в котле на 25 %, а со стороны выхода воды из них – на 10 %.

При достижении определенного давления в котле, которое обусловливается эксплуатационными инструкциями, открывают главную задвижку для прогрева и дренирования участка паропровода от котла до главной паровой магистрали, а при достижении полного рабочего давления котел включают в паровую магистраль. Время включения котла в паровую магистраль считается временем окончания его ремонта, если в течение последующих 24 ч комплексного опробования после ремонта не выявятся дефекты, требующие останова котла.

Вопросы для самоконтроля

1. Каковы основные правила вывода котла в ремонт?
2. Каким условиям должна удовлетворять конструкция лесов, используемых при ремонте котельного оборудования?
3. Перечислите основные повреждения трубной системы котла.
4. Как устраняются механические повреждения на наружной поверхности кипяtilьных и экранных труб котлов?
5. Как производят замену труб в трубчатых воздухоподогревателях?
6. Какие ремонтные работы выполняют на горелках котла?
7. Когда производится опробование котла на паровую плотность?

3 Ремонт вращающихся механизмов

3.1 Ремонт сборочных единиц вращающихся механизмов

3.1.1 Ремонт прессовых соединений

Широко применяемые в современной технике прессовые соединения деталей являются одним из основных видов неподвижных соединений. Почти в каждом механизме и каждой машине имеются прессовые соединения, отличающиеся друг от друга лишь некоторыми деталями.

Во вращающихся механизмах теплотехнического оборудования котельных цехов прессовые соединения используют при посадке подшипников качения на валы, установке различных втулок и т.д. Широко распространены также прессовые соединения в сочетании со шпоночными, например соединения полумуфт, ступиц, маховиков, зубчатых и червячных колес с валами.

При использовании прессовых соединений обеспечивается точное совпадение центров соединяемых деталей и необходимая прочность соединения. Преимуществом прессовых соединений перед другими видами неподвижных соединений (на резьбе, болтах, сварке и др.) является простота изготовления, сборки, разборки и отсутствие лишних деталей.

Общий случай прессового соединения – соединение втулки с валом. Посадка втулки на вал может быть трех видов: с натягом, с зазором и переходная.

При посадке с натягом диаметр вала больше диаметра отверстия; чтобы посадить втулку на вал, необходимо приложить усилие или нагреть ее.

При посадке с зазором наименьший предельный размер отверстия втулки всегда больше наибольшего предельного размера вала и между валом и отверстием имеется зазор, который определяется заданной посадкой.

В переходных посадках в зависимости от соотношения допусков на размер отверстия и вала может быть как натяг, так и небольшой зазор. Если, например, отверстие изготовлено с максимальным плюсовым допуском, а вал – с максимальным минусовым, в соединении будет зазор. И наоборот, если в отверстии максимальный минусовый допуск, а на валу максимальный плюсовой, то в соединении образуется натяг.

Чтобы при ремонте правильно осуществить прессовое соединение, измеряют с возможной точностью диаметры отверстия и вала и определяют натяг, от которого зависит усилие запрессовки. Если фактический натяг значительно превышает средние значения, его уменьшают до нормального значения, обрабатывая одну из сопрягаемых деталей на станке или вручную. Увеличивают диаметр отверстия или уменьшают диаметр вала на десятые или сотые доли миллиметра шлифованием.

Перед сборкой прессового соединения проверяют шероховатость сопрягаемых поверхностей, размеры шпоночных соединений и форму торцевых кромок. Сопрягаемые поверхности должны быть обработаны, а сопрягаемые детали смазаны. При сборке деталей небольших размеров используют молоток или кувалду. Чтобы не испортить детали, удары наносят через прокладки из мягких материалов или применяют молотки и кувалды со сменными бойками,

выполненными из дерева, пластмассы, свинца, меди. При запрессовке ударами возможны перекосы, поэтому принимают необходимые меры предосторожности.

Использование механических или гидравлических прессов улучшает качество запрессовки и позволяет выполнять прессовые соединения деталей различных размеров и массы с любой посадкой.

При сборке прессовых соединений нагревом шероховатость деталей и обработка кромок должны быть такими же, как и при механической сборке. Этот способ применяют для сборки деталей любых размеров и массы. Охватываемую деталь нагревают в горячем масле, печах, горнах, а в отдельных случаях – горелкой или паяльной лампой. Температура нагрева охватываемой детали определяется натягом. Недостаточный нагрев может привести к преждевременному схватыванию и затруднениям при сборке. Запрессовка нагретой детали должна производиться как можно быстрее.

Детали небольшого диаметра нагревают равномерно, так как увеличение размеров при нагревании идет от центра по радиусам. При посадке больших деталей, имеющих между ступицей и ободом массивный диск, нагрев начинают с обода и постепенно перемещают к ступице. Если начинать нагрев со ступицы, диск и обод будут препятствовать расширению ступицы от центра, а так как металл ступицы расширяется, то возможно уменьшение отверстия вместо его увеличения.

Во всех случаях охватываемую деталь необходимо насаживать до упора, указанного в чертежах. После насадки на вал маховиков, полумуфт, зубчатых колес, ступиц необходимо проверять торцевое и радиальное биения.

Шпоночные соединения применяют в тех случаях, когда нужно передать вращающий момент с одной детали на другую, например с полумуфты (шестерни) на вал, с вала на полумуфту (шестерню) или с вала на ступицу рабочего колеса вентилятора или дымососа.

В механизмах котельных цехов используют преимущественно шпоночные соединения двух видов: напряженные, создаваемые клиновыми шпонками, и ненапряженные, создаваемые призматическими шпонками. Соединения с клиновыми шпонками кроме вращающего момента могут передавать осевой момент, а соединения с призматическими шпонками – только вращающий момент.

Клиновую шпонку и паз в насаживаемой на вал детали выполняют с уклоном одной грани, являющейся рабочей поверхностью шпонки. Шпонка имеет вид клина и забивается в клинообразный паз, создавая натяг за счет смещения оси насаживаемой детали по отношению к оси вала на расстояние посадочного зазора. Клиновая шпонка (рисунок 3.1, *a*) должна плотно прилегать к дну паза вала и втулки и иметь зазоры по боковым граням. Уклоны рабочей поверхности шпонки и паза втулки должны совпадать. В этом случае не будет зазора с обоих торцов шпонки, когда она будет забита до отказа. Точность посадки шпонки проверяют щупом с обеих сторон ступицы. Боковые зазоры между стенками паза и шпонкой ($b_1 - b$) не должны превышать 0,35 мм при ширине

шпонки 12-13 мм и 0,6 мм при ширине шпонки 60-100 мм. Уклон рабочей плоскости клиновой шпонки и паза в ступице выполняют равным 1:100.

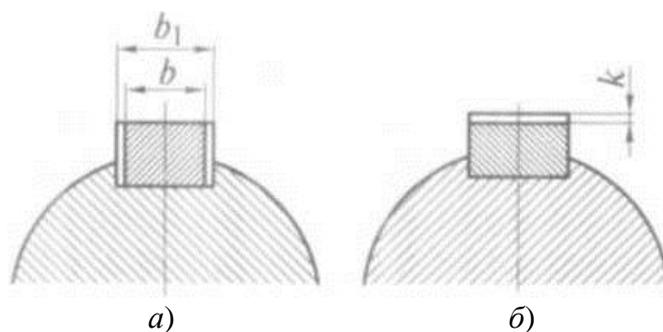


Рисунок 3.1 – Соединения с клиновой (а) и призматической (б) шпонками

Призматические шпонки не нарушают соосности (совпадения осей) вала и насаживаемой детали и обеспечивают хорошее центрирование сопрягаемых деталей. Они позволяют осуществлять как неподвижные соединения, так и подвижные (скользящие). Во втором случае шпонку закрепляют на валу или в ступице винтами.

В отличие от соединений с клиновыми шпонками при посадке призматической шпонки (рисунок 3.1, б) в пазах вала и ступицы не должно быть боковых зазоров, а радиальный зазор обязателен. Отсутствие боковых зазоров и наличие радиального проверяют щупом с обоих торцов шпонки. В собранном соединении радиальный зазор должен быть приблизительно 0,3 мм при диаметре вала 25-90 мм; 0,4 мм – при диаметре 90-170 мм; 0,5 мм – при диаметре 170 мм и более.

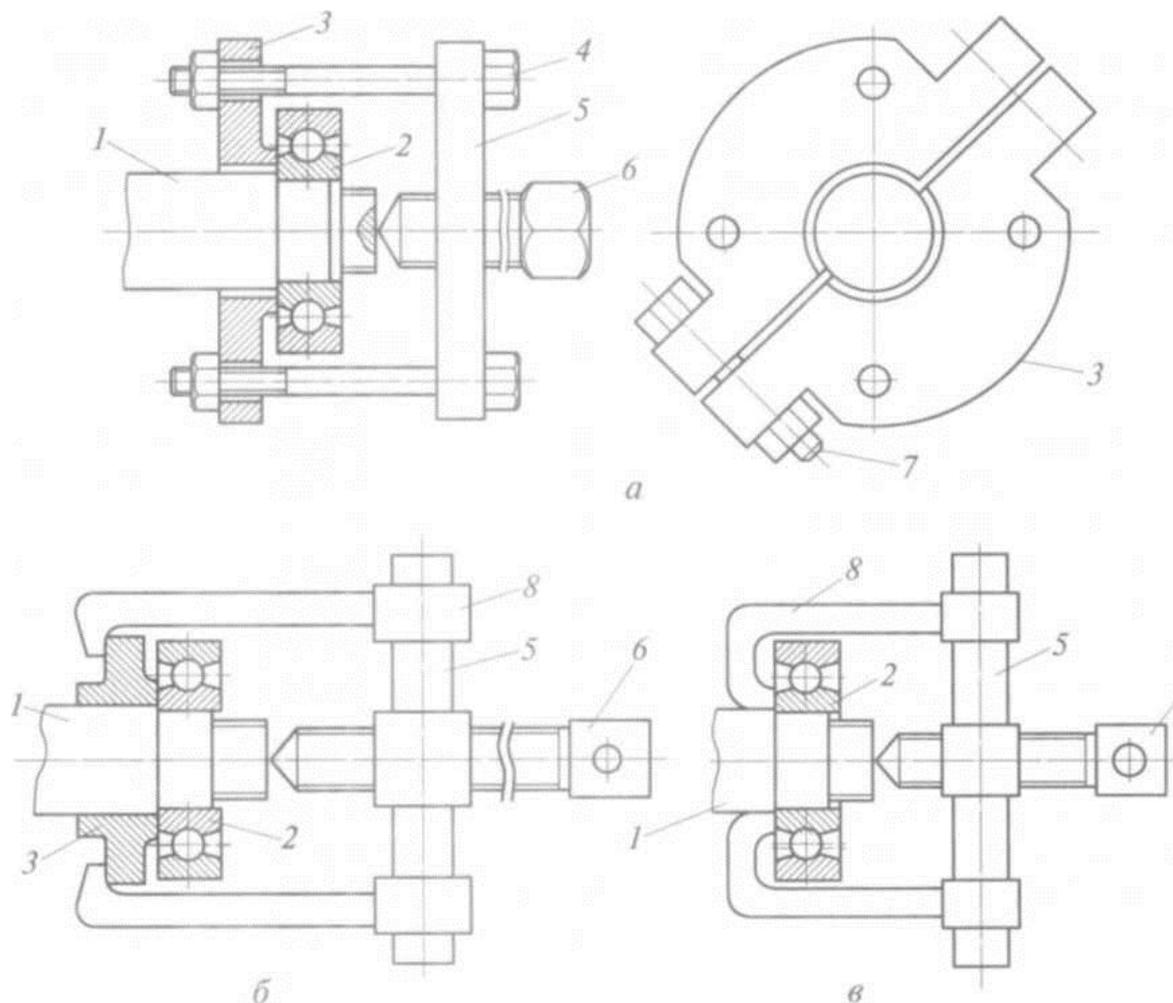
Прессовые соединения стараются разбирать по возможности резе. При сборке и разборке соединений изменяются размеры посадочных мест, что ведет к уменьшению натягов, увеличению зазоров и изменению характера посадки. Прессовые соединения разбирают механическим способом, применяя выколотки или стяжные скобы. Для разборки более крупных деталей используют стяжные скобы.

Разборку деталей большого диаметра, посаженных с большим натягом, производят гидравлическими съемниками, в которых уцилие создается или специальным гидравлическим домкратом, являющимся частью съемника, или серийным грузоподъемностью 100 или 200 т, устанавливаемым в съемник.

Для того чтобы облегчить разборку прессового соединения, охватывающую деталь нагревают паяльными лампами или ацетиленовыми горелками. Так же как и при сборке прессовых соединений нагрев крупных охватывающих деталей при разборке начинают с наружных поверхностей и по мере прогрева приближают к внутренним поверхностям (центру).

При выпрессовке подшипника качения с вала его внутреннюю обойму поливают горячим маслом. Чтобы облегчить выпрессовку подшипника из корпуса, корпус прогревают горячим воздухом или паром. Приспособления для снятия подшипника качения с вала показаны на рисунке 3.2, а-в. Как и при

установке подшипников, усилия для выпрессовки должны передаваться на ту обойму, которая посажена с натягом. Нельзя ударять молотком по обоймам, телам качения, сепаратору и передавать усилия на сепаратор и тела качения.



1 – вал; 2 – подшипники; 3 – разъемное кольцо; 4 – стяжной болт;

5 – траверса; 6 – отжимной винт; 7 – соединительный болт кольца; 8 – захват

Рисунок 3.2 – Приспособления для снятия подшипника с вала с помощью разъемного кольца и четырех стяжных болтов (а), разъемного кольца и винтового съемника (б), только винтового съемника (в)

3.1.2 Ремонт полумуфт

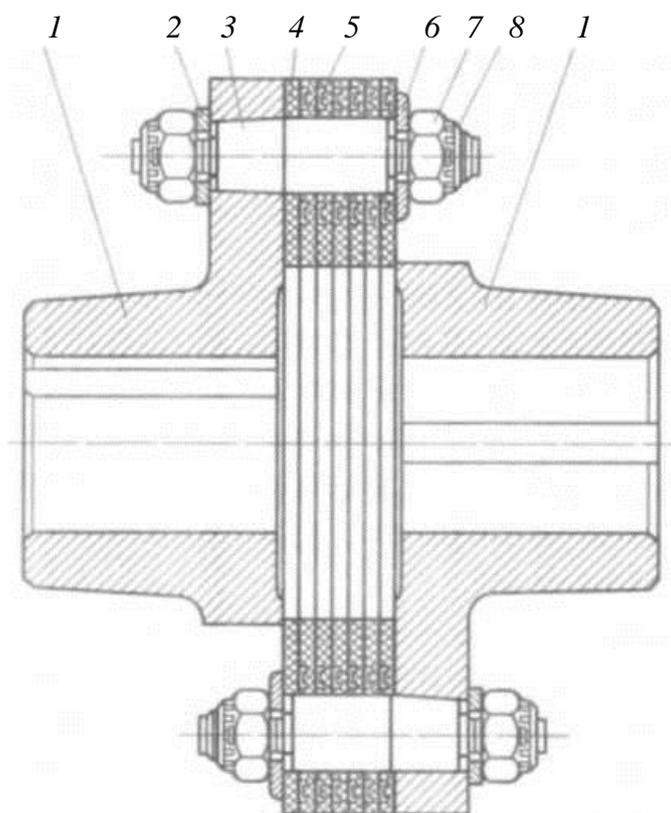
Муфты во вращающихся механизмах применяют для соединения валов электродвигателя с основным механизмом и передачи вращающего момента с одного вала на другой.

В механизмах котельных цехов чаще всего используют муфты с эластичным диском и пальцевые муфты. В современных мощных котельных установках применяют также дробевые муфты.

Муфты с эластичным диском и пальцевые муфты называют упругими, так как они допускают некоторый сдвиг валов и смягчают передачу вращения. Однако при неточной сборке и центровке валов рассчитывать на упругие муфты

нельзя, поскольку они при этом подвергаются ускоренному износу и выходят из строя.

Муфты с эластичным диском (рисунок 3.3) наиболее надежны в работе, просты в изготовлении и ремонте, обладают значительной компенсирующей способностью при расцентровке валов. Полумуфты 1 выполняют в виде звездочек с тремя углами, в которых расположены пальцы 3. Углы одной полумуфты сдвинуты по окружности относительно углов другой на 60° . Таким образом, для соединения полумуфт требуется шесть пальцев. Эластичные кольца 4 изготавливают из отработанных транспортерных лент или прорезиненных ремней, а для передачи небольших вращающих моментов – из листовой резины.

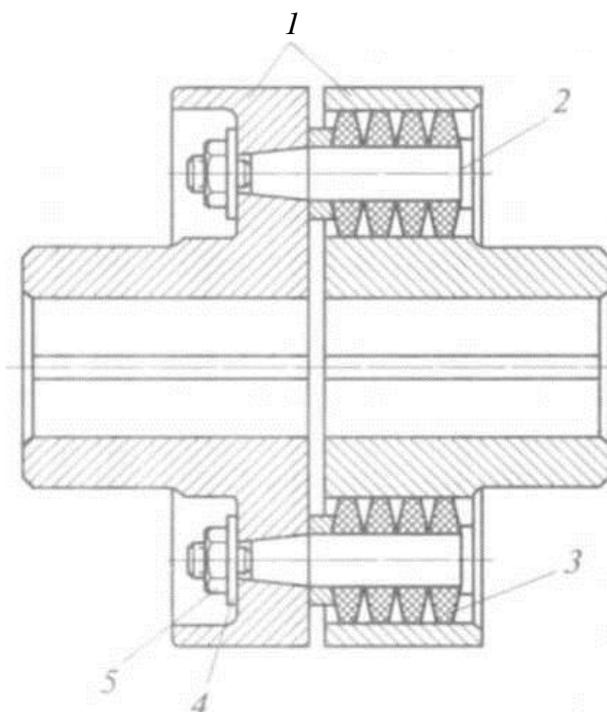


1 – полумуфта; 2, 6 – шайбы; 3 – палец; 4 – эластичное кольцо;
5 – шайба эластичного кольца; 7 – гайка; 8 – шплинт
Рисунок 3.3 – Муфта с эластичным диском

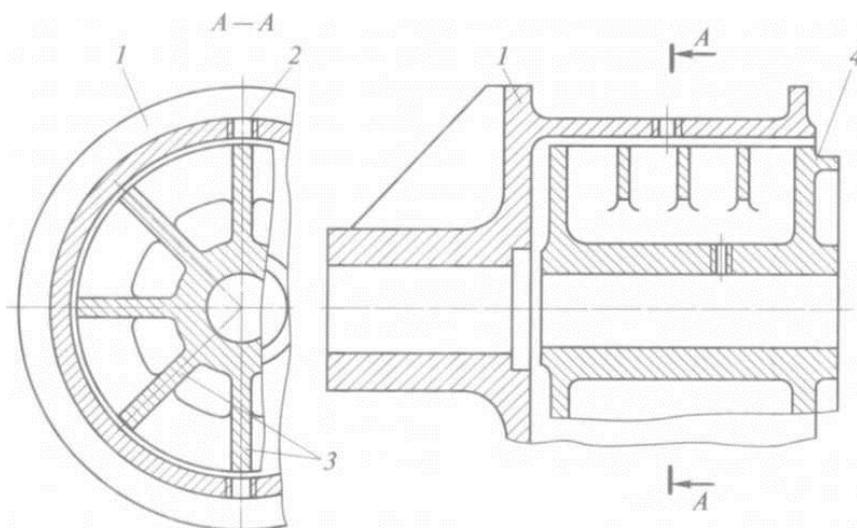
Пальцевые муфты (рисунок 3.4) обеспечивают компенсацию небольших радиального и углового смещений валов за счет упругости кожаных или резиновых шайб, которые надеваются на пальцы. Вращение от одной полумуфты на другую передается пальцами. Эти муфты допускают осевые перемещения роторов и их взаимные смещения на некоторый угол по окружности, что сглаживает резкие изменения вращающего момента.

Дробевая муфта (рисунок 3.5) состоит из двух неодинаковых полумуфт. Полумуфта 1 электродвигателя выполнена в виде ступицы с двумя дисками, между которыми в диаметрально противоположных местах приварены ребра 3. Полумуфта 4, надеваемая на вал основного механизма, имеет вид стакана и надвигается на полумуфту электродвигателя. Полумуфты не соединены между

собой; между их деталями должны быть зазоры в радиальном направлении 0,5-1 мм, а в осевом 2-3 мм. В полости полумуфты электродвигателя, образованные ребрами 3, через пробку 2 второй полумуфты засыпают дробь, нарубленную из углеродистой проволоки диаметром 5-6 мм.



1 – полумуфты; 2 – палец; 3 – эластичная шайба; 4 – шайба; 5 – гайка
Рисунок 3.4 – Пальцевая муфта



1, 4 – полумуфты приводимого механизма электродвигателя;
2 – пробка для засыпки дроби; 3 – ребра

Рисунок 3.5 – Дробевая муфта

Длина кусочков 6-10 мм. В зависимости от размера муфты засыпают 4-6 кг дроби (равное количество во все полости).

При включении электродвигатель начинает вращаться на холостом ходу. По мере увеличения частоты вращения дробь центробежной силой отбрасыва-

ется к периферии и прижимается к внутренней поверхности стакана полумуфты приводимого механизма, обеспечивая плавную передачу вращающего момента. Количество дробы подбирается такое, чтобы время разгона приводимого ротора составляло 10-15 с.

Дробевые муфты устанавливают для привода крупных молотковых мельниц, а также центробежных и осевых дымососов.

Проверку состояния и ремонт полумуфт электродвигателей выполняет персонал котельного цеха, а снятие и установку – персонал электрического цеха. Рассмотрим ремонт пальцевых и дробевых муфт.

Для нормальной работы пальцевых муфт должны быть выдержаны следующие условия:

- отклонения индикатора при проверке биения посадочных мест валов под полумуфты не должны превышать 0,05 мм;

- осевые и радиальные биения полумуфт на валах (по наружному диаметру) не должны превышать 0,2-0,3 мм;

- допуск посадки полумуфт на валы должен быть в пределах от +0,02 до -0,04 для машин и $\pm 0,05$ мм для углеразмольных мельниц;

- боковые грани шпонки должны плотно входить в пазы вала и полумуфты, а между верхней гранью шпонки и пазом в полумуфте должен быть зазор 0,3-0,4 мм;

- смещение отверстий для пальцев по окружности и шагу должно быть не более $\pm 0,2$ мм;

- допуски в диаметре отверстий и диаметре пальцев должны быть не более $\pm 0,2$ мм;

- металлическая часть пальцев должна плотно (с легким натягом) входить в отверстие полумуфты, эластичная часть с зазором 2-3 мм для обеспечения взаимного смещения полумуфты по окружности до 2 мм;

- минимальный осевой зазор между полумуфтами должен быть в пределах 4-5 мм.

