

**В. М. Боровков
А. А. Калютник
В. В. Сергеев**

РЕМОНТ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ И ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

3-е издание

ЭНЕРГЕТИКА



ответствует
ФГОС

СРЕДНЕЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

В. М. БОРОВКОВ, А. А. КАЛЮТИК, В. В. СЕРГЕЕВ

РЕМОНТ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ И ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

*Рекомендовано
Федеральным государственным учреждением
«Федеральный институт развития образования»
в качестве учебника для использования
в учебном процессе образовательных учреждений,
реализующих программы среднего
профессионального образования*

*Регистрационный номер рецензии 156
от 28 апреля 2009 г. ФГУ «ФИРО»*

3-е издание стереотипное



Москва
Издательский центр «Академия»
2013

УДК 621.1(075.32)
ББК 31.3я
Б831

Рецензент —
директор котельно-ремонтного комплекса ОАО «Е4-Севзапэнергосервис»
М. К. Белов

- Боровков В. М.**
Б831 Ремонт теплотехнического оборудования и тепловых сетей : учебник для образоват. учреждений среднего проф. образования / В. М. Боровков, А. А. Калютник, В. В. Сергеев. — 3-е изд., стер. — М. : Издательский центр «Академия», 2013. — 208 с.
ISBN 978-5-4468-0398-9

В учебнике приведены сведения об организации, планировании и проведении ремонтов теплотехнического оборудования, тепловых сетей и теплопотребляющего оборудования. Рассмотрена технология производства ремонтных и наладочных работ, испытаний теплотехнического оборудования и тепловых сетей. Описаны способы ремонта паровых и водогрейных котлов, топочных устройств, поверхностей нагрева, арматуры, вращающихся механизмов и другого вспомогательного оборудования котельных.

Учебник может быть использован при освоении профессионального модуля ПМ.02. «Ремонт теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения» по специальности 140102 «Теплоснабжение и теплотехническое оборудование».

Для студентов образовательных учреждений среднего профессионального образования. Может быть полезен рабочим, занимающимся ремонтом теплотехнического оборудования и тепловых сетей.

УДК 621.1(075.32)
ББК 31.3я

Оригинал-макет данного издания является собственностью Издательского центра «Академия», и его воспроизведение любым способом без согласия правообладателя запрещается

© Боровков В. М., Калютник А. А., Сергеев В. В., 2011
© Образовательно-издательский центр «Академия», 2011
© Оформление. Издательский центр «Академия», 2011
ISBN 978-5-4468-0398-9

ПРЕДИСЛОВИЕ

В настоящее время наблюдается значительное увеличение объемов потребления теплоты промышленными предприятиями и жилищно-коммунальным комплексом на технологические нужды, отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение. В связи с этим повышение надежности и экономичности работы теплотехнического оборудования, вырабатывающего и потребляющего тепловую энергию, является одной из важнейших технико-экономических задач.

Теплотехническое оборудование промышленных предприятий состоит из паровых, водогрейных и комбинированных пароводогрейных котельных установок, тепловых сетей и теплопотребляющего оборудования различного назначения, безаварийная и экономичная работа которого в значительной степени зависит от своевременного вывода его в ремонт и качества проведенного ремонта.

Ремонт теплотехнического оборудования — сложный технологический процесс, в котором участвуют большое количество технического персонала и различные виды специальной ремонтной техники. В связи с этим повышение эффективности и качества ремонта, разработка новых форм организации технического обслуживания и ремонта, нормативно-технической и технологической документации на ремонт, а также ремонтпригодность нового теплотехнического оборудования имеют важнейшее значение для бесперебойной работы промышленных предприятий.

Современное теплотехническое оборудование отличается большим разнообразием, широкой номенклатурой выполняемых ремонтных работ, сложной зависимостью одних видов работ от других, что предъявляет значительные требования к квалификации ремонтного персонала.

Предлагаемый учебник написан в соответствии с программой курса «Ремонт теплотехнического оборудования и тепловых сетей».

Длительное время основными источниками, восполняющими пробел в учебной литературе для студентов образовательных учреждений среднего профессионального образования по вопросам ремонта теплотехнического оборудования и тепловых сетей, были статьи в периодической литературе, инструктивные и информационные материалы различных министерств и ведомств. В данном учебнике делается попытка обобщить весь имеющийся материал по этой области знаний и изложить его в простой и доступной форме, соответствующей уровню теоретической и общетехнической подготовки студентов учреждений среднего профессионального образования. Однако материал учебника не является всеобъемлющим, и для более

углубленного изучения тех или иных разделов следует обращаться к рекомендуемой литературе и следить за периодикой, поскольку способы ремонта теплотехнического оборудования и тепловых сетей постоянно меняются и совершенствуются.

Предполагается, что студентам энергетических и энергостроительных средних специальных учебных заведений уже известны устройство, назначение и принцип работы различных объектов теплотехнического оборудования и тепловых сетей, поэтому конструкции отдельных узлов и элементов оборудования рассматриваются лишь в тех случаях, когда это необходимо для более четкого понимания особенностей их ремонта.

Глава 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 топков (питатель топлива, пневмомеханический забрасыватель, цепная решетка);
- проверку и ремонт механизмов камерных топков (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 специализиро-

ванных 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 обо-

рудования 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 работ с 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 относятся 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?

Глава 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 котлоторбинного 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 (рис. 2.1). В зависимости от нагрузки стойки лесов выполняют из труб $48 \times 3,5$; $51 \times 3,5$; $57 \times 3,5$ и $60 \times 3,5$ 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

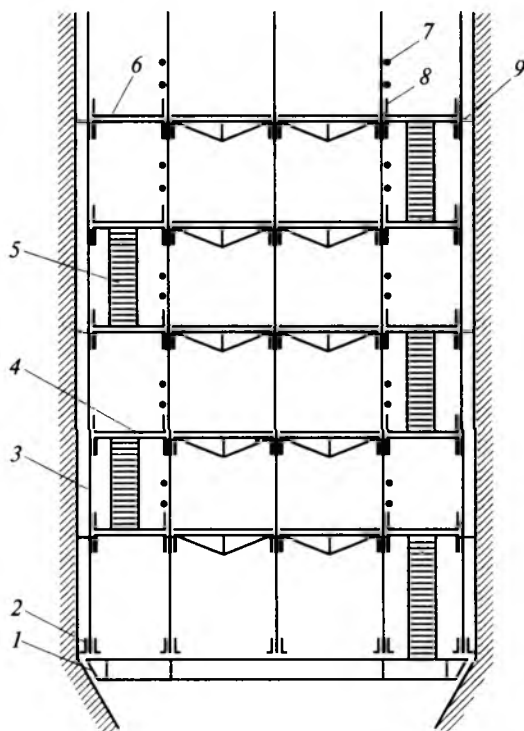


Рис. 2.1. Леса на трубчатых стойках:

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

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 (рис. 2.2, *а*), балки с двумя стойками (рис. 2.2, *б*) или балки с несколькими стойками (рис. 2.2, *в*). Балки со стойками значительно легче ферм.

Фермы и балки опираются на скаты холодной воронки или под топки через башмак 1. 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.

Инвентарные леса на трубчатых стойках имеют следующие достоинства: обеспечивают возможность быстрой сборки и разборки; их можно возводить только у одной стены топки; благодаря крепле-

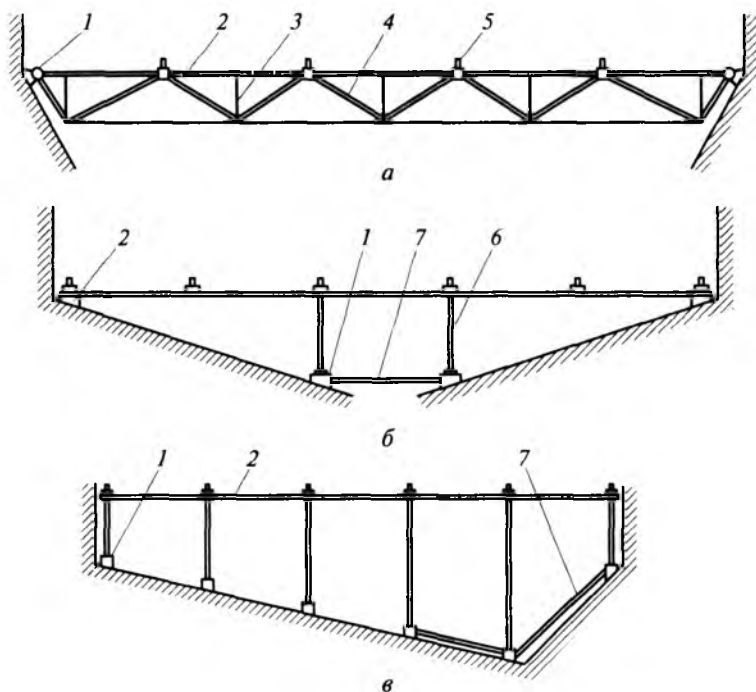


Рис. 2.2. Опорные балки:

а — 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

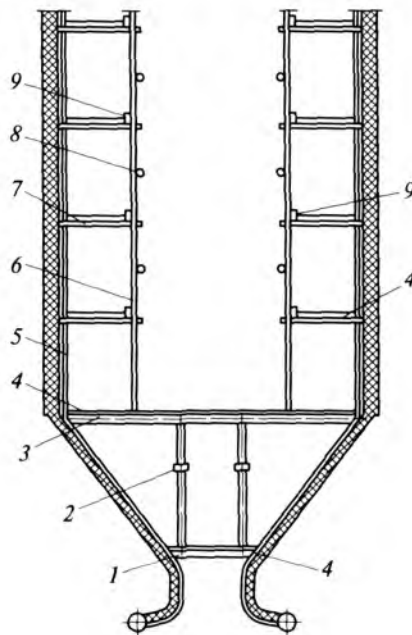


Рис. 2.3. Леса с одним рядом стоек:

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

нию 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.

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 рис. 2.3. Опорная балка 3 усилена раздвижными стойками 2, которые передают нагрузку на брус 1. Каждый настил лесов имеет только одну стойку 6. Горизон-

тальные 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 (рис. 2.4) являются кронштейны из труб, устанавливаемые на экранных трубах 1. Кронштейны состоят из горизонтальных связей 3, хомутов 2, подкосов 4 и ограждения 5. Горизонтальные 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

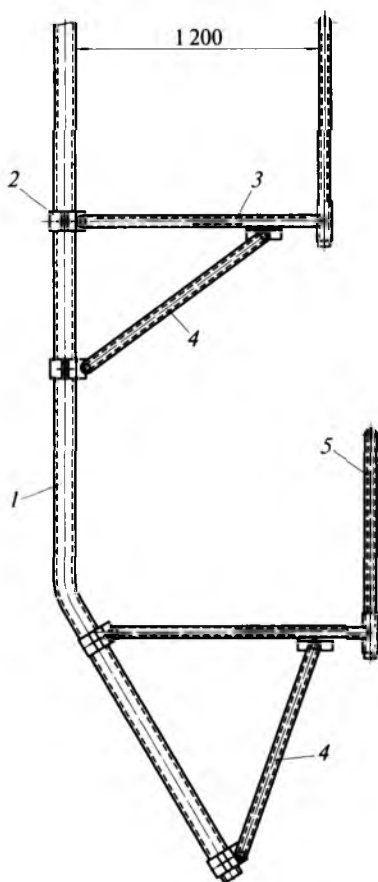


Рис. 2.4. Натрубные леса на кронштейнах:

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

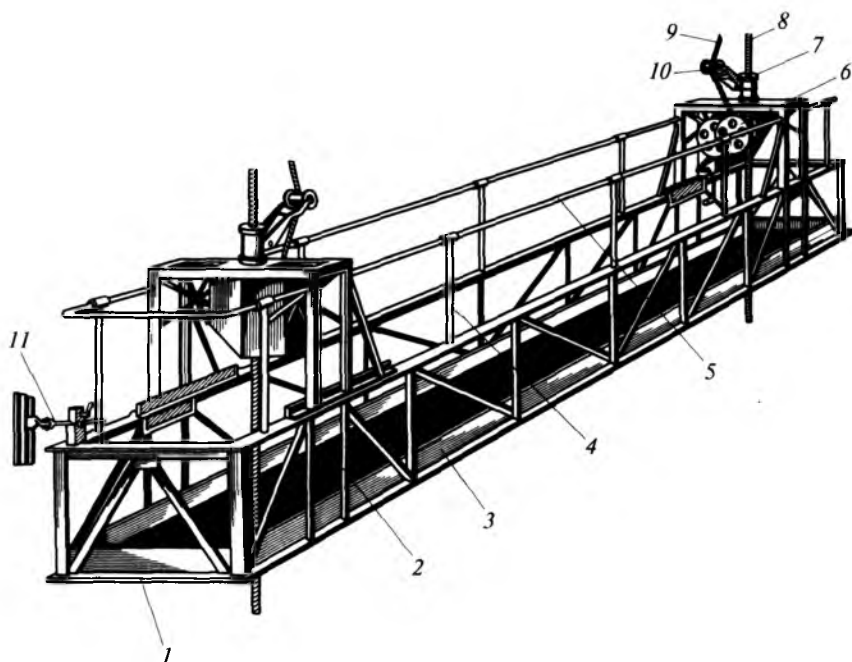


Рис. 2.5. Люлька для ремонтных работ в топках котлов:

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

каждом соединении), что позволяет одни и те же кронштейны устанавливать как на прямых участках труб, так и на изогнутых.

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.

Рассмотрим конструкцию люльки для ремонтных работ в топках котлов. Основными частями люльки являются рама 1 с настилом из листового металла (рис. 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 закре-

плены 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.

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 выбирать 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 (рис. 2.6) изготавливают с зубчатыми редукторами 3, 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.

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 (рис. 2.7).

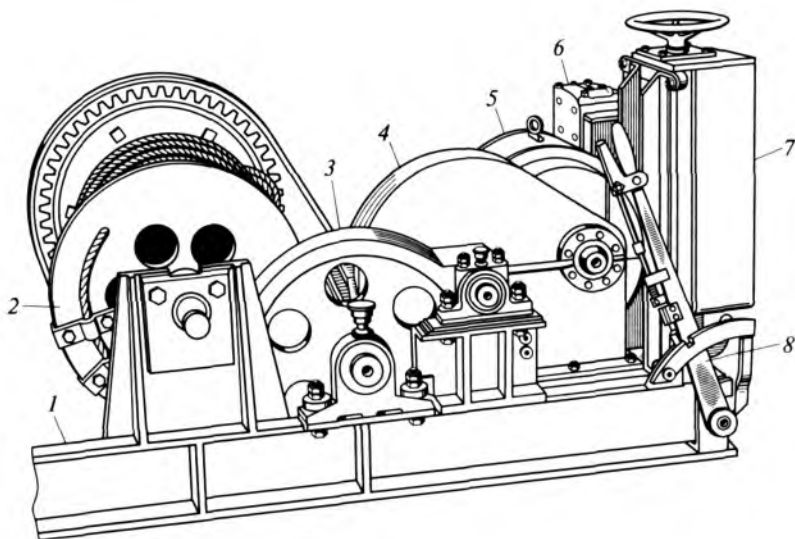


Рис. 2.6. Лебедка с электрическим приводом:

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

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.

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 (рис. 2.8) блок позволяет тянуть канат вниз, что значительно упрощает работу. При этом тяговое усилие P равняется массе поднимаемого груза Q .

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 рис. 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 рис. 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 (рис. 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 зуб-

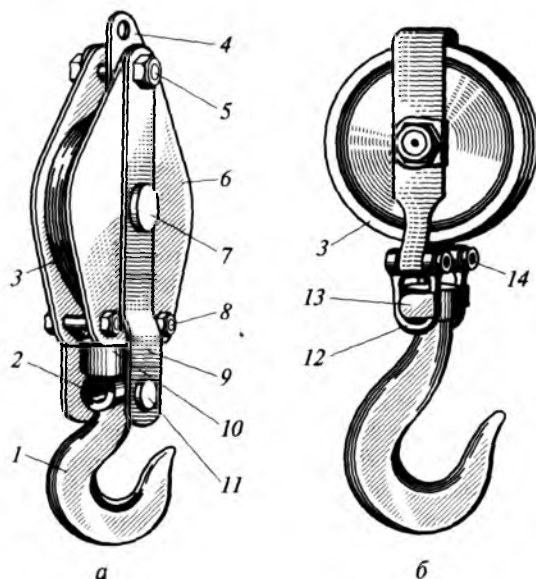


Рис. 2.7. Блоки для стальных канатов:

a — полиспастный однорولیковий; *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

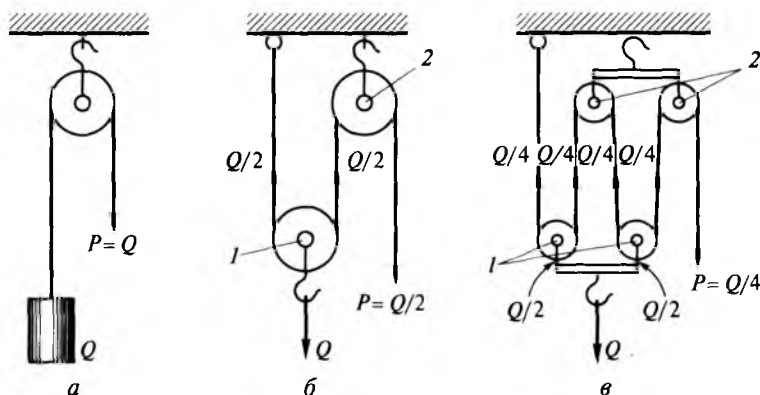


Рис. 2.8. Схемы подъема груза с одним неподвижным блоком (а) с двумя и четырьмя роликовыми полиспастами (б, в):

1, 2 — подвижный и неподвижный блоки

чатых 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 тальми 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.

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 — ван-

товыми, обвязки грузов и крепления их к крюкам — чалочными. 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

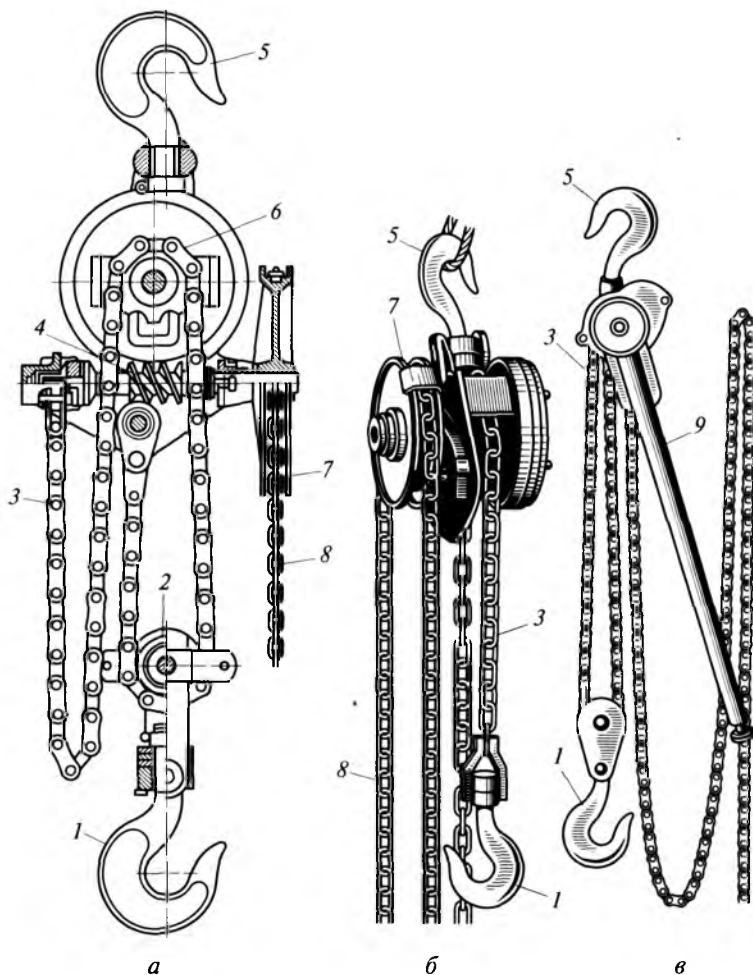


Рис. 2.9. Червячная (а), шестеренчатая (б) и рычажная (в) тали:

1, 5 — грузовые крюки для подвешивания тали; 2 — звездочка крюка; б — ведущая звездочка; 3, 8 — грузовая и тяговая цепи; 4 — приводной механизм; 7 — приводное (тяговое) колесо; 9 — рычаг

сырости, срок их службы значительно больше. Однако чаще применяют бельные канаты.

При ремонтных работах пеньковые канаты используют для подъема кипяtilьных 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.

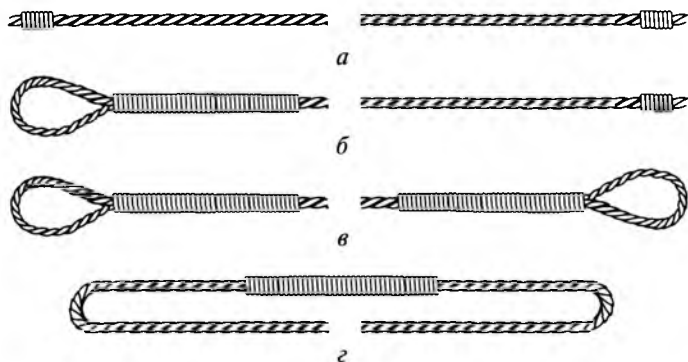


Рис. 2.10. Типы стропов:

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

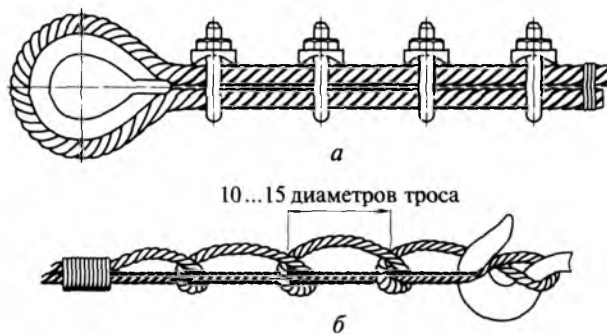


Рис. 2.11. Изготовление петли одинарного стропа коушом и зажимами (а), шланговым узлом (б)

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 прикреплена 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 (рис. 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 изготавливают, вплетая пряди каната. В петли стропов устанавливают коуши, более просто изготовить стропы с коушами, заделанными с помощью зажимов (рис. 2.11, а). Кроме того, можно крепить стропы шланговым узлом (рис. 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.

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 толпу, газоходы и воздухопроводы в течение 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 золотого 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. Чаше 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 дробы, 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 поверхности труб в результате коррозионных процессов появляются оспины, язвы и раковины, 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 угольной кислоты (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 применяют 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).