Ремонт полумуфт заключается в восстановлении всех размеров и допусков. У беспокойно работающих механизмов снимают обе полумуфты, проверяют их на токарном станке и замеряют биение посадочных мест валов. Для этого обе полумуфты надевают на общую оправку и в центрах станка проверяют соосность по отверстиям для вала, по наружной поверхности и центральной окружности отверстий для пальцев. Совпадение отверстий для пальцев проверяют плотными пробками. В двух отверстиях пробки затягивают гайками, а третьей пробкой проверяют остальные отверстия. Несовпадающие или разбитые пальцами отверстия рассверливают и увеличивают диаметр пальцев.

Полумуфты с трещинами, неправильно расточенными посадочными отверстиями, разбитыми или перекошенными шпоночными канавками заменяют. Дефектные шпоночные канавки в отдельных случаях исправляют, увеличивая их размеры под установку ступенчатой шпонки.

Пальцы с искривлением и дефектами на металлической части заменяют. Эластичные шайбы заменяют, если они выработались более чем на 2 мм. При

небольшом смятии эластичной части с одной стороны пальцы провертывают на 180° .

В дробевых муфтах чаще всего изнашивается дробь, которую легко заменить. Перед засыпкой в полости полумуфты дробь для обезжиривания прокаливают. Рабочие поверхности полумуфт при ремонте зачищают от заусенцев. Ремонт шпонок, шпоночных канавок и проверку соосности полумуфт выполняют так же, как и для пальцевых муфт. Изготовленные или отремонтированные с применением сварки полумуфты балансируют.

3.1.3 Ремонт зубчатых передач

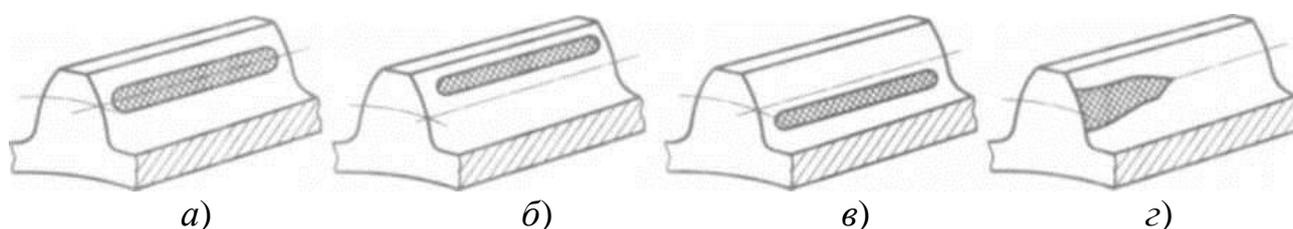
При ремонте зубчатых колес выполняют несложные операции: снимают заусенцы с зубьев, проверяют степень их износа, исправляют шпоночные канавки, устанавливают втулку в отверстие для вала, если оно разработано настолько, что не обеспечивает необходимой посадки.

Износ зубьев цилиндрических зубчатых колес проверяют штангензубомером. Предельный допустимый износ зубьев по толщине указан в инструкциях на ремонт агрегата.

В случае значительного износа рабочей поверхности зубьев и односторонней нагрузки зубчатые колеса переворачивают, чтобы в зацеплении находился неизношенный профиль зуба. Колеса с предельным износом заменяют.

Зубчатые колеса снимают с вала стяжными скобами. Ответственной операцией, определяющей длительность работы зубчатых колес, является сборка элементов передачи. Зубчатые колеса устанавливают на валы в соответствии с посадками, указанными в чертеже. Требования к установке шпонок такие же, как и к установке шпонок полумуфт.

При сборке валов с надетыми колесами проверяют параллельность осей валов (радиальные и боковые зазоры в зацеплении) и прилегание рабочих поверхностей зубьев.



a – нормально; *b* – увеличено межосевое расстояние;

v – уменьшено межосевое расстояние; *z* – оси валов перекошены

Рисунок 3.6 – Проверка точности прилегания зубьев по отпечаткам краски

Правильное положение колес контролируют по отпечаткам краски на одном колесе (обычно большом), полученным при вращении другого колеса (обычно малого), зубья которого с рабочей стороны покрыты тонким слоем краски. При вращении малого колеса на несколько оборотов одновременно притормаживают большое колесо, чтобы получить лучший отпечаток краски. По размеру и расположению отпечатка на ведомом колесе (рисунок 3.6) судят о

качестве сборки зубчатой пары. Высота отпечатка должна быть не менее 60 % высоты зуба. По высоте зуба пятно должно располагаться в средней части и не доходить до верхней кромки или дна впадины. При правильном расположении пятен, но недостаточном их размере, пары обкатывают, применяя абразивные пасты.

3.1.4 Ремонт червячных передач

Червяк представляет собой вал с зубьями в виде винтовой линии. По числу винтовых линий червяки бывают однозаходными, двухзаходными, трехзаходными и т.д. Передаточное число червячной пары равно отношению числа заходов червяка к числу зубьев червячного колеса. При полном обороте однозаходного червяка колесо повернется на один зуб, двухзаходного – на два зуба и т.д.

Зубья на червячном колесе имеют эвольвентный профиль и расположены на цилиндрической поверхности колеса под углом, соответствующим углу подъема винтовой линии червяка. Вследствие непрерывного скольжения зубьев червяка по поверхности зубьев колеса червячная передача работает на истирание, требует лучшей смазки и быстрее изнашивается, чем зубчатая.

При ремонте червячную пару очищают от смазки, осматривают и исправляют мелкие дефекты, зачищают заусенцы на зубьях червяка и колеса, проверяют износ зубьев. Зубья червячного колеса изнашиваются быстрее зубьев червяка, поэтому в неревверсивных передачах часто переворачивают колесо на валу, заставляя зубья работать неизношенным профилем. При значительном износе червячную пару заменяют. Если заменяют только червяк или червячное колесо, новую пару прирабатывают.

Червячные передачи требуют точной сборки, при которой контролируют радиальные и боковые зазоры, отклонения межосевого расстояния, перекося осей и смещение червяка относительно среднего сечения колеса. Радиальные и боковые зазоры в зацеплении проверяют так же, как и в зубчатой передаче. По радиальному зазору определяют высоту расположения червяка над червячным колесом, т.е. межосевое расстояние, нарушение которого вызывает повышенный износ червяка и зубьев червячного колеса. Смещение оси червяка относительно среднего сечения колеса устанавливают отвесом или линейками (рисунок 3.7, а). Вертикальная ось червяка должна совпадать со средним сечением колеса, что определяется равенством расстояний

Схема проверки межосевого расстояния показана на рисунке 3.7, б. При правильной сборке расстояния l_2 между осями червяка и червячного колеса с обеих сторон должны быть равны.

Контакт зубьев собранной червячной пары проверяют по отпечаткам краски, определяя характер и размер пятен касания. На рабочую поверхность витка червяка наносят тонкий слой краски, а затем поворачивают червяк, притормаживая колесо, если оно бите не сцеплено с валом механизма. Правильная форма отпечатка краски на зубьях червячного колеса показана на рисунке 3,7, в. Размер отпечатка должен составлять 50-60 % высоты и 35-75 % длины зуба (в зависимости от точности изготовления пары). Если размер пятна недостаточен,

червячную пару обкатывают. Смещение отпечатка от среднего положения указывает на неправильную сборку.

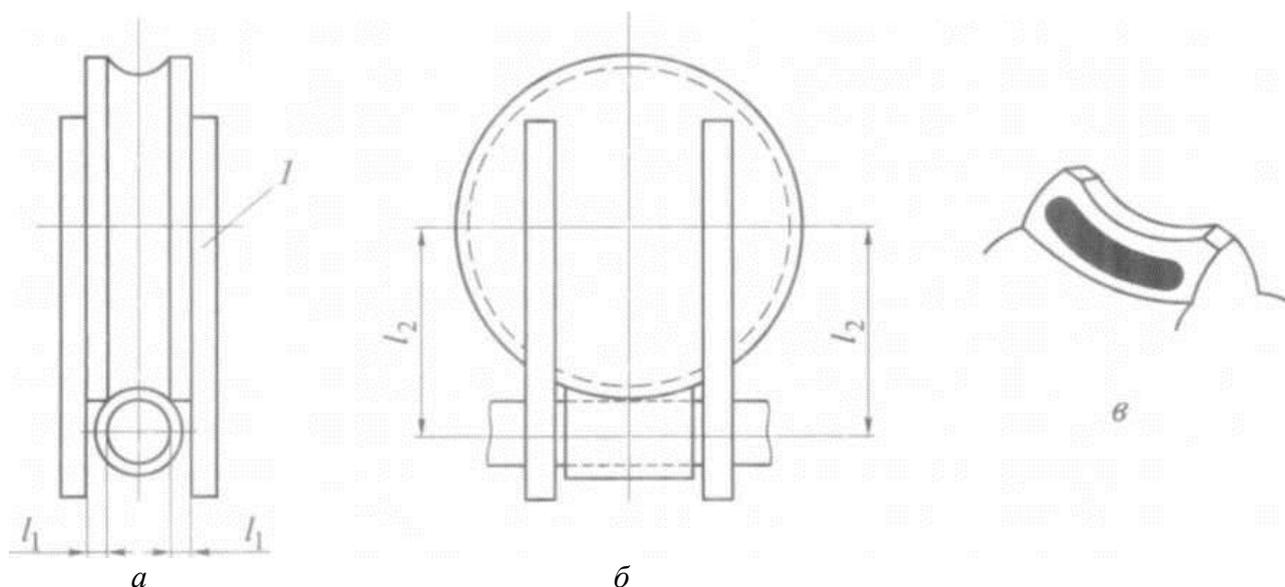


Рисунок 3.7 – Проверка сборки червячной пары по совпадению осей (а), межосевому расстоянию (б) и отпечаткам краски (в): 1 – линейка

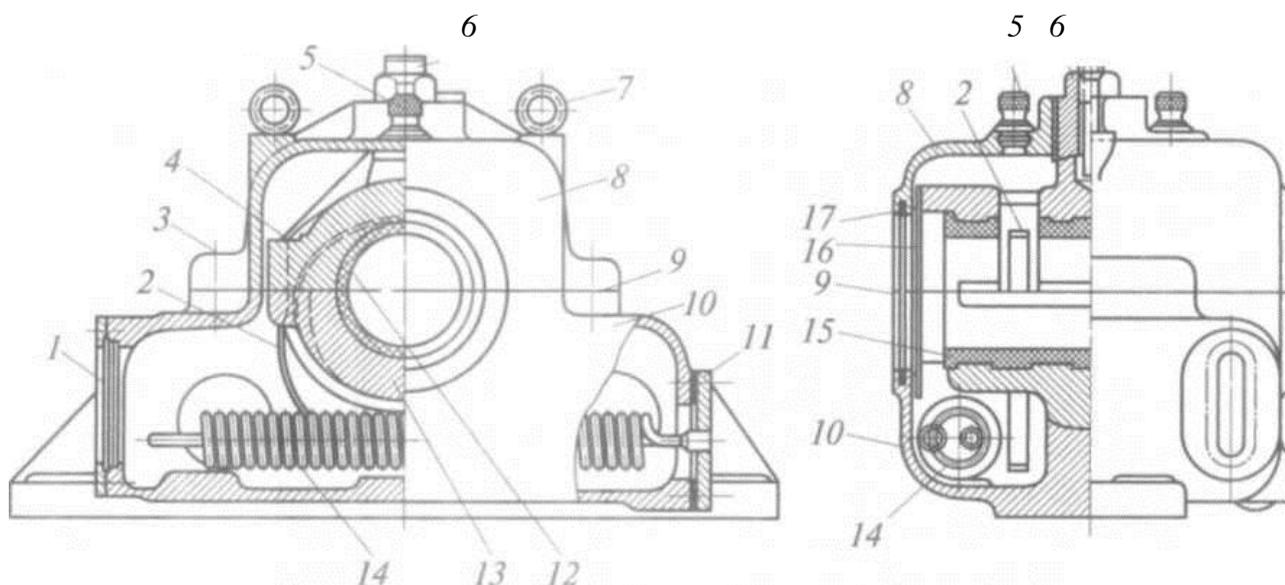
Вал червяка вместе с насаженными на него подшипниками качения должен иметь свободу для осевых перемещений. В зависимости от конструкции редуктора свобода для осевых перемещений предусматривается в одном подшипнике или в обоих. Осевые перемещения указаны на чертеже. При установке червяка в подшипниках скольжения свобода для осевых перемещений обеспечивается зазором между буртами вала и галтелями вкладышей.

3.1.5 Ремонт подшипников скольжения

Подшипники скольжения представляют собой цельную или разрезанную на две половины цилиндрическую втулку, внутри которой вращается шейка вала. Втулки изготавливают из антифрикционных сплавов (бронзы, латуни, специальных марок чугуна), стали или обычного чугуна. Внутреннюю поверхность втулок из стали и чугуна покрывают баббитом.

В подшипниках скольжения коэффициенты трения значительно снижают, применяя смазку. Смазка затягивается вращающейся шейкой вала в места контакта ее с подшипником, благодаря чему между ними создается пленка смазки (масляный клин) и шейка всплывает, вращаясь не по поверхности подшипника, а по слою смазки. Таким образом, создается жидкостное трение, которое в десятки раз меньше сухого.

Подшипники в виде цельной втулки применяют редко, только при малой частоте вращения. Наиболее распространенными являются подшипники (рисунок 3.8), состоящие из верхнего 12 и нижнего 13 вкладышей, изготовленных из стали и покрытых внутри баббитом, а также корпуса с крышкой и вспомогательных деталей.



1 – смотровое стекло; 2, 16 – смазочное и маслоотбойное кольца; 3, 4 – шпильки крепления крышки вкладышей; 5, 6 – смотровая и прижимная пробки; 7 – рым; 8, 11 – крышки корпуса и лючка; 9 – линия разъема корпуса подшипника и вкладышей; 10 – корпус; 12, 13 – верхний и нижний вкладыши; 14 – змеевик; 15 – баббитовая заливка; 17 – уплотнение вала

Рисунок 3.8 – Подшипник дымососа

с самоустанавливающимися вкладышами и кольцевой смазкой

Опорная поверхность нижнего (нагруженного) вкладыша имеет сферическую расточку, благодаря которой при неточной установке или небольшом прогибе вала вкладыш может изменять положение (следовать за шейкой вала). Такие подшипники называют самоустанавливающимися.

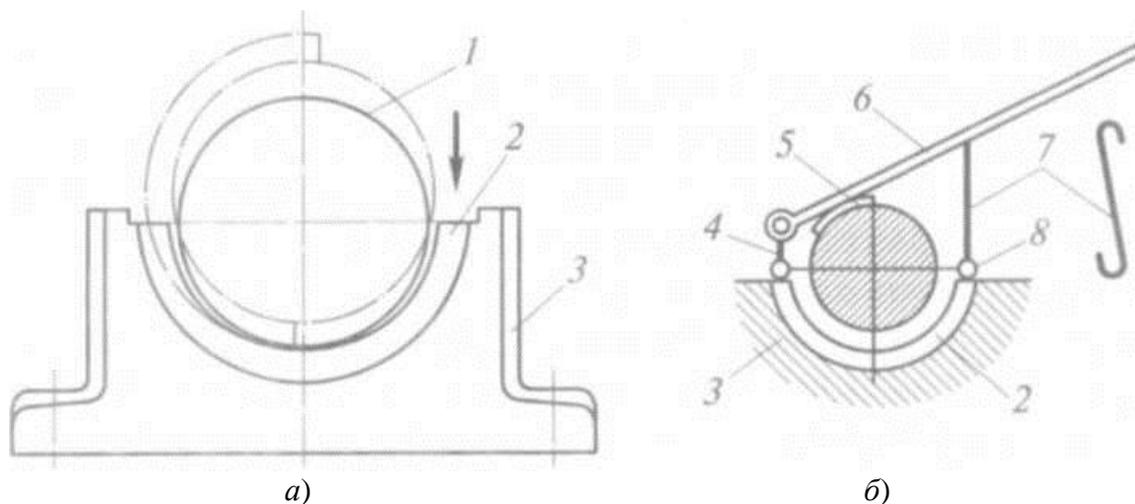
Нижний вкладыш 13 опирается на корпус 10 подшипника, который прикрепляется болтами к фундаментной раме. Верхний вкладыш 12 боковыми кромками опирается на кромки нижнего вкладыша и сверху закрывается крышкой 8 корпуса. В нижней части корпуса имеется масляная ванна. Разъемные смазочные кольца 2, установленные на шейке вала, увлекаются вращающимся валом и переносят смазку из ванны на шейку, смазывая ее. В масляной ванне установлены змеевики 14 для охлаждения масла и подшипника проточной водой. Кольцевую смазку применяют при частоте вращения вала 300-1500 об/мин.

Разборку подшипников начинают со снятия термометров и маслоуказательных стекол. Сначала разъединяют трубопроводы охлаждения и смазки. Все отверстия закрывают деревянными пробками. После очистки термометры, маслоуказатели и детали трубопроводов сдают в кладовую на хранение.

Затем демонтируют крышку корпуса подшипника, снимают ее, верхний вкладыш, прокладки в разъеме вкладышей и смазочные кольца. Прокладки очищают от масла и грязи и замеряют штангенциркулем толщину. Прокладки и смазочные кольца также сдают в кладовую.

Нижние вкладыши вынимают из корпуса подшипника после снятия ротора (вала). Если ротор (вал) не снимают, его приподнимают таями или домкратами и устанавливают на временные опоры, а нижние вкладыши выворачивают по

шейке вала, как указано на рисунке 3.9, а. Для снятия тяжелых вкладышей используют рым-болты 8, которые завинчивают в отверстия вкладышей, а также скобы 4, 7 и рычаг 6 (рисунок 3.9, б).



1 – вал; 2 – нижняя половина вкладыша; 3 – корпус подшипника;
4, 7 – длинная и короткая скобы; 5 – медная подкладка; 6 – рычаг; 8 – рым-болт

Рисунок 3.9 – Выкатывание нижней половины вкладыша подшипника ударами по наставке в направлении стрелки (а), а также и рым-болтами, скобами и рычагами (б)

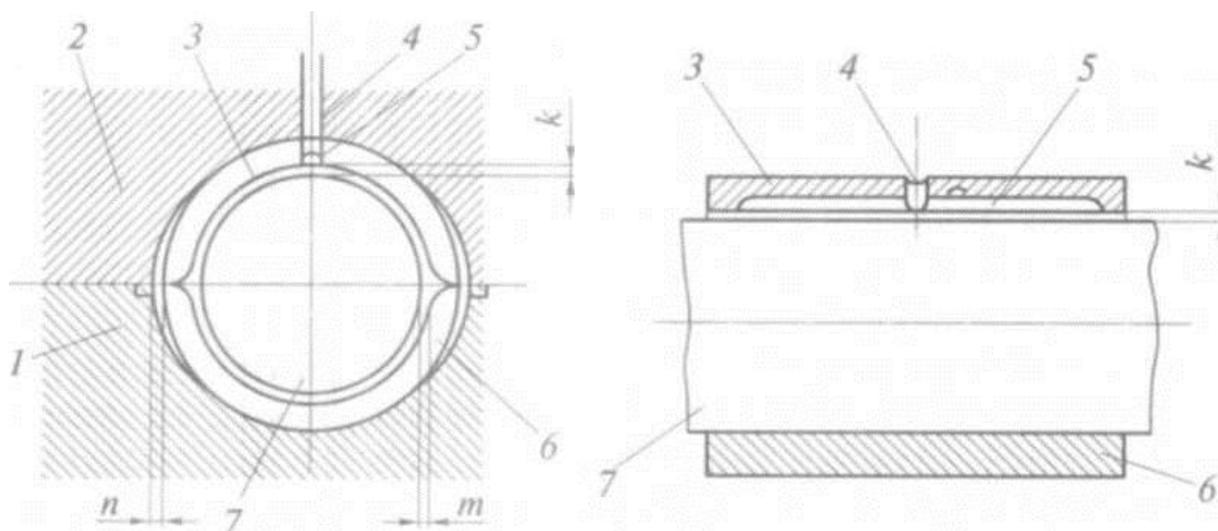
Корпуса подшипников снимают с фундаментной плиты только в случае их ремонта в механической мастерской. При неснятых корпусах значительно ускоряются сборочные работы, так как они определяют правильное положение линии вала.

Все детали подшипников очищают, промывают керосином и осматривают. Следует тщательно очистить и промыть также каналы в корпусах подшипников, предназначенные для охлаждения смазки. Если необходимо, применяют кислотную промывку (3-5 %-й раствор соляной кислоты).

Для установки новых корпусов или вкладышей подшипников нужно тщательно очистить все поверхности (в том числе отверстия и каналы) от формовочного песка и других загрязнений. Боковые зазоры между шейкой вала и вкладышами, а также верхний зазор имеют очень большое значение для нормальной работы подшипника. Они обеспечивают возможность увеличивать диаметр шейки при нагревании, сглаживают неравномерность вращения шейки (в допустимых пределах) и создают возможность некоторого смещения шейки в подшипнике при образовании масляного клина, толщина которого составляет 0,0018-0,0025 диаметра шейки.

Боковой m и верхний k зазоры в подшипнике скольжения показаны на рисунке 3.10. Смазка подводится к шейке вала обычно через отверстие 4 в верхнем вкладыше. В этом месте делают канавку 5 для равномерного распределения смазки подлине шейки вала. Никаких других канавок на верхнем и нижнем вкладышах делать не следует, если они не предусмотрены конструкторскими чертежами или техническими условиями. Нельзя располагать канавки

на опорной поверхности нижнего вкладыша, так как нарушаются условия образования масляного клина.



- 1 – корпус подшипника; 2 – крышка корпуса;
 3, 6 – верхний и нижний вкладыши; 4 – отверстие для смазки; 5 – канавка для смазки;
 7 – вал; k – верхний зазор; m – боковой зазор между валом и вкладышем;
 n – боковой зазор между вкладышем и корпусом

Рисунок 3.10 – Зазоры в подшипнике скольжения

Боковые зазоры измеряют щупом в местах разъема вкладышей на расстоянии 10-15 мм от торцов, а верхний – свинцовой проволокой на расстоянии 0,6-1 мм. Кусочки проволоки укладывают на шейку вала (два по краям и один посередине) и на плоскость разъема нижнего вкладыша. Затем укладывают верхний вкладыш, крышку и затягивают подшипник болтами. После этого разбирают подшипник и измеряют микрометром толщину обжатых оттисков. Верхний зазор определяют, вычитая толщину оттисков в разъеме из толщины оттисков на шейке вала.

Зазоры между вкладышами и корпусом измеряют щупом по линии разъема вкладышей, между корпусом и валом в местах уплотнения – также щупом, но по всей окружности вала. Нормальные размеры боковых и верхних зазоров в зависимости от диаметра шейки вала приведены в технических условиях на ремонт.

Боковые зазоры между вкладышем и корпусом по линии разъема делают равными 0,05-0,1 мм. Эти зазоры необходимы, чтобы вкладыш расширялся при нагревании не в сторону шейки вала, а в сторону корпуса. Зазор по радиусу между валом и корпусом подшипника в уплотнении 1,5-2 мм. Угол соприкосновения шейки вала с нижним вкладышем 60-70°. Прилегание рабочих поверхностей вкладышей к шейке вала проверяют по краске: должно быть не менее пяти пятен на каждом квадратном сантиметре.