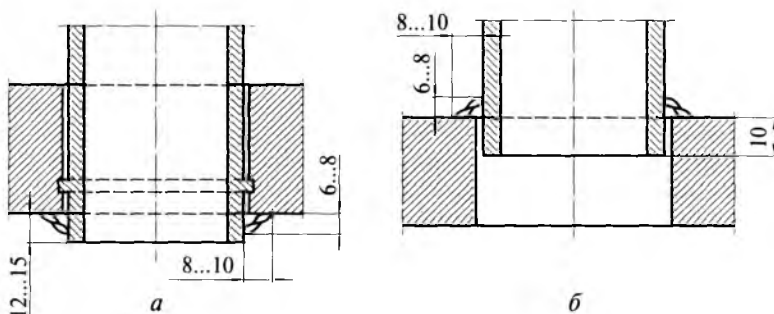


Рис. 2.12. Приварка труб к внутренней (а) и наружной (б) поверхностям барабана

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 (рис. 2.12, а), при приварке к наружной поверхности барабана или камеры котлов среднего давления трубы устанавливают на глубину 10 мм (рис. 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.

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 кипятильные 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 кипятильных 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 $1\ 050\text{ }^{\circ}\text{C}$ газовой горелкой. Трубы правят в интервале температур $1\ 050\text{—}750\text{ }^{\circ}\text{C}$, при остывании до нижнего предела их повторно нагревают.

Рихтовка труб экранов с помощью реечного домкрата показана на рис. 2.13. Домкрат 6 закрепляют на трубе 5, подвешиваемой на конструкциях лесов или трубах котла. Труба входит в проушину 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.

Коробление труб ширм пароперегревателей является следствием неправильной сборки, ослабления и обгорания обвязочных деталей

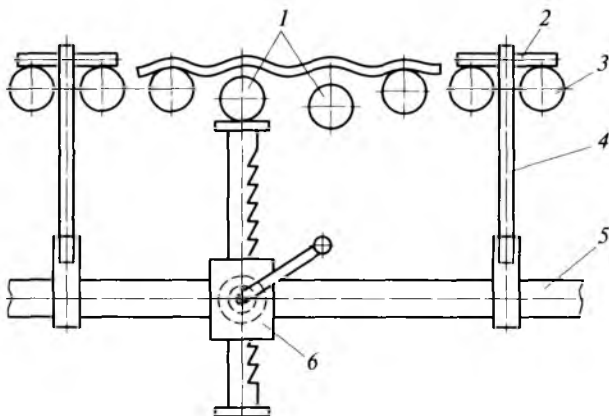


Рис. 2.13. Рихтовка труб экрана реечным домкратом:

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

(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 ($710 - 730^{\circ}\text{C}$), 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 $1\ 100 - 1\ 150^{\circ}\text{C}$, выдерживают при этой температуре не более 1 мин, затем медленно охлаждают на воздухе. Нижний предел температуры, при которой допускается подгибка составляет 950°C .

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 (зашемление трубы) устраняют. Коробление и выход из общего ряда труб и змеевиков водяных экономайзеров и конвективных пароперегревателей происходит из-за ослабления или перекоса стоек и защемления 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 выпали.

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 резовым 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, прихватывают ее и

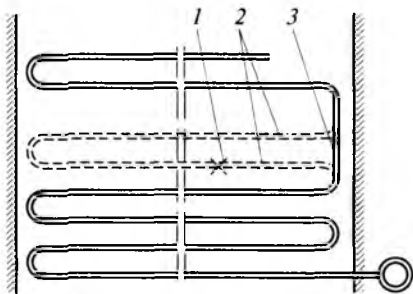


Рис. 2.14. Установка закороток на змеевике:

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

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 (рис. 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.

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 вальцовочного 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.

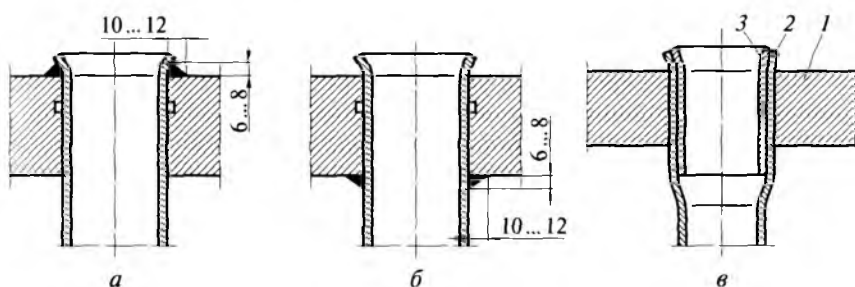


Рис. 2.15. Устранение неплотностей вальцовочных соединений:

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

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 варивают 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 (рис. 2.15). Отремонтированные таким способом соединения при ближайшем капитальном ремонте должны быть заменены нормальными вальцованными.

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 рис. 2.16, *а* — *г*. Трубы закрепляют в двух-трех местах по высоте, предохраняя их от

прогиба в сторону топки, но не препятствуя тепловым перемещениям в вертикальном направлении.

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 топки 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 топки 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 определенной длины. Скобы приваривают к трубам так, чтобы обеспечить возможность перемещения скоб относительно тяг 1 без их изгиба.

Типовые крепления элементов пароперегревателя изображены на рис. 2.17, а — в. Условия работы деталей этих креплений значительно тяжелее, чем креплений экранных труб, так как последние защища-

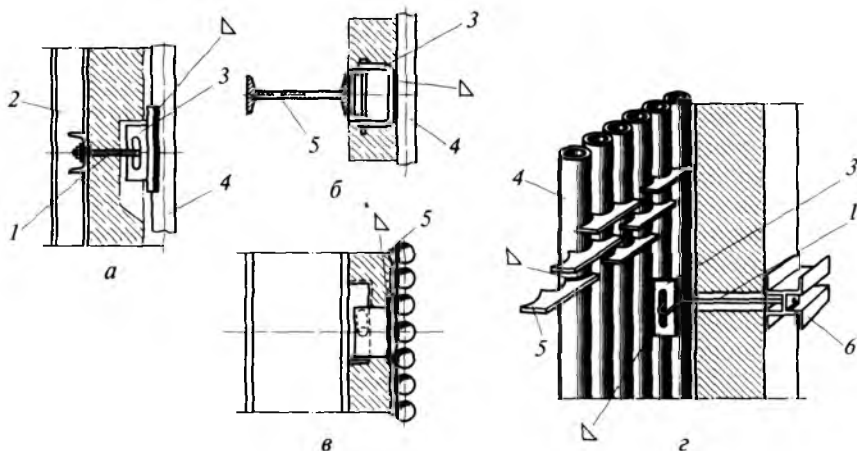
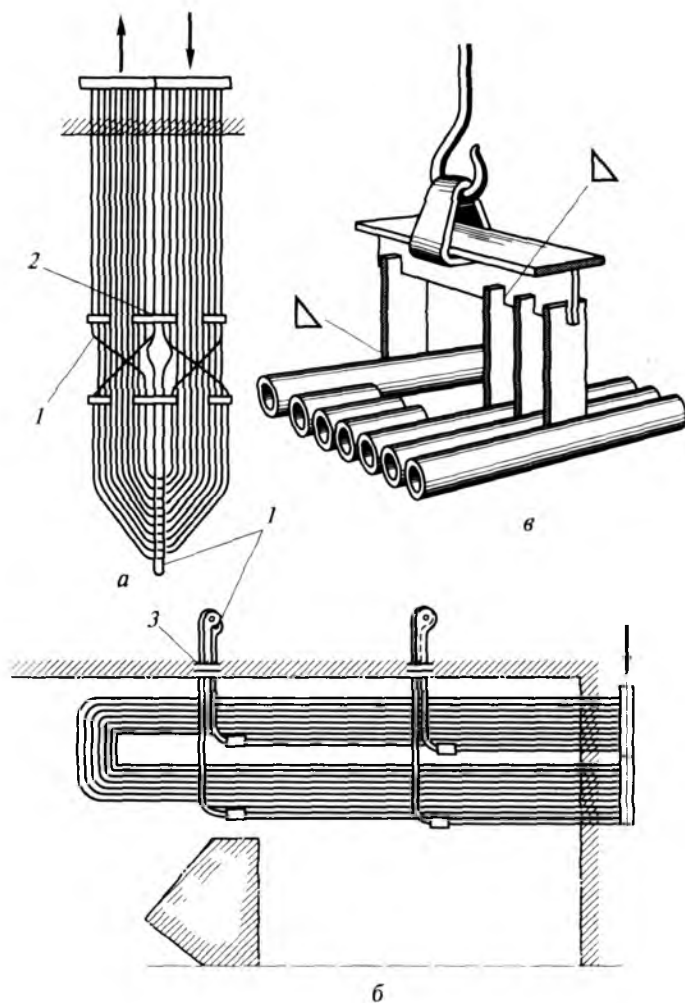


Рис. 2.16. Крепление экранных труб:

а — 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



ис. 2.17. Крепление вертикальной (а), горизонтальной (б) и потолочных труб (в) пароперегревателя (треугольником указаны места сварки):

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

тся от воздействия высокой температуры топочных газов самими экранными трубами, а крепления пароперегревателей находятся в потоке 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.

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

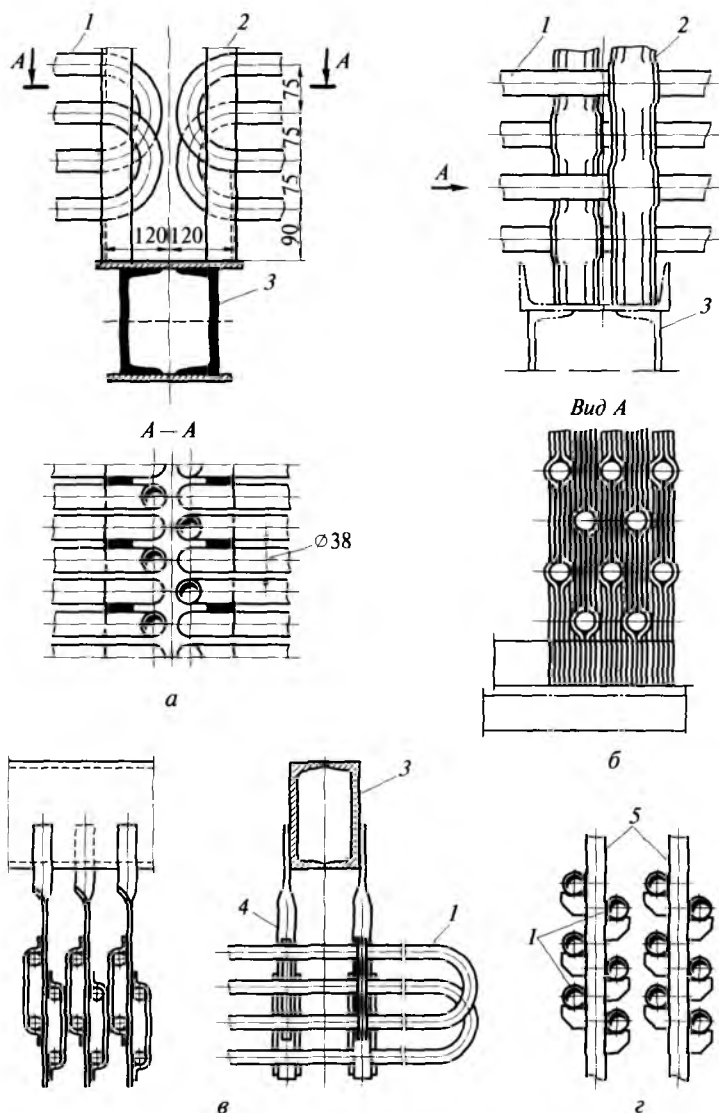


Рис. 2.18. Крепление змеевиков водяных экономайзеров на стойках из уголков (а), штампованных полос (б), на подвесках из полос (в) и труб (г):
1 — труба змеевика; 2 — стойка; 3 — опорная балка; 4, 5 — подвески из полос и труб

ширм, в которых подвески и крепления выполняются в виде охлаждаемых паром труб.

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 (рис. 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 (рис. 2.18, *г*).

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 лючковых 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 возрастать 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 освидетельствований 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 ме-

тодом 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 варкой заплат, 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.

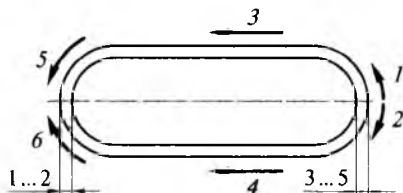


Рис. 2.19. Последовательность выполнения сварного соединения при варке заплат:

1—6 — очередность заварки швов

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 варке заплаты приведена на рис. 2.19.

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 лазового 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 обработки.

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 огнем 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 термпар, 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 околшовную 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, неспаров, 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 удается 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 повреждений 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 разбирать все вышележащие трубы и калачи. В этих случаях внутрь поврежденной чугунной ребристой трубы / вставляют стальную трубу 2, концы которой отбортовывают, на них накладывают паронитовые прокладки толщиной 3 — 4 мм и зажима-

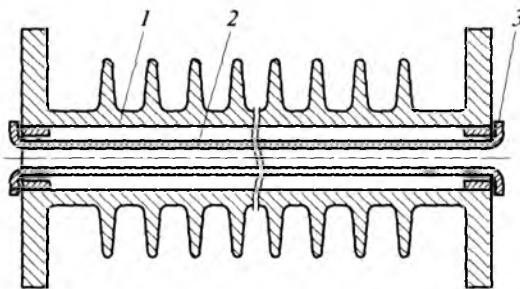


Рис. 2.20. Ремонт ребристой трубы вставкой стальной трубы:

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

ют калачами (рис. 2.20). При установке ребристых труб необходимо закладывать в канавки прямоугольных торцевых фланцев асбестовый шнур.

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 сцементированную 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 вентилятором. 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 отоплении 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 вы-

соте 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 дрови (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

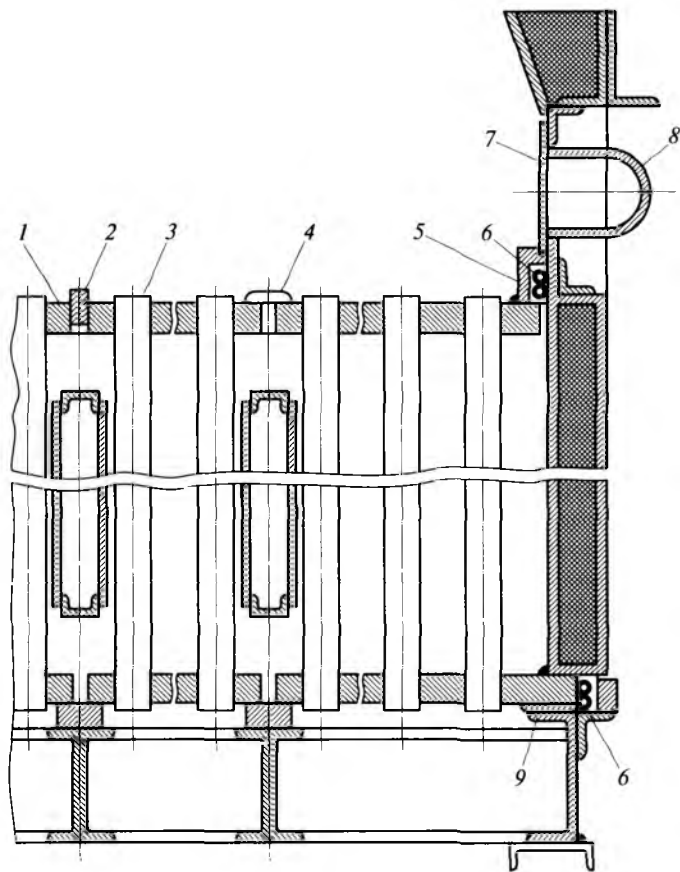


Рис. 2.21. Уплотнение трубных досок нижних секций трубчатого воздухоподогревателя:

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

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 рис. 2.21. Зазоры между трубными досками 1 устраняют наложением и приваркой стальных уплотняющих вставок 2 и накладок 4. Верхний газоход 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.

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 монтаж горелок является достаточно трудоемким процессом. Горелки, как правило, установлены под площадками котла, где вблизи расположены камеры и трубы, поэтому приходится мон-

тировать 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 устанавливают точно по чертежу. Нельзя допускать перекос 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 износостойчивыми 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 газомазутных 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 (кипяtilьных 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 поднятые 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 водоопускных 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?

Глава 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 (рис. 3.1, *а*) 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.

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 (рис. 3.1, *б*) в пазы 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 k 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 меха-

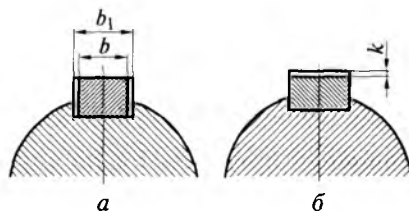


Рис. 3.1. Соединения с клиновой (*а*) и призматической (*б*) шпонками

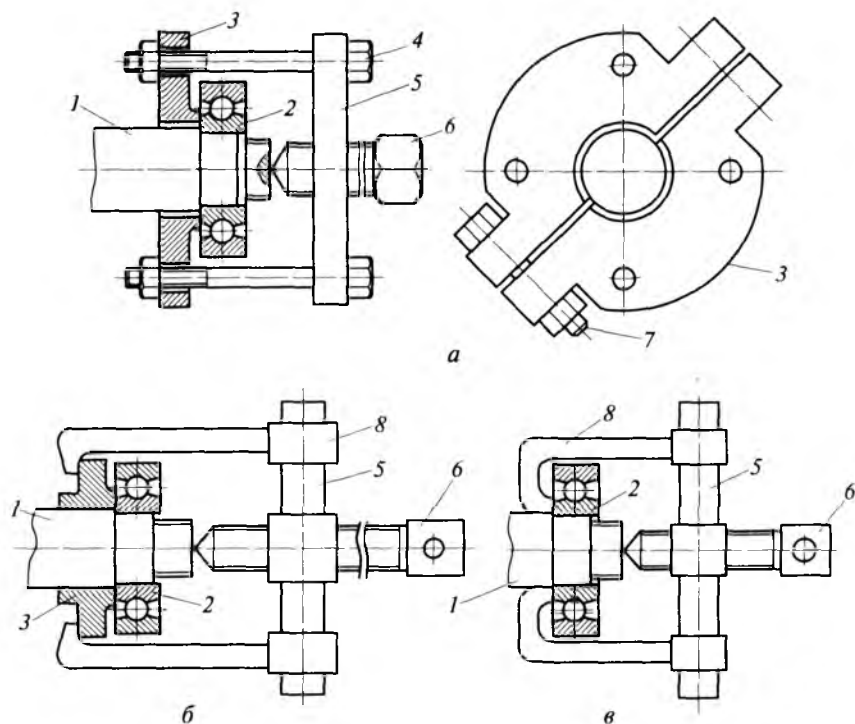


Рис. 3.2. Приспособления для снятия подшипника с вала с помощью разъемного кольца и четырех стяжных болтов (а), разъемного кольца и винтового съемника (б), только винтового съемника (в):

1 — вал; 2 — подшипники; 3 — разъемное кольцо; 4 — стяжной болт; 5 — траверса; 6 — отжимной винт; 7 — соединительный болт кольца; 8 — захват

ническим 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 усилие 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 рис. 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.

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 (рис. 3.3) наиболее надежны в работе, просты в изготовлении и ремонте, обладают значительной

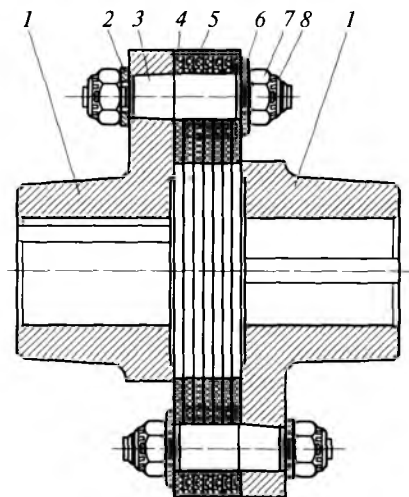


Рис. 3.3. Муфта с эластичным диском:

1 — полумуфта; 2, 6 — шайбы; 3 — палец; 4 — эластичное кольцо; 5 — шайба эластичного кольца; 7 — гайка; 8 — шплинт

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 изготовляют из отработанных транспортных лент или прорезиненных ремней, а для передачи небольших вращающих моментов — из листовой резины.

Пальцевые муфты (рис. 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 (рис. 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.

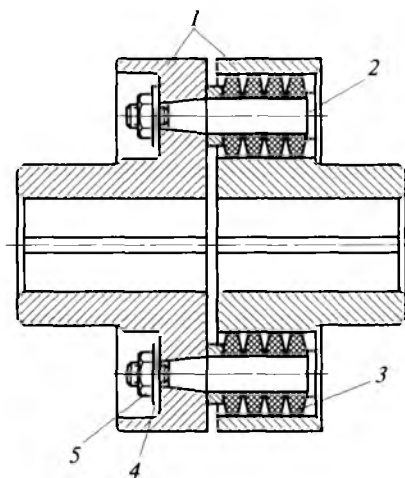


Рис. 3.4. Пальцевая муфта:

1 — полумуфты; 2 — палец; 3 — эластичная шайба; 4 — шайба; 5 — гайка

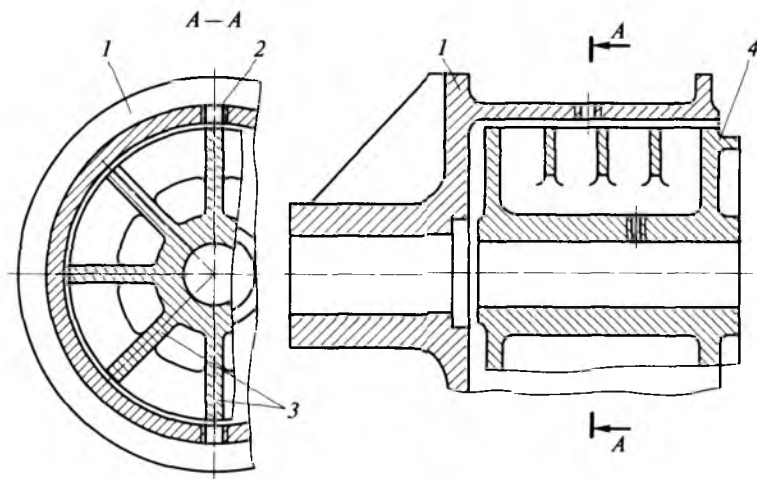


Рис. 3.5. Дробевая муфта:

1, 4 — полумуфты приводимого механизма электродвигателя; 2 — пробка для засыпки дроб; 3 — ребра

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

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

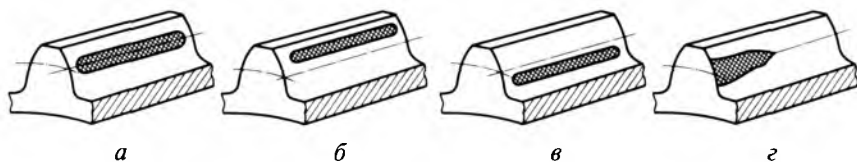


Рис. 3.6. Проверка точности прилегания зубьев по отпечаткам краски:
а — нормально; *б* — увеличено межосевое расстояние; *в* — уменьшено межосевое расстояние; *г* — оси валов перекошены

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.

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 (рис. 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 неререверсивных 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, перекос 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 (рис. 3.7, а). Вертикальная ось червяка должна совпадать со средним сечением колеса, что определяется равенством расстояний l_1 .