Радиусы закруглений торцов вкладышей и галтелей вала выбирают с таким расчетом, чтобы торец вкладыша упирался в буртик вала по плоскости, а не по закруглениям и галтелям. При выработке торца вкладыша более чем на 1 мм профиль торца восстанавливают по шаблону. Для облегчения последующей

сборки подшипников и регулировки верхних зазоров измеряют толщину прокладок в разъеме вкладышей.

Если фактические размеры и зазоры подшипников находятся в пределах норм, а состояние их хорошее, подшипники очищают, промывают и укладывают на место. В ином случае выполняют необходимые ремонтные работы.

Одновременно с проверкой размеров и зазоров в подшипнике осматривают состояние корпуса, вкладышей и крышки, а также степень износа и состояние баббитового слоя.

Износ баббитового слоя нижнего вкладыша приводит к увеличению верхних зазоров и незначительно отражается на изменении боковых зазоров. Увеличение боковых зазоров, площади соприкосновения баббитового слоя с шейкой вала и подгонку закруглений торцов вкладышей выполняют шабрением. Уменьшения верхних зазоров достигают уменьшением общей толщины прокладок в разъеме вкладышей или обработкой (строганием) плоскостей разъема вкладышей с последующим шабрением по шейке вала.

Износ баббитового слоя на торцах вкладышей приводит к изменению осевых зазоров и увеличению осевого разбега вала. Необходимо определить степень износа с каждой стороны вкладышей и для восстановления нормального осевого разбега вала произвести наплавку вкладышей с торцов.

Если вкладыши перезаливали или подвергали местной наплавке баббитового слоя, а также заменяли новыми, их до сборки механизма необходимо прошабрить по шейкам вала. Эта подгонка является предварительной. Окончательную пришабровку вкладышей по валу производят при сборке механизма.

Предварительную пришабровку ведут по шейкам вала или по шаблону (ложному валу, у которого шейки имеют точно такие же размеры). Вкладыши поочередно укладывают на смазанные краской шейки вала (или, наоборот, во вкладыши опускают шейки шаблона), поворачивают несколько раз на угол 20-30°, а затем снимают шабером баббит в местах касания. После нескольких приемов доводят прилегание нижнего вкладыша по дуге 60-90° с получением двух пятен на 1 см². Для верхних вкладышей необходимо такое же прилегание с получением одного пятна на 1 см².

При проверке смазочных колец обращают внимание на их цилиндрность, чистоту поверхности и надежность соединения замка. Поврежденные кольца заменяют. Взамен изношенных уплотнений корпуса набирают новые, которые должны плотно охватывать вал и иметь надежную запрессовку в гнездах корпуса.

Масляную ванну при ремонте подшипников очищают и промывают, а маслоуказательное стекло подвергают ревизии и ремонту. Плотность змеевиков водяного охлаждения проверяют гидравлическим испытанием: попадание воды в масляную ванну должно быть

исключено. После гидравлического испытания змеевики продувают сжатым воздухом, чтобы полностью удалить воду.

Сборку механизма начинают с установки в корпус нижних вкладышей. Если вкладыши не заменяли и не перезаливали, а лишь слегка подшабривали, то

сохраняют старую линию вала. В разъемы подшипников устанавливают старые прокладки, верхние вкладыши и крышки подшипников.

После перезаливки или замены вкладышей, а также замены корпусов подшипников и переделки фундаментной рамы выверяют подшипники вместе с валом на новых прокладках, как под корпусами, так и в разъемах вкладышей.

После пришабровки вкладышей ведут сборку подшипников. Сначала проверяют чистоту корпуса и вкладышей, при необходимости продувают каналы сжатым воздухом, а детали промывают керосином и протирают насухо. Далее устанавливают нижние вкладыши, вал и проверяют легкость вращения, а также отсутствие перекоса. На вал устанавливают смазочные кольца, если они имеются, и проверяют легкость вращения и отсутствие задевания. Затем вставляют прокладки в разъем вкладышей, верхние вкладыши, крышки подшипников и затягивают гайки болтов. После этого вторично проверяют вручную легкость вращения вала в подшипниках, устанавливают маслоуказательные стекла и термометры, заливают в подшипники масло, присоединяют трубопроводы охлаждения и смазки, контролируют подачу воды и масла, а также отсутствие течи в соединениях.

Качество ремонта и сборки механизма проверяют пробным пуском. При этом подшипники скольжения несколько прирабатываются по шейке вала. Перед пробным пуском следят за подачей масла или работой смазочных колец, наличием в подшипнике масла и его нормальным уровнем, а также за наличием воды, открывая вентиль на линии охлаждения.

При пробном пуске все время следят за температурой подшипников. Если температура поднимется до 70 °С, механизм останавливают, промывают подшипники и заменяют смазку, либо вскрывают подшипники и проверяют степень пришабровки и приработки по следам натиров. При необходимости пришабровку вкладышей улучшают и вновь собирают, проверяя подшипники обкаткой.

При осмотре вкладышей в баббитовом слое выявляют трещины, выкрашивания, отслаивания от тела вкладыша и другие дефекты. Для определения плотности прилегания баббитового слоя к телу вкладыша обстукивают вкладыш молотком (при этом не должно быть дребезжащего звука, а палец, положенный на стык заливки с телом вкладыша, не должен ощущать вибраций). Отслаивание баббитового слоя можно также определить, поместив на время вкладыш в сосуд с керосином. Извлеченный из керосина вкладыш насухо вытирают и закрашивают стык заливки мелом, разведенным в воде. После просыхания на закрашенных местах появляются темные линии, указывающие места отслаивания баббитовой заливки. Мелкие дефекты баббитовой заливки исправляют местной наплавкой. Вкладыши подшипников, у которых баббит изношен, отстал от тела вкладыша или выкрошился, перезаливают.

3.1.6 Ремонт подшипников качения

Подшипники качения в машиностроении применяют значительно чаще, чем подшипники скольжения, так как они занимают меньше места, не требуют

дефицитных сплавов и индивидуальной подгонки к валу, а также уменьшают потери на трение в 1,5-2 раза.

Подшипник качения состоит из наружной и внутренней обойм, шариков (тел качения) и сепаратора, в котором удерживаются тела качения. Об исправном состоянии и работоспособности подшипников качения можно судить, наблюдая за их работой. Поэтому до вывода механизма в ремонт необходимо проверить работу подшипников (нет ли стуков, шума, вибрации, чрезмерного нагрева).

Перед разборкой подшипников снимают термометры, а также маслоуказательные стекла и трубопроводы охлаждения (если они имеются). Отверстия закрывают деревянными пробками (но не тряпками, паклей и т.д.).

При ремонте подшипников возможна разборка подшипников или замена других узлов механизма либо разборка механизма и снятие с вала подшипников. В первом случае вскрывают крышки корпусов подшипников, очищают подшипники от смазки, промывают бензином и осматривают. Если найдены дефекты, для проверки или устранения которых необходимо снять подшипники, подшипниковые узлы разбирают. Во втором случае очистку, промывку и осмотр подшипников производят после их снятия.

При осмотре подшипников качения проверяют состояние тел качения, сепараторов и обойм, размер радиального и осевого зазоров в подшипнике, плотность посадки внутренней обоймы на вал и внешней обоймы в корпус подшипника, осевые зазоры внешней обоймы в корпусе. Одновременно следят за состоянием посадочных мест на вале и в корпусе, а также опорных заплечиков вала и корпуса.

По результатам осмотра и измерений устанавливают объем ремонта или необходимость замены подшипника. Для определения степени износа подшипников измеряют радиальные зазоры между телами качения и обоймой (радиальным зазором называют сумму зазоров по одному диаметру между телами качения и обоймами). Наиболее удобно радиальный зазор измерять между телами качения и наружной обоймой в верхней части подшипника, когда остальные зазоры по этому диаметру равны нулю, т.е. когда тела качения и внутренняя обойма смещены до отказа вниз.

Различают три вида радиальных зазоров: начальный, посадочный и рабочий. Суммарный радиальный зазор у нового подшипника, не находившегося в эксплуатации, называют начальным. После посадки подшипника на вал (или посадки с натягом в корпус) начальный зазор уменьшается и называется посадочным. Уменьшение радиального зазора при правильной посадке составляет 0,01-0,05 мм. Рабочим называют зазор в подшипнике, который находился в эксплуатации. Вследствие износа поверхностей рабочий зазор, характеризующий степень износа подшипника, больше посадочного. Рабочий зазор подшипников в механизмах котельных цехов может в несколько раз превышать начальный зазор, если у подшипника нет других признаков износа.

Посадка с натягом осуществляется обычно на деталь, вал или корпус, которые вращаются. Установка подшипника на вторую деталь (не вращающуюся)

осуществляется с зазором. Натяги предохраняют вращающуюся деталь от проворачивания в подшипнике и износа посадочного места, а зазоры между подшипниками и неподвижной деталью облегчают работу подшипника и увеличивают его долговечность. Эти зазоры компенсируют тепловое расширение подшипника и позволяют внешней обойме поворачиваться, чтобы износ ее беговой дорожки был равномерным.

Подшипники вращающихся механизмов котельных агрегатов насаживаются на вал с натягом. Поэтому внутренняя обойма подшипника должна прочно сидеть на валу, а на посадочных местах не должно быть следов проворачивания. Прочность посадки проверяют легкими ударами молотка через деревянную наставку (не должно быть смещения внутренней обоймы подшипника вокруг и вдоль шейки вала).

Зазор между внешней обоймой подшипника и корпусом должен быть от 0,05 до 0,1 мм в зависимости от диаметра обоймы. Посадку внешней обоймы подшипника проверяют, измеряя зазор щупом, а у разъемных корпусов – по свинцовым оттискам. Убедиться в том, что внешняя обойма не зажата в корпусе, можно проворачивая ее вручную или по следам краски с обжатием обоймы крышкой у разъемного корпуса.

Осевые зазоры внешней обоймы в корпусе подшипника обеспечивают возможность расширения как вала, так и самого подшипника. В опорно-упорном подшипнике суммарный (по обе стороны) осевой зазор должен быть в пределах 0,1-0,2 мм. У опорного подшипника осевые зазоры устанавливают по чертежу с учетом расширения вала.

Ремонт подшипниковых узлов с подшипниками качения аналогичен ремонту корпусов с подшипниками скольжения: проверяют чистоту каналов охлаждения и чистоту внутренних поверхностей, ремонтируют системы охлаждения и смазки (если они имеются), восстанавливают уплотнения. При ослабленной посадке внутренней обоймы на вал подшипник снимают, а шейку наплавляют и протачивают или на нее насаживают с натягом втулку. Если обнаружится зажатие внешней обоймы в корпусе, корпус подшабривают.

Ржавчину на шлифованных поверхностях подшипников качения удаляют пастой ГОИ или оксидом хрома, разведенным в чистом турбинном масле до незначительной густоты. При этом используют мягкие материалы (войлок, фетр и др.). На нешлифованных поверхностях ржавчину можно удалять наждачным полотном, смоченным в керосине. После зачистки подшипники тщательно промывают в бензине и вытирают насухо. При износе или других крупных дефектах подшипники заменяют. Восстановительный ремонт подшипников качения производят на специальных заводах.

Рассмотрим правила установки подшипников качения. Шариковые и роликовые подшипники изготавливают с очень небольшими зазорами между обоймами и телами качения, поэтому к правильности их установки на вал и в корпус предъявляют высокие требования. Правильная установка обеспечивает длительную работу подшипника, а неправильная ведет к его быстрому износу или полному разрушению.

Допускаемые отклонения на диаметр отверстия внутренней обоймы подшипников направлены в минусовую сторону от номинального диаметра. Поэтому подшипники устанавливаются на вал с большими натягами (или меньшими зазорами), чем при обычных соединениях вала с отверстиями, выполненными с допускаемыми отклонениями в плюсовую сторону.

Сначала замеряют посадочные места подшипника, а затем посадочные места на валу и в корпусе и определяют соответствие натягов и зазоров нормам. При этом также проверяют точность и шероховатость обработки посадочных мест вала и корпуса, высоту и перпендикулярность заплечиков для упора обойм подшипников. Отверстия в корпусах подшипников обрабатывают под скользящую посадку. Размеры зазоров определяют по таблице в зависимости от наружного диаметра подшипника.

Установку подшипников качения с натягом осуществляют либо механическим способом (ударами или запрессовкой), либо нагревом. В любом случае нельзя ударять молотком по обоям подшипника, сепаратору, шарикам или роликам, а также производить запрессовку, передавая усилия через шарики, ролики или сепараторы. При посадке подшипников механическим способом усилие для запрессовки должно передаваться на ту обойму, которая насаживается с натягом или через специальную шайбу, распределяющую усилие на обе обоймы. При этом молотком ударяют по выколоткам из дерева или мягкого металла (медь, латунь), а также по отрезкам труб из мягкой стали.

Чтобы посадить подшипники на вал с натягом, их выдерживают в масляной ванне при температуре масла 80-100 °С. Диаметр отверстия подшипника, при этом увеличивается на 0,08-0,09 мм на каждые 100 мм, что превышает натяг и позволяет установить подшипник без механических усилий. При установке подшипника с натягом корпус иногда прогревают горячим воздухом или паром, что облегчает запрессовку.

Устанавливая подшипники, принимают меры против их перекоса на валу и в корпусе. Для этого при запрессовке с помощью молотка выколотку переставляют по окружности или по диаметрально противоположным точкам, а наставки из труб устанавливают плотно к обойме подшипника. При отсутствии перекоса на запрессованном подшипнике обойма прилегает к заплечику вала без зазора по всей окружности. Зазор проверяют щупом (пластинка 0,03-0,05 мм). Посадочные места подшипника смазывают тонким слоем минерального масла.

3.1.7 Центровка валов

Как известно, валы электродвигателя и основного механизма соединяют муфтами. Непременным условием такого соединения является соосность валов, т.е. совпадение их осей. При отсутствии соосности нарушается нормальная работа агрегата, в результате чего появляется вибрация, вызывающая ускоренный износ подшипников и полумуфт. Несоосность валов и повышенная вибрация часто являются причиной поломок и аварийных остановов оборудования. Операцию по приведению валов в соосное состояние называют центровкой.

Смещения соединяемых валов могут быть трех видов: продольное, поперечное и угловое. У каждой пары соединяемых валов обычно имеются все три вида смещений, так как с абсолютной точностью отцентровать валы невозможно. Центровку считают выполненной, если отклонения валов от правильного положения находятся в пределах норм, указанных на сборочных чертежах или в технических условиях на сборку агрегата.

Для сборки и установки механизмов существуют общие правила: вначале по чертежу устанавливают основной (приводимый) механизм, а затем – электродвигатель. Вал электродвигателя прицентровывают к валу основного механизма. Если между основным механизмом и электродвигателем имеются зубчатый привод и редуктор, привод прицентровывают к основному механизму, редуктор – к приводу, а электродвигатель – к редуктору. Соосности валов при центровке добиваются во всех случаях, изменяя положение прицентровываемого механизма, а не ранее установленного.

До начала центровки должны быть закончены ремонтные работы по основному механизму и электродвигателю и проверено состояние узлов агрегата. Болты крепления фундаментной рамы и подшипников должны быть прочно затянуты.

Валы механизма и электродвигателя центрируют обычно по полумуфтам в следующей последовательности: предварительно выверяют ось вала электродвигателя по оси вала механизма; устанавливают центровочные скобы на полумуфты и скобы с отжимными болтами на фундаментную раму электродвигателя; окончательно центрируют вал электродвигателя относительно вала механизма по диаграмме центровки и также по диаграмме производят контрольную проверку центровки валов.

Электродвигатель устанавливают на фундаментную раму таким образом, чтобы было выдержано осевое расстояние между полумуфтами, предусмотренное чертежом. Перед замером этого расстояния роторы электродвигателя и механизма сдвигают друг к другу до упора. Если специальных указаний не имеется, расстояние между полумуфтами при сдвинутых роторах – не менее 4 мм для небольших агрегатов и не менее 8 мм – для больших.

Линейкой и клиновым щупом предварительно выверяют ось вала электродвигателя по оси вала механизма. Вначале накладывают линейку на верхние образующие полумуфт (рисунок 3.11, *а*) и проверяют совпадение осей валов в вертикальной плоскости. Оси валов совпадают, если линейка прилегает к обеим полумуфтам без просвета.

Чтобы оси валов совпали по вертикали, поднимают вверх или опускают вниз электродвигатель, подкладывая стальные прокладки под его лапы. Достигнув совпадения осей валов по вертикали, проверяют клиновым щупом горизонтальность вала электродвигателя. Для этого заводят щуп в зазор между полумуфтами сверху и снизу (рисунок 3.11, *б*). Неравенство зазоров свидетельствует о негоризонтальности вала электродвигателя. Горизонтальности добиваются, устанавливая подкладки под соответствующие лапы электродвигателя

или снимая их. При этом стараются не нарушить ранее достигнутую выверку валов по высоте.

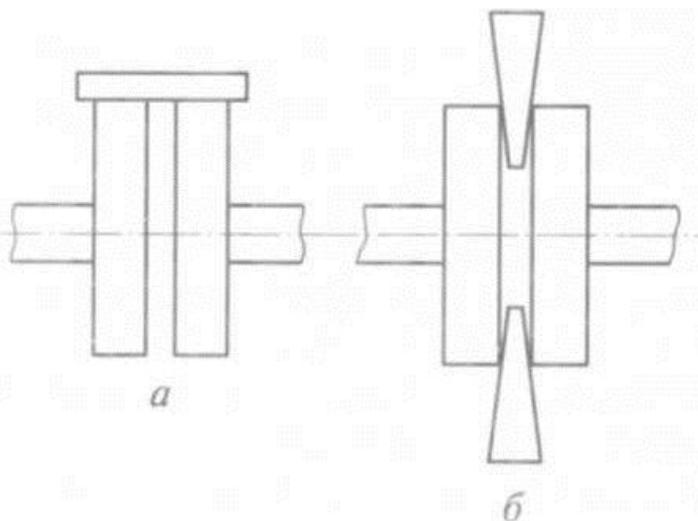
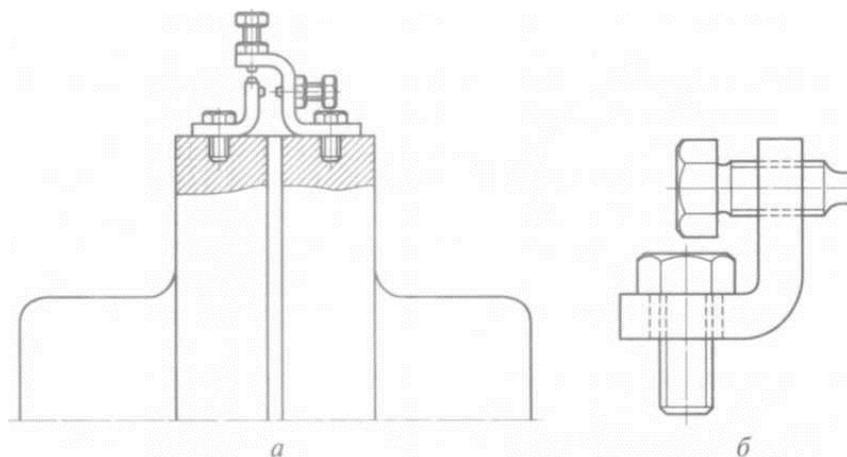


Рисунок 3.11 – Предварительная выверка осей валов по вертикали линейкой (*а*), по горизонтали – клиновым щупом (*б*)

После достижения горизонтальности вала электродвигателя проверяют совпадение осей валов в горизонтальной плоскости, прикладывая к боковым образующим полумуфт линейку. Одновременно клиновым щупом проверяют зазоры между полумуфтами и выравнивают электродвигатель в горизонтальной плоскости.

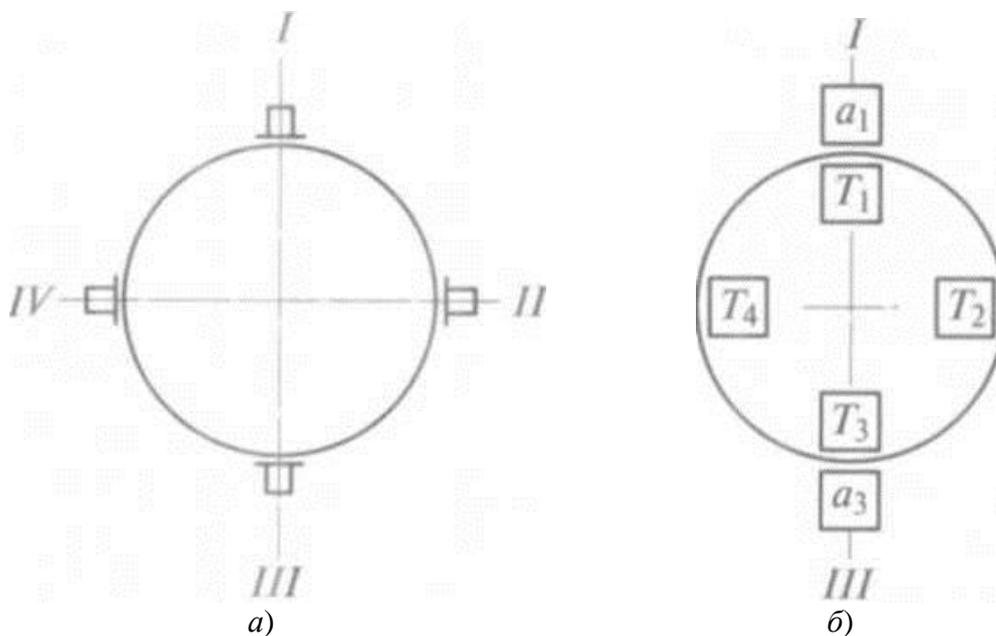
Окончив предварительную выверку, поворачивают валы в положение, при котором риски на полумуфтах совпадут. На полумуфты устанавливают центровочные скобы (рисунок 3.12, *а*), а на фундаментную раму электродвигателя – скобы с отжимными болтами (рисунок 3.12, *б*). Между центровочными скобами винтами устанавливают зазоры в пределах 1-2 мм. Чтобы убедиться, что скобы не будут задевать друг друга, оба вала одновременно поворачивают на один оборот.



а – центровочные скобы; *б* – скоба с отжимными болтами

Рисунок 3.12 – Приспособления для центрирования валов

При окончательной центровке поворачивают обе полумуфты в положения *I*, *II*, *III* и *IV* (рисунок 3.13, *a*) и в каждом из них измеряют пластинчатым щупом радиальные и торцевые (осевые) зазоры между центровочными скобами. Размеры зазоров записывают на круговой диаграмме (рисунок 3.13, *б*), где отмечают соответствующие положения. Радиальные зазоры a_1 - a_4 обычно записывают снаружи окружности, а торцевые T_1 - T_4 – внутри.



a – положение полумуфт, при котором измеряют зазоры между центровочными скобами; *б* – круговая диаграмма

Рисунок 3.13 – Центрирование осей валов по круговой диаграмме

При проверке центровки по скобам вращают полумуфты в одну сторону. В каждом положении перед замером зазоров сближают полумуфты до предела и затягивают все фундаментные болты электродвигателя. Центровку по круговой диаграмме ведут до тех пор, пока не будут одинаково расположены на одном диаметре радиальные зазоры и соответствующие им торцевые.

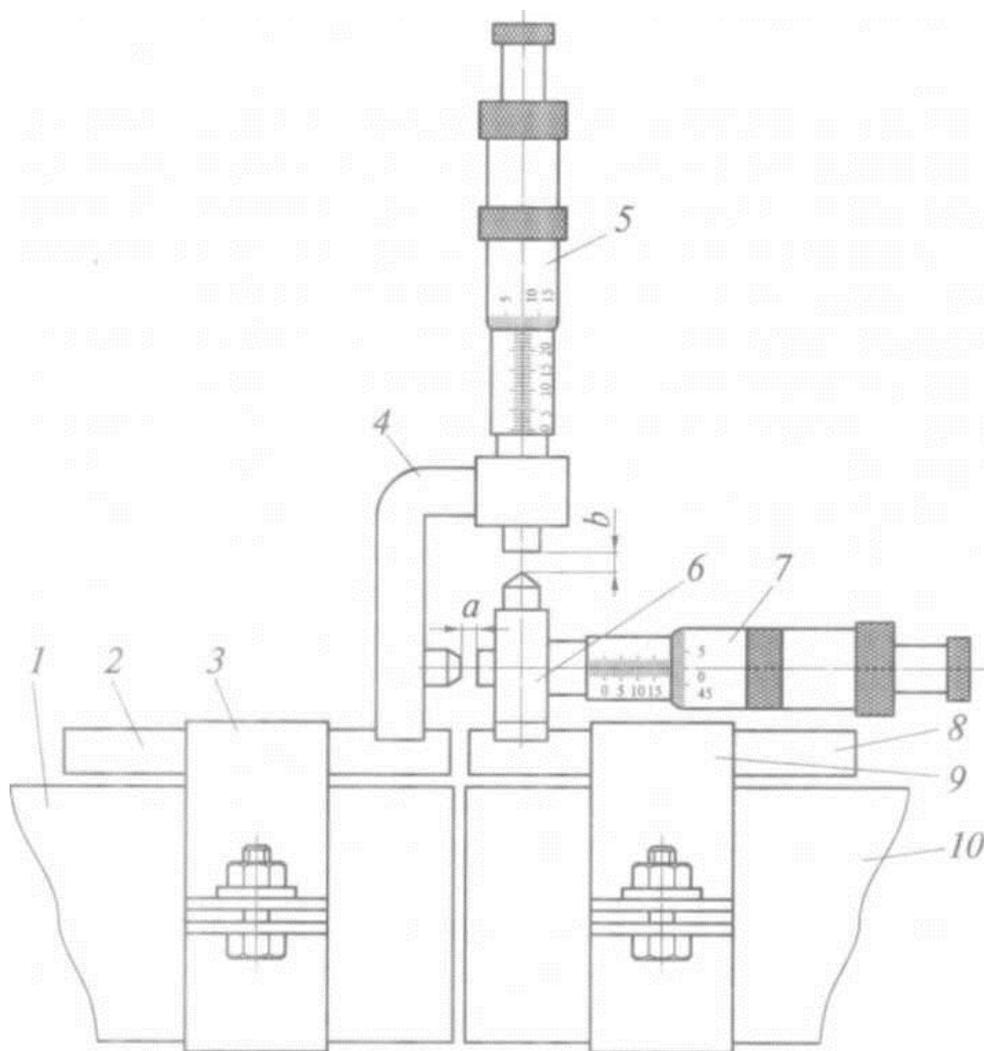
Для частот вращения вала 1500; 750; 500 об/мин допустимая разница диаметрально противоположных зазоров между центровочными скобами составляет 0,07-0,11; 0,10-0,12; 0,15-0,20 мм соответственно.

Для получения равенства зазоров между центровочными скобами в диаметрально противоположных положениях осторожно перемещают электродвигатель в горизонтальной плоскости отжимными болтами, а по высоте – рычагами или домкратами. При этом уменьшают или увеличивают общую толщину прокладок под соответствующими лапами электродвигателя. Нельзя перемещать электродвигатель ударами кувалды. После каждого перемещения привода туго затягивают болты, которыми электродвигатель крепится к фундаментной раме.

Контрольную проверку правильности замеров при центровке выполняют в положении *I* после поворота полумуфт на 360° . При повторном измерении зазоры в положении *I* должны быть равны зазором, полученным при первоначальном измерении в этом же положении.

Для ускорения центровки валов применяют также центровочные скобы с микрометрическими винтами и клиновые домкраты.

Центровочные скобы с микрометрическими винтами показаны на рисунке 3.14. К концу *1* вала хомутом *3* крепится штатив *2* с кронштейном *4* и микрометрическим винтом *5*. На конце *10* вала закрепляется штатив *8* с кронштейном и микрометрическим винтом *7*. Микрометрические винты *5* и *7* служат для измерения радиальных и осевых зазоров соответственно.



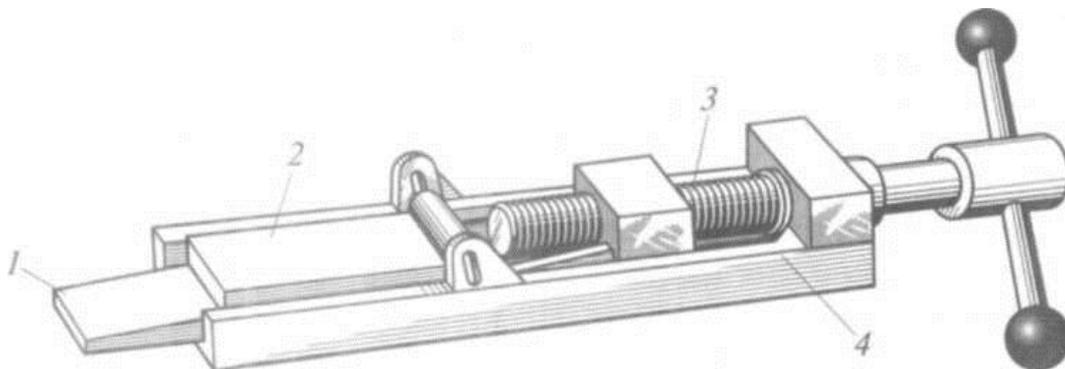
1, 10 – концы вала; *2, 8* – штативы; *3, 9* – хомуты;
4, 6 – кронштейны; *5, 7* – микрометрические винты

Рисунок 3.14 – Центровочные скобы
с микрометрическими винтами для центрирования валов

Зазоры измеряют так же, как и при обычной центровке. При совместном вращении обеих полумуфт (или валов) в четырех положениях замеряют зазоры с помощью микрометрических винтов, возвращая каждый раз винт в первоначальное положение. Использование микрометрических винтов повышает точность замеров и ускоряет центровку.

Перемещение тяжелых электродвигателей при центровке в вертикальной плоскости производят клиновыми домкратами (рисунок 3.15), которые уста-

навливают между фундаментом (фундаментной рамой) и электродвигателем. Домкрат состоит из корпуса 4, винта 3, верхнего 2 и нижнего 1 клиньев. Домкрат заводится под электродвигатель клиновой частью и при вращении винта клин 1 приподнимает клин 2, поджимающий электродвигатель.



1, 2 – нижний и верхний клинья; 3 – винт; 4 – корпус
Рисунок 3.15 – Клиновой домкрат для центрирования валов

3.2 Ремонт дымососов и вентиляторов

Нормальная и бесперебойная работа котла требует непрерывной подачи воздуха, необходимого для горения топлива и отвода образующихся продуктов сгорания.

В котлах малой производительности отвод газов осуществляется благодаря естественной тяге, создаваемой дымовой трубой. В современных крупных котлах применяют искусственную механическую тягу, создаваемую специальными устройствами – дымососами, способными преодолеть большое сопротивление газового тракта.

Подача воздуха в топку котла осуществляется дутьевыми вентиляторами. Весь воздушный тракт находится обычно под давлением. Кроме дутьевых вентиляторов в котельной установке могут быть использованы вспомогательные вентиляторы (рециркуляции горячих газов, горячего дутья и отсоса воздуха в регенеративных воздухоподогревателях).

Отдельную группу составляют мельничные вентиляторы, которые входят в систему пылеприготовления и служат для транспортировки пылевоздушной смеси.

Перед выводом в ремонт дымососов, дутьевых и мельничных вентиляторов проверяют:

- состояние сборочных единиц агрегата;
- вибрацию подшипников и температуру их нагрева;
- равномерность вращения смазочных колец подшипников с кольцевой смазкой, отмечая утечки масла в крышках и уплотнениях;
- отсутствие задеваний рабочего колеса за корпус;
- шум в подшипниках;
- надежность подвода и слива охлаждающей воды;
- исправность шиберов, заслонок и направляющих аппаратов, а также плавность их регулировки;

- плотность корпуса;
- состояние фундамента и затяжку фундаментных болтов.

В зависимости от состояния агрегата и объема ремонта агрегат частично или полностью разбирают.

Дутьевые вентиляторы изнашиваются меньше, чем дымососы, так как рабочая среда у них имеет более низкие температуры и не запылена абразивными частицами. Лопатки рабочего колеса и кожух практически не изнашиваются, поэтому дутьевые вентиляторы разбирают значительно реже, чем дымососы. Роторы дутьевых вентиляторов вынимают главным образом для ремонта вала и замены подшипников, если их нельзя заменить на месте.

Ремонт вала. Чтобы выявить возможные трещины и задиры, вал тщательно осматривают. Конусность, овальность, степень износа посадочных мест вала контролируют индикатором, микрометром или скобой и щупом. В конструкциях с кольцевой смазкой проверяют выработку шеек вала от скольжения смазочных колец и прогиб вала. Конусность и овальность шеек не должны превышать 0,05 мм. Выработку галтелей вала и их сопряжение с торцевыми кромками подшипников контролируют по шаблону.

Конусность и овальность устраняют, обрабатывая посадочные места вала на токарном или шлифовальном станках. При этом проверяют натяги и зазоры напрессовываемых деталей. При отклонении размеров от установленных допусков ремонтируют сопрягаемые детали, чтобы сохранить нормальные посадки.

Если вал устанавливают в центрах токарного или шлифовального станка, шлифуют до необходимой чистоты все посадочные места, если не устанавливают – поверхность шеек обрабатывают цилиндрическими притирами с наждачной шкуркой.

Выработку шеек вала от скольжения смазочных колец, недопустимую конусность их и сработанные галтели вала исправляют электродуговой наплавкой с последующей проточкой и шлифовкой.

Наплавку производят по специальной технологии, чтобы не допустить прогиба вала. При обнаружении прогиба вала его выправляют по специальной технологии.

Ремонт рабочего колеса. Объем ремонта определяют по результатам замера радиальных и осевых биений рабочего колеса. Если биение колес с наружным диаметром менее 1000 мм будет превышать ± 2 мм, а с диаметром более 1000 мм – $+3$ мм, их ремонтируют или заменяют.

При осмотре и определении объема ремонта рабочих колес проверяют профиль лопаток, надежность креплений их к дискам, отсутствие (особенно в местах изгиба) трещин, прочность приварки, оставшуюся толщину наплавленного на лопатки противоизносного слоя металла и отсутствие отслаивания этой наплавки. Лопатки с дефектами заменяют. Также следят за состоянием дисков рабочего колеса, надежностью установки заклепок в соединении крыльчатки со ступицей и прочностью тяг рабочих колес одностороннего всасывания. Откло-

нение дисков от плоскости (искривление) не должно превышать допустимого биения рабочих колес. В дисках не должно быть трещин и разрывов.

Чтобы повысить износостойкость, лопатки дымососов наплавляют электродами, при этом толщина одного наплавленного слоя составляет 2-2,5 мм. Каждый слой перекрывают другим слоем, чтобы не было зазоров.

Лопатки наплавляют до установки в крыльчатку. Наплавку лопаток в собранном рабочем колесе производят лишь при ремонте колеса без замены лопаток. Обычно наплавляют не всю рабочую поверхность лопатки, а лишь наиболее изнашиваемую ее часть. Чтобы уменьшить коробление дисков, наплавку выполняют вразбежку через четыре-пять лопаток.

В некоторых конструкциях дымососов в местах наибольшего износа к лопаткам приваривают накладки. Между накладкой и лопаткой не должно быть зазоров. При наплавке лопаток или приварке накладок места крепления лопаток к дискам надежно защищают.

Установка новых лопаток в крыльчатку является ответственной операцией, от качества которой зависят правильность сборки рабочего колеса и успешная балансировка ротора.

Лопатки при самом точном изготовлении имеют различную массу. Чтобы избежать большого дисбаланса ротора, общую массу лопаток равномерно распределяют по колесу. Для этого определяют среднюю массу одной лопатки (общую массу всех лопаток делят на их число) и распределяют лопатки по массе на четыре группы: *I* группа – лопатки массой 94-97 %, *II* группа – 97-100 %, *III* группа – 100-103 % и *IV* группа – 103-106 % от средней массы. Лопатки массой более 106 % от средней массы подгоняют опилкой, а менее 94 % – наплавкой, чтобы включить в одну из групп.

Распределение лопаток различных групп на диске крыльчатки показано на рисунке 3.16. Лопатки одинаковой массы устанавливают на противоположных концах диаметров, тяжелые и легкие лопатки чередуют. На колесах двустороннего всасывания по обеим сторонам среднего диска располагают лопатки одинаковой массы и прихватывают парами в диаметрально противоположных местах. Проверку прихваченных лопаток производят угольником, одну сторону которого прикладывают к образующей лопатке, а другую – к плоскости диска. Особенно тщательно закрепляют первые шесть пар лопаток, фиксирующих соосность всех дисков крыльчатки. Чтобы сохранить соосность дисков, при замене изношенных лопаток оставляют часть старых, которые вырезают и заменяют после установки и приварки остальных лопаток. Отклонение лопаток от перпендикулярности к дискам различных групп не должно быть более 0,75 мм на каждые 100 мм высоты лопатки, отклонения в их расположении по окружности (шаг лопаток, измеряемый по хорде) – более +3 мм.

До присоединения отремонтированной или вновь собранной крыльчатки к ступице рабочего колеса крыльчатку проверяют. Отклонения наружного диаметра и ширины крыльчатки от размеров, указанных на чертеже, не должны превышать ± 2 мм для колес наружным диаметром до 1000 мм и ± 3 мм – для колес с большим диаметром.

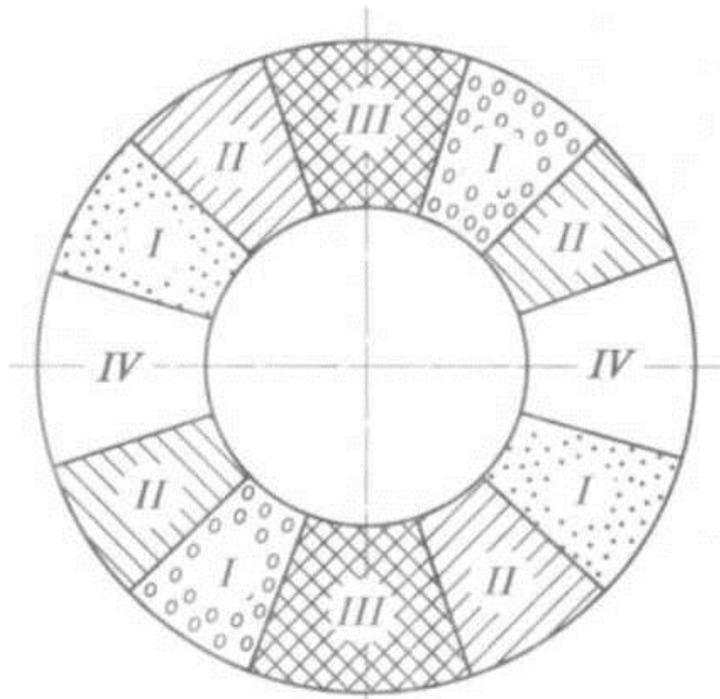


Рисунок 3.16 – Распределение различных групп лопаток на крыльчатке

У собранных крыльчаток проверяют торцевое и радиальное биение (рисунок 3.17). Крыльчатку на подкладках устанавливают таким образом, чтобы ее средний диск находился в вертикальном положении. Опуская отвес в точках 1, 2, 3, 4 и 5 окружности крыльчатки, измеряют расстояния между отвесами и дисками у среднего и крайних дисков. Затем проверку повторяют, повернув крыльчатку на 90° . Разница в измерениях не должна превышать 3 мм.

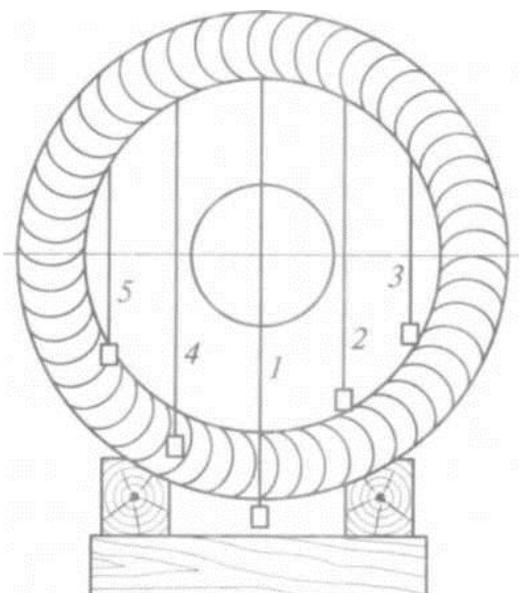


Рисунок 3.17 – Проверка торцевого и радиального биения крыльчатки

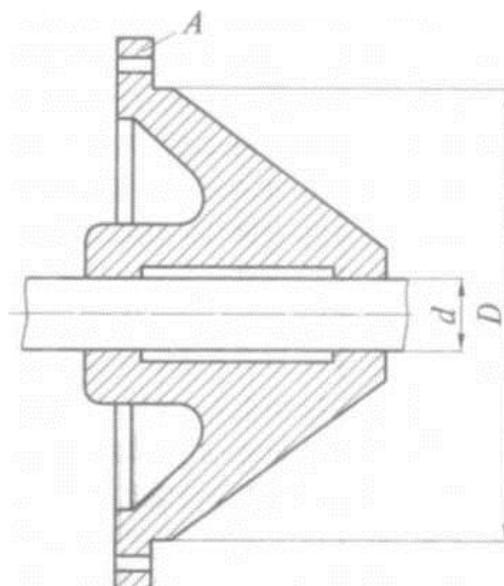


Рисунок 3.18 – Ступица рабочего колеса

Проверить биение можно также, насадив крыльчатку с подшипниками и фланцем на вал. Радиальное и осевое биение крыльчатки, concentричность окружностей, отклонение от параллельности и изогнутость дисков контролируют рейсмусом или индикатором. Расстояния между дисками не должны отклоняться более чем на 1-2 мм в зависимости от диаметра крыльчатки.

При установке крыльчатки на специальный вал одновременно можно произвести и динамическую балансировку, что значительно ускоряет балансировку всего ротора или делает ее ненужной.

Ответственной операцией является приклепка крыльчатки к ступице рабочего колеса. Чтобы обеспечить точную сборку рабочего колеса, размеры ступицы (рисунок 3.18) проверяют по чертежу. Расточка диаметром d для вала и кромка диаметром D для посадки диска крыльчатки должны быть concentричны. Смещение центров этих отверстий не должно превышать $\pm 0,15$ мм, а осевое биение плоскости $A - 0,2$ мм.

Диск крыльчатки центрируют по заточке диаметром D на ступице. Разметку отверстий в диске производят по отверстиям в ступице. Ступицу, подшипники качения и полумуфту насаживают на вал в соответствии с указаниями, приведенными ранее. Радиальное и осевое биение насаженной на вал ступицы не должно превышать 0,1 мм.

Приклепав крыльчатку к ступице, устанавливают тяги, регулируют их натяжение гайками и закрепляют контргайками. Ушки для тяг завертывают в ступицу до отказа. Новые ушки и тяги изготавливают по чертежу из стали.

У собранного ротора проверяют биение рабочего колеса в собственных подшипниках или на специальной установке. Если радиальное биение превышает норму, протачивают ротор на станке или в собственных подшипниках, применяя переносной суппорт.

После выполнения всех операций по сборке выполняют статическую балансировку ротора на призмах.

Ремонт кожуха и направляющих аппаратов. При осмотре кожуха проверяют: износ брони и незащищенных броней мест кожуха; крышки и всасывающие воронки; неплотности, трещины, коробления, вмятины, отрывы полос жесткости; износ охлаждающих рубашек дымососов; плотность закрытия крышек, люков и других мест разъемов; состояние и износ уплотнений. Выявленные дефекты и неплотности устраняют, ремонтируя кожух или заменяя его отдельные части.

Частично изношенную броню восстанавливают, вырезая отдельные места и устанавливая новые части брони или наплавляя их. При сильном износе старую броню удаляют и на ее место устанавливают новую.

В направляющих аппаратах проверяют отсутствие заеданий поворотных колец и повреждений лопаток, тяг, серег, валиков и других деталей, а также правильность работы аппарата. В любом положении механизма направляющего аппарата все лопатки должны быть параллельны друг другу. В крайних положениях привода направляющего аппарата лопатки должны обеспечивать полное открытие или плотное закрытие всасывающих патрубков. Выявленные дефекты

направляющих аппаратов и неплотности их корпусов устраняют во время ремонта. Привод аппарата должен свободно вращаться от руки.

Одновременно с ремонтом дымососов и вентиляторов проверяют работу отключающих шиберов и заслонок и ремонтируют их. Объем проверки и ремонта и требования к исправности шиберов и заслонок такие же, как и для направляющих аппаратов.

Сборка дымососов и вентиляторов после ремонта. Сборка тягодутьевых машин начинается с установки корпусов разъемных подшипников. Корпуса подшипников выверяют по высоте и по уровню и временно закрепляют гайками. После этого укладывают нижние вкладыши, на которые устанавливают ротор, и проверяют его положение относительно корпуса. При неразъемных корпусах на фундаментную раму устанавливают ротор в сборе с подшипниками и корпусами.

Ротор выверяют по размерам, указанным в чертеже (допуск 1 мм), высотным отметкам и горизонтальности вала, а также по зазорам между деталями ротора и элемента кожуха.

Окончательно установив ротор, собрав и закрепив подшипники, убеждаются в легкости его вращения и отсутствии задеваний. Крышку кожуха и направляющие аппараты устанавливают на прокладках и проверяют работу их приводов. Далее вновь проворачивают ротор и проверяют зазоры в уплотнениях прохода вала через корпус. После этого собирают систему охлаждения и смазки подшипников, заливают смазку и центрируют электродвигатель. Окончив центровку, соединяют полумуфты и устанавливают ограждения вращающихся частей. Если необходимо, выполняют динамическую балансировку ротора.