Схема проверки межосевого расстояния показана на рис. 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 еще не сцеплено с валом механизма. Правильная форма отпечатка краски на зубьях червячного колеса показана на рис. 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.

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 скольже-

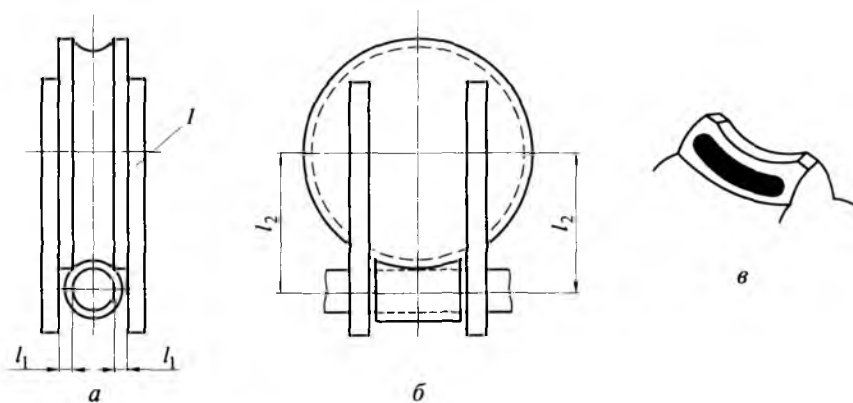


Рис. 3.7. Проверка сборки червячной пары по совпадению осей (*а*), межосевому расстоянию (*б*) и отпечаткам краски (*в*):

l — линейка

ния 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 изготовляют 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 (рис. 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.

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.

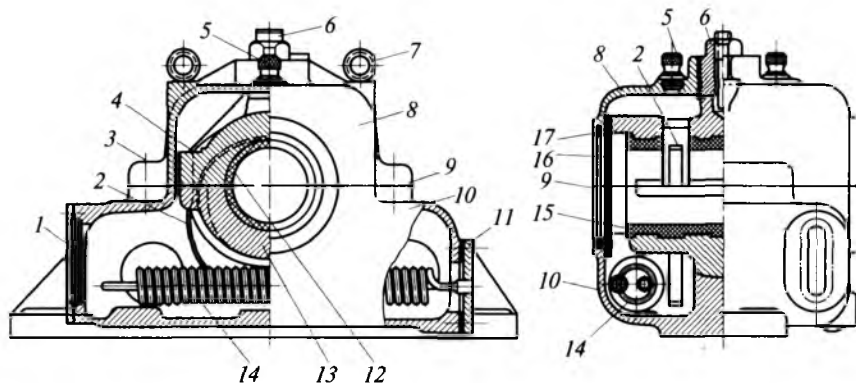


Рис. 3.8. Подшипник дымососа с самоустанавливающимися вкладышами и кольцевой смазкой:

1 — смотровое стекло; 2, 16 — смазочное и маслоотбояное 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

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 рис. 3.9, а. Для снятия тяжелых вкладышей используют рым-болты 8, которые

завинчивают в отверстия вкладышей, а также скобы 4, 7 и рычаг 6 (рис. 3.9, 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 рис. 3.10. Смазка подводится к шейке вала обычно через отверстие 4 в верхнем вкладыше. В этом месте делают канавку 5 для равномерного распределения смазки по длине 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 по-

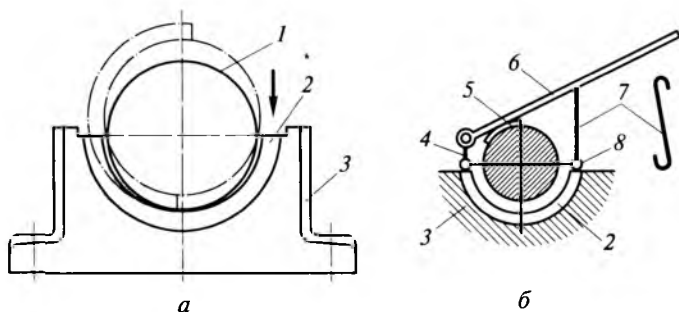


Рис. 3.9. Выкатывание нижней половины вкладыша подшипника ударами по наставке в направлении стрелки (а), а также и рым-болтами, скобами и рычагами (б):

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

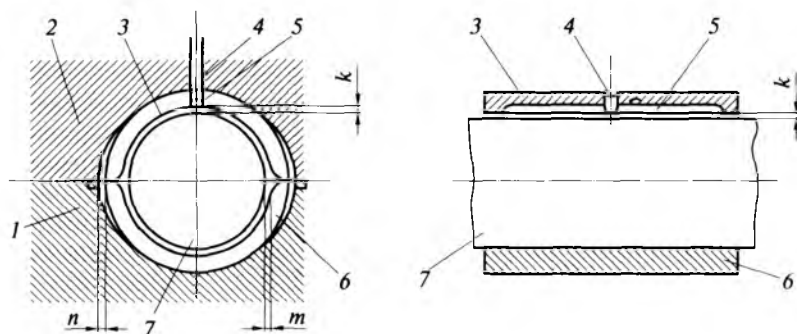


Рис. 3.10. Зазоры в подшипнике скольжения:

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

верхности нижнего вкладыша, так как нарушаются условия образования масляного клина.

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 расширился 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 $20—30^\circ$, а затем снимают шабером баббит в местах касания. После нескольких приемов доводят прилегание нижнего вкладыша по дуге $60—90^\circ$ с получением двух пятен на 1 см^2 . Для верхних вкладышей необходимо такое же прилегание с получением одного пятна на 1 см^2 .

При проверке смазочных колец обращают внимание на их цилиндричность, 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 маслосказательные 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 просухания на закрашенных местах появляются темные линии, указы-

вающие 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 устанавливаются 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 шупом, 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 обжатию 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 изготовляют 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 устанавливают 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 обоймам 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 от-

верстия 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 шупом предварительно выверяют ось вала электродвигателя по оси вала механизма. Вначале накладывают линейку на верхние образующие полумуфт (рис. 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 шупом горизонтальность вала электродвигателя. Для этого заводят шуп в зазор между полумуфтами сверху и снизу (рис. 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.

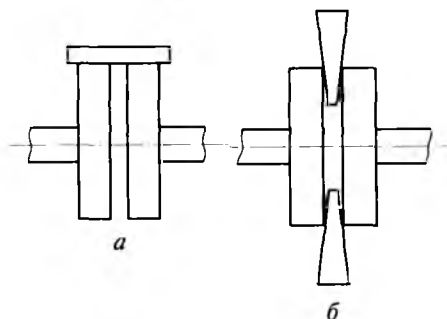


Рис. 3.11. Предварительная выверка осей валов по вертикали линейкой (а), по горизонтали — клиновым шупом (б)

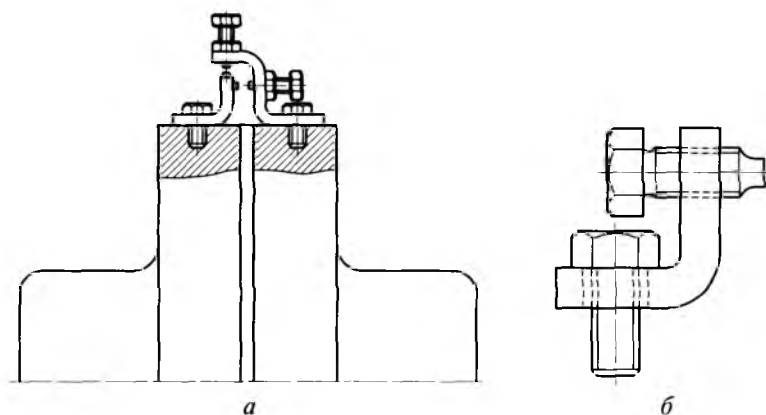


Рис. 3.12. Приспособления для центрирования валов:
а — центровочные скобы; *б* — скоба с отжимными болтами

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 (рис. 3.12, *а*), а на фундаментную раму электродвигателя — скобы с отжимными болтами (рис. 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.

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

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

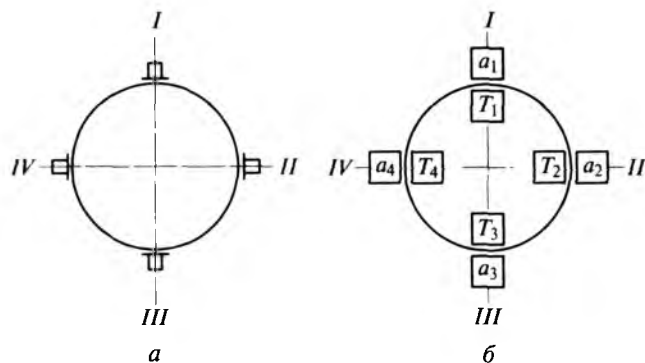


Рис. 3.13. Центрирование осей валов по круговой диаграмме:
а — положение полумуфта, при котором измеряют зазоры между центровочными скобами; *б* — круговая диаграмма

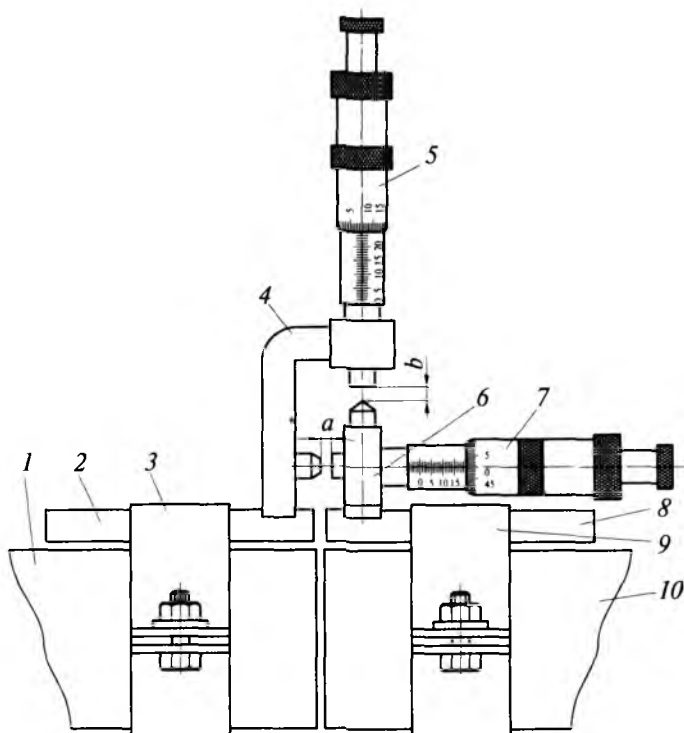


Рис. 3.14. Центровочные скобы с микрометрическими винтами для центрирования валов:
1, 10 — концы вала; *2, 8* — штативы; *3, 9* — хомуты; *4, 6* — кронштейны; *5, 7* — микрометрические винты

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 *1* после поворота полумуфт на 360°. При повторном измерении зазоры в положении *1* должны быть равны зазорам, 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 рис. 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.

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 (рис. 3.15), которые устанавливают между фундаментом (фундаментной рамой) и электродвигателем. Домкрат состоит из корпуса *4*, винта *3*, верх-

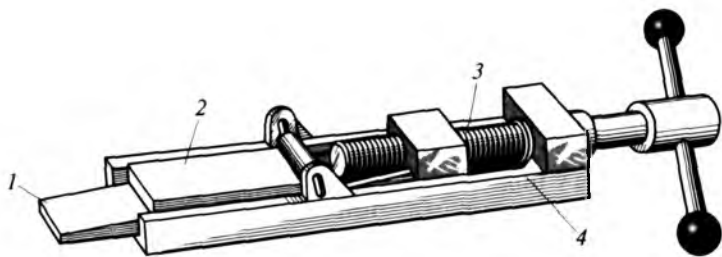


Рис. 3.15. Клиновой домкрат для центрирования валов:

1, 2 — нижний и верхний клинья; *3* — винт; *4* — корпус

него 2 и нижнего 1 клиньев. Домкрат заводится под электродвигатель клиновой частью и при вращении винта клин 1 приподнимает клин 2, поджимающий электродвигатель.

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 1 000 мм будет превышать ± 2 мм, а с диаметром более 1 000 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. Отклонение 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 рис. 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

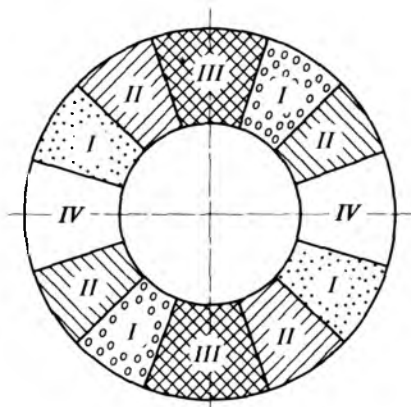


Рис. 3.16. Распределение различных групп лопаток на крыльчатке

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 1 000 мм и ± 3 мм — для колес с большим диаметром.

У собранных крыльчаток проверяют торцевое и радиальное биение (рис. 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, замеряют 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.

Проверить биение можно также, насадив крыльчатку с подшипниками и фланцем на вал. Радиальное и осевое биение крыльчатки, концентричность 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 (рис. 3.18) проверяют по чертежу. Расточка диаметром d для вала и кромка диаметром D для посадки диска крыльчатки должны быть концентричны. 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 заворачивают 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 ради-

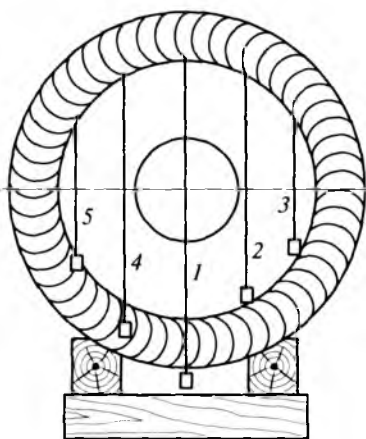


Рис. 3.17. Проверка торцевого и радиального биения крыльчатки

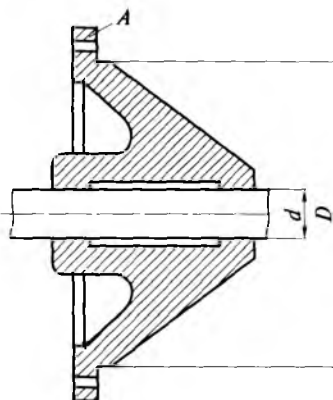


Рис. 3.18. Ступица рабочего колеса

альное 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 тяго-дутьевых 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, кре-

пящие 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, замеряют зазоры, проверяют поверхности всех деталей и определяют 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 2 500—3 000 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 трудоемкая, утомительна и требует больших усилий, поэтому должна выполняться при применении гайковерта.

Углеподающие и пылевывающие 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 барабану 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 электро-сваркой 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 шупа. 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 полиспастами, 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 полиспастами 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 засверловкой. 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 уstra-

няют 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 $30-40^\circ$ 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 пресса или специальной рамы и гидравлического домкрата.

Зубчатое колесо сажают на вал с натягом $0,05-0,075$ мм, подогревая его до $150-200^\circ\text{C}$ 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 $250 - 300\text{ }^{\circ}\text{C}$ газовыми горелками, а подшипники — горячим маслом. Ведомое зубчатое колесо редуктора напрессовывают на вал стяжным приспособлением и домкратом с натягом $0,05 - 0,08\text{ мм}$.

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

Перед сборкой редуктора тщательно промывают все детали. Змеевик охлаждения опрессовывают водой под давлением $0,5\text{ МПа}$. 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 1 корпуса 2 насоса, а также между вершинами зубьев и корпусом (рис. 3.19).

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

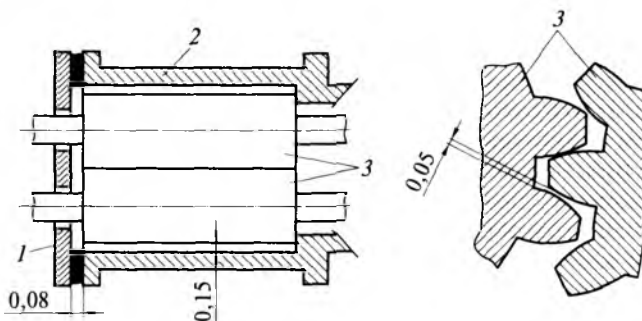


Рис. 3.19. Основные зазоры в масляном насосе:

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

Втулки с выработкой более 0,1 мм и слабой посадкой заменяют. Новые втулки запрессовывают по тугой посадке. При сборке насоса тщательно очищают 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 полкой 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, замеряют 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 типов 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 (рис. 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.

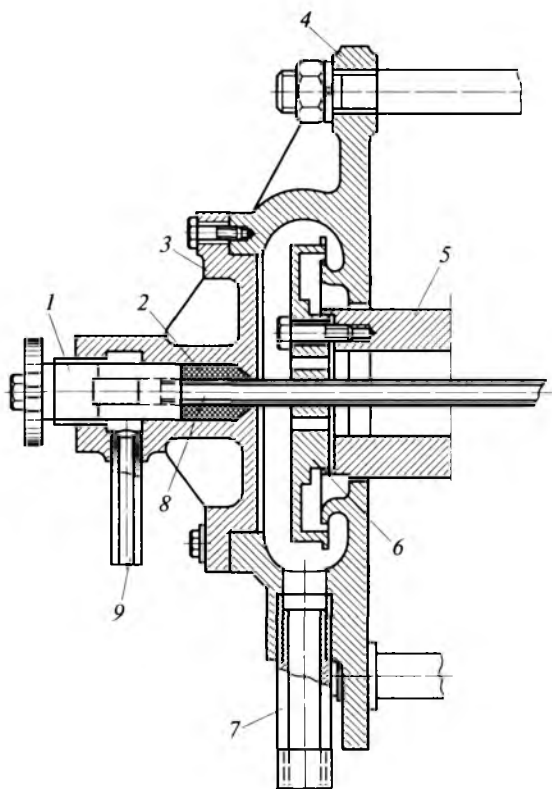


Рис. 3.20. Водораспределительная головка:

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

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.

Сборка и опробование мельницы. Ротор устанавливают в корпус мельницы теми же устройствами, которыми его вынимают. Через боковую стенку корпуса ротор заводят без билодержателей и бил, которые затем навешивают на установленный ротор. Через переднюю стенку ротор заводят с билодержателями 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 питателя-

ми. Наиболее распространены дисковые, скребковые и ленточные питатели. Дисковые питатели применяют для угля, а скребковые и ленточные — для всех видов топлива.

В *дисковом питателе* (рис. 3.21) изнашиваются детали редуктора, коническая пара и подшипники вала. Причина износа — не-

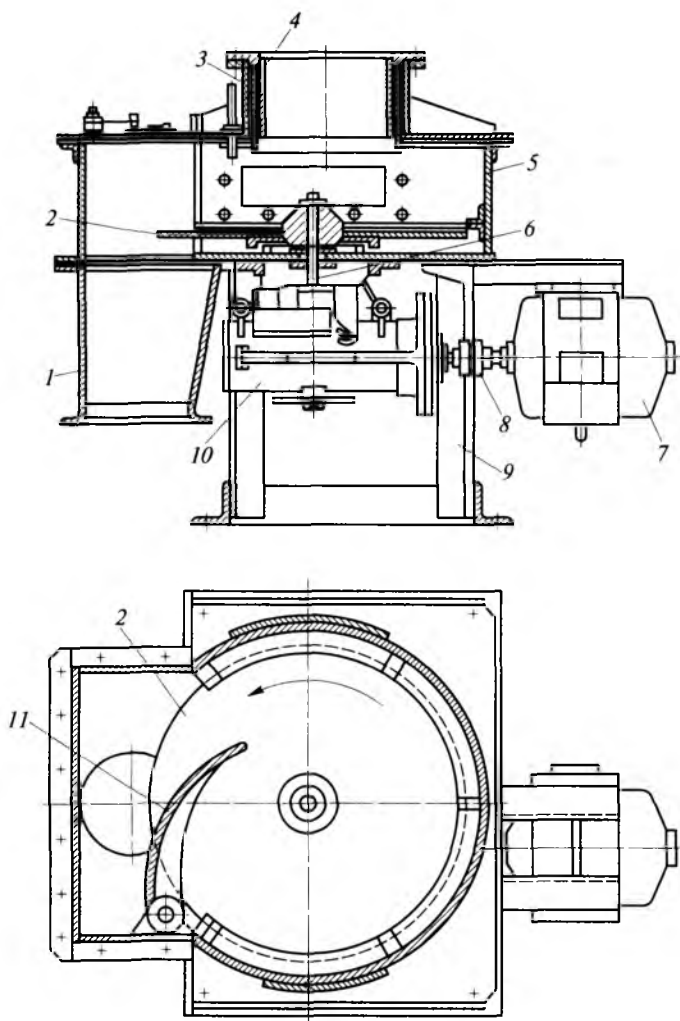


Рис. 3.21. Дисковый питатель сырого угля:

- 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

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 подразд. 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* (рис. 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.

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.

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 транспор-

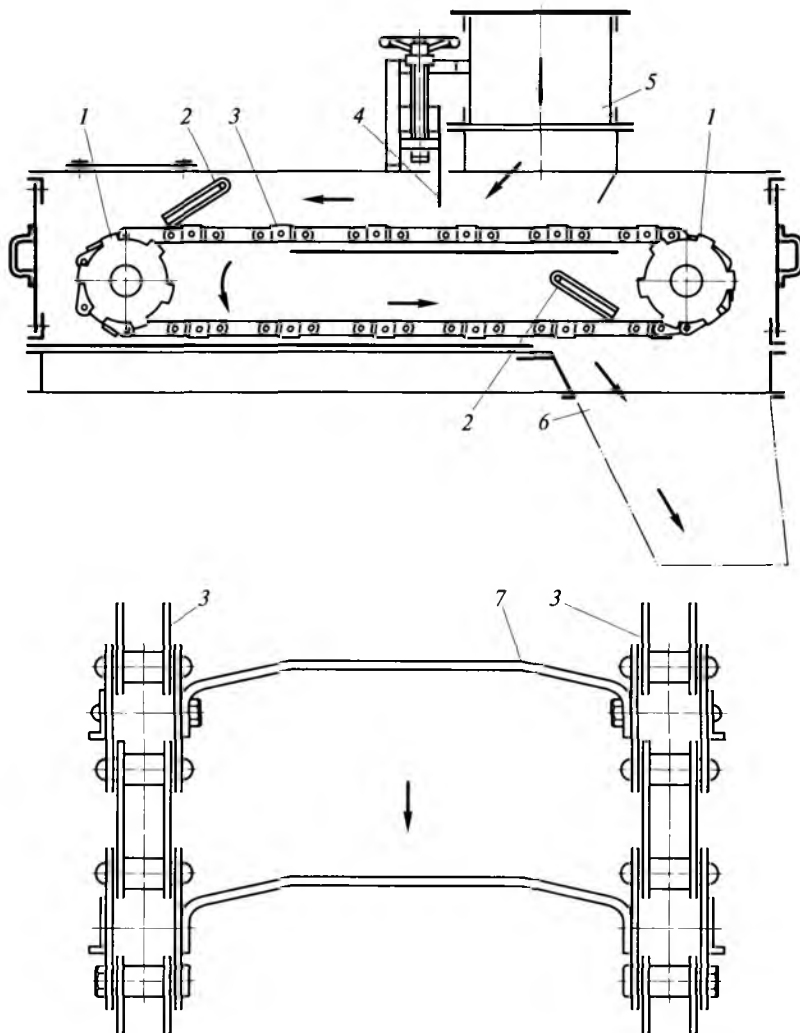


Рис. 3.22. Скребковый питатель сырого угля (внизу показан вид сверху на участок цепи):

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

теров, 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 редук-

тор 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 (рис. 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, при изменениях 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 подразд. 3.1.