Отремонтированные дымососы и вентиляторы контролируют на полных оборотах в течение 2-4 ч, следя за вибрацией всех элементов, нагревом подшипников, правильной работой систем смазки и охлаждения, отсутствием задеваний и посторонних шумов.

3.3 Ремонт оборудования пылеприготовления

3.3.1 Ремонт углеразмольных шаровых барабанных мельниц

Перед остановкой мельницы в ремонт производят ее наружный осмотр и измеряют вибрацию подшипников барабана, привода и редуктора, проверяют состояние пылевыдающего и углеподающего патрубков и их уплотнений, течь масла из подшипников и задевания валов, а также фундаментные болты. Если предусмотрена замена брони барабана, перед остановкой мельницы в ремонт выгружают все шары.

Остановив мельницу и отключив электродвигатель от сети, осматривают основные сборочные единицы мельницы и определяют степень износа зубьев приводной и венцовой шестерен, размеры радиальных и боковых зазоров в зацеплении; проверяют болты, крепящие венцовую шестерню к барабану, положение барабана мельницы относительно горизонтальной оси, положение привода и редуктора, а также соединительные муфты.

Затем вскрывают привод и редуктор, осматривают шестерни, валы и подшипники, измеряют зазоры, проверяют поверхности всех деталей и опреде-

ляют объемы их ремонта. Состояние цапф и главных подшипников мельницы оценивают, подняв барабан и вынув вкладыши.

Наибольшему износу при работе шаровой мельницы подвергаются шары. Через каждые 2500-3000 ч работы их сортируют, т.е. удаляют шары, у которых диаметр в результате износа уменьшился до 15-17 мм (первоначальный диаметр шаров 30-40 мм). После проведенной сортировки в барабан добавляют новые шары до полной загрузки, при которой мельница работает наиболее производительно и экономично. Для уменьшения трудоемкости применяют механизированные способы загрузки шаров, например, используют различные схемы комплексной механизации работ (разгрузка шаров на склад, загрузка и выгрузка их из мельниц).

Ремонт брони. Броню цилиндрической части барабана мельницы заменяют при износе плит до толщины 15-16 мм, а также при сработке волн бронеплит. Броню торцевых частей барабана заменяют при сквозном износе. При износе отдельных бронеплит в них вваривают вставки из листовой стали толщиной 20-25 мм, в том случае если броневая сталь сваривается.

Работы по замене брони определяются способом крепления бронеплит к барабану. Перед установкой новых бронеплит удаляют остатки разрушенного асбестового картона и укладывают новый картон.

Бронирование барабана, в котором бронеплиты закрепляют одним клином, выполняют следующим образом: в нижнем положении укладывают бронеплиты двух кольцевых рядов и закрепляют их распорками, затем барабан поворачивают на 180°, заканчивают укладку плит в этих же кольцевых рядах и закрепляют ряды клиньями. Так же устанавливают следующие два ряда плит.

Бронеплиты подают в мельницу через горловину с помощью электролебедки и наклонных балок, переносного рельсового пути или канатной дорожки, для чего снимают один из патрубков.

Торцевую броню менять проще, так как для ее замены можно не выгружать шары из барабана.

Если бронеплиты не изношены и не подлежат замене, проверяют прочность их крепления и подтягивают болты. Такая работа трудоемка, утомительна и требует больших усилий, поэтому должна выполняться с применением гаикверта.

Углеподающие и пылевыдающие патрубки, а также втулки полых цапф ремонтируют, наплавляя или заменяя соответствующие участки. В патрубках заменяют изношенную броню, а во втулки цапф устанавливают кольца с фланцем и спиралью. При ремонте проверяют и восстанавливают уплотнения патрубков.

Ремонт венцовой шестерни. Очищенные от грязи и смазки венцовые шестерни тщательно осматривают. После эксплуатации мельниц обычно наблюдаются ослабление болтов, местный и общий односторонний износ зубьев, повышенные радиальные и осевые биения венцовой шестерни.

Если венцовую шестерню не предполагают снимать для поворота или замены, то проверяют плотность затяжки всех болтов крепления шестерни к ба-

рабану и болтов, соединяющих половины шестерни. Ослабленные болты подтягивают.

Буртики и заусенцы, образовавшиеся в результате местного износа зубьев, удаляют, обрубая их пневматическим зубилом и зачищая шлифовальной машиной. Трещины и вмятины заваривают электросваркой с последующей обрубкой и шлифованием по шаблону.

Степень одностороннего износа зубьев венцовой шестерни определяют по шаблону, на котором вырезан нормальный профиль зуба. При большом одностороннем износе зубьев шестерню поворачивают на 180° , чтобы рабочей частью стала неизношенная сторона зубьев. Если изношены обе стороны зубьев или толщина их уменьшилась на 30-40 %, шестерню заменяют. Радиальные и осевые биения венцовой шестерни замеряют с помощью реперов и щупа. Радиальное биение шестерни должно быть не более 1 мм, а осевое – не более 1,5 мм.

Снятие венцовой шестерни для устранения недопустимых биений, поворота на 180° или замены производят обычно двумя таями или полиспадами, поочередно снимая сначала одну, а затем другую половину шестерни. Перед поворотом или заменой шестерни проверяют радиальное и осевое биение фланца барабана. Если биение превышает допустимое, фланец протачивают. Половины венцовой шестерни также устанавливают двумя полиспадами или таями.

При сборке венцовой шестерни обе половины плотно подгоняют одну к другой (допуск на смещение 0,05 мм). В соединении фланцев шестерни и барабана просветы не должны превышать 0,1 мм. Допустимое радиальное биение установленной шестерни не должно превышать 1 мм, осевое – 1,5 мм.

Ремонт главных подшипников. В главных подшипниках мельницы часто изнашивается или отслаивается баббитовая заливка. Чтобы проверить состояние вкладышей и устранить дефекты, их вынимают, промывают в керосине и осматривают, выявляя признаки износа баббитовой заливки (риски, трещины, задиры, подплавления и др.). Толщину баббитовой заливки определяют за сверловкой. При толщине менее 3 мм, а также при отслаивании баббитового слоя более чем на 30 % поверхности заливки вкладыши перезаливают, растачивают и шабруют.

Местные дефекты баббитового слоя (вмятины, раковины, задиры, трещины) и небольшие отслаивания баббита от тела вкладыша устраняют разделкой и наплавкой. Наплавленные подшипники обрабатывают на токарном или карусельном станке, а при небольшом объеме наплавки – вручную по шаблону напильником и шабером.

До подгонки вкладышей осматривают и ремонтируют полые цапфы, которые промывают керосином, насухо вытирают ветошью и выявляют забоины, царапины, задиры, коррозионные разъедания. Эти дефекты устраняют шлифованием с помощью деревянных хомутов, обшитых внутри фетром, на который наносят абразивную пасту. Единичные крупные дефекты разделяют и заваривают, после чего обрабатывают напильником и шабером, а затем шлифуют

всю цапфу. Подогнанные вкладыши устанавливают в корпуса подшипников, поверхность цапф смазывают краской и барабан опускают на вкладыши, после чего поворачивают на 30-40° в обе стороны. Далее поднимают и закрепляют барабан, вынимают вкладыши и по следам краски производят доводочное шабрение, обеспечивая зазоры в соответствии с нормами, указанными в технической документации на ремонт.

Перед установкой барабана на отремонтированные вкладыши цапфы их тщательно промывают и насухо вытирают тряпками, после чего смазывают маслом. Опущенный на подшипники барабан проверяют на горизонтальность цапф. Отклонение от горизонтальности не должно превышать 0,35 мм на 1 м длины барабана.

Подшипники закрывают крышками, в сальниковые уплотнения устанавливают новые фетровые или войлочные кольца. После этого подключают трубы водяного охлаждения подшипников.

Ремонт привода. Разборку и сборку привода ведут с помощью кран-балки, электротали, крана или погрузчика со стрелой.

При осмотре зубчатого колеса привода выявляют местный (вмятины, трещины, поломки, заусенцы) и общий износ зубьев. Местный износ устраняют разделкой и электродуговой заваркой с последующей обработкой по шаблону. При общем значительном износе зубьев поворачивают колесо на 180°, а если оно изношено с обеих сторон, его заменяют. Чтобы снять зубчатое колесо, вначале съемником удаляют с вала полумуфту. Упорное кольцо и колесо снимают с помощью прессы или специальной рамы и гидравлического домкрата.

Зубчатое колесо сажают на вал с натягом 0,05-0,075 мм, подогревая его до 150-200 °С и применяя напрессовочные приспособления. Упорное кольцо насаживают на вал в горячем состоянии с натягом 0,2 мм, а полумуфту запрессовывают с натягом до 0,05 мм. Эллипсность шейки вала привода не должна быть более 0,05 мм, конусность – более 0,02 мм, кривизна вала – более 0,08-0,1 мм.

После укладки отремонтированного вала с зубчатым колесом на подшипники выверяют зацепление колеса с венцовой шестерней и регулируют радиальный зазор в зацеплении.

Выверенный по венцовой шестерне привод затягивают фундаментными болтами, после чего нельзя ослаблять болты, передвигать подшипники или устанавливать подкладки под их корпуса. При сборке привода промывают подшипники, устанавливают фетровое уплотнение, регулируют верхний зазор в подшипниках, закрывают крышки и заливают масло.

Ремонт редуктора. Ремонт редуктора производят теми же такелажными приспособлениями, какие применяют для ремонта привода. Сняв крышку редуктора, проверяют состояние зубчатых колес, валов и подшипников, измеряют радиальные и боковые зазоры в зацеплении колес и радиальные зазоры в подшипниках качения, определяя их износ. Если зубчатые колеса имеют значительный общий износ или крупные местные дефекты, их заменяют.

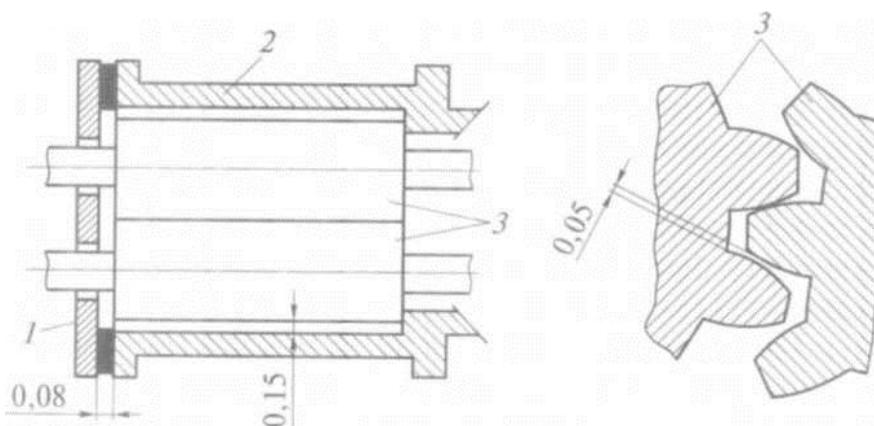
Полумуфты, колеса и подшипники снимают с валов стяжными приспособлениями. Для облегчения выпрессовки обода полумуфт нагревают до 250-300 °С газовыми горелками, а подшипники – горячим маслом. Ведомое зубчатое колесо редуктора напрессовывают на вал стяжным приспособлением и домкратом с натягом 0,05-0,08 мм.

Подшипники для каждого вала подбирают примерно с одинаковым радиальным зазором между обоймой и телами качения. На валы подшипники сажают с натягом не более 0,05 мм. После этого проверяют зазоры в подшипниках и их работу. Полумуфты запрессовывают с натягом 0,02-0,05 мм.

Перед сборкой редуктора тщательно промывают все детали. Змеевик охлаждения опрессовывают водой под давлением 0,5 МПа. Затем проверяют плотность прилегания крышки редуктора к корпусу и крышек подшипников к нижним половинам подшипников.

Ремонт маслосистемы. При капитальном ремонте мельниц проверяют и ремонтируют шестеренчатый масляный насос, чистят маслопроводы и бачки, осматривают и проверяют арматуру.

Наиболее ответственными являются работы по ремонту масляного насоса, исправность которого обеспечивает непрерывность подачи смазки к узлам мельницы и надежность их работы. Для исправной работы масляного насоса необходимо поддерживать нормальные размеры зазоров между торцами зубчатых колес 3 и торцевой крышкой / корпуса 2 насоса, а также между вершинами зубьев и корпусом (рисунок 3.19).



1 – торцевая крышка корпуса; 2 – корпус; 3 – зубчатые колеса

Рисунок 3.19 – Основные зазоры в масляном насосе

Зазор между торцами зубчатых колес и торцевой крышкой насоса должен быть минимальным, но при этом не должно происходить задиранья крышки зубьями колес. Этот зазор определяется толщиной прокладки между корпусом и крышкой, равной 0,05-0,12 мм. Прокладку изготовляют из писчей или чертежной бумаги и устанавливают на шеллаке. Зазор между вершинами зубьев и корпусом насоса должен быть 0,15-0,25 мм; его размер проверяют при снятой крышке. Для нормальной работы насоса зубчатые колеса изготовляют с повышенной точностью. Боковой зазор в зацеплении должен быть не более 0,05 мм.

Втулки с выработкой более 0,1 мм и слабой посадкой заменяют. Новые втулки запрессовывают по тугой посадке. При сборке насоса тщательно прочищают отверстия для выхода воздуха и смазочные каналы в корпусе, крышке и втулках.

При сборке маслосистемы для уплотнения фланцев применяют плотную бумагу или картон толщиной 0,5 мм, смазанные вареным маслом, шеллаком или бакелитовым лаком. Нельзя устанавливать прокладки на технической олифе, белилах или сурике. Плотность собранных маслопроводов проверяют сжатым воздухом под давлением не менее 0,3 МПа.

В маслосистему и редуктор через воронку с чистой медной сеткой заливают свежее профильтрованное масло, применяя все меры предосторожности против попадания грязи и песка. Перед каждым подшипником устанавливают матерчатые или медные фильтры, которые при пробной прокачке масла через каждые 30-40 мин очищают. Прокачку масла продолжают до тех пор, пока полностью не прекратится загрязнение фильтров.

Утечка масла из подшипников и редукторов мельниц приводит к разрушению фундаментов и загрязняет мельничное помещение. Если не приняты меры по устранению утечки масла, приходится останавливать мельницы на длительный срок для проведения трудоемких работ по перезаливке участков фундаментов и ремонту фундаментных плит.

Для предотвращения утечки масла из подшипников и редукторов они должны быть хорошо уплотнены, давление масла в маслопроводах должно поддерживаться в пределах, установленных нормами, а уровень масла в масляной ванне редуктора не превышать $3/4$ высоты маслоуказательного стекла.

Опробование мельницы после ремонта. Окончив ремонт мельницы и собрав все ее сборочные единицы, выполняют заключительные операции: выверяют радиальный зазор между полрой цапфой и кольцом патрубка; собирают сальниковое уплотнение патрубка; производят центровку редуктора по полумуфте привода, а затем электродвигателя по полумуфте редуктора.

Собрав маслопроводы, их присоединяют к корпусам главных подшипников, маслоохладителю и насосу, после чего проверяют чистоту и исправность маслоуказателей. Далее подключают трубопроводы охлаждающей воды, убирают все такелажные устройства и ремонтные приспособления, убеждаются в отсутствии посторонних предметов в зацеплении венцовой и приведенной шестерен и т.д.

Перед пуском мельницы устанавливают и закрепляют ограждение венцовой и приводной шестерен. Через фильтрующий материал заливают масло в подшипники привода и редуктора, в масляные баки и коробку смазочного устройства венцовой шестерни. Уровень масла в редукторе должен быть на 30 мм выше нижней точки ведомого колеса.

Опробование агрегата проводят вначале по узлам: маслосистема – 5-10 мин; электродвигатель мельницы – 1,5 ч; электродвигатель с редуктором – 2-3 ч; агрегат в целом на холостом ходу (без шаров) – 2 ч. Перед пуском узлов агрегата устанавливают и закрепляют ограждения вращающихся деталей.

Если при узловой обкатке не выявились дефекты (вибрация, нагрев подшипников, задевания, ненормальные шумы в зацеплениях), мельницу останавливают и загружают шарами, затем опробуют под нагрузкой.

3.3.2 Ремонт молотковых мельниц

Перед остановкой размольной шахтной мельницы для ремонта производят наружный осмотр ее и выявляют все видимые дефекты.

Мелом отмечают участки пыления на корпусе, карманах, прилегающих участках воздухопроводов, топливном рукаве и сепарационной шахте. Затем отмечают места утечки масла из подшипников и неплотности системы охлаждения, измеряют вибрацию подшипников мельницы и электродвигателя. После отключения котла проверяют плотность корпуса мельницы.

Перед вскрытием и разборкой мельницы подают воду или насыщенный пар в размольную камеру, чтобы ликвидировать очаги горения топлива, затем отключают электродвигатель от сети и разбирают электрическую цепь. После этого открывают двери мельницы и очищают ее от остатков топлива, кусков металла и посторонних предметов. Чтобы можно было одновременно ремонтировать мельницу и шахту, их отделяют прочным настилом из досок.

Ротор мельницы вынимают из корпуса в тех случаях, когда предстоит замена дисков, правка вала или замена подшипников с проточкой шеек вала. Перед выемкой ротора с него снимают била и билодержатели.

У старых типов мельниц ротор обычно вынимают через переднюю стенку, которую для этого демонтируют. У мельниц больших типоразмеров роторы вынимают через боковые стенки, на которых предусмотрены съемные крышки. Для выемки применяют монорельсы, шпальные выкладки или специальные тележки. При разборке мельницы проверяют техническое состояние сборочных единиц и уточняют объем ремонтных работ.

Ремонт корпуса мельницы. Во время капитального ремонта броню мельниц обычно заменяют, если она изношена более чем на 50 %. При местном износе вырезают изношенные участки и устанавливают новые. В отдельных местах производят наплавку.

Новую броню заводского изготовления крепят к корпусу болтами с потайной головкой или шпильками, концы которых обваривают. Броню, изготовленную на месте из вальцованных стальных листов, приваривают к корпусу. Между броневыми плитами и корпусом на вертикальных стенках прокладывают асбестовый картон толщиной 5 мм. В нижней части мельницы пространство под броневыми плитами торкретируют составом из 75-80 % молотого шамота, 15-20 % огнеупорной глины и 5-10 % цемента, размешанных на воде.

Неплотности корпуса мельницы устраняют, накладывая заплаты или заваривая отдельные места. Корпус ремонтируют до установки брони. Чтобы увеличить срок службы брони, ее наплавляют специальными электродами.

Ремонт ротора. Ремонт отдельных элементов ротора (полумуфт, вала, подшипников) производят в соответствии с указаниями, приведенными ранее.

Слабая посадка дисков на вал приводит иногда к разработке посадочного места вала и смятию шпонки и шпоночного паза. В этом случае снимают диски с вала, протачивают изношенные места вала, а отверстия в дисках наплавляют и растачивают под новый диаметр вала. Шпоночные канавки исправляют и для каждого двух дисков изготавливают отдельные шпонки.

У молотковых мельниц происходит быстрый износ бил, билодержателей и брони. Наиболее распространенным методом повышения износостойкости бил и билодержателей является наплавка износостойчивыми электродами, что дает возможность повысить продолжительность работы в 2-2,5 раза.

Новые или наплавленные била и билодержатели перед установкой на ротор взвешивают и сортируют на группы. При развеске и сортировке более легкие била наплавляют электросваркой. Отсортированные била раскладывают по схеме, принятой для данной мельницы. Каждые два била, устанавливаемые в диаметрально противоположных точках ротора, должны иметь одинаковую массу.

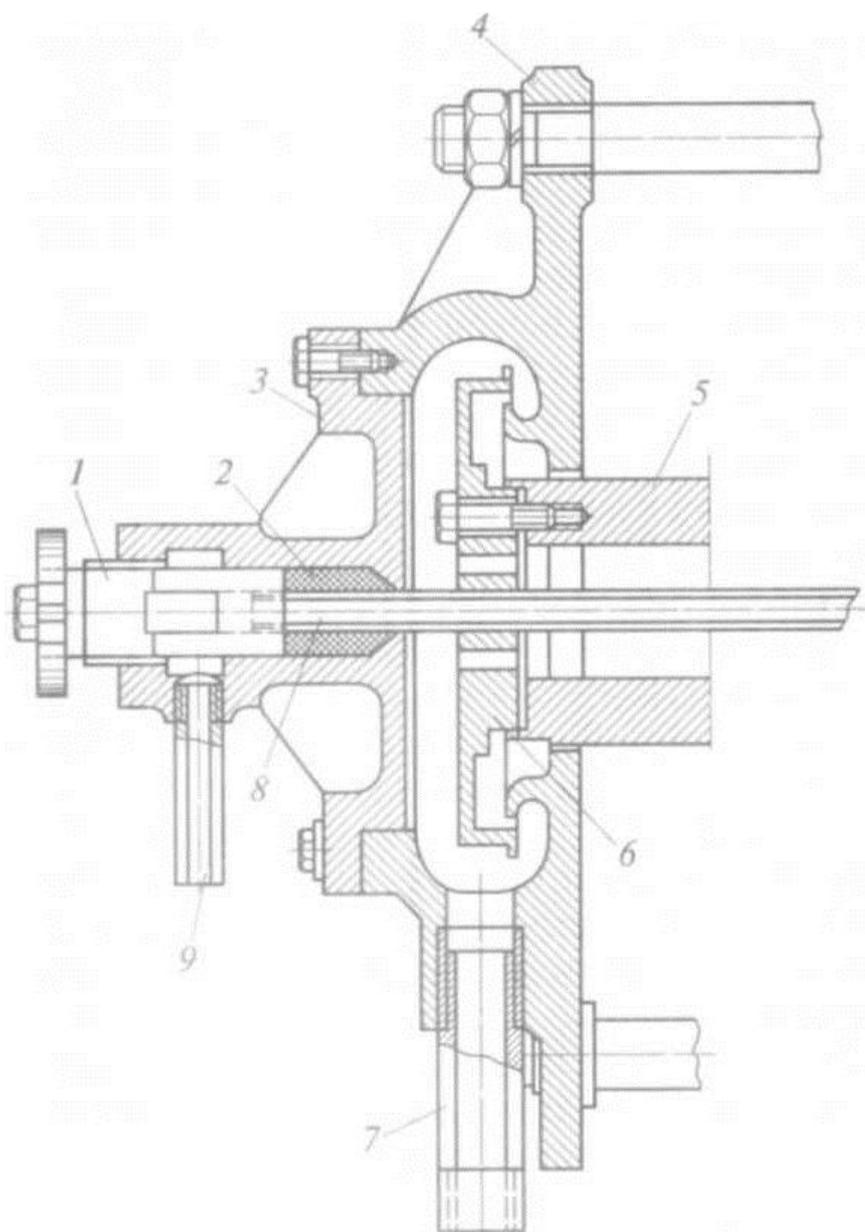
Перед установкой бил на ротор проверяют диаметр отверстий в ушках бил. При необходимости отверстия в билах райберуют. У билодержателей проверяют диаметр отверстий и расстояния между их центрами, потому что уравновешенность ротора зависит не только от массы бил и билодержателей, расположенных в диаметрально противоположных его точках, но и от расстояния, на котором находятся била от оси ротора. Подобранные таким образом била и билодержатели обеспечивают уравновешенность ротора без балансировки.