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 зазоры 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.

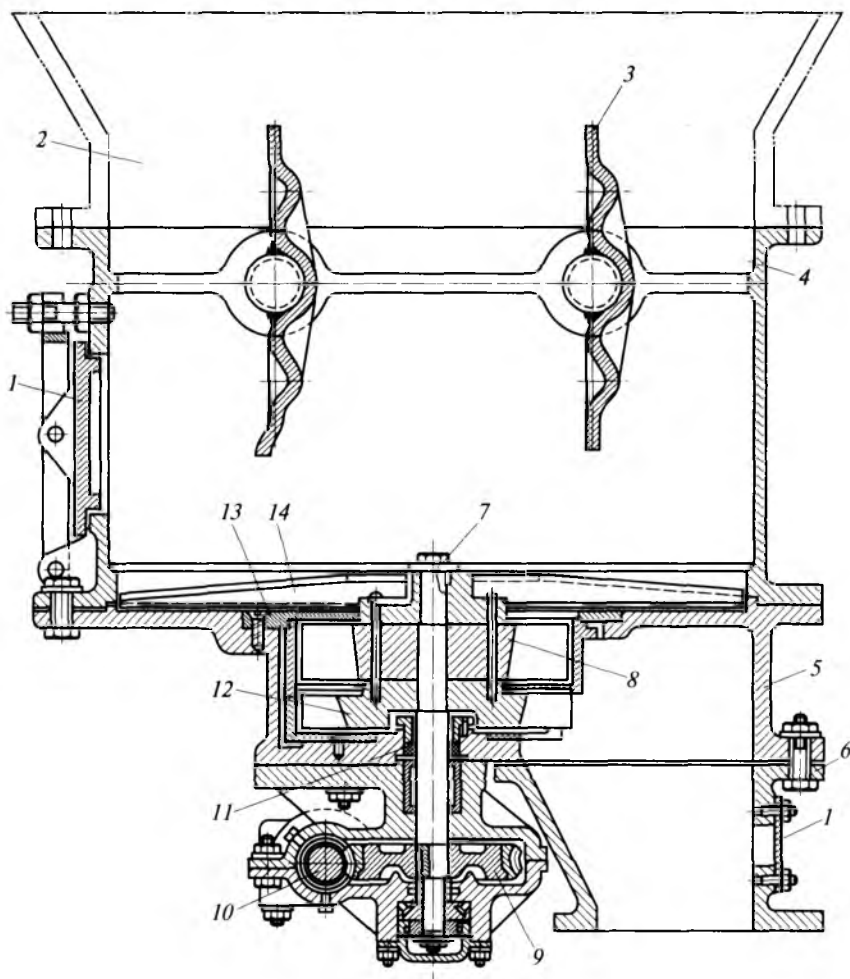


Рис. 3.23. Лопастной питатель пыли:

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

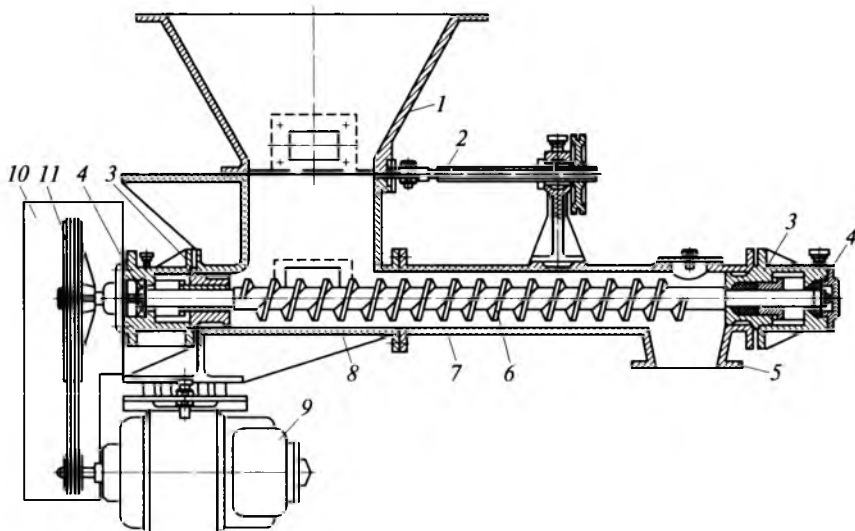


Рис. 3.24. Шнековый питатель пыли:

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

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

к 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* (рис. 3.25) изнашиваются главным образом из-за истирания их частичками пыли. Износу подвержены участки, которые обтекаются пылевоздушной смесью или на которые осаж-

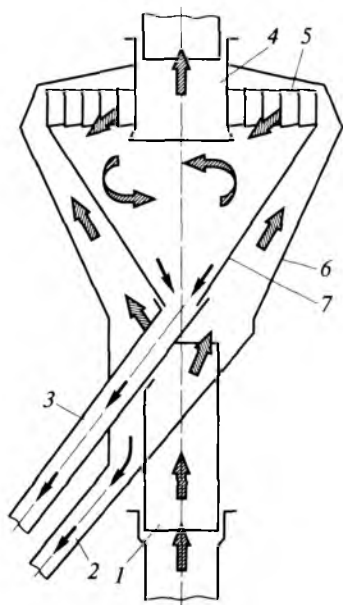


Рис. 3.25. Схема работы сепаратора угольной пыли:

1 — входной патрубок; 2, 3 — точки возврата из наружного и внутреннего конусов; 4 — пылевыводящий патрубок; 5 — завихритель; 6, 7 — наружный и внутренний конусы

даются крупные фракции пыли (внутренний конус и патрубки врат 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 полуобечеек 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.

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 (рис. 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.

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

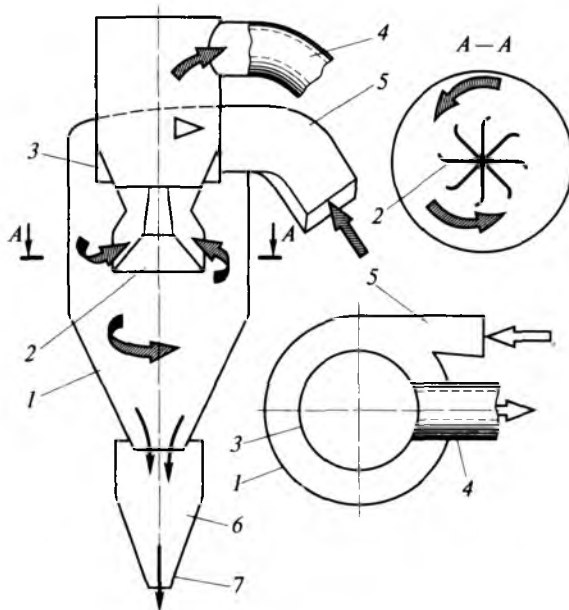


Рис. 3.26. Схема устройства пылевого циклона:

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

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 шупу (см. подразд. 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. На рис. 3.27 показаны места измерений и значения тепловых зазоров питательного насоса.

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

Например, при разборке насоса секционного типа (рис. 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.

Защитную втулку на резьбе отворачивают специальным ключом, при гладкой посадке втулку стягивают приспособлением, приведен-

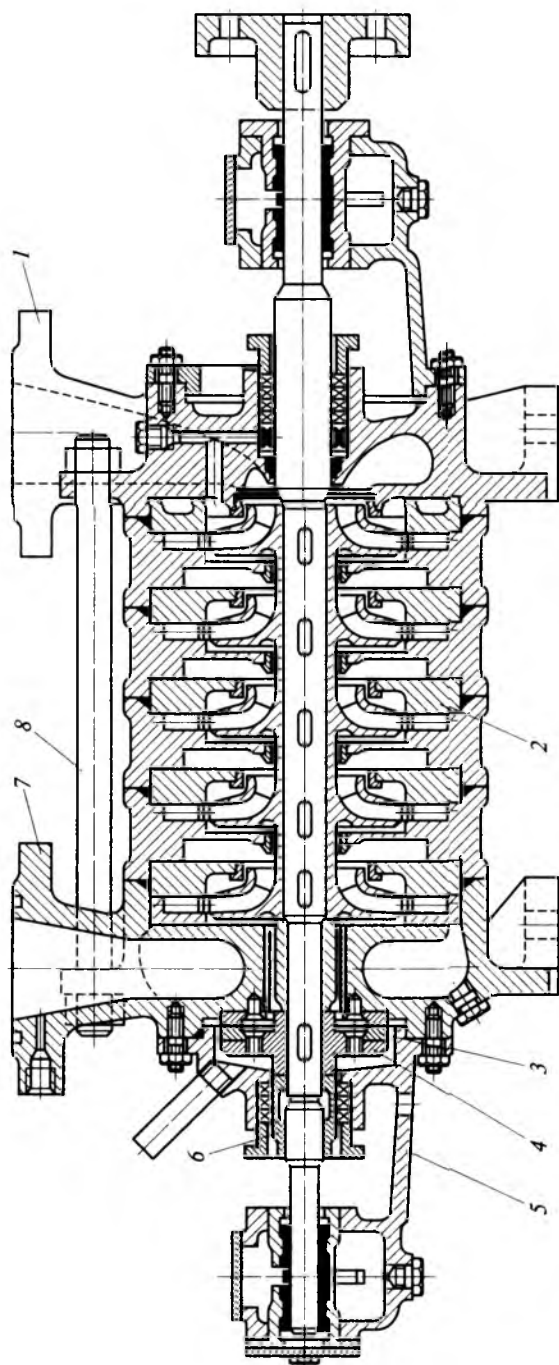


Рис. 3.28. Насос секционного типа:

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

ным на рис. 3.29, а. Упорный диск снимают приспособлением, изображенным на рис. 3.29, б. После удаления разгрузочной пяты 3 (см. рис. 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.

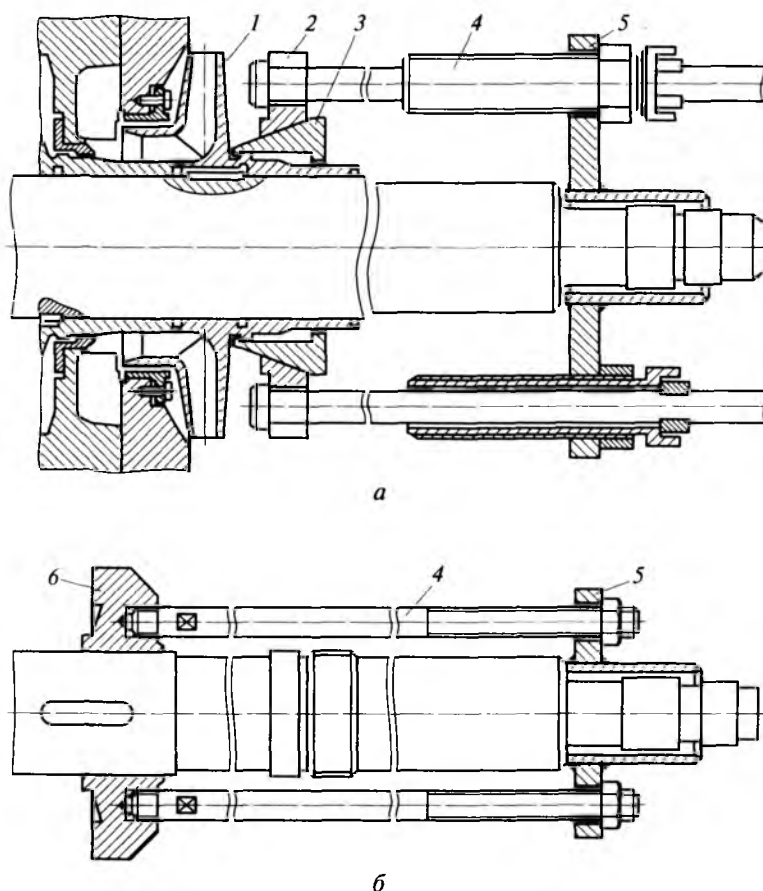


Рис. 3.29. Приспособления для снятия деталей с вала насоса:

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

Снятие рабочих колес выполняют приспособлением, приведенным на рис. 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 штихмасом 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 $0,001 D_k$ (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 (рис. 3.30) выполняют две функции: собственно уплотнения и охлаждения. В насосах тепловых электростанций и котельных применяют в основном уплотнения сальникового и шелевого типов.

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.

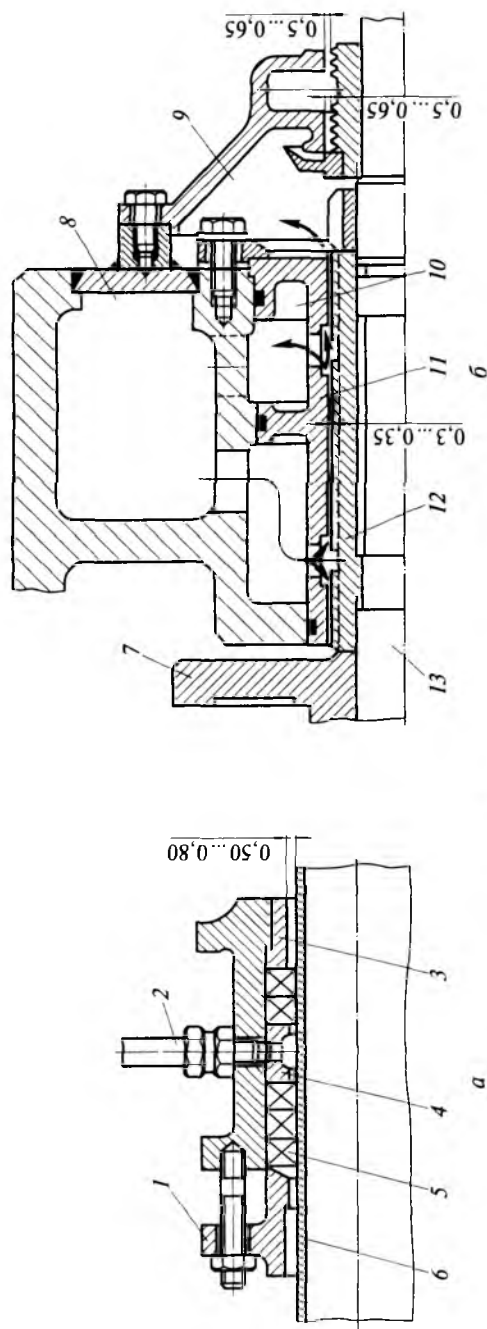


Рис. 3.30. Уплотнения вала насоса:

а — сальниковое; *б* — шелевое; 1 — шелевое; 2 — трубка подвода воды; 3 — упорное кольцо; 4 — фланцевое кольцо; 5 — сальниковая набивка; 6 — защитная втулка; 7 — разгрузочная пята; 8 — камера подвода холодного конденсата; 9 — камера отвода конденсата в бак низших точек; 10 — то же, в конденсатор; 11 — обойма; 12 — втулка; 13 — вал насоса

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 шелевые бессальниковые уплотнения (рис. 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 шелевых 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 стонах 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 уравнивания 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 лопатки 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?

Глава 4

РЕМОНТ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

4.1. Повреждения тепловых сетей

Тепловые сети являются одним из наиболее трудоемких и дорогостоящих элементов систем теплоснабжения. Они представляют собой сложные сооружения, состоящие из соединенных между собой труб, тепловой изоляции, компенсаторов, подвижных и неподвижных опор, запорной и регулирующей арматуры, строительных конструкций, камер и колодцев, дренажных устройств и др. Многолетний отечественный и зарубежный опыт эксплуатации тепловых сетей различных конструкций указывает на их недолговечность, что обусловлено главным образом низкой коррозионной стойкостью трубопроводов тепловых сетей, серьезные повреждения в которых вызывают длительные нарушения подачи теплоты. Такие повреждения связаны с большими потерями сетевой воды и теплоты, дополнительными затратами материальных и трудовых ресурсов и т. п.

Количественный рост и старение тепловых сетей приводят к возрастанию числа повреждений. Статистика показывает, что на каждые 100 км двухтрубных водяных сетей ежегодно выявляется около 30—40 повреждений. Повреждение действующего теплопровода ведет к отключению потребителей. Чем больше диаметр теплопровода, тем больше к нему присоединено потребителей и тем больше срок отключения для ремонта.

Как показывает практика, каждое повреждение на теплопроводе диаметром 500—600 мм вызывает отключение нескольких сотен зданий на срок более 24 ч. Повреждение же на трубопроводах диаметром 1 000—1 200 мм ведет к отключению многих сотен зданий на 2—3 сут.

Анализ результатов обследований показал, что коррозионные разрушения являются главной причиной повреждений трубопроводов тепловых сетей и составляют около 90 %. Наиболее быстро при прочих равных условиях наружной коррозией поражаются те теплопроводы, в которых имеется прямой контакт незащищенной поверхности трубы с грунтом. Кроме того, при эксплуатации тепловых сетей возможны повреждения, связанные со срывом неподвижных опор, разрывами корпусов чугунных задвижек, срывом резьбы спускных кранов, с повреждениями компенсаторов и т. д.

При большой насыщенности городов подземными инженерными коммуникациями, зачастую находящимися в неисправном состоянии, теплопроводы весьма часто подвергаются затоплению, а каналы — заносу грунтом. Удельная повреждаемость трубопроводов с ростом продолжительности их эксплуатации возрастает. Наиболее подвержены коррозии подающие трубопроводы, что наблюдается в 92—94 % случаев. Известно, что в электролитах скорость коррозии в стали достигает максимального значения при температуре 70—80 °С. Подающий трубопровод большую часть года работает в этом весьма неблагоприятном температурном режиме, что объясняет существенную разницу в скорости коррозии подающих и обратных труб.

В большинстве случаев наружная коррозия имеет локальный характер и сосредоточивается на участках труб длиной 1—1,5 м, охватывая не более 25—35 % периметра трубы, главным образом в нижней части. В проходных каналах и камерах коррозия верхней части труб происходит в результате интенсивной капли с перекрытия, а нижней части — при подтоплении и заносе грунтом. Удельная повреждаемость уменьшается с увеличением толщины стенок труб. Наблюдается возрастание повреждаемости в линейной части теплопроводов, составляющей в последние годы около 20 %. Увеличивается также число повреждений трубопроводов у неподвижных опор. Высокая удельная повреждаемость подземных теплопроводов возникает главным образом из-за плохого качества применяемых антикоррозионных покрытий наружной поверхности.

Основным недостатком как существующих, так и ранее применяемых подземных тепловых сетей являются гидрофильность тепловой изоляции. Проникающая в изоляцию влага вызывает коррозионные разрушения труб, увеличивает тепловые потери теплопроводами. Увлажнение тепловой изоляции в значительной части определяется внешними факторами: типом грунта, климатическими условиями, гидрогеологией и др.

Нормальная эксплуатация тепловых сетей, проложенных в непроходимых каналах и бесканально, сильно затруднена тем, что повседневное наблюдение за состоянием труб и тепловой изоляции и своевременное обнаружение мест повреждений невозможны. Ремонт и восстановление поврежденных коррозией теплопроводов требуют вскрытия подземных участков трассы на большом протяжении. При этом на длительный срок разрушаются дорожные покрытия улиц, что затрудняет движение городского транспорта.

Для повышения надежности действующих тепловых сетей проводят гидравлические испытания и периодическое шурфование в летний период из расчета один шурф на 1—2 км трассы. Это позволяет заблаговременно выявить и устранить наиболее слабые места, что значительно сокращает число повреждений и отключений теплосетей в отопительный период. При прокладке теплопроводов в местах, под-

верженных периодическому затоплению, или в агрессивных грунтах шурфование проводят чаще.

Состояние трубопроводов, особенно бесканальных, в значительной степени зависит также от качества строительства и монтажа. Следует отметить, что во многих случаях строительно-монтажные работы по прокладке теплопроводов не отвечают предъявляемым требованиям. При бесканальных прокладках применение П-образных компенсаторов и использование углов поворота для самокомпенсации требуют устройства в этих местах ниш и канальных прокладок, что повышает стоимость теплосети, усложняет строительные работы, а также вызывает ряд эксплуатационных неудобств. Применение же сальниковых компенсаторов требует для их обслуживания устройства дорогостоящих теплофикационных камер. Наиболее слабыми участками бесканальных прокладок являются места сварных стыков и места примыкания к теплофикационным камерам. Сварные стыки изолируют на месте после окончания монтажа и гидравлического испытания участка скорлупами с оклейкой их поверхности рулонными битумными материалами. Эти работы выполняют ручным способом, и, как показывает опыт, качество изоляции оказывается неудовлетворительным.

На участках примыкания теплопроводов к теплофикационным камерам наблюдаются оплывание мастичного слоя, полное расслаивание гидроизоляции и увлажнение тепловой изоляции. Вскрытия и обследования обнаружили, что наиболее частое повреждение изоляции и коррозия стальных труб наблюдаются именно в этих местах. В результате проведенного анализа установлено, что повреждаемость тепловых сетей весьма велика и имеет явно выраженную тенденцию к дальнейшему повышению по мере старения сетей. В связи с этим объемы работ по ремонту и реконструкции тепловых сетей ежегодно возрастают. Оценка состояния конструкций или диагностика на различных этапах существования тепловых сетей устанавливает признаки и причины повреждений, позволяет выявить дефектные, разрушающиеся конструкции, определить степень и границы повреждений с тем, чтобы своевременно и качественно произвести их ремонт.

Контроль за состоянием тепловых сетей необходимо осуществлять начиная с приемки их в эксплуатацию. Система контроля предусматривает создание методов оценки, приборов и средств, позволяющих определить параметры технического состояния и их соответствие нормативным характеристикам, а также на основании поступления и обработки данных о состоянии элементов эксплуатируемых тепловых сетей обеспечить своевременные профилактические мероприятия и ремонт. Данные, полученные в результате оценки состояния конструкций эксплуатируемых тепловых сетей, могут служить основой для решения вопроса об их ремонте, а также реконструкции и модернизации.

4.2. Виды ремонтов тепловых сетей

Ремонт тепловых сетей представляет собой комплекс технических мероприятий, направленных на поддержание или восстановление первоначальных эксплуатационных качеств, а также на модернизацию как отдельных конструкций и элементов, так и тепловой сети в целом. Своевременно и качественно проведенный ремонт тепловых сетей повышает их долговечность, возвращает утраченное в период эксплуатации первоначальное или близкое к нему техническое состояние, предупреждает неожиданный выход их из строя. Поэтому бесперебойная и экономичная работа систем теплоснабжения зависит не только от правильной технической эксплуатации, но и от своевременного проведения планово-предупредительного ремонта тепловых сетей, оборудования тепловых станций и абонентских вводов.

В состав планово-предупредительного ремонта тепловых сетей входят периодические осмотры, профилактические, текущие и капитальные ремонты. Периодические осмотры проводят по утвержденному плану через определенные промежутки времени. Во время осмотров устанавливают состояние тепловых сетей и необходимость в их текущем или капитальном ремонте. Профилактический ремонт выполняют в процессе эксплуатации сетей с кратковременным отключением отдельных участков с ликвидацией течей, мелким ремонтом запорно-регулирующей арматуры, креплением опор, ремонтом тепловой изоляции, очисткой грязевиков, набивкой сальников, смазкой и т.п. Своевременно и грамотно проведенная профилактическая работа способствует увеличению межремонтного периода, обеспечивает более экономичную и надежную работу тепловых сетей.

Разделение ремонта тепловых сетей на текущий и капитальный зависит от степени неисправностей, объема работ и материальных затрат. Объемы работ по текущему и капитальному ремонту устанавливают на основании описей неисправностей систем теплоснабжения, составляемых в процессе эксплуатации. Все работы по техническому обслуживанию и текущему ремонту производят за счет эксплуатационных расходов предприятия. Капитальный ремонт производят за счет амортизационных отчислений в размерах, предусмотряемых существующими положениями.

Основным содержанием системы планово-предупредительного ремонта тепловых сетей является определение трудовых затрат на выполнение ремонтных работ, длительности простоя при ремонтах, длительности и структуры ремонтных циклов, а также определение видов ремонтных работ, категорий сложности ремонта, организация снабжения запасными частями и узлами, оснащение ремонтных работ соответствующими материалами, механизмами и приспособлениями.

Система планово-предупредительного ремонта предполагает также создание необходимой ремонтной базы, организацию контроля качества ремонта и эксплуатации, разработку и внедрение мероприятий, обеспечивающих проведение ремонтных работ как можно в более короткие сроки с наименьшими затратами труда и материалов, определение необходимого числа персонала для нормального технического обслуживания, ремонта и эксплуатации тепловых сетей. Ремонт тепловых сетей и тепловых пунктов следует производить по мере необходимости на основе результатов периодических осмотров, испытаний и ежегодных опрессовок и шурфовок. График выполнения ремонтных работ разрабатывают исходя из условия одновременного ремонта трубопроводов сети и тепловых пунктов.

До недавнего времени ремонт тепловых сетей и тепловых пунктов планировался и осуществлялся в соответствии с установленными нормами, которыми регламентировался межремонтный срок эксплуатации отдельных элементов. Практика эксплуатации показала, что при такой системе планирования значительные материальные и трудовые ресурсы расходовались на выполнение ремонтных работ, не имевших первостепенной важности для обеспечения надежной работы тепловых сетей. При этом действительно нуждавшееся в ремонте оборудование и конструкции тепловых сетей оставались без такового, что порой являлось причиной повреждений и аварий.

Например, согласно действующим нормам, запорные задвижки подлежали ежегодному ремонту с притиркой колец и дисков. При нормальной эксплуатации и использовании задвижек только в качестве запорного, а не регулирующего органа межремонтный период для них может быть продлен до двух—трех лет. То же относится к ремонту трубопроводов, компенсаторов и другого оборудования. Поэтому в настоящее время объем ремонтных работ определяется на основе фактических данных эксплуатации и испытаний.

Ремонты тепловых сетей, как правило, проводят в летний период, после окончания отопительного периода. Основная задача организации ремонтных работ заключается в сокращении сроков, снижении стоимости работ и обеспечении высокого качества. Одно из важнейших условий сокращения сроков ремонта — подготовка к его проведению, поскольку время проведения работ всегда ограничено. Для сокращения сроков ремонта рекомендуется применять поагрегатный и узловый методы ремонта. Сущность этих методов заключается в замене дефектного оборудования и отдельных узлов заранее отремонтированными или изготовленными в центральных ремонтных механических мастерских или на заводах. Для успешного проведения ремонтных работ важное значение имеет заблаговременная подготовка запасных частей, материалов, инструмента и приспособлений.

Годовые и месячные планы капитальных и текущих ремонтов тепловых сетей составляет эксплуатирующая организация не позднее

чем за 4 мес, а планы модернизации — за 6 мес до начала планируемого года. Планы-графики отключения тепловых сетей для производства ремонтных работ согласовывают с местными органами районных администраций и утверждают у главного инженера теплосети. Ввиду того что нагрузка горячего водоснабжения в настоящее время составляет значительную величину, а резервирование в достаточном объеме не обеспечено, задача резкого сокращения сроков простоя тепловых сетей в ремонте является важнейшей. При составлении плана-графика ремонта необходимо учитывать, что максимальная длительность отключения горячего водоснабжения не должна превышать 12 сут.

Капитальный и текущий ремонты тепловых сетей производят специально скомплектованные ремонтные бригады, включающие в свой состав помимо ремонтного персонала теплосети весь эксплуатационный персонал района, высвобождающийся от обычной работы по текущей эксплуатации тепловых сетей и тепловых пунктов. Руководство ремонтной бригадой в зависимости от характера и значимости работ возлагается на мастера районной теплосети. Общее руководство ремонтными работами в каждом районе теплосети осуществляет начальник районной теплосети.

Организация труда персонала по ремонту и техническому обслуживанию тепловых сетей включает выполнение работ по демонтажу, монтажу, ремонту, профилактике, обходам и осмотрам оборудования с применением машин, механизмов, средств малой механизации, такелажной оснастки, измерительных приборов и средств безопасности персонала. Капитальный и текущий ремонт тепловых сетей выполняет служба ремонтов, которая в условиях мастерских изготавливает простейшие узлы, приспособления, заготовки, запасные части и детали для производства ремонтных работ.

На ремонтные участки персонал службы выезжает на спецмашине, укомплектованной спецоборудованием и приборами, а также инструментами, приспособлениями, мелкими запасными узлами, заготовками, деталями, необходимыми для ведения работ на месте. Грузоподъемные, землеройные механизмы и другие средства механизации направляются службой ремонтов предприятий к месту и назначенному времени по заявке ответственного руководителя работ.

Количественный и качественный состав бригад, звеньев устанавливают в зависимости от характера, объема и трудоемкости выполняемых работ. Ремонт и замену участков трубопроводов, крупной арматуры, компенсаторов производят с применением механизмов (экскаваторов, автокранов, лебедок, талей и т.д.) на подготовленных площадках. При наличии дренажных вод их откачивают насосами с электрическим или механическим приводом.

Для планирования и управления ремонтом составляют графики планирования и управления, в которых отражены весь комплекс процесса ремонтов, изготовления узлов, технология производства работ,

очередность, сроки окончания отдельных процессов и контроль ремонтных работ. Там же указаны потребность в рабочих и сроки завоза материалов, обеспечение механизмами, инструментом и т.п.

4.2.1. Текущий ремонт тепловых сетей

Текущий ремонт тепловых сетей представляет собой комплекс профилактических мероприятий, который осуществляется в процессе эксплуатации тепловых сетей для гарантированного обеспечения их работоспособности, предупреждения износа отдельных элементов системы теплоснабжения и устранения мелких дефектов на период до следующего капитального ремонта. Текущий ремонт проводят по мере необходимости по утвержденному графику. Перечень основных работ, проводимых при текущем ремонте тепловых сетей, включает следующие операции.

1. По трубопроводам, оборудованию сетей, насосных подстанций, тепловых пунктов и т.д.:

- смену отдельных труб, отводов, тройников, переходов;
- сварку или подварку отдельных стыков труб;
- частичный ремонт тепловой изоляции в проходных каналах и камерах;
- вскрытие, ревизию и ремонт со сменой отдельных деталей запорной, дренажной, воздухопускной и регулирующей арматуры; притирку дисков или золотников; набивку или смену сальниковых уплотнений; смену прокладок и подтяжку болтов фланцевых соединений;
- ревизию и мелкий ремонт насосов;
- ревизию и мелкий ремонт электрических, электромагнитных и гидравлических приводов запорной и регулирующей арматуры, электродвигателей насосов и пусковой аппаратуры к ним;
- смену и ремонт гильз для термометров и кранов для контрольно-измерительных приборов;
- вскрытие и очистку грязевиков, фильтров и аккумуляторных баков;
- мелкий ремонт автоматической аппаратуры и самопишущих приборов контроля и учета.

2. По строительным конструкциям (каналам, камерам, павильонам, эстакадам, опорам и т.д.):

- восстановление отдельных разрушений частей стен проходных каналов и камер и закрепление отдельных конструкций;
- смену и ремонт отдельных лестниц (ходовых скоб), площадок и ограждений с подваркой металлоконструкций;
- восстановление окраски металлоконструкций;
- очистку дренажных трубопроводов ершами от отложений ила;
- восстановление и заделку разрушенных люков.

Мелкий ремонт, как правило, ликвидацию течей сальниковых уплотнений, фланцевых соединений, чистку дренажей, воздушников, правку и закрепление опор, смазку трущихся узлов и другие операции выполняют без отключения теплопроводов. Текущий ремонт более крупного оборудования выполняют при кратковременном отключении участков тепловой сети.

4.2.2. Капитальный ремонт тепловых сетей

Капитальный ремонт тепловых сетей предназначен для полного восстановления изношенных тепловых сетей или их частей, а также их модернизации с применением более экономичного и современного оборудования. Капитальный ремонт также включает реконструкцию в целях присоединения новых потребителей и дальнейшего увеличения мощности тепловых сетей на перспективную нагрузку. Перечень основных работ при капитальном ремонте тепловых сетей включает следующие операции.

1. По трубопроводам, оборудованию сетей, насосных подстанций, тепловых пунктов и т.д.:

- смену или замену на больший диаметр вышедших из строя отдельных участков теплопроводов с установкой нового оборудования (опор, компенсаторов, задвижек и т.д.);
- полную или частичную замену тепловой изоляции трубопроводов;
- восстановление или нанесение нового гидроизоляционного покрытия;
- смену запорной, регулировочной и предохранительной арматуры, компенсаторов и фасонных частей или их ремонт со сменой вышедших из строя деталей; ликвидацию перекосов арматуры и оборудования, образовавшихся в результате осадок трубопроводов (особенно при бесканальной прокладке);
- смену или ремонт с заменой деталей электрических, электромагнитных, гидравлических и других приводов задвижек, регуляторов, насосов, а также пусковой аппаратуры к ним;
- смену или ремонт с заменой деталей насосов, грязевиков, подогревателей, элеваторов, аккумулирующих емкостей и другого теплотехнического оборудования, тепловых станций и абонентских вводов;
- смену и ремонт с заменой деталей силовой, контрольно-измерительной и осветительной аппаратуры;
- ремонт или установку на вновь действующих сетях устройств для защиты от электрокоррозии;
- очистку внутренней поверхности и тепломеханического оборудования от накипи и коррозии механическим или химическим методом с последующей гидропневматической промывкой.

2. По строительным конструкциям (каналам, камерам, павильонам, эстакадам, опорам и т.д.):

- восстановление поврежденных или смену пришедших в негодное состояние конструкций каналов, камер, павильонов и опор надземных прокладок;
- восстановление поврежденных, смену вышедших из строя или прокладку дополнительных дренажных устройств из камер и каналов, а также попутных дренажей для понижения уровня грунтовых вод в действующих тепловых сетях;
- восстановление или устройство нового защитного слоя в железобетонных конструкциях каналов, камер, павильонов, а также штукатурки конструкций;
- полную или частичную замену гидроизоляции каналов, камер и павильонов;
- восстановление или замену подвижных и неподвижных опор, а также системы креплений при надземных прокладках;
- вскрытие и очистку каналов от нанесенного в процессе эксплуатации ила;
- смену металлических лестниц в камерах и на эстакадах или ходовых скоб;
- смену люков.

Ремонтные работы, которые соответствуют текущему ремонту, но выполняются на данном участке тепловой сети одновременно с капитальным ремонтом, относятся к капитальному ремонту. Капитальный ремонт и выполняемые одновременно с ним работы по текущему ремонту, как правило, производят в летний период по заранее составленному плану-графику. План-график ремонтных работ следует составлять из условия поочередного ремонта магистральных теплопроводов. Ремонт ответвлений осуществляют одновременно с ремонтом соответствующей магистрали, а капитальный ремонт подстанций и тепловых пунктов производят одновременно с ремонтом тепловых сетей.

Для улучшения качества ремонта и сокращения сроков простоя оборудования в ремонте, а также снижения затрат на капитальный ремонт в целом рекомендуется применять скоростные методы ремонта. Работы по капитальному ремонту тепловых сетей следует выполнять индустриальным методом с предварительной заготовкой и сборкой укрупненных узлов и элементов трубопроводов в заготовительных мастерских или на заводах. По окончании капитального ремонта тепловые сети испытывают и промывают до полного осветления теплоносителя.

Совершенствование управления капитальным ремонтом тепловых сетей — важный фактор повышения его эффективности. В решении этой задачи ведущее место занимает улучшение планирования. Система планирования капитального ремонта тепловых сетей представляет собой один из функциональных блоков в единой си-

стеме эксплуатации и ремонта. В ней техническое обслуживание, текущий и капитальный ремонт являются взаимосвязанными и взаимообусловленными элементами. При этом должна достигаться полная сбалансированность планов с учетом обеспеченности финансовыми ресурсами, производственными мощностями ремонтно-строительных организаций, а также материально-техническими ресурсами.

4.2.3. Планирование ремонта

Планирование ремонта включает в себя разработку перспективных планов и годовых графиков ремонта. На все виды ремонта оборудования, зданий и сооружений сетей составляют перспективные планы и годовые графики проведения работ.

Перспективные планы разрабатывают предприятия тепловых сетей сроком на 5 лет на основании заявок эксплуатационных районов, действующих нормативов и состояния оборудования. Перспективные планы утверждают предприятия тепловых сетей и до 1 марта предшествующего планируемому периоду года направляют в генерирующую компанию. К перспективному плану прилагается график ремонтов на планируемый период. Перспективный план служит основанием для планирования трудовых, материальных и финансовых ресурсов по годам.

В соответствии с перспективным планом ремонта сетей предприятие тепловых сетей до 1 сентября предыдущего года передает соответствующим проектным организациям задания на проектирование и другие исходные материалы.

Годовой план ремонта составляет предприятие тепловых сетей на основании перспективного плана, предложений подразделений и с учетом фактического технического состояния сетей, которое определяется по анализу повреждений, происшедших за время их эксплуатации, данным анализа результатов ежегодно выполняемых плановых и внеплановых шурфовок, проведением термографического обследования состояния теплотрасс и других методов диагностирования.

Подписанный предприятием тепловых сетей годовой план ремонта сетей направляется для утверждения в генерирующую компанию до 1 сентября предшествующего года. К годовому плану обязательно прилагается график ремонта.

В соответствии с планом ремонта сетей в январе планируемого года отделом (службой) по подготовке ремонтов с привлечением диспетчерской службы, эксплуатационных районов и других отделов и служб предприятия тепловых сетей составляют сводный график отключений сетей на капитальный ремонт. Этот график утверждает генерирующая компания, после чего, не позднее 1 апреля, согласовывает с местными органами власти.

4.2.4. Ремонтная документация

Ремонтная документация должна содержать требования нормативных документов и предписаний Ростехнадзора, правил по охране природы, безопасности труда, пожарной безопасности и т.д., требования эксплуатационных и противоаварийных инструкций, информационных сообщений и писем заводов-изготовителей оборудования.

Нормативно-техническая и технологическая документация на ремонт оборудования должна соответствовать требованиям государственных стандартов, строительных норм и правил, правил, норм и инструкций по безопасности труда, стандартов и руководящих документов, действующих в отрасли.

Ремонт оборудования тепловых сетей (насосов, арматуры, контрольно-измерительных приборов и автоматики, электрооборудования и др.) производится в соответствии с требованиями нормативно-технической и технологической документации.

К нормативно-технической документации относятся действующие в отрасли стандарты, технические условия на ремонт, руководства по ремонту, методические указания, нормы, правила, инструкции, эксплуатационные характеристики.

К технологической документации относятся документы, разработанные в соответствии с государственными стандартами ЕСТД, рекомендациями Госстандарта и руководящими документами отрасли.

Капитальный ремонт собственно тепловых сетей (теплопроводов, строительных конструкций и др.) производят по следующей ремонтной документации:

1) выполняемой проектной организацией или предприятием тепловых сетей:

- проект капитального ремонта и смета;
- проект организации строительства;
- проект организации дорожного движения (при необходимости);

2) выполняемой подрядной строительной организацией или предприятием тепловых сетей:

- проект производства работ;
 - исполнительная документация.
- Ремонтная документация разрабатывается в соответствии со следующими нормативными документами:

- СНиП 1.02.01 — 95 «Инструкция о составе, порядке разработки, согласования и утверждения проектно-сметной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений»;
- СНиП 2.04.07 — 85 «Тепловые сети. Нормы проектирования»;
- СНиП 11-23 — 81 «Стальные конструкции»;
- СНиП 3.05.03 — 85 «Тепловые сети»;

- СНиП 3.05.04 — 85 «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации»;

- СНиП 11-01 — 95 «Инструкция о порядке разработки, согласования, утверждения и составления проектной документации»;

- ГОСТ 21.605 — 82 «Тепловые сети (тепломеханическая часть). Рабочие чертежи»;

- СанПиН № 4723 — 88 «Санитарные правила устройства и эксплуатации систем централизованного горячего водоснабжения»;

- СП 41-101 — 95 «Проектирование тепловых пунктов. Своды правил по проектированию и строительству к СНиПу 2.04.07 — 85».

Проект — это совокупность документов (расчетов, чертежей и др.), по которым осуществляется новое строительство и капитальный ремонт тепловых сетей. В состав проекта входят: общая пояснительная записка; общие указания к проекту прокладки сети; ведомость согласований; ведомость потребности в материалах; спецификация оборудования и сметы; техническое задание на проектирование; паспорт проекта; меры пожарной безопасности. Проект должен содержать также следующие чертежи: ситуационный план; план трассы; продольный профиль; технологический план и схемы узлов; строительная и технологическая части камер; узлы трубопроводов и неподвижные опоры; узлы пересечения теплотрассы с инженерными коммуникациями (водопровод, канализация, газопровод, кабельные линии, связь и др.).

В общие указания к проекту прокладки сетей включаются следующие разделы:

- общая часть;
- трасса теплопроводов и строительные конструкции;
- изоляция теплопроводов;
- требования к качеству труб и производству работ;
- защита от наружной коррозии;
- указания по промывке теплопроводов;
- условия строительства и пуска в эксплуатацию;
- благоустройство территории.

В проекте организации строительства указываются:

- зона производства работ;
- необходимость и организация водопонижения;
- типы крепления откосов каналов;
- места складирования вынутого грунта;
- объездные дороги;
- перенос контактных сетей городского транспорта;
- площадка для размещения бытовых помещений для персонала

и т. п.

В проекте производства работ указываются:

- очередность производства работ;
- размеры ограждаемых территорий;
- места складирования строительных конструкций, трубопроводов и материалов;

• размещение строительных машин и механизмов и схем их движения;

- схема размещения бытовых помещений персонала;
- подъездные дороги и схемы транспортных потоков;
- освещение зоны работ;
- установка предупредительных знаков;
- схема разработки грунта;
- меры пожарной безопасности.

Исполнительная документация состоит из следующих документов: исполнительных чертежей; актов на скрытые работы; сертификатов и паспортов на материалы и оборудование; актов на выполнение работ и т. п.

Проекты на капитальный ремонт сетей разрабатывают проектные организации или предприятия тепловых сетей в соответствии с утвержденными заданиями на проектирование.

Проекты, связанные с раскопками, подлежат обязательному согласованию с организациями, эксплуатирующими подземные инженерные коммуникации, организациями — юридическими владельцами, на территории которых предусматривается производство работ для обеспечения сохранности зданий и сооружений, расположенных в непосредственной близости от мест разрывов для прокладки сетей.

Проекты на капитальный ремонт сетей согласовываются со следующими основными организациями:

1) Управлением государственного контроля, охраны и использования памятников истории и культуры — при проектировании и строительстве в охранной зоне и в непосредственной близости от зданий и сооружений, охраняемых государством и известных археологических объектов;

2) эксплуатационными организациями: Горгаз, Городская кабельная сеть, Горводопровод, Городская телефонная сеть и т. д.;

3) отделами городского управления благоустройства при проектировании и строительстве в зоне зеленых насаждений;

4) местными органами власти, занимающимися вопросом охраны и контроля состояния окружающей среды;

5) отделением железной дороги при проектировании и строительстве в полосе отвода территории железной дороги;

6) УГИБДД и предприятиями по эксплуатации дорог при проектировании и строительстве на городских магистралях, улицах, при разрыве дорожных покрытий и ограничении движения транспорта.

Представляемые на согласование проекты должны содержать топографический план, профиль сооружения с данными о гидрогеологических условиях строительства, основные конструктивные чертежи и необходимые технические решения по обеспечению сохранности подземных и наземных зданий и сооружений и археологических объектов, расположенных в зоне строительства.

Все вносимые в ранее согласованные проекты изменения в процессе строительства, в части планового и высотного положения сети, применяемых материалов и конструкций, условий производства работ согласовывают до начала выполнения работ с проектной организацией, энергопредприятием, эксплуатационными и другими заинтересованными организациями.

Проект организации строительства разрабатывается проектной организацией одновременно с ремонтной документацией и проходит согласование со всеми заинтересованными организациями одновременно с проектом. Проект производства работ разрабатывается организацией, выполняющей капитальный ремонт сетей, согласовывается с субподрядными организациями и утверждается строительной организацией.

В проектах производства работ и в проектах организации строительства на прокладку и переустройство сетей должны предусматриваться мероприятия по очередности перекладки подземных сооружений и коммуникаций, мероприятия, обеспечивающие сохранность наземных и подземных сооружений (в том числе известных археологических объектов) и зеленых насаждений, расположенных в зоне строительства. В проекте производства работ для мест интенсивного движения транспорта и пешеходов указываются порядок и очередность выполнения работ, обеспечивающих безопасность движения.

При работах на улицах города проект производства работ должен содержать схемы изменения движения транспорта и пешеходов, согласованные с управлением ГИБДД и Гортранса.

Проекты организации строительства и производства работ решается разрабатывать только на топографических планах масштаба 1:500 и 1:2000, изготовленных Горгеотрестом. Проектирование на планах (выкопировках) с топографических планов, выполненных другой организацией, без проверки Горгеотреста запрещается. На топографические планы наносят все существующие и ранее запроектированные подземные и наземные сооружения, красные линии, планировочные отметки и поперечные профили проектируемых проездов.

При наличии агрессивных грунтов и подземных вод, повышенных потенциалов и «блуждающих» токов во всех проектах на прокладку сетей должны быть предусмотрены необходимые мероприятия, обеспечивающие долговечность и сохранность их от коррозии.

В центральной части города, а также на улицах и площадях с усовершенствованным дорожным покрытием, интенсивным движением транспорта и пешеходов, способ прокладки определяется с участием заказчика, подрядчика и владельца территории или дороги. При этом преимущество должно отдаваться закрытым способам (в шитовых тоннелях и коллекторах, в футлярах, проложенных способом продавливания и прокола).