Ремонт системы охлаждения вала. Валы крупных мельниц изготавливают полыми (т.е. с центральным сверленным каналом) и охлаждают проточной водой через распределительную головку (рисунок 3.20). Холодная вода по трубке 9 поступает в противоположный конец вала 5 и затем возвращается по внутренней полости, охлаждая вал. Между подвижной и неподвижной частями устройства на валу установлен диск 6, отбрасывающий воду к отводящей трубке 7.

Ремонт системы охлаждения вала с распределительной головкой заключается в проверке всех деталей и их соединений, восстановлении плотности соединений и очистке каналов от загрязнений.

Валы малых мельниц выполняют сплошными. Защиту таких валов от нагрева горячим воздухом осуществляют с помощью неподвижных холодильников с проточной водой. Холодильники охватывают оба конца вала в местах, находящихся между размольной камерой и подшипником.

Неподвижные холодильники представляют собой полые втулки, омываемые изнутри проточной водой. Втулки состоят из двух половин, соединяемых болтами. Ремонт холодильников заключается в очистке от загрязнений проточной части, восстановлении герметичности всех соединений и устранении перекосов втулки и задеваний вала за нее. Герметичность втулок проверяют керосином или водой под давлением 0,4-0,5 МПа. Обнаруженные неплотности устраняют сваркой.



1 – пробка; 2 – сальниковое уплотнение; 3 – крышка корпуса;
 4 – корпус головки; 5 – полый вал; 6 – диск;
 7, 8 и 9 – водоотводящая, охлаждающая и водоподводящая трубки
 Рисунок 3.20 – Водораспределительная головка

Сборка и опробование мельницы. Ротор устанавливают в корпус мельницы теми же устройствами, которыми его вынимают. Через боковую стенку корпуса ротор заводят без билдержателей и бил, которые затем навешивают на установленный ротор. Через переднюю стенку ротор заводят с билдержателями и билами или без них в зависимости от принятого способа ремонта.

Заведя ротор в корпус, с помощью подкладок регулируют положение вала, добиваясь его горизонтальности и равномерности радиальных зазоров в уплотнениях корпуса. При этом устанавливают на новых прокладках и закрепляют болтами съемные элементы на вырезах в боковых стенках корпуса, а также уплотнения вала – сальниковые втулки или воздушные коробки. Переднюю стенку корпуса устанавливают, если она демонтировалась.

Допуск на отклонение вала от горизонтального положения равен $\pm 0,3$ мм на 1 м длины. Выверив вал, контролируют положение ротора относительно корпуса. Радиальные зазоры между билами и броней должны быть 30 мм, осевые между крайними билами и броней торцевых стенок со стороны упорного подшипника 15-23 мм, а со стороны опорного подшипника 21-40 мм в зависимости от типа мельницы. У мельниц со сплошными валами устанавливают холодильники и проверяют их concentricity по отношению к валу. Опробование мельницы после капитального ремонта производят, как правило, сначала без бил, а затем навешивают била и выполняют вторичное опробование. Продолжительность опробования мельницы с билами 2-3 ч, а после смены подшипников 8 ч.

3.3.3 Ремонт питателей топлива

Для регулируемой подачи топлива в размольные устройства или непосредственно в топку котельные установки оборудуют питателями. Наиболее распространены дисковые, скребковые и ленточные питатели. Дисковые питатели применяют для угля, а скребковые и ленточные – для всех видов топлива.

В дисковом питателе (рисунок 3.21) изнашиваются детали редуктора, коническая пара и подшипники вала. Причина износа – не достаток или низкое качество смазки, неправильная (неточная) сборка деталей. От истирания топливом и коррозии изнашиваются диск, регулирующий нож, детали корпуса и патрубки телескопической трубы.

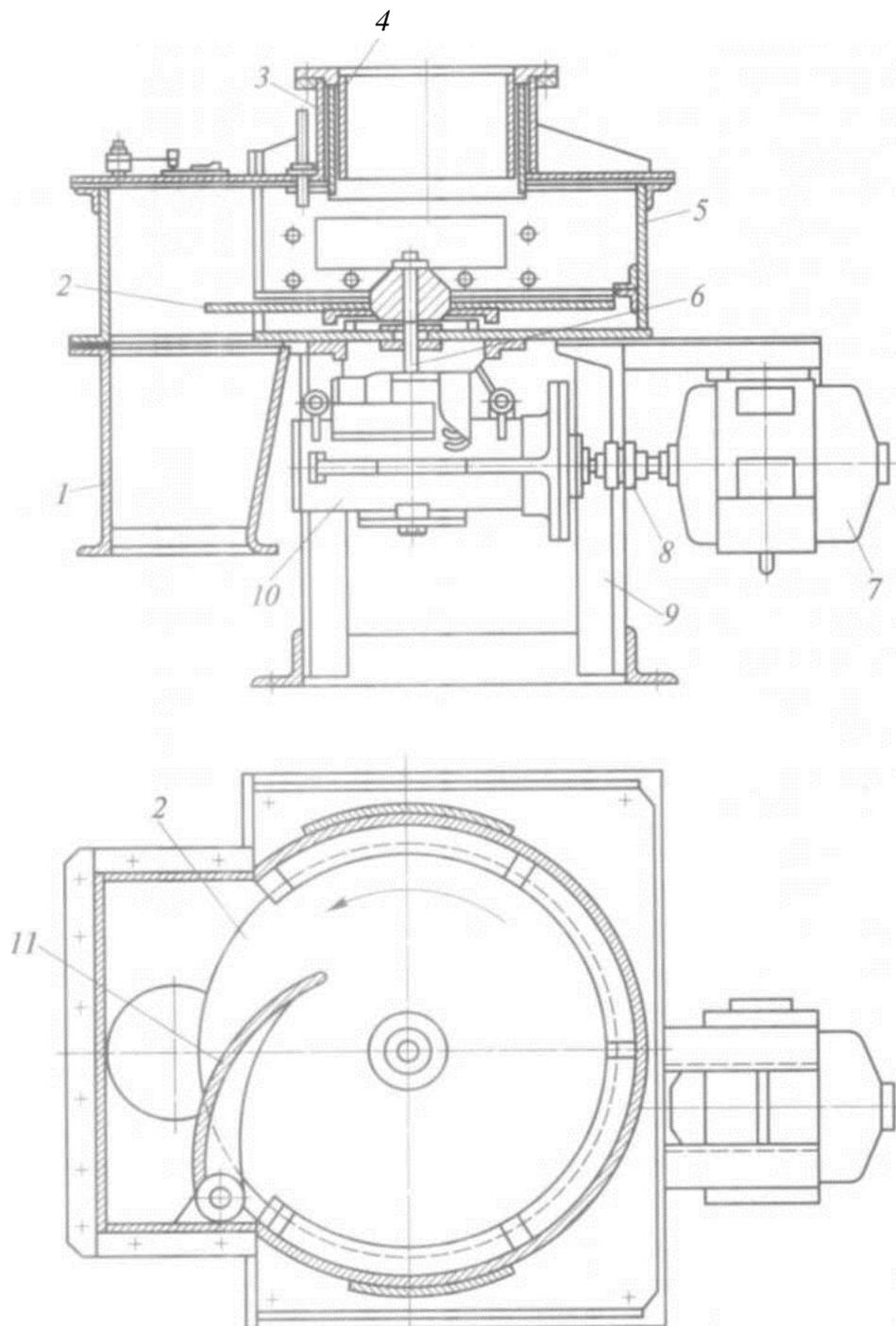
При капитальном ремонте питателя его разбирают и проверяют все детали. Детали редуктора, конические зубчатые колеса и подшипники промывают, насухо вытирают и осматривают. Коническую и червячную передачи при износе заменяют парами, производя пригонку (приработку) деталей. Правила ремонта, сборки и пригонки зубчатых и червячных передач, а также ремонта подшипников и полумуфт приведены в подразделе 3.1.

Детали корпуса, диск, регулирующий нож, части телескопической трубы, приводной механизм трубы и винтовой механизм ножа очищают от угля, грязи и ржавчины. Изношенные места восстанавливают наплавкой, а изношенные детали заменяют.

После ремонта производят сборку питателя. Не устанавливая крышки корпуса и редуктора, проверяют взаимодействие деталей при включенном электродвигателе.

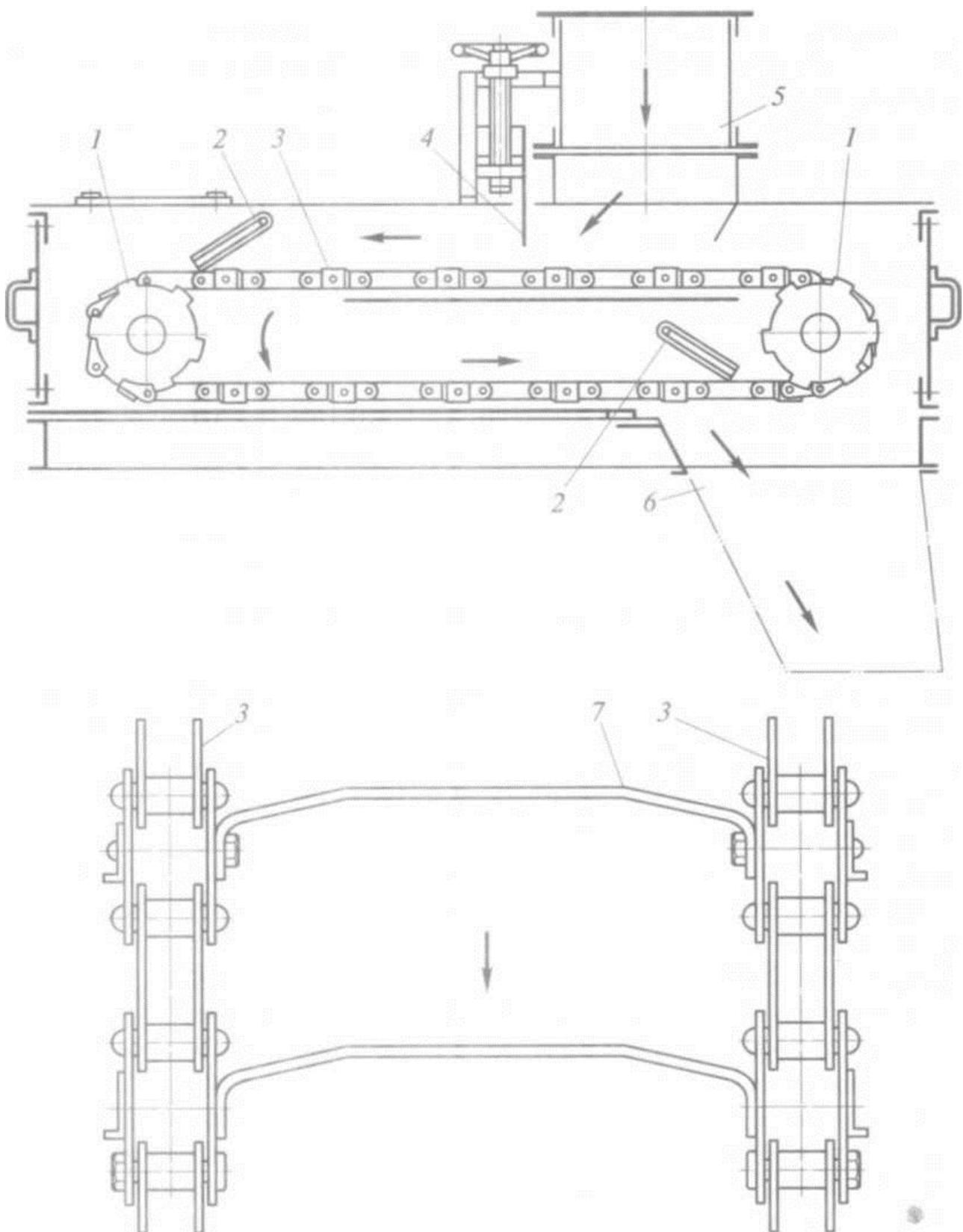
При работе в скребковых питателях (рисунок 3.22) изнашиваются редуктор, подшипники валов, звездочки, пластинчатые цепи и столы. Ремонт редуктора и подшипников валов аналогичен ремонту соответствующих сборочных единиц дисковых питателей.

При капитальном ремонте снимают верхнюю и торцевую крышки корпуса, расцепляют и вынимают пластинчатые цепи. Все детали цепей (наружные и внутренние звенья, втулки и пальцы, скребки и детали их крепления) тщательно осматривают. Если цепи в хорошем состоянии, но отдельные звенья изношены или имеют трещины, их заменяют.



1, 3 – выходной и входной патрубки; 2 – диск (тарелка);
 4 – телескопическая труба; 5 – корпус; 6 – вал; 7 – электродвигатель;
 8 – соединительная муфта; 9 – каркас; 10 – редуктор; 11 – регулирующий нож
 Рисунок 3.21 – Дискový питатель сырого угля

Чаще всего при капитальном ремонте заменяют цепи целиком, а снятые цепи ремонтируют и готовят к предстоящим ремонтам. При установке новых или отремонтированных цепей проверяют их длину. Цепи комплекта должны иметь одинаковую длину. Бывшие в употреблении цепи подбирают с равномерной вытяжкой.



1 – звездочка, приводящая в движение цепь; 2 – ограничитель; 3 – цепь;
 4 – нож, регулирующий подачу топлива; 5 – приемный патрубок, подающий
 топливо в мельницу; 6 – патрубок, подающий топливо в мельницу; 7 – скребок

Рисунок 3.22 – Скребок питатель сырого угля
 (внизу показан вид сверху на участок цепи)

Стальные столы, по которым движутся цепи и скребки, изнашиваются довольно быстро, поэтому при капитальном ремонте их обычно заменяют. Для уменьшения износа столов на них наваривают стальные полосы размером 100×6 мм в том месте, где движутся цепи. Изношенные полосы заменяют.

Изношенные звездочки цепей наплавляют электросваркой и обрабатывают по шаблону. Проверяют исправность отсекающего шибера регулятора слоя топлива и натяжного устройства. Корпус ремонтируют, заваривают все неплотности и трещины. Собрав питатель, регулируют натяжение цепей и обкатывают его без угля в течение 1,5-2 ч, проверяя работу всех сборочных единиц.

Конструкция ленточных питателей топлива похожа на конструкцию ленточных конвейеров топливоподачи и ленточных транспортеров, применяемых на складах и в строительстве. Транспортным устройством является транспортерная лента шириной 400-800 мм, верхняя ветвь которой движется по роликам. Лента натянута на два барабана, из которых передний приводится во вращение через редуктор от электродвигателя, а задний имеет винтовое натяжное устройство. Все ходовые сборочные единицы питателя смонтированы в стальном корпусе.

В ленточных питателях изнашиваются редуктор, подшипники барабанов, ролики, по которым движется лента, и сама лента. Ролики ленты проверяют на легкость вращения от руки. При капитальном ремонте удаляют с подшипников роликов смазку, промывают подшипники и закладывают новую смазку. Ролики с тугим вращением разбирают, вышедшие из строя подшипники заменяют новыми.

Изношенную ленту разрушают и заменяют. Новую ленту заводят на питатель, определяют необходимую длину с учетом припуска и соединяют ее концы вулканизацией, используя переносной аппарат с электронагревом, по специальной технологии.

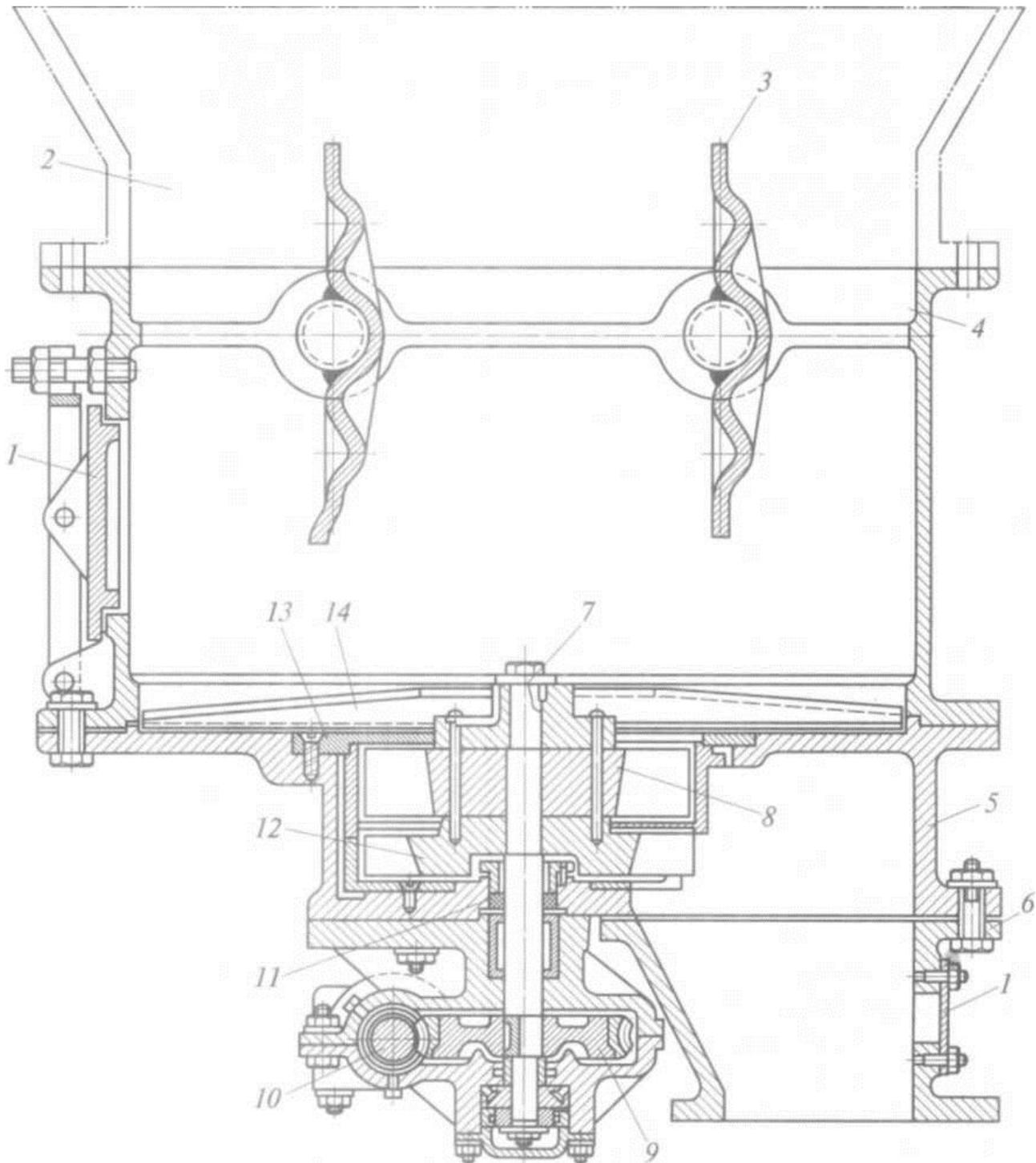
3.3.4 Ремонт питателей пыли

Лопастной питатель пыли заключен в три части корпуса: верхнюю 4, среднюю 5 и нижнюю 6 (рисунок 3.23). Верхнюю часть присоединяют к фланцу пылевого бункера 2, а нижнюю – к фланцу пылепровода. Части корпуса соединены между собой также фланцами.

При капитальном ремонте питателя его отделяют от пылевого бункера и пылепровода и разбирают все сборочные единицы. Для снятия, установки и перевозки питателя используют тележку с подъемным столом.

В процессе эксплуатации изнашиваются многие детали лопастного питателя. В результате истирающего действия угольной пыли изнашиваются створки отсекающих заслонок и буртики на корпусе (заслонки начинают пропускать пыль), ворошитель, подающее и мерительное колеса. Естественный износ вала, подшипников и червячного редуктора ускоряется в случае неправильной сборки питателя, применения смазки плохого качества или попадания угольной пыли.

Ремонт полумуфт, редуктора, вала, подшипников, червячной и зубчатой передач производят в том же порядке, который был описан в подразделе 3.1.



1 – люки; 2 – пылевой бункер; 3 – отсекающая заслонка;
 4, 5, 6 – верхняя, средняя и нижняя части корпуса; 7 – главный вал;
 8, 9, 12 – подающее, червячное и мерительное колеса; 10 – червяк;
 11 – сальниковое уплотнение вала; 13 – крышка коробки; 14 – ворошитель
 Рисунок 3.23 – Лопастной питатель пыли

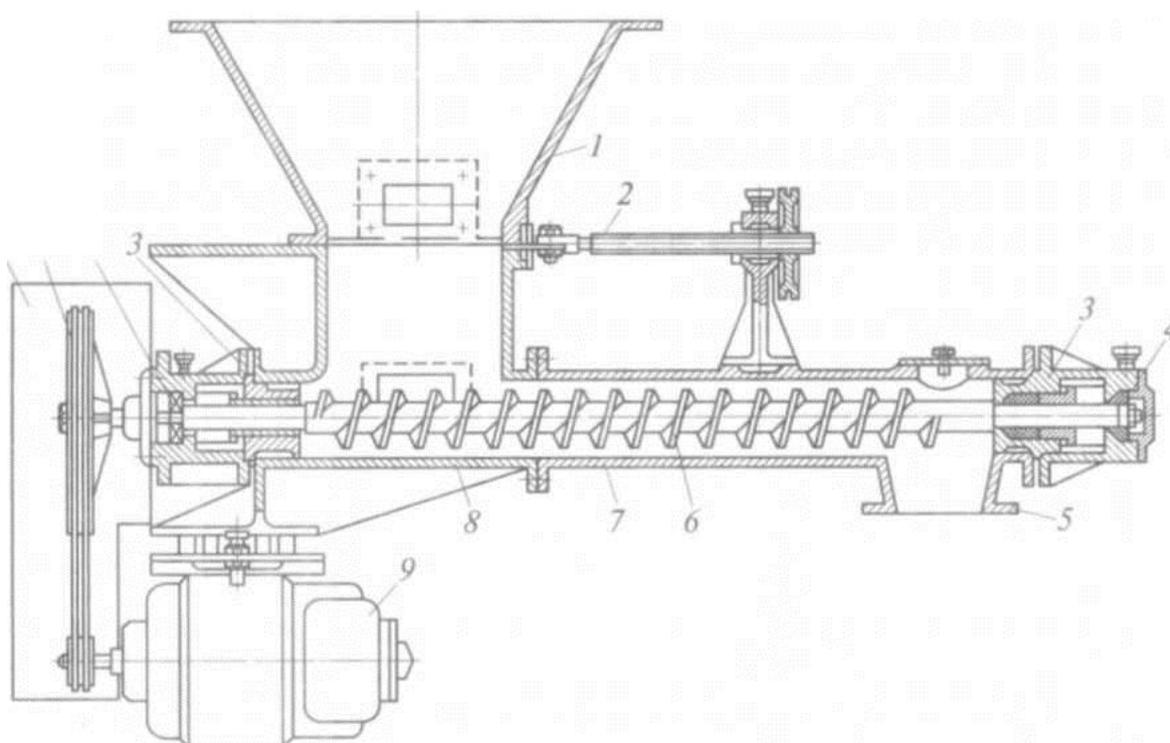
Лопастные колеса (подающее и мерительное) заменяют, если разработаны посадочные места или радиальные и осевые зазоры в камерах превышают 0,5 мм на одну сторону. Изношенные колеса восстанавливают наплавкой.

Чтобы повысить качество ремонта, производят контрольную сборку основных деталей на переносном стенде, при которой убеждаются в том, что за-

зоры в мерительных и подающих камерах лопастных колес не превышают следующих размеров: радиальный зазор – 0,75 мм, осевой – 0,5 мм.

Собранный питатель до установки на место обкатывают 1-1,5 ч на полных оборотах, проверяя правильность сборки, температуру подшипников, отсутствие задеваний и вибрации. Вторую обкатку на холостых оборотах производят после установки питателя на место. При холостых обкатках, а также при комплексном опробовании котла в течение 24 ч тщательно проверяют работу всех сборочных единиц питателя.

От воздействия угольной пыли в шнековом питателе (рисунок 3.24) сильно изнашивается вал шнека под сальниками и подшипниками. Входной и выходной патрубки обычно повреждаются от ударов при устранении зависания пыли.



- 1, 5 – входной и выходной патрубки; 2 – выдвижной шибер с приводом;
 3 – съемная часть корпуса с сальником; 4 – подшипник;
 6 – вал со спиральной лопастью (шнек); 7, 8 – части корпуса;
 9 – электродвигатель; 10 – ограждение; 11 – клиноременная передача

Рисунок 3.24 – Шнековый питатель пыли

При разборке питателя снимают шкивы ременной передачи, затем торцевые крышки корпуса, подшипники и концевые патрубки, разбирают сальники и вынимают шнек. В случае необходимости разбирают шибер и его привод, разъединяют детали корпуса. Все детали очищают от пыли и осматривают. Кроме того, выявляют наличие истираний кромок спирали шнека и увеличения внутреннего диаметра корпуса, поломок и погнутостей спирали и отрыва ее от вала, искривления вала. Спираль заменяют обычно при износе ее на 2 мм на одну сторону, а корпус – при износе полости более 4 мм по диаметру.

Погнутые участки вала исправляют в холодном состоянии домкратами и кувалдой или в горячем состоянии после нагрева горелками. Правку вала заканчивают, если стрела прогиба в любом месте не превышает 0,25 мм.

При местном износе лопастей спирали их вырезают, при общем износе удаляют всю спираль. Заготовки для лопастей вырезают из листовой стали толщиной 5-6 мм по шаблону, затем их нагревают до 600-700 °С и придают им необходимую форму. Приварив лопастик валу, протачивают спираль на токарном станке. Правку лопастей спирали на валу производят ударами молотка, как в холодном состоянии, так и с нагревом.

Собирают питатель в обратном порядке. При этом при сборке подшипников обеспечивают торцевой зазор в упорном подшипнике 0,15-0,2 мм, а в опорном – не менее 5 мм. Упорный подшипник закрепляют только после выверки шнека в корпусе. Зазор между спиралью шнека и корпусом на сторону должен быть не более 2 мм.

Собранный питатель обкатывают без пыли 1,5-2 ч, проверяя отсутствие заеданий, стуков, нагрева подшипников до температуры более 60 °С и повышенной вибрации.

3.3.5 Ремонт сепараторов и циклонов

Элементы сепаратора (рисунок 3.25) изнашиваются главным образом из-за истирания их частичками пыли. Износу подвержены участки, которые обтекаются пылевоздушной смесью или на которые осаждаются крупные фракции пыли (внутренний конус и патрубки возврата снаружи и изнутри, кронштейны, на которых подвешен внутренний конус, лопатки и внутренняя поверхность корпуса). Кроме того, в сепараторах возможны защемление приводного механизма лопаток, повреждение взрывных клапанов в результате разрыва мембран, коробление и износ лопаток.

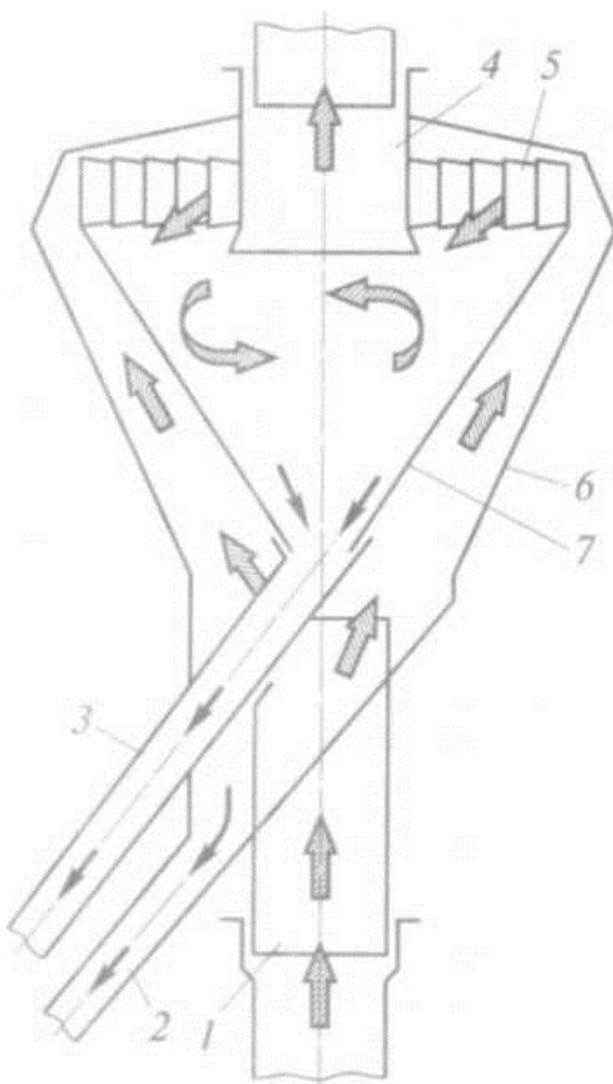
Истирание участков сепаратора обнаруживают при его осмотре через снятые люки, а также при наружном осмотре после удаления изоляции. Повреждения находят по пылению через изношенные места и выходу воздуха при опрессовке.

Поврежденные участки корпуса сепаратора и внутренних частей при ремонте обычно заменяют. Изношенные участки внутреннего конуса вырезают автогеном и по размерам вырезанной части заготавливают конические обечайки или полуобечайки, которые предварительно пригоняют вне сепаратора. При заготовке новых элементов их размеры согласовывают с размерами лаза в сепараторе или вырезают в корпусе временный лаз увеличенных размеров.

Также заменяют изношенные участки корпуса сепаратора. Предварительно снимают тепловую изоляцию со всей поврежденной поверхности, которую очерчивают мелом и обрезают резак. Новые участки корпуса в виде полуобечаяк прихватывают электросваркой, а затем обваривают.

При быстром износе внутреннего конуса его бронируют с наружной стороны плитами из отбеленного чугуна или марганцовистой стали. Изношенные чугунные желоба внутреннего конуса заменяют новыми, изготовленными до

начала ремонта. Желоба крепят к конусу болтами. Заменяют также изношенные патрубки, выполненные из листовой стали.

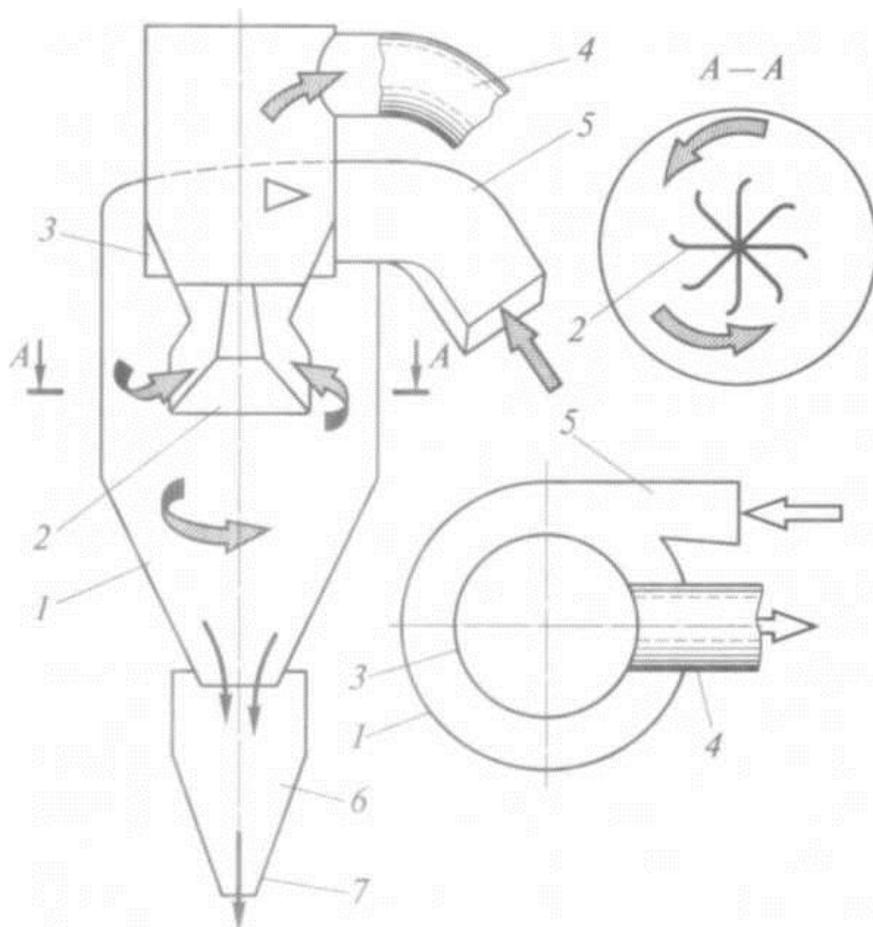


1 – входной патрубок; 2, 3 – точки возврата из наружного и внутреннего конусов; 4 – пылевыдающий патрубок; 5 – завихритель; 6, 7 – наружный и внутренний конусы
Рисунок 3.25 – Схема работы сепаратора угольной пыли

Приводной механизм лопаточного аппарата очищают от пыли и грязи и проверяют. Погнутые соединительные кольца и поводки лопаток выпрямляют, изношенные и поврежденные детали заменяют. Проверяют состояние взрывных клапанов и заменяют поврежденные мембраны.

Окончив ремонт сепаратора, его внимательно осматривают, удаляют посторонние предметы и устанавливают лазы. Лазы уплотняют между болтами асбестового шнура прокладкой толщиной 10-20 мм. Герметичность сепараторов проверяют при пуске мельничного вентилятора по присосам. Неплотности устраняют подваркой или наложением небольших заплат.

Циклоны (рисунок 3.26) установок, работающих на зольных топливах, защищены внутри броней из листовой стали или плиток базальта, которые уложены на цементном растворе и раскреплены Т-образными направляющими.



1 – цилиндр циклона; 2 – лопатки завихрителя; 3 – внутренний цилиндр;
4, 5 – выходной и входной патрубки; 6 – бункер пыли; 7 – выпускной конус пыли

Рисунок 3.26 – Схема устройства пылевого циклона

Износ циклонов выражается в истирании корпуса и брони на участке входа пылевоздушной смеси и участках, на которых происходит отделение угольной пыли. Регулирующий патрубок подвергается коррозии от присутствия влаги в пылевоздушной смеси. Взрывные клапаны повреждаются в результате разрыва мембран и коррозии патрубков.

Изношенные участки корпуса циклона и регулирующего патрубка заменяют так же, как и у сепараторов пыли. Кроме того, заменяют изношенную броню из стальных листов или базальтовых плит. Чтобы уложить базальтовые плиты внутри циклона, устанавливают леса.

3.4 Ремонт насосов

Ремонт насосного оборудования должен носить профилактический, предупредительный характер и может выполняться на месте эксплуатации или в цехе ремонтного предприятия. Различают текущий, средний и капитальный ремонты насосов.

Текущий ремонт насосов проводят на месте их установки. Средний и капитальный ремонты можно осуществлять на месте установки насоса с выполнением ремонта отдельных сборочных единиц в цехе ремонтного предприятия. В настоящее время самым прогрессивным методом капитального ремонта является централизованный ремонт с применением демонтажа насосов и заменой их заранее отремонтированными.

Перед остановом насоса на планово-предупредительный капитальный ремонт в зависимости от типа и назначения насоса проводят испытания для определения: высоты всасывания; давления при номинальной подаче; вибрации опор; внешних утечек; давления жидкости в разгрузочной полости; температуры подшипников; параметров работы электродвигателя.

При выполнении капитального ремонта разборку (демонтаж) наружных корпусов питательных и конденсатных насосов, корпусных частей осевых и вертикальных насосов производят при невозможности их ремонта на месте эксплуатации или при замене.

В процессе демонтажа центробежного лопастного насоса производят следующие обязательные проверки:

- несоосности валов насоса и электродвигателя, измеряемой по ободу и торцам полумуфт в четырех точках;

- осевого разбега ротора у насосов с упорным подшипником скольжения или автоматическим устройством уравнивания осевых сил, действующих на ротор;

- зазоров по дистанционным болтам, продольным и поперечным шпонкам, фиксирующим насос на фундаментной плите.

Проверку несоосности валов, насоса и электродвигателя выполняют по скобам и щупу (см. подраздел 3.1.7). Необходимо также проверить тепловой зазор между торцами полумуфт и маркировку их взаимного положения.

Зазоры между дистанционными болтами и корпусом насоса, а также в шпоночных соединениях устанавливают для возможности тепловых перемещений и сохранения центровки при работе насоса (рисунок 3.27).

Осевой разбег ротора любого насоса секционного типа измеряют до удаления разгрузочной пяты (рабочий разбег) и после него (полный разбег).

Например, при разборке насоса секционного типа (рисунок 3.28) для измерения рабочего разбега ротора вскрывают подшипник со стороны выходного патрубка и устанавливают индикатор часового типа с упором конца измерителя в торец вала, после чего ротор насоса сдвигают до отказа сначала в одну, а затем в другую сторону. На валу по торцевой крышке другого подшипника наносят риски, соответствующие рабочему положению ротора. После выполнения этого измерения снимают крышки и верхние вкладыши подшипников, вынимают набивку сальников, снимают полумуфту и кронштейн подшипника (вал насоса подпирают временной опорой). Вслед за этим снимают защитную втулку вала и разгрузочный диск.

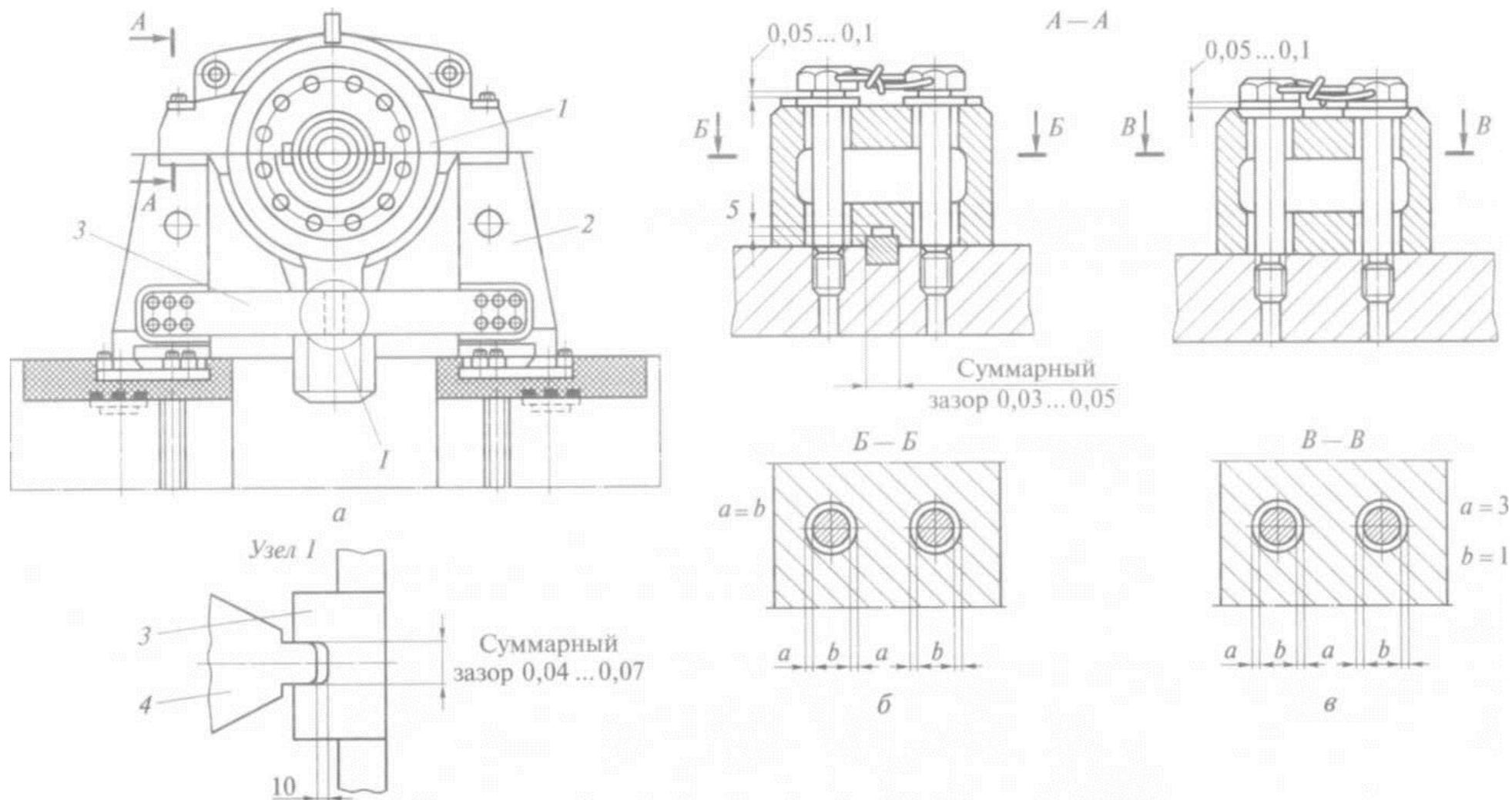
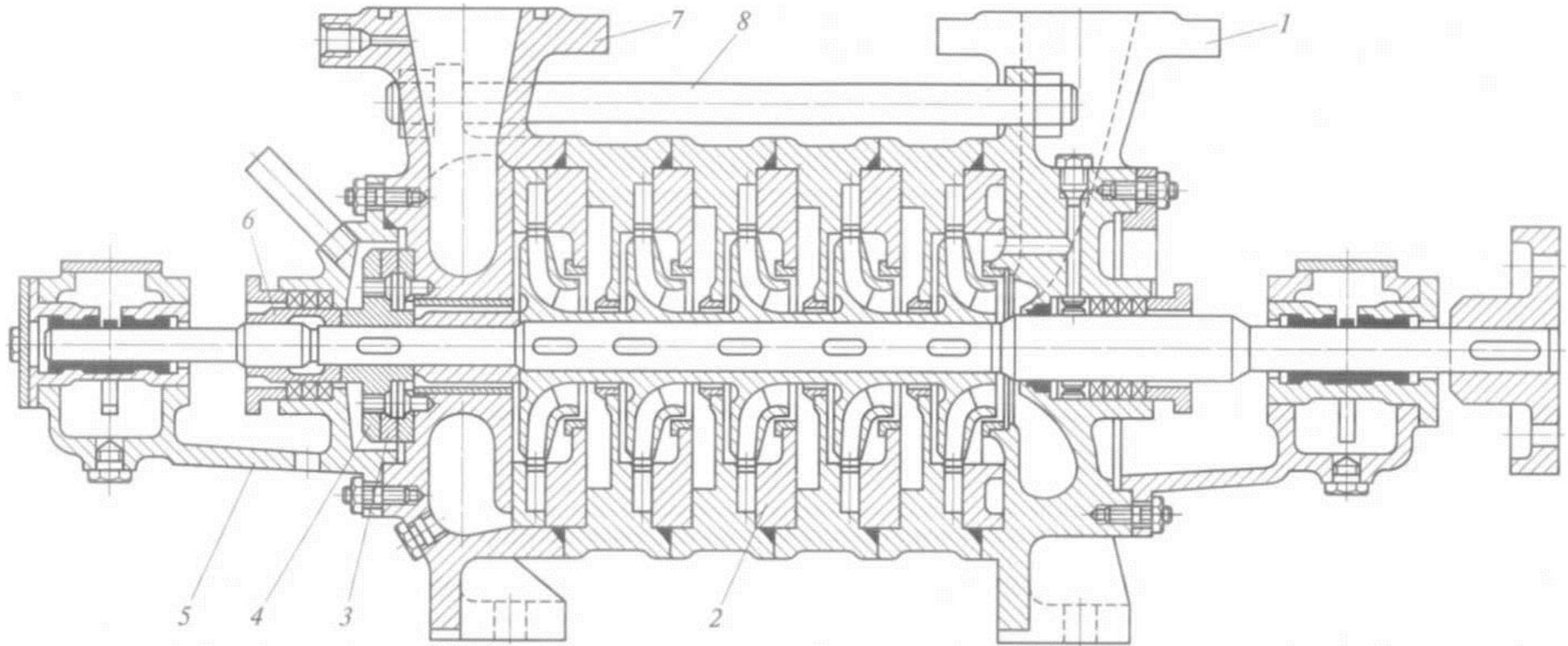


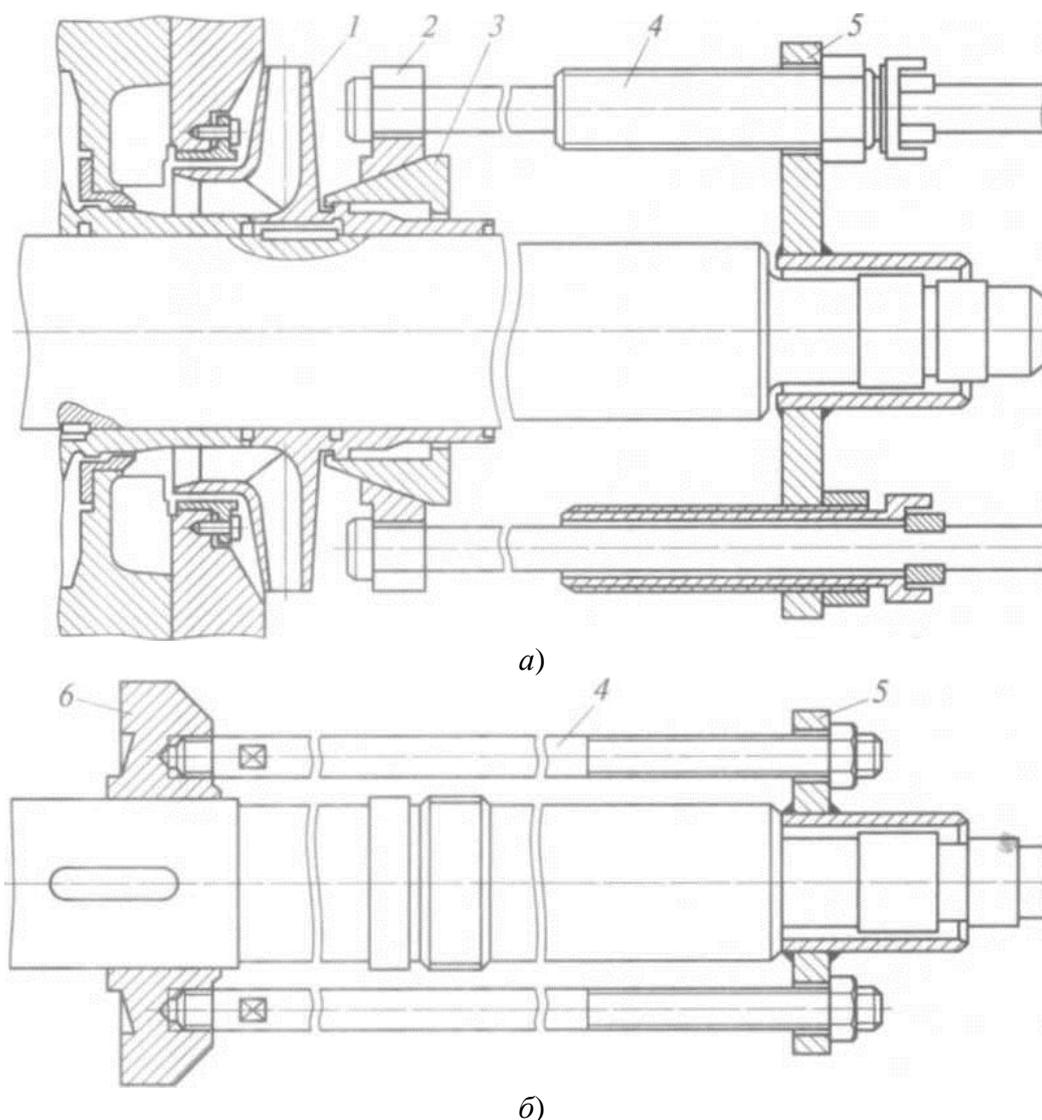
Рисунок 3.27 – Места измерений и значения тепловых зазоров питательного насоса



1 – всасывающий патрубок; 2 – секция; 3 – разгрузочная пята; 4 – разгрузочный диск;
5 – кронштейн подшипника; 6 – защитная втулка вала; 7 – напорный патрубок; 8 – стяжная шпилька

Рисунок 3.28 – Насос секционного типа

Защитную втулку на резьбе отворачивают специальным ключом, при гладкой посадке втулку стягивают приспособлением, приведенным на рисунке 3.29, *а*. Упорный диск снимают приспособлением, изображенным на рисунке 3.29, *б*.