4.3. Организация ремонта тепловых сетей

4.3.1. Особенности производства работ при ремонте тепловых сетей

При проектировании организации и технологии работ по ремонту тепловых сетей следует учитывать ряд особенностей их проведения:

- наличие различного назначения подземных, надземных, наземных инженерных коммуникаций, часто требующих их временного или постоянного переноса, переключения или ограждения;
- ограничение в применении традиционных средств механизации и необходимость в связи с этим выполнения относительно больших объемов работ с применением средств малой механизации и ручную;
- выполнение больших объемов работ по разборке, демонтажу и замене сетей.

Работы по ремонту тепловых сетей чаще всего приходится проводить в стесненных условиях, кроме того, они отличаются рассредоточенностью объектов и сравнительно небольшими объемами на одном объекте. Проблема механизации строительно-монтажных работ при ремонте тепловых сетей является весьма сложной как в механическом, так и в технологическом аспекте, так как некоторые особенности трудовых процессов зачастую ограничивают возможности эффективного использования различных технических средств. К этим особенностям прежде всего относятся: многооперационность технологических процессов; разнообразие выполняемых операций; рассредоточенность выполняемых операций по месту и во времени; ограниченность объемов по видам работ; большой удельный вес работ, связанных с разборкой и демонтажем конструкций тепловых сетей.

Проблема комплексной механизации при ремонте тепловых сетей решается по двум основным направлениям: расширение эффективности применения существующих машин и механизмов; разработка специальных машин и механизмов для ремонта. Основные условия, которым должны удовлетворять средства механизации, применяемые при ремонте тепловых сетей, следующие: экономическая эффективность, мобильность, малая энергоемкость, малые габариты, легкость монтажа и демонтажа в стесненных условиях, высокие эксплуатационные качества, соответствие санитарно-гигиеническим требованиям.

При производстве строительно-монтажных работ во время ремонта тепловых сетей приходится сталкиваться с целым рядом условий, специфических для городских прокладок инженерных коммуникаций и влияющих в той или иной степени как на выбор метода работ, так и на способ выполнения самих строительно-монтажных процессов.

Большое значение имеет местоположение улицы или проезда, где проложена теплосеть. Если улица находится на окраине города, то производство строительно-монтажных работ значительно упрощается. При расположении улицы в центральной части города большие осложнения для производства строительно-монтажных работ вызывают интенсивность движения транспорта, наличие троллейбусных, автобусных или трамвайных путей. Это не только требует сокращения ширины рабочей площадки, но и ограничивает длину разрытия.

При производстве строительно-монтажных работ в таких местах вопросы техники безопасности приобретают особо важное значение не только для рабочих, но и для пешеходов и проезжающих на городском транспорте пассажиров. В проектах производства работ при ремонте вопросы техники безопасности для таких случаев прорабатываются особенно тщательно. Ширина улицы или проезда, где осуществляется ремонт тепловой сети, также имеет очень большое значение при выборе метода производства работ. В условиях широких улиц удается без затруднения прорыть траншею необходимых размеров, а также разместить монтажную площадку с одной стороны траншеи и отвал грунта с другой, предусмотрев при этом пространство за отвалом для въезда бульдозера. Если улицы узкие, то отвалов не делают.

На выбор метода работ влияет гидрогеологическая структура грунтов. Сыпучие грунты не позволяют делать узкие по верху траншеи. В водонасыщенных грунтах работы ведут с устройством сплошных креплений или производят искусственное понижение уровня грунтовых вод. Наибольшее количество подземных пересечений кабелей и трубопроводов встречается на перекрестках улиц, в связи с чем в этих местах работы значительно усложняются. Наличие воздушных электросетей часто не позволяет использовать краны и экскаваторы с длинными стрелами.

Из практики строительства городских инженерных подземных сетей известно, что длительное стояние незасыпанных траншей на улицах неизбежно ведет к авариям на городском транспорте и к травматическим случаям с пешеходами. Поэтому одним из необходимых условий производства работ на городских улицах является высокий темп ремонтных работ.

4.3.2. Организация труда

Ремонт и техническое обслуживание тепловых сетей производится ремонтным и эксплуатационным персоналом предприятия как непосредственно на участках теплотрассы, так и в условиях производственных мастерских. Форма организации труда ремонтного персонала — бригадная (звеньевая), т.е. работы выполняются специализированными и комплексными бригадами (звеньями). Количественный и квалификационный состав бригад (звеньев) устанавли-

ливается в зависимости от объема и трудоемкости выполняемых работ и требований правил техники безопасности.

На производство ремонтных работ оформляется наряд, в котором должны быть указаны: место работы, условия работы, содержание работы, время выполнения, порядок отключения и дренирования сети, меры по технике безопасности при выполнении работ и т.д. Рабочие места персонала находятся непосредственно на участках производства работ.

Организация труда на рабочих местах должна удовлетворять требованиям следующих нормативных документов: «Правила техники безопасности при эксплуатации тепломеханического оборудования электростанций и тепловых сетей», «Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей», «Инструкция по эксплуатации тепловых сетей», «Типовая инструкция по содержанию и применению первичных средств пожаротушения на предприятиях».

В условиях производственных мастерских выполняют работы, *связанные с ремонтом арматуры, приспособлений, узлов оборудования тепловых сетей*, а также с изготовлением отдельных деталей для производства работ.

Перед началом работ на теплотрассе ремонтируемый участок отключается согласно утвержденному графику, ремонтная площадка очищается от грязи, мусора, откачивается вода из камер и каналов.

К месту производства работ ремонтный персонал доставляют на специальной машине, оборудованной для транспортировки людей, укомплектованной спецоборудованием и приборами, а также инструментом и запасными деталями. На рабочем месте ремонтный персонал проходит инструктаж по технике безопасности, получает задание, необходимые чертежи, разъяснения бригадира или мастера для выполнения работ, обеспечивается спецодеждой, инвентарем, защитными средствами.

При выполнении значительных объемов ремонтных работ для отдыха ремонтного персонала, а также для хранения запасных частей, такелажных приспособлений, инструмента на месте производства работ размещают временные сооружения типа вагончиков или сборно-разборные. При ремонтных работах наиболее рационально использовать инвентарные временные сооружения вагонного типа. Конструктивно такие сооружения могут быть на колесах и перемещаться, как прицепы к автомобилю, или на полозьях, перемещаемых на трейлерах. Размеры в плане сооружений вагонного типа составляют: $2,7 \times 7,30$ м; $2,65 \times 8,25$ м и др. Электрическую и водопроводную сети вагончиков присоединяют к городским сетям. Стоки осуществляются в колодцы городской канализационной сети.

Трубы, железобетонные элементы каналов и камер, фасонные элементы, арматуру и другие изделия, необходимые для производства ремонтных работ, доставляют с заводов-изготовителей и баз по спецификации в согласованные сроки. Для складирования труб на до-

рожных покрытиях должны быть предусмотрены лежни. Размещение на ремонтной площадке доставленных на трассу труб, грузоподъемных механизмов, механизмов для откачки воды, электросварочных агрегатов и другого оборудования осуществляется в соответствии с проектами организации работ, учитывающими местные условия. Трубы и железобетонные элементы каналов укладывают вдоль улицы параллельно оси теплопровода с таким расчетом, чтобы они не мешали движению транспорта и пешеходов.

До начала земляных работ, разборки дорожных покрытий завозят следующее оборудование и материалы: типовые щиты ограждения; пешеходные мостики из расчета установки через каждые 50, 100 м; щиты для ограждения деревьев; щиты и короба для ограждения люков колодцев, водосточных решеток; водопропускные лотки. Материалы, не допускающие открытого хранения, а также инструмент размещают в складских временных сооружениях.

После того как все необходимое для начала ремонтных работ доставлено, установлены все ограждения и пешеходные мостики, сделана проводка сигнального (предупреждающего) электроосвещения и приняты все меры по обеспечению безопасности как работающих, так и пешеходов, приступают к разборке дорожного покрытия и производству земляных работ.

4.4. Работы, выполняемые при ремонте тепловых сетей

4.4.1. Земляные работы

Ремонт тепловых сетей сопровождается производством земляных работ, достигающих в некоторых случаях достаточно больших объемов. При ремонте теплопроводов выполняют следующие виды земляных работ: рытье траншей и котлованов с укладкой грунта в отвал или в транспортные средства, вывоз грунта, засыпку траншей и котлованов. Производство всего комплекса земляных работ в городских условиях требует особой тщательности их выполнения.

Земляные работы по сравнению с другими являются наиболее трудоемкими и поэтому их ведут механизированным способом, и только в отдельных случаях, когда не представляется возможным использовать механизмы, применяют ручной труд в небольших объемах. Земляные работы часто приходится производить в стесненных условиях при относительно больших объемах работ, выполняемых вручную из-за стесненности, наличия большого количества коммуникаций, трудностей с применением средств механизации.

В городских условиях, как правило, тепловые сети проложены под проезжей частью, поэтому перед началом земляных работ производят

разборку дорожных покрытий. Дорожное покрытие по бетонному основанию вскрывают на 10 см шире верхней части ширины траншеи на каждую сторону. Штучные дорожные материалы сохраняют для повторного применения, асфальт отправляют на завод для переработки. При других конструкциях дорожных покрытий их разбирают на 25 см с каждой стороны.

Булыжные и асфальтовые покрытия разбирают с помощью плужных приспособлений и рыхлителей в прицепе к тягачу или автомобилю и кирковщиков. Покрытие на бетонном основании и усовершенствованные дорожные одежды вскрывают механическим бетоноломом, устанавливаемым на автомобиле. В случаях, когда невозможно применить механизм или объем работ незначителен, используют пневматические отбойные молотки.

При расположении тепловых сетей в городских зеленых зонах, верхний растительный слой грунта монтажной полосы сгребают бульдозером и складывают отдельно и затем используют при городских озеленительных работах или восстановлении (рекультивации) нарушенных посадочных земель. Рекультивация должна быть выполнена до наступления морозов.

После окончания работ по разборке дорожных покрытий или удалении растительного слоя грунта приступают к рытью траншей.

Рытье траншей. Для рытья траншей для теплосетей и котлованов под камеры используют одноковшовые экскаваторы, которые представляют собой самоходные машины циклического действия. Эти землеройные машины предназначены для рытья и погрузки в транспортные средства или отсыпки грунтов в отвал. Одноковшовые экскаваторы имеют ходовое, силовое и рабочее оборудование.

По ходовому устройству строительные экскаваторы подразделяют на гусеничные и пневмоколесные. Пневмоколесные экскаваторы в силу их мобильности успешно используют на малых объектах, расположенных на значительном расстоянии друг от друга. В отличие от гусеничных эти экскаваторы могут быстро передвигаться по дорогам, пригодным для автотранспорта, не деформируя их покрытия. Пневмоколесные экскаваторы широко применяют для производства земляных работ в городских условиях. Экскаваторы на гусеничном ходу используются главным образом по бездорожью. Экскаваторы бывают одномоторные и многомоторные. Большинство применяемых в настоящее время одноковшовых экскаваторов имеют одномоторный привод. В качестве двигателей используются тракторные дизели.

Одноковшовые экскаваторы имеют сменное рабочее оборудование. Для производства земляных работ используют следующее сменное рабочее оборудование: прямая лопата, обратная лопата, драглайн и грейферный ковш. Одноковшовые универсальные экскаваторы могут использоваться как струги, копры, краны благодаря сменному оборудованию. Для производства земляных работ одноковшовые экскаваторы характеризуются следующими основными параметрами: вместимостью

ковша, радиусами резания и выгрузки (в отвал и в транспортные средства), глубиной резания, производительностью и видом ходовой части.

Для строительства и ремонта теплопроводов в городах чаще всего применяют одноковшовые экскаваторы, оборудованные обратной лопатой вместимостью до $0,5 \text{ м}^3$. Они роют траншеи прямоугольного и трапецидального поперечного сечения, оставляя отвал грунта треугольного сечения. Для рытья траншей большой ширины используют драглайны, а при очень глубоких выемках — грейферы. Эти механизмы обладают значительно большими радиусами резания и выгрузки, а также глубиной копания по сравнению с обратными лопатами. В зависимости от используемого оборудования, вместимости ковша и условий работы экскаваторы имеют различную производительность, которая колеблется в больших пределах.

Одноковшовые экскаваторы имеют ряд преимуществ, главным из которых является большая маневренность, в связи с чем они находят широкое применение, как в городских, так и в полевых условиях. Одноковшовые экскаваторы на пневмоколесном ходу достаточно мобильны. При этом при передвижении и работе они не повреждают дорожные одежды и поэтому могут использоваться на улицах и проездах с любым дорожным покрытием. Такие экскаваторы могут делать отвалы, а также грузить грунт в автотранспорт. Однако одноковшовые экскаваторы имеют некоторые недостатки. Одним из главных недостатков любого одноковшового экскаватора является то, что он при рытье не создает ровного дна, в связи с чем за ним всегда приходится делать подчистку дна бульдозером (при широких траншеях) или вручную.

Для производства траншейных работ и рытья котлованов наибольшее распространение получили одноковшовые экскаваторы вместимостью от $0,25$ до 1 м^3 . На окраинных или загородных участках, а также в тех случаях, когда требуется большая вместимость ковша, применяют экскаваторы на гусеничном ходу. Это обычно бывает, когда роют траншеи большой ширины поверху. В этих же случаях для рытья траншей и больших котлованов используют драглайны.

Транспортирование грунта. В стесненных условиях, когда грунт, разрабатываемый в траншеях и котлованах, нельзя оставить у мест разработки, его отвозят к месту обратной засыпки других выемок. При траншеях больших размеров часто не бывает возможности разместить отвал грунта. В этих случаях вынутый грунт вывозят в кавальер, а засыпку ведут привозным из кавальера грунтом. Лишний грунт подлежит вывозу на другие участки. Независимо от того, является ли грунт лишним или возникает необходимость в устройстве кавальеров, вывоз грунта производят в процессе рытья траншей и котлованов с одновременной погрузкой грунта экскаватором в автомобили-самосвалы.

Крепление траншей и котлованов. Рытье траншей и котлованов во всех возможных случаях производят без креплений с устройством откосов, так как крепления требуют больших затрат материалов и

труда, а проведение работ значительно усложняется. Чаще всего крепления устанавливают в тех случаях, когда глубина выемки и размеры ремонтной площадки не позволяют делать поверху широкие траншеи и котлованы. В условиях ремонта в связи со стесненностью траншеи котлованы в основном роют с вертикальными стенками. В целях сокращения времени, затрачиваемого на земляные работы, все конструкции креплений должны быть инвентарными. Выбор крепления зависит от вида и глубины выемки, характера грунта и его влажности.

Вертикальные стенки траншей глубиной до 3 м в связных грунтах естественной влажности при отсутствии грунтовых вод крепят инвентарными щитами с прозорами (рис. 4.1, а). При тех же грунтовых

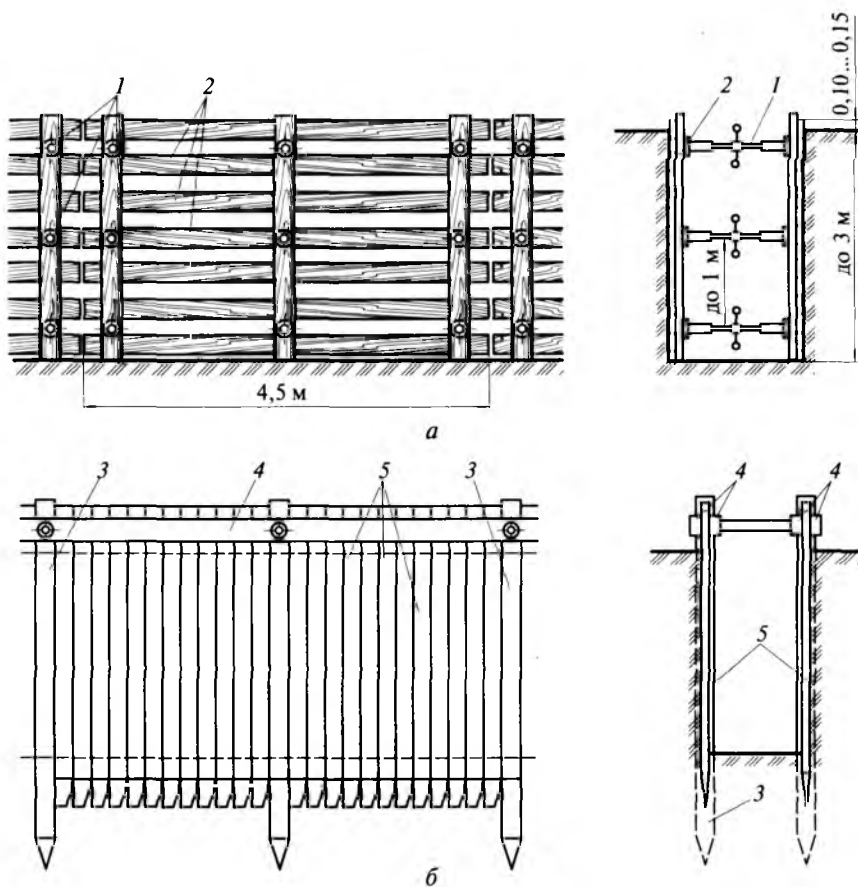


Рис. 4.1. Крепление стенок траншей:

а — щитами с прозорами; б — шпунтовым рядом; 1 — раздвижная инвентарная распорка; 2 — доски с прозорами; 3 — сваи; 4 — направляющие брусья; 5 — деревянный шпунт

условиях, но при глубине траншеи более 3 м устанавливают сплошные крепления без прозоров. Если грунты несвязанные или слоистой структуры, то устраивают сплошные крепления независимо от глубины траншеи. Крепления (щиты и доски) удерживаются с помощью стальных инвентарных раздвижных распоров, устанавливаемых поперек траншеи. В водоносных грунтах при сильном притоке грунтовых вод и возможном выносе частиц грунта для крепления стенок траншей и котлованов применяют шпунтовое ограждение (рис. 4.1, б), которое может быть деревянным, металлическим и железобетонным в зависимости от глубины и ширины выемки.

Для котлованов часто используют крепление вертикальных стенок в виде свай с забивкой между ними досок или брусьев. Сваи обычно изготавливают из прокатной стали двутаврового поперечного сечения. Номер двутавра, расстояние между ними и толщину досок определяют расчетом. Крепления из досок устанавливают по мере разработки выемки. Шпунтовые ряды и сваи забивают до рытья котлованов и траншей. Крепления траншей и котлованов разбирают по мере их засыпки (снизу вверх). В отдельных случаях, когда разборка креплений может вызвать осадку соседних сооружений, крепления не разбирают, оставляя их в земле.

Защита от грунтовых вод. При вскрытии городских улиц особое значение приобретает своевременная и надежная борьба с грунтовыми водами в процессе ремонтных работ. В зависимости от характера грунтовых вод используют три метода борьбы с ними: водоотвод, водоотлив и искусственное понижение уровня грунтовых вод (УГВ). Производство земляных работ в условиях города связано с нарушением организованных городских стоков поверхностных вод. Поэтому до начала земляных работ предусматривают прокладку временных водоотводящих средств таким образом, чтобы избежать попадания дождевых вод в траншеи.

Водоотвод на городских улицах осуществляют следующим образом. Если водосточные лотки и канавы попадают под отвалы грунта, то в них до начала земляных работ прокладывают водоотводные просмоленные лотки в виде коробов и желобов.

Водоотлив производят откачкой грунтовой воды из траншей и котлованов. В пониженных точках траншей и котлованов роют небольшие приямки (зумпфы) для стока-приема грунтовых вод. Из этих приямков воду откачивают насосами с механическим приводом.

Искусственное понижение уровня грунтовых вод производят обычно легкими (вакуумными) или эжекторными иглофильтровыми установками. Иглофильтр представляет собой стальную трубу диаметром 40—50 мм, оканчивающуюся фильтровым завесом с большим числом отверстий на его поверхности, через которые всасывается грунтовая вода. Иглофильтры располагают вдоль будущей траншеи (рис. 4.2) или по периметру будущего котлована. Для погружения в грунт иглофильтр устанавливают вертикально и через шланг, присоединенный к

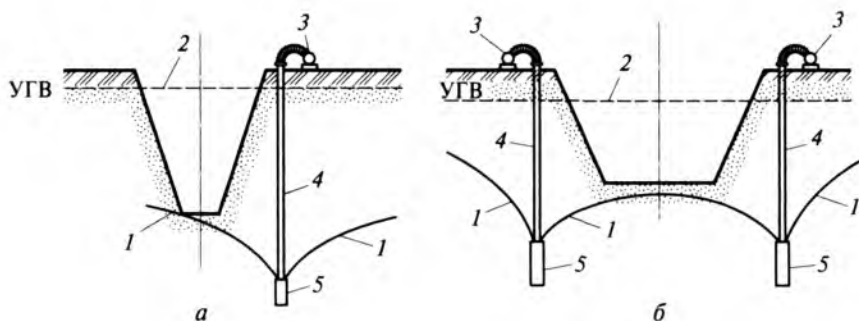


Рис. 4.2. Установка легких иглофильтров вдоль траншеи:

а — однорядная; *б* — двухрядная; 1 — депрессионная кривая (уровень грунтовых вод после понижения); 2 — уровень грунтовых вод до понижения; 3 — водовсасывающий коллектор; 4 — иглофильтр (труба); 5 — фильтровое звено

верхней части иглофильтра, пускают воду. Выходящая из торца струя размывает грунт под иглофильтром, который опускается на необходимую глубину под собственной массой. Иглофильтры соединяют с водовсасывающим коллектором, присоединяемым к насосному агрегату. Вакуум-насос отсасывает воду из коллектора. При откачке воды из грунта ее уровень около иглофильтров понижается и образуется граница между водоносным и осушенным грунтом в виде выпуклой поверхности, называемой депрессионной. Откачиваемая из иглофильтров вода отводится по трубам за пределы осушаемого участка.

Понижения уровня грунтовых вод легкими иглофильтровыми установками (ЛИУ) составляют: при расположении иглофильтров в один ряд 2—3,5 м; при расположении с двух сторон траншеи или по замкнутому контуру котлованов 4—4,5 м. Эжекторные иглофильтры — это водоводяные насосы, у которых нагнетаемая вода посредством сопла засасывает грунтовую воду. Они понижают уровень грунтовых вод одним ярусом на глубину 8—18 м. Искусственное понижение уровня грунтовых вод представляет собой как бы осушение грунтов, в результате чего разработку их можно производить обычными методами. Для обеспечения нормальной разработки осушенных грунтов необходима круглосуточная (без перерывов) работа вышеописанных установок.

Засыпка траншей. Обратная засыпка траншей и котлованов в основном включает доставку грунта, его отсыпку, разравнивание и уплотнение. Грунт для обратной засыпки во многих случаях находится не у места его засыпки, а на удалении от него. Засыпку траншей и котлованов выполняют сразу после окончания ремонтных работ. Засыпку теплопроводов, проложенных в каналах и бесканальным способом, проводят с большой осторожностью, чтобы не сдвинуть трубопроводы и не повредить их изоляцию или конструкцию каналов и камер. При засыпке грунт тщательно уплотняют.