а – для снятия рабочих колес и защитных втулок;
б – для снятия разгрузочного диска; 1 – рабочее колесо; 2 – кольцо;
 3 – захваты; 4 – шпильки; 5 – фланец; 6 – разгрузочный диск

Рисунок 3.29 – Приспособления для снятия деталей с вала насоса

После удаления разгрузочной пяты 3 (см. рисунок 3.28) измеряют полный разбег ротора. Для этого разгрузочный диск надевают на вал, зажимают втулкой вала и смещают поочередно до отказа в сторону выходного и входного патрубков. После замера общего разбега ротора насоса снимают стяжные шпильки 8, напорный патрубок 7, рабочее колесо и корпус выходной секции и вновь измеряют осевой разбег ротора. Эту операцию повторяют до тех пор, пока не будут сняты все рабочие колеса и секции корпуса.

Снятие рабочих колес выполняют приспособлением, приведенным на рисунке 3.29, *а*.

При разборке насоса проверяют правильность расположения рабочего колеса по отношению к направляющему аппарату, замеряют радиальные и осевые зазоры в уплотнениях рабочих колес. Зазор между рабочими колесами и уплотнительными кольцами определяют как полуразность диаметров рабочих колес в месте уплотнения и внутренних диаметров уплотнительных колец. Измерения производят по двум взаимно-перпендикулярным диаметрам. Диаметр кольца замеряют микрометрическим нутромером (штихмасом), а диаметр места уплотнения рабочего колеса – микрометрической скобой.

Зазоры должны соответствовать данным, указанным в чертежах. Значения радиальных зазоров в уплотнениях рабочих колес зависят от размера насоса и температуры рабочей среды и обычно находятся в пределах 0,2-0,5 мм на каждую сторону. Осевые зазоры между уплотнительными кольцами и колесами насоса должны быть больше осевого разбега ротора насоса на 1,0-1,5 мм для обеспечения свободных тепловых расширений ротора относительно корпуса. Определение плотности посадки рабочего колеса на вал производят измерением диаметров ступицы и вала. Измерение выполняют в двух сечениях по длине по двум диаметрально противоположным направлениям.

Разность диаметров ступицы и вала даст значение натяга или зазора при посадке рабочего колеса на вал. Это значение должно соответствовать данным технических условий или указаниям чертежа конкретного насоса.

При разборке насосов нужно проверять, а при необходимости наносить метки взаимного расположения сопрягаемых деталей для последующей сборки. При отсутствии меток их наносят на поверхности, не являющиеся посадочными, уплотняющими или стыковыми, без нарушения защитных покрытий.

Разборку неподвижных сопрягаемых деталей производят на прессах с помощью специальных приспособлений или предусмотренных конструкцией специальных устройств (отжимных болтов, шпилек и т. п.).

При разборке сопряженных частей допускается нагрев охватывающей сопрягаемой составной части соединения без местных пережогов равномерно от периферии к центру разбираемого соединения. Температура предварительного нагрева должна быть примерно 100-130 °С. Подшипники качения снимают без предварительного подогрева с приложением усилия к кольцу, имеющему неподвижную посадку.

Разборку фланцевых и стыковых соединений выполняют специальными приспособлениями и устройствами (домкратами, отжимными болтами и т. п.). Разборка стыкующихся поверхностей расклиниванием (зубилами или отвертками) не допускается.

Разборка лопастного осевого вертикального насоса начинается со слива масла из ванны верхнего подшипника электродвигателя. Разбирают и удаляют маслоохладитель, рассоединяют валы насоса и электродвигателя, затем демонтируют ступицы пяты и сегменты подпятника.

После удаления роторной части проверяют центровку корпусных деталей насоса. Для этого опускают струну с грузом в центре агрегата, используя для этой цели калиброванную проволоку без сгибов и узлов диаметром 0,3-0,5 мм.

Вертикальную струну центрируют по закладному кольцу с точностью 0,1-0,2 мм. Для учета эллипсности расточек корпусных деталей до подвеса струны измеряют штангасом диаметры всех расточек в двух взаимно-перпендикулярных направлениях. Проверку центрирования корпусных деталей насоса выполняют измерением расстояний от поверхностей их расточек до струны в двух взаимно-перпендикулярных направлениях. При необходимости передвигают корпусные детали насоса, увеличивают отверстия во фланцах и перешлифовывают фланцы.

В процессе разборки насоса проверяют идентичность углов установки лопастей рабочего колеса. Разница углов установки лопастей не должна быть более 30°. Проверяют зазоры между валом и вкладышем верхнего и несущего подшипников, а также степень касания расточкой вкладыша шейки вала. Диаметральный зазор в подшипниках должен быть 0,3-0,4 мм.

При измерении зазоров подшипник соединяют на валу и, поворачивая его, измеряют снизу в четырех положениях диаметральный зазор по всей длине вкладыша. Если зазоры в подшипнике больше чем на 20 % отличаются от проектных, устанавливают прокладки под планки или заменяют вкладыш (при большом износе).

Корпусные детали проточной части насоса подвергают проверке в целях выявления их кавитационно-коррозионного и абразивного износа. На валах обычно обнаруживают дефекты в виде изменения формы центрирующего выступа полумуфты, который должен плотно входить в заточку сопрягаемого вала.

Если изменение диаметра составляет около 0,1-0,2 мм, то сопряжение восстанавливают ударами в торец выточки с последующей проточкой вала на станке. При больших зазорах посадочное сопряжение восстанавливают наплавкой буртика или выточки с последующей проточкой.

Если обнаружено повышенное торцевое биение фланцев вала, его исправляют на станке. В таких случаях рекомендуется одновременная проточка шеек вала и центрирующих буртиков или впадин.

Наиболее частыми дефектами рабочих колес являются кавитационно-коррозионный и абразивный износы. Кроме проверки рабочего колеса в целях выявления поверхностных разрушений и трещин проверяют жесткость посадки лопасти насоса во втулке. Рабочие колеса не должны иметь люфтов в механизме разворота лопастей.

Не допускаются протечки масла в уплотнениях цапф лопастей колес и по прокладке между втулкой и обтекателем. Зазор между камерой и лопастью колеса должен быть $0,001D_k$ (D_k – диаметр камеры).

В поворотно-лопастных осевых насосах камера сферическая, поэтому после наварки торцов лопастей в случае их сработки торцы обрабатывают на карусельном станке. Для этой цели лопасти после наварки свертывают, прихватывая каждую лопасть к соседней. Поверхность лопасти после наплавки шлифуют заподлицо со старым металлом, профиль проверяют по шаблону.

В случае наплавки большого количества металла рабочее колесо балансируют.

При обслуживании и ремонтах насоса особое внимание должно уделяться состоянию уплотнений вала. Уплотнения вала в местах выхода его на корпус насоса (рисунок 3.30) выполняют две функции: собственно уплотнения и охлаждения. В насосах тепловых электростанций и котельных применяют в основном уплотнения сальникового и щелевого типов.

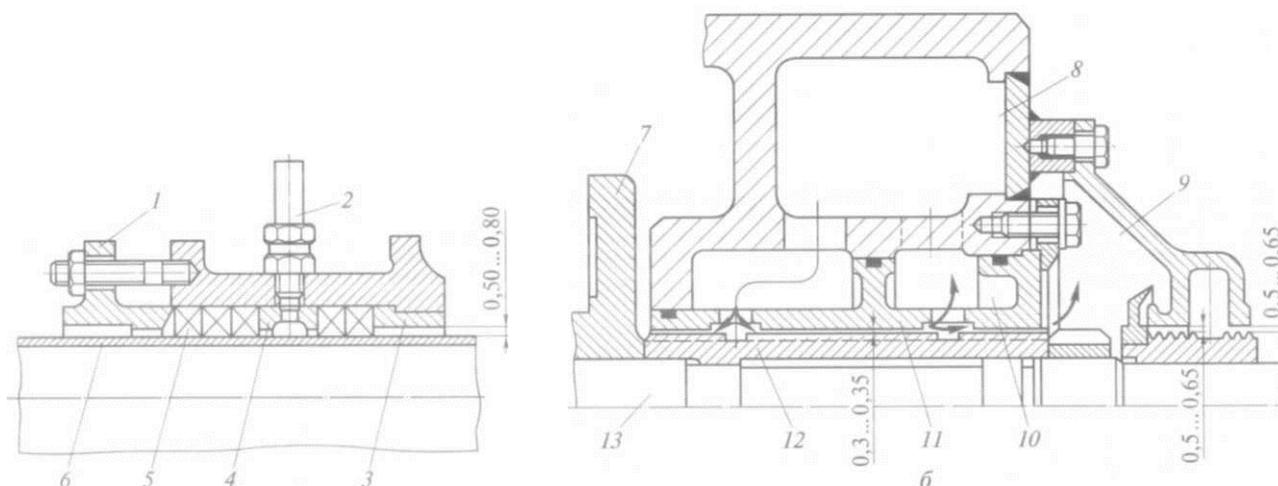


Рисунок 3.30

Причинами быстрого износа сальниковой набивки и как следствие выхода из строя сальниковых уплотнений могут быть:

- применение в качестве набивки материала, не отвечающего режиму работы насоса, что приводит к обугливанию набивки и пропуску воды через сальник;
- некачественное изготовление набивок сальникового уплотнения, заключающееся в плохой заделке замка, недостаточной опрессовке колец, неправильном взаимном расположении стыков колец;
- сильный износ защитных втулок;
- большая вибрация насоса;
- разработка нажимной втулки, фонарного и упорного колец, приводящая к попаданию (и деформированию) колец сальниковой набивки в увеличенный зазор между валом и этими деталями;
- прекращение подачи уплотняющей жидкости на фонарное кольцо или ее нарушение в результате неправильной установки фонарного кольца;
- нарушение или прекращение подачи охлаждающей воды в камеры сальников насосов, работающих на горячей воде.

Во время работы насоса набивка изнашивается, из нее вымывается графит и отлагаются приносимые водой твердые частицы, что приводит к пропуску воды через сальник и износу защитной втулки вала. Сальниковая набивка через определенный период должна заменяться новой, защитная втулка вала – по мере износа.

При капитальном ремонте набивку сальников производят после окончания всех работ по сборке и центровке насоса, убедившись в свободном вращении

ротора от руки. Для большинства насосов применяют хлопчатобумажную набивку, пропитанную салом, смешанным с графитом.

Для насосов, работающих на горячей воде, используют специальную набивку, пропитанную графитом и армированную медной проволокой.

Толщину набивки выбирают по размеру кольцевого отверстия сальника. Внутренний диаметр колец сальниковой набивки выполняют точно по наружному диаметру защитной втулки вала.

Перед набивкой сальника точно измеряют расстояние от торца нажимной втулки до отверстия, через которое поступает уплотняющая вода, и располагают фонарь так, чтобы его кромка, смещенная в сторону нажимной втулки, захватывала половину диаметра отверстия.

Такая установка фонарного кольца обеспечивает соединение его полости с отверстием подвода воды и возможность подтягивания сальника при работе насоса.

В питательных насосах применяют щелевые бессальниковые уплотнения (рисунок 3.30, б). Через радиальный зазор (0,30-0,35 мм) между обоймой и втулкой горячая питательная вода не может проникать наружу корпуса, поскольку кольцевой зазор между буксой и втулкой заперт холодным конденсатом, поступающим в камеру 8 под давлением несколько большим, чем давление питательной воды в разгрузочной (или всасывающей) камере насоса.

При ремонте щелевых уплотнений промывают подводящий конденсатопровод и установленный на нем фильтр. Проверяют щупом радиальные зазоры в уплотнении. При необходимости выполняют центрирование вала относительно обойм уплотнений перемещением корпусов подшипников и изменением установки их контрольных штифтов.

Сборку насосов производят согласно техническим условиям или руководству по ремонту конкретного насоса. Все детали собирают в сборочные единицы согласно имеющимся меткам. При сборке сопрягаемых деталей по посадкам с натягом и по скользящей посадке допускается нагрев охватываемой составной части в кипящей воде или в горячем масле.

При запрессовке подшипников качения допускается их нагрев в масле до 80-90 °С, передача усилий производится через кольцо, сопрягающееся с натягом. При сборке насосов необходимо проверять совпадение осей каналов рабочих колес и отводящих устройств, допустимое несовпадение $\pm 0,5$ мм. У секционных насосов проверяют первую ступень, последующие контролируют поочередно по разбегу ротора после установки рабочих колес.

Отсутствие перекосов при сборке секционных насосов с межсекционным уплотнением гибкими прокладками (или резиновыми кольцами) контролируют по размеру между торцами крышек на сторонах входа и выхода насоса. Измерения производят в трех местах со смещением на 120°. Максимально допустимая разность размеров не должна превышать 0,03 мм.

После окончательной центровки ротора со статором проверяют плотность прилегания разгрузочного диска к пяте автоматического устройства уравновешивания осевой силы, действующей на ротор.

Проверку производят по краске, которая должна быть равномерно распределена по всей площади контакта, и занимать не менее 70 % поверхности.

Для секционных насосов с автоматической компенсацией осевой силы, действующей на ротор, проверку осевого перемещения ротора относительно статора проводят до и после установки разгрузочного диска, для остальных насосов – до и после сборки опорного и упорного подшипников.

Осевое перемещение ротора при собранном подшипнике должно соответствовать требованиям рабочего чертежа или технических условий на ремонт.

Для насосов, ротор которых установлен на упорных подшипниках качения с регулируемым осевым зазором, осевое перемещение ротора при собранном упорном подшипнике должно быть не более 0,02 мм. Этого добиваются подбором прокладок между кольцами подшипников.

После сборки насоса и присоединения входного и выходного патрубков выполняют центровку насоса с двигателем по полумуфтам. Центровка, при которой в качестве базы всегда принимается насос, осуществляется в два приема.

Сначала правильность установки привода выверяют по валу насоса с помощью линейки, которую помещают на образующие полумуфт, затем монтируют скобы и окончательно центрируют по шупу.

Каждый отремонтированный насос должен проходить приемосдаточные испытания в целях проверки его соответствия требованиям технических условий на ремонт или другой нормативно-технической документации.

Вопросы для самоконтроля

1. Перечислите приспособления для снятия с вала подшипников качения.
2. Перечислите виды муфт, используемых в механизмах котельных цехов.
3. В чем заключается ремонт полумуфт?
4. В чем заключается ремонт зубчатых передач?
5. Какие зазоры контролируют при сборке червячных передач?
6. С какими дефектами подшипники качения подлежат замене?
7. Как выполняют центровку валов?
8. Что проверяют перед выводом в ремонт дымососов и вентиляторов?
9. Как подбирают по массе лопасти перед установкой в ротор центробежного дымососа?
10. Как ремонтируют редуктор шаровой мельницы?
11. Какие детали наиболее подвержены износу в лопастном питателе пыли?
12. Какие ремонтные процедуры выполняют в сепараторах?
13. Какие регламентные работы проводят при выполнении капитального ремонта центробежного лопастного насоса?
14. В чем заключаются принципы быстрого выхода из строя сальниковых уплотнений насоса?

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Правила технической эксплуатации тепловых энергоустановок. М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2004. 208 с.
2. Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов. М.: НПО ОБТ, 1994. 264 с.
3. Пособие для изучения «Правил технической эксплуатации электрических станций и сетей» (тепломеханическая часть). 2-е изд., стереотип. М.: изд-во НЦ ЭНАС, 2000. 480 с.
4. Изготовление и ремонт объектов котлонадзора: справочник. М.: Металлургия, 1988. 624 с.
5. Правила организации технического обслуживания и ремонта оборудования, зданий и сооружений электростанций и сетей. СО 34.04.181-2003. М.: ОАО РАО «ЕЭС России», 2004. 446 с.
6. Белкин А.П., Степанов О.А. Диагностика теплоэнергетического оборудования. 3-е изд., стер. СПб.: Изд-во «Лань», 2018. 240 с.
7. Баранов П.А., Баранов А.П., Кузнецов А.А. Паровые и водогрейные котлы (эксплуатация и ремонт). М.: НПО ОБТ, 2000. 302 с.
8. Цешковский А.А. Специализированный ремонт котельных агрегатов. М.: Высшая школа, 1970. 224 с.
9. Эстеркин Р.И. Эксплуатация, ремонт, наладка и испытания тепломеханического оборудования. СПб.: Энергоатомиздат, 1991. 304 с.
10. Справочник по ремонту котлов и вспомогательного оборудования / под общ. ред. В.Н. Шастина. М.: Энергоатомиздат, 1981. 496 с.
11. Предупреждение аварий паровых котлов. М.: Энергоатомиздат, 1991. 272 с.
12. Безопасная эксплуатация паровых и водогрейных котлов / Г.П. Гладышев, А.А. Дорожков, В.В. Лебедев, А.А. Тихомиров. М.: Энергоатомиздат, 1995. 240 с.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1 Организация и планирование ремонтов теплотехнического оборудования	4
1.1 Виды ремонтов и их планирование.....	4
1.2 Организация ремонтов теплотехнического оборудования.....	6
1.3 Приемка оборудования после ремонта.....	8
Вопросы для самоконтроля.....	10
2 Ремонт котельных установок	11
2.1 Подготовка и организация ремонта.....	11
2.2 Оборудование, инструмент и средства механизации ремонтных работ.....	13
2.2.1 Металлические леса и подъемные устройства.....	13
2.2.2 Такелажные работы, машины, оборудование и оснастка.....	19
2.3 Вывод котла в ремонт.....	26
2.4 Ремонт элементов котлоагрегата.....	27
2.4.1 Повреждения трубной системы котла.....	27
2.4.2 Замена поврежденных труб и змеевиков.....	29
2.4.3 Ремонт труб на месте установки.....	31
2.4.4 Ремонт вальцовочных соединений.....	34
2.4.5 Ремонт креплений труб и змеевиков.....	36
2.4.6 Повреждения и ремонт барабанов котлов низкого и среднего давлений.....	39
2.4.7 Ремонт барабанов котлов высокого давления.....	41
2.4.8 Ремонт чугунных экономайзеров.....	44
2.4.9 Повреждения и ремонт трубчатых воздухоподогревателей.....	45
2.4.10 Ремонт горелок и форсунок.....	47
2.5 Заключительные работы по ремонту котла.....	49
2.5.1 Подготовка котла к послеремонтным испытаниям.....	49
2.5.2 Гидравлическое испытание котла после ремонта.....	50
2.5.3 Опробование котла на паровую плотность.....	50
Вопросы для самоконтроля.....	51
3 Ремонт вращающихся механизмов	52
3.1 Ремонт сборочных единиц вращающихся механизмов.....	52
3.1.1 Ремонт прессовых соединений.....	52
3.1.2 Ремонт полумуфт.....	55
3.1.3 Ремонт зубчатых передач.....	59
3.1.4 Ремонт червячных передач.....	60
3.1.5 Ремонт подшипников скольжения.....	61
3.1.6 Ремонт подшипников качения.....	66
3.1.7 Центровка валов.....	69
3.2 Ремонт дымососов и вентиляторов.....	74
3.3 Ремонт оборудования пылеприготовления.....	79
3.3.1 Ремонт углеразмольных шаровых барабанных мельниц.....	79

3.3.2 Ремонт молотковых мельниц.....	85
3.3.3 Ремонт питателей топлива.....	88
3.3.4 Ремонт питателей пыли.....	91
3.3.5 Ремонт сепараторов и циклонов.....	94
3.4 Ремонт насосов.....	96
Вопросы для самоконтроля.....	105
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	106

Составитель
Бочкарев Виктор Александрович

**ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РЕМОНТ
ЭНЕРГООБОРУДОВАНИЯ
И СИСТЕМ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ**

Учебное пособие для студентов
высших аграрных учебных заведений,
обучающихся в магистратуре
по направлению подготовки
13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Лицензия на издательскую деятельность
ЛР № 070444 от 11.03.98 г.
Подписано в печать 19.01.2021 г.
Формат 60×86/16. Печ. л. 5,53
Тираж 15 экз.

Издательство Иркутского государственного
аграрного университета им. А.А. Ежевского
664038, Иркутская область, Иркутский район
поселок Молодежный