Работы производят в следующей последовательности. При бесканальной прокладке до начала гидравлического испытания трубопроводы присыпают грунтом, оставляя незасыпанными стыки. Грунт в пазах уплотняют одновременно с двух сторон, укладывая его слоями толщиной не более 20 см на высоту не менее половины диаметра трубопроводов. По окончании гидравлического испытания производят засыпку грунта слоями над стыками с тщательным уплотнением. После этого трубопроводы засыпают с послойным уплотнением по всей ширине траншеи на высоту не менее 50 см над верхом трубопроводов.

При прокладке трубопроводов в каналах вначале производят засыпку пазух. К засыпке приступают по окончании всех работ, как по самому трубопроводу, так и по каналам и камерам. Засыпку ведут с послойным уплотнением грунта с толщиной слоя не более 20 см одновременно с обеих сторон каналов. Засыпку пазух с тщательным уплотнением производят на уровне не менее $2/3$ высоты канала. Механическое сбрасывание грунта в траншеи разрешается после выполнения указанных требований. Для этой цели обычно используют бульдозеры. В тех случаях, когда прокладка теплосетей осуществляется непосредственно под проезжей частью, к засыпке траншей предъявляют повышенные требования в отношении уплотнения грунта, так как осадки грунта под дорожным покрытием не допускаются. В этих случаях целесообразно использовать грейферы с последующим выравниванием и уплотнением грунта.

Техническими средствами для уплотнения грунта являются: самопередвигающиеся виброплиты массой 150, 200, 270, 500, 700, 1 100 и 1 400 кг; электрические трамбовки массой 28, 80 и 160 кг; вибротрамбовки, подвешиваемые к крану или экскаватору, массой 2 600 кг. Если грунт, в котором проложены отремонтированные теплопроводы, оказывается непригодным для засыпки, его вывозят в процессе экскавации, а засыпку производят песком, особенно в тех случаях, когда предполагаются усовершенствованные дорожные покрытия. Вне пределов городской застройки или на участках, где нет дорожных покрытий и допускается естественная осадка грунта, после засыпки траншей над ними устраивают валики из грунта с расчетом на постепенную осадку. В местах просадок со временем производят дополнительную подсыпку.

Производство земляных работ в зимнее время. В осеннее и зимнее время при минусовых температурах воздуха большинство грунтов, содержащих влагу, резко меняет свои свойства. Это объясняется тем, что вода, превращаясь в лед, связывает минеральные частицы грунта в твердое тело, причем, чем больше воды замерзнет в грунте, тем крепче становится грунт (капиллярная вода замерзает при низких температурах). В результате этого трудность разработки мерзлых грунтов по сравнению с талыми значительно увеличивается. Грунт промерзает в тех географических районах, где бывает устойчи-

вая минусовая температура воздуха в относительно длительные периоды времени года. В южных районах Российской Федерации, например, промерзания грунта не отмечается, а в северных — имеются значительные территории (48 % всей территории РФ) с вечномёрзлыми грунтами. Промерзание грунта в средней полосе носит сезонный характер и достигает своего максимума (в среднем) в феврале—марте.

Глубина промерзания и твердость замерзшего грунта зависят от продолжительности и температуры зимнего периода, характера грунтов, уровня грунтовых вод, наличия растительного слоя, листвы или хвои на поверхности земли, толщины снежного покрова и других факторов. Для облегчения разработки мёрзлых грунтов при производстве земляных работ осуществляют следующие мероприятия: предохранение грунтов от глубокого промерзания, оттаивание, рыхление механизированными способами.

Предохранение грунтов от глубокого промерзания производят следующими основными способами: укрытием теплоизоляционными материалами (торфом, шлаком и т. п.), вспахиванием и боронованием грунта или удержанием снегового покрова, глубоким рыхлением. Вспахивание проводят плугами и рыхлителями с тракторами на глубину не менее 35 см с последующим боронованием на глубину 15 см. Задержание снежного покрова осуществляют устройством валов из грунта или снега, а также установкой снегозадерживающих щитов. Глубокое рыхление выполняют путем перелопачивания грунта экскаватором на глубину возможного промерзания, но не более 1,5 м. Вспахивание и глубокое рыхление производят до наступления заморозков.

Разработка мёрзлого грунта одноковшовыми экскаваторами с обратной и прямой лопатой без предварительного рыхления допускается при толщине мёрзлого слоя до 25 см с вместимостью ковша 0,5 — 0,65 м³ и 40 см с вместимостью ковша 1 — 1,25 м³. Мёрзлый слой толщиной до 0,7 м дробят падающими грузами, подвешиваемыми к тросу стрелы экскаватора или крана. Падающие грузы в виде шара, грушевидной формы и в виде клина изготавливают из стального литья. Дробление производят самоходными и стреловыми кранами или экскаваторами, оборудованными фрикционными лебедками. Скалывание грунта происходит после нескольких ударов по одному следу. При глубине промерзания 1,3 — 1,5 м и больших объемах мёрзлого грунта применяют взрывной способ — наиболее экономичный и эффективный. Однако этот способ используют только в свободных от застройки местах. На городских улицах при большой толщине мёрзлого слоя применяют экскаваторные рыхлители или аналогичное сменное оборудование к тракторам и экскаваторам. Работу организуют при совместном рыхлении и разработке грунта.

Оттаивание мёрзлых грунтов производят ограниченно и только в тех случаях, когда нельзя использовать другие более экономичные

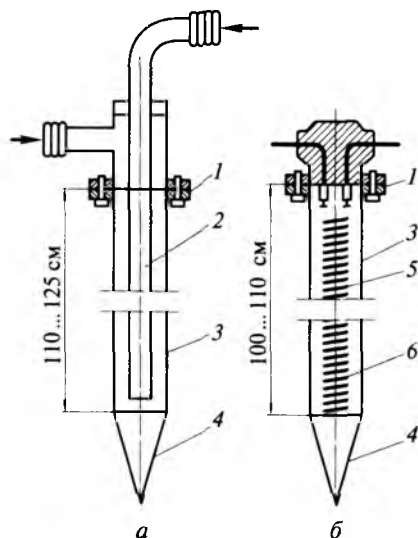


Рис. 4.3. Иглы для оттаивания грунта:

a — водяная циркуляционная; *б* — электрическая; 1 — фланец; 2 — внутренняя трубка; 3 — труба; 4 — наконечник; 5 — нихромовая спираль; 6 — асбестовый порошок

способы. Существуют два основных метода оттаивания грунта: поверхностный и радиальный (глубинный). Поверхностный способ заключается в том, что оттаивание грунта производится с поверхности земли нагревательными элементами в виде электропечей или непосредственным воздействием огня на мерзлый грунт. Поверхностный способ малоэффективен и применяется при очень малых объемах работ и толщине мерзлого слоя менее 40 см.

Радиальный способ отогревания используют при толщине мерзлого грунта более 40 см. Прогрев грунта осуществляют с помощью нагревательных приборов в виде игл, устанавливаемых в пробуренные в мерзлом слое скважины. Иглы могут быть электрические, водяные циркуляционные (рис. 4.3) и паровые. Электрические иглы выполняют из труб длиной 1—1,5 м, внутри которых размещают электрические нагревательные элементы сопротивления из нихромовой проволоки. Иглы устанавливают в пробуренные скважины. Водяные иглы требуют устройства специальной котельной, а теплопроводы — постоянного надзора, так как в сильные морозы бывают случаи их замерзания. Паровые иглы также нуждаются в устройстве специальной котельной и, кроме того, имеют большой недостаток, выражающийся в том, что грунт обильно насыщается водой, что для зимних условий работ крайне нежелательно. Водяные и паровые иглы неэкономичны и используются очень редко.

Траншеи и котлованы, разработанные в зимних условиях, должны быть предохранены от промерзания грунта в основании путем недобора грунта или укрытия утеплителями. Снятие утеплителя и зачистку основания производят непосредственно перед устройством оснований каналов или трубопроводов, а также камер. Засыпку траншей и пазух котлованов в зимнее время ведут при условии, что количество мерзлых комьев в грунте не должно превышать 15 % общего объема засыпки. Пазухи засыпают талым грунтом. Траншеи, разработанные в зимнее время, после окончания всех работ следует немедленно засыпать на всю глубину талым грунтом с тщательным послойным уплотнением.

4.4.2. Сварочно-монтажные работы

При ремонте тепловых сетей используют электродуговую автоматическую, полуавтоматическую и ручную сварку труб. Реже применяют электроконтактную сварку. Ручную газовую сварку используют для труб малых диаметров (с толщиной стенки труб не более 4 мм). Вместе с тем газ широко применяют для резки труб.

Технологический процесс сварки и порядок контроля устанавливаются инструкциями монтажных организаций.

Сварку трубопроводов с наружным диаметром 76 мм и более, по которым транспортируется водяной пар с давлением выше 0,1 МПа и горячая вода с температурой более 120 °С, следует выполнять согласно «Правилам устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды», утвержденным Ростехнадзором. К сварочным работам по изготовлению, монтажу и ремонту трубопроводов могут быть допущены сварщики, сдавшие испытания в соответствии с «Правилами испытания электросварщиков и газосварщиков», утвержденными Ростехнадзором, и имеющие удостоверения установленного образца. При этом сварщики могут быть допущены к тем видам сварочных работ, которые указаны в их удостоверениях.

При дожде, ветре и снегопаде сварочные работы по монтажу трубопроводов могут выполняться лишь при условии защиты сварщика и места сварки.

При изготовлении и монтаже трубопроводов должны применяться стыковые сварные соединения. При приварке к деталям и элементам трубопроводов штуцеров (труб, патрубков), а также фланцев и других плоских изделий допускается использование угловых и тавровых сварных соединений. При толщине стенки деталей и элементов трубопроводов более 15 мм угловые сварные соединения допускаются только с разделкой кромок.

Размещение сварных швов на гнутых участках труб не допускается. Разрешается применение штампованных колен (отводов) и развилок с двумя продольными сварными швами при условии проведения 100 %-го контроля сварных соединений ультразвуковой дефек-

тоскопией или просвечиванием. Для трубопроводов третьей и четвертой категорий можно использовать сварные секторные отводы. Конструкция и геометрические размеры сварных тройников из труб, а также штуцеров (труб, патрубков), ввариваемых на прямых участках трубопроводов, должны удовлетворять требованиям отраслевых стандартов и технических условий.

Отрезка труб и подготовка к сварке. Трубы под отрезку размечают согласно чертежу с помощью стальной рулетки, линейки, угольника или по изготовленному шаблону. Риски на поверхности труб наносят чертилкой. Отрезают трубы в соответствии с разметкой и проверяют перпендикулярность торца по отношению к образующей наружной поверхности трубных деталей наложением угольника или приспособления на базовую поверхность длиной не менее 100 мм. Под сварку трубы отрезают с помощью трубоотрезных станков, переносных труборезов, газовой резкой.

Газовая резка металла является наиболее распространенным способом. Малоуглеродистая сталь, нагретая до температуры, близкой к температуре плавления, способна гореть в струе кислорода. При кислородной резке для нагревания металла применяется такое же пламя, как и при газовой сварке. Кислородом режут углеродистые, конструкционные и низколегированные стали.

Вместе с тем в настоящее время созданы и выпускаются промышленностью высокопроизводительные ручные машины и средства малой механизации, которые позволяют значительно увеличить производительность труда при выполнении трудоемких ручных работ. Так, применение высокоскоростных шлифовальных машин с абразивными армированными кругами повышает производительность труда на операциях резки и зачистки в 3 — 3,5 раза.

В настоящее время выпускаются различные типы высокоскоростных электрических и пневматических шлифовальных машин, оснащенных абразивными армированными кругами. Абразивный круг представляет собой, по сути, многорезцовый инструмент, так как каждое абразивное зерно круга производит работу резания подобно резцу. Процесс абразивного резания отличается высокой производительностью благодаря высокой скорости резания, большому количеству режущих зерен и их значительной твердости. Абразивные зерна удерживаются в круге связкой до тех пор, пока они обладают режущей способностью и отделяются от круга по мере затупления. Кроме того, в процессе резания под действием давления на инструмент происходит скалывание зерен и образование на них новых острых граней. Совокупность этих двух процессов обеспечивает самозатачиваемость круга и его непрерывную, до полного срабатывания, работоспособность.

Абразивные армированные круги могут быть использованы для выполнения следующих основных операций: резки труб и профильного металла из углеродистых и легированных сталей; вырезки окон в листовом металле; зачистки корня сварного шва; снятия и зачист-

ки фасок под сварку у листового металла и труб; удаления дефектных сварных швов и т. д.

Соединяемые концы труб, деталей и элементов трубопроводов перед сборкой и сваркой должны быть очищены от загрязнений, ржавчины и оксидов по кромкам и прилегающим к ним наружной и внутренней поверхностям на ширину 10 — 15 мм.

Одним из наиболее простых и эффективных способов зачистки металла от коррозии, удаления окалины на различных профилях, трубах, зачистки сварных швов от шлака, снятия заусенцев и скругления острых кромок деталей и других операций, выполняемых при ремонте тепловых сетей, является зачистка специальными металлическими щетками с приводом от ручных машин. Основными типами щеток являются радиальные и торцовые, которые, в свою очередь, различаются по диаметру используемой проволоки, способу заделки и типу ворса, длине выступающей части ворса, ширине и плотности рабочей части ворса, наружному диаметру и диаметру посадочного отверстия. Указанные металлические щетки можно использовать на ручных шлифовальных машинах, имеющих угловую, торцевую и прямую компоновку, шлифовальных машинах с гибким валом, а также на специальных ручных машинах для привода металлических щеток.

Смещение кромок труб при их стыковке контролируют наложением контрольной линейки. Отклонения размеров элементов и узлов трубопроводов от проектных не должны превышать ± 3 мм на 1 м. При этом общее отклонение должно быть не более ± 10 мм. Стыки трубопроводов диаметром 920 мм и более, свариваемые без остающегося подкладного кольца, должны быть выполнены с подваркой корня шва внутри трубы. При сборке и сварке стыков труб без подкладного кольца смещение кромок внутри трубы для трубопроводов, на которые распространяются требования Ростехнадзора, должно соответствовать этим требованиям, для других трубопроводов — 20 % толщины стенки трубы, но не более 3 мм. В стыках труб, собираемых и свариваемых на остающемся подкладном кольце, зазор между кольцом и внутренней поверхностью трубы не должен быть более 1 мм.

Допускаемое отклонение от прямолинейности собираемых элементов и узлов, измеренное на расстоянии 200 мм в обе стороны от стыка, не должно превышать 0,5 мм (рис. 4.4, а). Измерения производят линейкой 2 в трех-четыре точки по окружности трубы.

Неперпендикулярность C подготовленных под сварку торцов элементов и узлов к оси (рис. 4.4, б), измеренная наложением угольника 4 на базовую поверхность длиной не менее 100 мм, в зависимости от наружного диаметра трубопровода D_n , не должна превышать:

Наружный диаметр

D_n , мм До 133 159—219 273—325 377—630 Более 630

Неперпендикулярность

торцов оси трубы C , мм.... 1 2 2,5 3 5

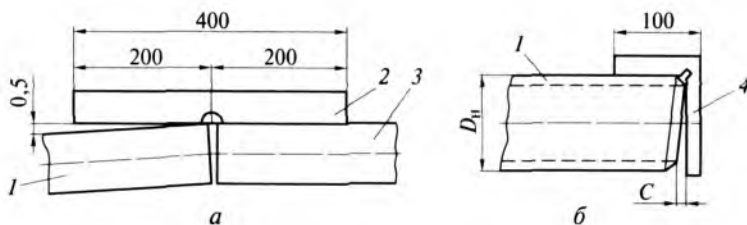


Рис. 4.4. Контроль прямолинейности (а) и неперпендикулярности (б) торцов собираемых элементов:

1, 3 — собираемые элементы; 2 — линейка; 4 — угольник

При сборке стыков трубопроводов диаметром от 100 мм и более из прямошовных электросварных труб или деталей их продольные швы могут быть смещены один относительно другого не менее чем на 100 мм, а диаметром менее 100 мм — на $1/3$ длины окружности. В отдельных случаях при двусторонних продольных швах допускается их расположение по одной оси, если места пересечения продольных швов с поперечным будут проконтролированы неразрушающими методами дефектоскопии.

Вварка штуцеров, бобышек и других деталей в сварные швы, а также в гнутые детали трубопроводов (в места изгиба) не допускается. В порядке исключения в месте изгиба трубы может быть вварен один штуцер (труба) внутренним диаметром не более 20 мм.

Для поперечных стыковых сварных соединений, не подлежащих ультразвуковому контролю или местной термической обработке, расстояние между осями соседних сварных швов на прямых участках трубопровода должно быть не менее 100 мм. Расстояние от оси сварного шва до начала закругления (при расположении сварных соединений вблизи гибов) должно составлять не менее 100 мм.

При установке крутоизогнутых и штампосварных отводов допускается располагать поперечные сварные соединения в начале закругления и сваривать между собой крутоизогнутые отводы без прямого участка.

Для трубопроводов пара и горячей воды при угловых (тавровых) сварных соединениях труб и штуцеров с элементами расстояние от наружной поверхности элемента до началагиба или до оси поперечного сварного шва должно составлять: для труб (штуцеров) с наружным диаметром до 100 мм — не менее размера наружного диаметра, но не менее 50 мм; для труб с наружным диаметром от 100 мм и более — не менее 100 мм.

Для обеспечения соосности и уменьшения овальности стыкуемых концов труб и деталей при сборке применяют центрирующие устройства — центраторы. В зависимости от размещения относительно поверхности трубы различают центраторы наружные (охватывающие) и внутренние (распорные).

Широко используемые *наружные центраторы* по конструкции бывают балочные (с одним шарниром) и безмоментные (многозвенные, цепные).

Наружный балочный центратор (рис. 4.5, *а*) состоит из двух пар шарнирно соединенных полуколец, сменных роликов и эксцентрикового замка.

При сборке центраторы раскрывают и устанавливают на обоих концах стыкуемых труб. Такие центраторы изготовляют на каждый диаметр труб в диапазоне 108 — 530 мм. Наружный безмоментный центратор ЦНУ (рис. 4.5, *б*) представляет собой шарнирный пластинчатый многозвенник с нажимными роликами 2 в шарнирах, который стягивается винтом 3. Звенья имеют выступы, в которых укреплены втулки с роликами. Крайнее звено снабжено замком с запорно-натяжным устройством. Стыкуемые концы труб, очищенные от грязи и ржавчины, сближают между собой так, чтобы получить необходимый зазор между кромками. На будущий стык накладывают центратор, причем ролики его заходят на равные расстояния как на одну, так и на другую трубу. Затем центратор смыкают в замке, и с помощью рычага вращают винт, упирающийся в башмак, который, в свою очередь, опирается на трубу. При натяжении ролики центратора плотно прижимаются к обоим концам труб.

Центраторы изготовляют двух типов: ЦНУ-400 — для труб диаметром 133 — 426 мм и ЦНУ-1220М — для труб диаметром 426 — 1 220 мм. Универсальность центраторов при переходе с одного диаметра труб на другой достигается изменением числа звеньев *l*.

Наружные центраторы из-за разностенности стыкуемых труб и деталей, а также из-за отклонения их диаметров (периметров) не

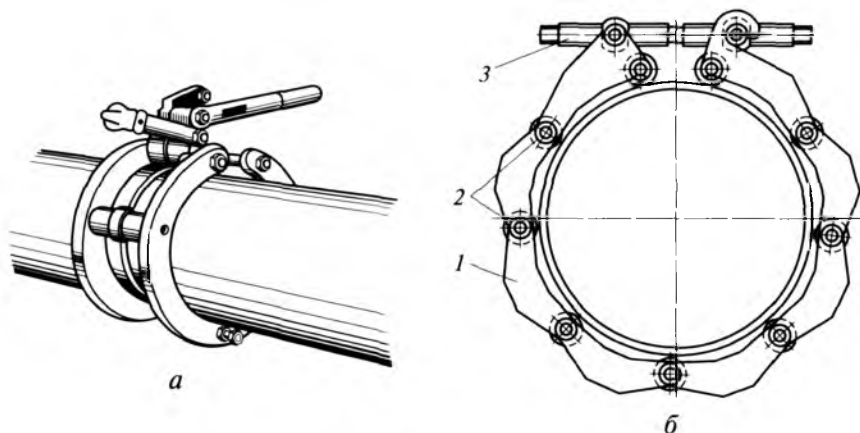


Рис. 4.5. Наружные центраторы:

а — балочный; *б* — безмоментный; 1 — звено; 2 — нажимные ролики; 3 — винт

всегда обеспечивают требуемую точность сборки. *Внутренние центраторы*, в отличие от наружных, вводят внутрь труб под будущий стык. Применяют их для труб больших диаметров на строительстве и ремонте магистральных трубопроводов.

При отсутствии центрирующих устройств стыки труб необходимо прихватить в двух-трех местах, путем наложения коротких сварочных швов (прихваток). Прихватки выполняют сварщики, имеющие квалификацию не ниже требуемой для выполнения данных сварных соединений. Ниже приведены характеристики прихваток в зависимости от диаметра труб.

Внутренний диаметр труб, мм	До 150	150—200	250—400	500—600
Минимальное число и длина прихваток, мм	2 × 30	3 × 35	3 × 50	(3—4) × (60—70)
Высота прихваток, мм	0,4—0,6 % толщины стенки труб			

Применяемые для прихваток электроды или сварочная проволока должны быть тех же марок, что и для сварки основного шва.

Электродуговая ручная сварка труб. Ручную дуговую сварку поворотных и неповоротных стыков труб с толщиной стенок до 8 мм производят в один слой, а труб с толщиной стенок от 8 мм и выше — в два-три слоя электродами разных диаметров. Число слоев и диаметры электродов в зависимости от толщины металла приведены в табл. 4.1.

Технология ручной электродуговой сварки поворотных стыков сводится к следующему. Первый слой накладывают на верхнюю полуокружность стыков секции. После этого секцию поворачивают на 180°, и сварка первого слоя продолжается на второй полуокружности стыка. Второй слой накладывают в полувертикальном положении путем постепенного поворачивания трубы. Второй слой шва, как и

Таблица 4.1

Характеристика сварных швов

Толщина свариваемого металла, мм	Число слоев	Диаметр электродов для каждого слоя, мм		
		первый	второй	третий
2	1	2		
3—4	1	3—4	—	—
5—7	1	4—5	—	—
8—10	2	4—5	6—7	—
10—15	2	4—5	6—8	—
15—20	3	4—5	6—8	8—10
Более 20	3	4—5	8—10	10—12

первый, делают с вогнутой поверхностью валика. Третий слой накладывают аналогично второму, но поворот трубы производят в обратном направлении. Третий, последний, слой должен иметь выпуклую равномерную поверхность. Переход от наплавленного металла к основному должен быть равномерным по всей длине шва.

Наложение отдельных слоев шва неповоротных стыков производят следующим образом. Первый слой всего стыка проваривают обратноступенчатым швом, при этом замок первого слоя располагают в точке зенита трубы или вблизи нее. Второй слой шва заваривают снизу вверх, а замок смещают от точки зенита на 50—70 мм. Сварку ведут поочередно или одновременно с обеих сторон трубы. Аналогичным образом заваривают третий слой шва, причем замок смещают от зенита в противоположную сторону. Поверхность каждого слоя, кроме последнего, должна быть вогнутой и зачищенной от шлака. Необходимо также чтобы замыкающие участки (замка) верхнего слоя не совпадали с замками нижнего слоя. По окончании сварки сварщик обязан наплавить около стыка присвоенное ему клеймо. Клеймо наплавляют или выбивают на расстоянии 30—50 мм у каждого сваренного стыка.

Автоматическая сварка под слоем флюса. Данная сварка представляет собой процесс, при котором сварочная дуга горит, окруженная жидкой оболочкой расплавленного шлака, изолирующего расплавленный металл от влияния газов атмосферы. Под воздействием высокой температуры дуги происходит плавление как присадочного, так и основного металла трубы, в результате чего сварочная ванна представляет собой расплавленную массу металла и флюса. При включении электрического тока сварочной дуги в процессе охлаждения они разделяются на шлак, который всплывает и кристаллизуется, образуя стекловидную шлаковую корку, и на металл, который, кристаллизуясь, образует сварочный шов. Автоматическая сварка ведется при непрерывном вращении трубы, над которой неподвижно установлена сварочная головка.

Автоматическую сварку под флюсом производят: по первому слою, сваренному вручную, теми же электродами, которыми проводилась прихватка стыков; по первому слою шва, выполненному автоматической сваркой под слоем флюса, — внутри трубы диаметром 720 мм и более; по первому слою шва, выполненному полуавтоматической или автоматической сваркой в среде углекислого газа.

Автоматическую сварку используют в базовых или заводских условиях на автосварочных установках, оборудованных сварочными головками, которые предназначены для непрерывной подачи электродной проволоки и флюса в зону горения дуги, для направления электрода по разделке стыка и для подвода тока к электроду. Режим сварки на установках в зависимости от диаметра свариваемых труб и завариваемого слоя следующий: ток 450—950 А, напряжение 40—55 В. Автоматическая сварка под слоем флюса используется для соединения

поворотных стыков труб в пары или секции, а также при сборке узлов камер и других конструкций.

Сварка труб в среде углекислого газа. Этот вид сварки, получивший название *газоэлектрической*, является одним из наиболее совершенных способов сварки, при котором электрическая дуга горит в струе углекислого газа. Струя углекислого газа омывает расплавленную ванну металла и защищает ее от вредного воздействия кислорода и азота воздуха. Большим достоинством газозлектрической сварки в среде углекислого газа являются, во-первых, возможность использования ее в разных пространственных положениях, чего не удастся достичь при сварке под слоем флюса, и, во-вторых, возможность сварки стыков труб без подкладных колец, с полным проваром корня шва.

Очень часто сварку в среде углекислого газа используют для сварки первого слоя шва или целиком поворотных стыков труб. Сварку первого слоя поворотных стыков в среде углекислого газа производят газозлектрическими полуавтоматами и автоматами. Последующие слои шва по заваренному первому слою можно выполнять автоматической сваркой под флюсом. Установки газозлектрической сварки состоят из источника электрического тока, стационарного пункта электрогазового питания в комплекте с автоматами или полуавтоматами. Источниками электрического тока могут быть городская сеть или передвижные электростанции с напряжением 380 В.

Полуавтоматическую сварку стыков выполняют полуавтоматами, которые состоят из переносного механизма подачи электродной проволоки, держателя со шлангом и пульта управления. Шланговый держатель полуавтомата служит для подвода сварочного тока, электродной проволоки и углекислого газа в зону сварки. Держатель состоит из рукоятки, мундштука и сопла для подачи к дуге. В рукоятке держателя вмонтированы дистанционные выключатели сварочного тока и электродвигателя механизма подачи электродной проволоки. Газозлектрическую полуавтоматическую сварку выполняют при режиме: сварочный ток 180 — 220 А, напряжение на дуге 24 — 26 В.

Автоматическую сварку поворотных стыков в среде углекислого газа производят автоматами, состоящими из сварочной головки, узла подачи проволоки с кассетой и пульта управления. Сварочная проволока диаметром 1,2 — 1,4 мм поступает в редуктор головки, который предназначен для подачи электродной проволоки с одновременным колебанием ее вместе с газовой камерой поперек шва. Углекислый газ поступает к сварочной ванне через газовую камеру. Сварочная головка размещается на опорном кронштейне автомата, где также находятся кассета с электродной проволокой и пульт управления. Режим сварки: напряжение на дуге 22 — 26 В, сварочный ток первого слоя 200 — 260 А, для второго и последующих слоев 180 — 200 А.

Газовая сварка. Газовой называют такую сварку, при которой нагревание и плавление соединяемых кромок металла производятся

сварочным пламенем, получаемым при сжигании ацетилена в струе кислорода. Ацетилен, сгорающий в струе чистого кислорода, дает пламя с температурой 3 050 — 3 150 °С.

Зазор между кромками свариваемых деталей заполняется металлом присадочной проволоки, расплавляемой одновременно с кромками. Газовую сварку можно применять для соединения труб разных диаметров с толщиной стенок до 4 мм. При толщине свыше 4 мм необходимо использовать электродуговую сварку. Газовую сварку неповоротных стыков надо выполнять в один слой, снизу вверх с каждой стороны трубы при горизонтальном положении труб, а поворотных стыков — также в один слой и в одном направлении. Качество сварного соединения в основном зависит от правильности подготовки деталей для сварки, от качества основного металла и сварочной проволоки.

Контроль качества сварки стальных труб. Монтажные и ремонтные организации, осуществляющие сварку трубопроводов и их элементов, обязаны применять такие виды и объемы контроля, которые гарантировали бы высокое качество и эксплуатационную надежность сварных соединений. Все сварные соединения подлежат клеймению, позволяющему установить фамилию сварщика.

Контроль качества сварных соединений трубопроводов производят следующими методами:

- внешним осмотром и измерением;
- ультразвуковой дефектоскопией;
- просвечиванием проникающим излучением (рентгено- или гаммаграфирование);
- механическими испытаниями;
- металлографическим исследованием;
- гидравлическим испытанием;
- другими методами (стилоскопирование, замеры твердости, травление, цветная дефектоскопия и т. п.).

Результаты контроля сварных соединений должны быть зафиксированы в соответствующих документах.

Внешнему осмотру и измерению подлежат все сварные соединения, очищенные от шлака, брызг окалины и других загрязнений на ширину не менее 20 мм (в обе стороны шва). Внешним осмотром выявляются излом, смещение кромок соединяемых элементов, отступление от технических условий формы шва, наличие трещин, наплывов, подрезов, прожогов, пористости и т. д. Осмотр и измерения производят в соответствии с требованиями ГОСТа и ТУ.

Ультразвуковую дефектоскопию и просвечивание производят в целях выявления в сварных соединениях внутренних дефектов (трещин, непроваров, пор, шлаковых включений и др.). Ультразвуковой контроль сварных соединений должен осуществляться в соответствии со стандартом и инструкциями, согласованными с Ростехнадзором.

Контроль сварных соединений просвечиванием должен производиться в соответствии со стандартом и инструкциями по рентгено- и гаммаграфированию.

Все сварные соединения труб контролируются ультразвуком с двух сторон, а сварные соединения труб с литыми и другими фасонными деталями — с одной стороны (со стороны трубы).

Ультразвуковому контролю или просвечиванию у изделий из стали перлитного и мартенсито-ферритного классов подлежат:

- все продольные сварные соединения трубопроводов, их деталей и элементов всех категорий по всей длине соединения;
- выполненные электродуговой и газовой сваркой поперечные стыковые соединения трубопроводов четвертой категории в объеме не менее 3 % (но не менее двух стыков) от общего числа однотипных стыков трубопровода, выполненных каждым сварщиком, по всей длине соединения.

Эти требования распространяются на трубопроводы с наружным диаметром не более 465 мм, для трубопроводов большего диаметра объемы контроля устанавливаются специальными техническими условиями.

У изделий из стали аустенитного класса, а также в местах сопряжения элементов из стали аустенитного класса с элементами из стали перлитного или мартенсито-ферритного классов обязательному контролю подлежат все стыковые сварные соединения трубопроводов по всей длине соединения.

При выявлении в сварных соединениях недопустимых дефектов на трубопроводах четвертой категории производят дополнительный контроль сварных соединений в утроенном объеме к установленным нормам, а в случае обнаружения недопустимых дефектов при дополнительном контроле должны быть проверены все стыки, выполненные данным сварщиком. Ультразвуковой контроль и просвечивание по согласованию с Ростехнадзором могут быть заменены другими эффективными методами неразрушающей дефектоскопии.

Механическим испытаниям подвергаются стыковые сварные соединения для проверки их прочности и пластических свойств. Основные виды механических испытаний — на растяжение, на изгиб или сплющивание, на ударную вязкость.

Испытание на растяжение не является обязательным для сварных соединений, подвергаемых 100 %-му контролю ультразвуком или просвечиванием.

Испытание на ударную вязкость не является обязательным для трубопроводов второй, третьей и четвертой категорий, а также для сварных соединений с толщиной стенки труб и деталей менее 12 мм.

Металлографический метод исследования стыковых, тавровых и угловых сварных соединений необходим для выявления внутренних дефектов (трещин, непроваров, пор, шлаковых и неметаллических включений и т.д.). Металлографические исследования не являются

обязательными для сварных стыковых соединений, выполненных электродуговой сваркой на трубопроводах третьей и четвертой категорий.

Качество сварных соединений считается неудовлетворительным, если в них при любом виде контроля обнаружены внутренние или наружные дефекты, выходящие за пределы норм, установленных «Правилами устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды», техническими условиями на изготовление трубопроводов и производственными инструкциями по сварке.

В сварных соединениях трубопроводов не допускаются следующие дефекты: трещины всех видов и направлений; непровары (несплавления), расположенные на поверхности и по сечению сварного соединения (между отдельными валиками и слоями шва и между основным металлом и металлом шва); непровары в вершине (корне) угловых и тавровых сварных соединений, выполненных без разделки кромок; поры, расположенные в виде сплошной сетки; наплывы (натеки); незаваренные кратеры; свищи; незаваренные прожоги в металле шва; прожоги и подплавления основного металла (при стыковой контактной сварке труб); смещение кромок выше корня; подрезы основного металла.

Техника безопасности при сварочных работах. Напряжение, при котором выполняется сварка, может быть опасным для человека. Чтобы избежать поражения электрическим током при сварочных работах, необходимо соблюдать следующие правила техники безопасности:

- корпуса сварочных машин, аппаратов и рубильников должны быть надежно заземлены;
- сварочный кабель, электрододержатель и ручка рубильника должны быть изолированы;
- нельзя работать в дождливую погоду в открытых местах, а также в сырой одежде и обуви.

Для защиты глаз и лица от световых и тепловых лучей сварочной дуги надо закрывать лицо специальным щитком или шлемом с темными стеклами (светофильтрами), уменьшающими вредное воздействие тепловых и световых лучей. Светофильтры выбираются по специальным таблицам. Для предохранения темного стекла в щитке от попадания брызг металла и случайных ударов с наружной стороны необходимо вставлять обычное бесцветное стекло и менять его по мере потери прозрачности.

Длина проводов между питающей сетью и передвижным сварочным агрегатом для ручной дуговой сварки не должна превышать 15 м. Провода должны быть в резиновом шланге. Внутри замкнутых резервуаров и других листовых металлоконструкций работы по электро-сварке можно выполнять только в диэлектрических галошах и на резиновом коврике или на подстилке из изолирующих материалов. Баллоны с кислородом и ацетиленом должны быть снабжены поддо-

нами и колпаками, предохраняющими вентиль от возможных ударов. Баллоны полагается хранить только в вертикальном положении в гнездах специальных стоек.

Порожние баллоны должны находиться в отдельном помещении. Особая осторожность требуется при эксплуатации переносных ацетиленовых аппаратов. Запрещается:

- устанавливать их в проходах, подъездах, на лестничных площадках, в подвалах, а также в местах сосредоточения людей;
- вести работы от одного генератора несколькими горелками или резаками;
- эксплуатировать газогенераторы сверх установленной паспортной производительности и отключать автоматические регуляторы.

При газовой сварке надо следить за тем, чтобы масло не попало в воду газогенератора, на вентиль головки баллонов, шланги или инструмент, которым пользуется газосварщик, во избежание вспышки масла и взрыва. Все ацетиленовые аппараты должны быть оборудованы водяными затворами. Уровень жидкости в водяном затворе необходимо проверять не реже двух раз в смену и обязательно перед началом работы, а также после каждого обратного удара.

Запрещается разводить открытый огонь, курить и зажигать спички на расстоянии ближе 10 м от газогенератора.

Баллоны с кислородом и ацетиленом необходимо защищать от воздействия солнечных лучей и устанавливать их в стороне от электрических проводов и нагретых предметов.

Замерзшие газогенераторы, головки кислородных и ацетиленовых баллонов можно отогревать только горячей водой, не имеющей следов масла, или паром.

Запрещается применять газовые редукторы без манометров или с манометрами, срок поверки которых истек. На ремонтных объектах баллоны с газом полагается перемещать на тележках или носилках, причем баллоны должны быть хорошо закреплены. Нельзя заряженные баллоны оставлять без надзора на бровке траншеи. Они должны храниться в специально оборудованных местах.

4.4.3. Монтажные работы при замене трубопроводов тепловых сетей

При ремонте тепловых сетей часто приходится выполнять работы по их разборке и замене поврежденных трубопроводов. Способы разборки тепловых сетей и сооружений выбирают в зависимости от их конструктивных решений, материалов, типоразмеров и т.д. При этом, как правило, производятся следующие работы: рытье траншеи (вскрышные работы); снятие плит перекрытий каналов краном и демонтаж трубопроводов. Для разборки каналов тепловых сетей и теплофикационных камер применяют самоходные стреловые краны.

Если демонтируемые конструкции не используют вновь, их перевозят на автомобильном транспорте общего назначения, а при необходимости — на специализированных средствах: трубовозах, трейлерах и т.д.

Замена или удаление участка трубопровода. Перед удалением участка трубопровода выполняют следующие операции: разделяемые участки закрепляют за надежные конструкции трубопроводов так, чтобы предупредить возможное их смещение в сторону работающих и оборудования; участок, подлежащий удалению, закрепляют в двух местах к грузоподъемным устройствам. Намечают место реза на трубопроводе. Резку труб можно производить как по целому участку, так и по старому сварному шву. При замене участков трубопроводов соблюдают определенные правила. Трубопроводы к оборудованию присоединяют без натяга. Перед установкой нового участка трубопровода проверяют состояние опор и подвесок, очищают их от ржавчины и покрывают антикоррозионным покрытием. Трубопроводы монтируют из заранее изготовленных монтажных заготовок узлов и секций, при этом в состав узлов, как правило, входит трубопроводная арматура.

Смену прокладок, замену арматуры, приварку отводов и другие работы, связанные с нарушением плотности трубопроводов, производят только после отключения запорной арматуры с установкой заглушек на ремонтируемом участке. Работы по демонтажу тепловой изоляции разрешается выполнять при отключении оборудования, трубопроводов, с полным освобождением их от теплоносителя, с установкой в необходимых случаях заглушек. К работе по демонтажу изоляции разрешается приступать при наличии справки-разрешения о готовности трубопроводов и оборудования для безопасного производства работ, выдаваемой монтажной организацией заказчиком или генподрядчиком.

Укладка стальных трубопроводов тепловых сетей. Выбор метода укладки трубопроводов тепловых сетей (теплопроводов) зависит от целого ряда условий. Главными из них являются: конструкция теплопроводов, вид прокладки (подземная, надземная), материал труб, тип изоляции и способ ее нанесения (заводской или на месте укладки) и др. Разнообразие условий не позволяет рассмотреть все возможные случаи монтажа теплопроводов. Далее будут приведены примеры прокладок с характерными условиями, влияющими на способ монтажа, а именно, способы подземной прокладки стальных теплопроводов: в каналах и коллекторах из труб с заводской изоляцией и с изоляцией на месте работ; бесканальная прокладка с заводской изоляцией труб и надземная прокладка.

При монтаже теплопроводов, независимо от указанных выше способов прокладки, широкое распространение получили самоходные стреловые краны на гусеничном и пневмоколесном ходу, а также тракторные краны (трубоукладчики). Самоходные стреловые краны

обладают рядом преимуществ. К их достоинствам относят: большую подвижность, возможность перемещения груза в любом направлении на относительно большие расстояния, мобильность (возможность легкой переброски кранов как внутри ремонтной площадки, так и с одной площадки на другую), возможность использования не только на монтажных, но и на других работах. Эти краны изготавливают в виде универсальных кранов-экскаваторов со сменным экскаваторным, крановым и другим оборудованием. Силовым оборудованием самоходных стреловых кранов являются обычно дизельные или карбюраторные двигатели, а также электродвигатели и дизельэлектрические системы. Краны используют как в городских условиях, так и в условиях бездорожья.

Стреловые самоходные краны на автомобильном (пневмоколесном) ходу имеют ходовую часть, представляющую собой стандартное шасси грузового автомобиля. Для устойчивости во время работ эти краны снабжены выносными опорами, называемыми аутригерами. Достоинством этих кранов является мобильность. Их используют для строительства и ремонта подземных тепловых сетей и сетевых сооружений обычно в городских условиях, а также для погрузочно-разгрузочных работ.

На тракторных кранах на гусеничном ходу укреплены стрелы в виде навесного оборудования. Различают навесные тракторные краны, у которых стрела является навесным оборудованием, и специальные краны-трубоукладчики (не имеющие сменного оборудования). Краны-трубоукладчики — это специальные стреловые краны, предназначенные для укладки стальных и других трубопроводов. Горизонтальное перемещение груза производится трубоукладчиком за счет изменения вылета стрелы путем увеличения или уменьшения ее угла наклона. У трубоукладчика стрела размещена слева по ходу его движения.

Выбор монтажного крана. В зависимости от характера сооружения, размеров его конструктивных элементов и принятого метода монтажа вначале выбирают тип крана, а затем подбирают грузоподъемность, необходимую для данных условий. После этого проверяют возможность монтажа по высоте подъема крюка крана. При реконструкции теплопроводов как линейной части, так и сооружений на ней наиболее подходящим типом крана является самоходный стреловой кран и кран-экскаватор. В отдельных случаях может быть использован трубоукладчик. В зависимости от условий работ (асфальтированные дороги и бездорожье) подбирают ходовую часть: пневмоколесный или гусеничный ход. По грузоподъемности выбирают кран, определив максимальный груз наиболее удаленного от крана элемента. Для этой цели обычно намечают схему работы крана, что позволяет установить необходимые вылеты стрелы и массу грузов на этих вылетах. Для самоходных стреловых кранов вылет стрелы считается от вертикальной оси вращения крана, для трубоукладчиков — от

края левой гусеницы (у трубоукладчика, как указывалось ранее, стрела всегда располагается слева по ходу движения) до максимального и наиболее удаленного груза.

Для монтажа трубопроводов одиночными трубами максимальным грузом будет масса трубы с изоляцией и масса траверсы, а вылет стрелы R — расстояние от оси вращения крана до наиболее удаленной трубы. Если трубы укладывают плетями, то используют два крана. В этом случае определяют массу всей плети и груз, приходящийся на один кран.

В строительстве теплопроводов встречаются случаи, более сложные с точки зрения монтажа. Например, для монтажа двухсекционного коллектора кран выбирают по массе стенового элемента, наиболее удаленного от крана, т.е. по параметрам P_1 и R_1 . Если же масса плиты перекрытия будет больше массы стенового элемента, т.е. $P_2 > P_1$, то обязательно производят проверку по параметрам P_2 и R_2 и выбирают кран по большему параметрам. Одновременно подсчитывают высоту H , слагающуюся из высоты стропов или траверс h_1 , высоты монтируемого элемента h_2 и расстояния от низа монтируемого элемента до земли h_3 или превышения монтируемого элемента над местом его установки. Высота H должна быть меньше максимальной высоты подъема крюка на соответствующем вылете для данного крана. Если при выборе крана оказывается, что предъявляемым требованиям удовлетворяют несколько кранов (по их грузоподъемности), то окончательное решение принимают после их экономического сравнения.

Грузозахватные приспособления. Применяемые для монтажных работ грузозахватные приспособления подразделяют на три основные группы: стропы, траверсы и захваты. Стropy бывают различных видов. Независимо от конструкции строп согласно требованиям техники безопасности применяют незакручивающиеся тросы, т.е. такие, которые имеют пеньковый сердечник. Простейшим является *кольцевой* (универсальный) строп, представляющий собой кольцо из отрезка стального каната (диаметром 19,5 — 30 мм) со сплетенными концами. Такой строп затягивают на монтируемом элементе петель и зацепляют за крюк грузоподъемного механизма.

Облегченный строп представляет собой отрезок стального троса (диаметром 12 — 30 мм), в концы которого заделаны: коуш на одном конце, карабин или крюк на другом. Поднимаемая конструкция обхватывается тросом в виде петли, и крюк зацепляется за трос, а коуш другого конца — за грузовой крюк крана. Из облегченных стропов делают двух- и четырехветвевые стропы (рис. 4.6). Двухветвевой строп состоит из серьги и надетых на нее двух облегченных стропов. Крюки или карабины служат для зацепления за монтажную петлю поднимаемого элемента. Диаметр троса определяют расчетом. Стrop серьгой подвешивают к грузовому крюку монтажного крана. Для монтажа плит, коробов и других крупных элементов используют че-

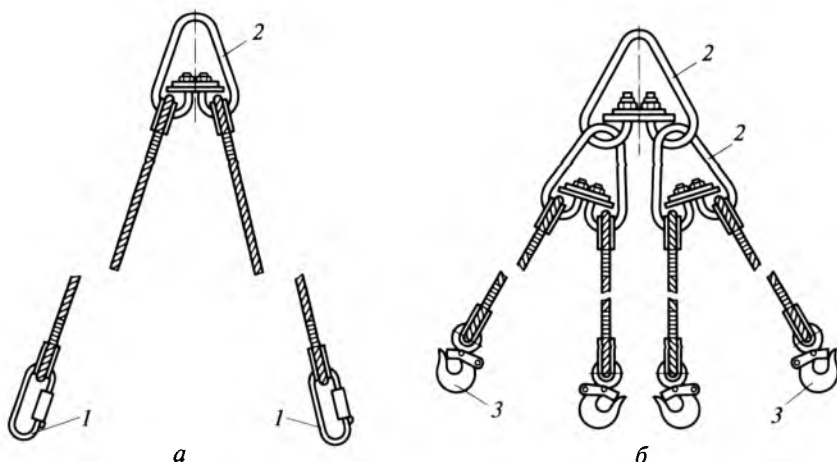


Рис. 4.6. Стропы:

а — двухветвевой; *б* — четырехветвевой (паук); 1 — карабин; 2 — серьга; 3 — крюк

тырехветвевые стропы («пауки»), которые представляют собой два двухветвевых стропа, подвешенных к серьге большего размера. Стропы применяют на монтаже сборных железобетонных конструкций и при погрузочно-разгрузочных работах. Для погрузочных работ с трубами на концах ветвей стропов вместо крюков укрепляют специальные торцевые захваты, конструкция которых зависит от материала труб.

Торцевые захваты для стальных труб (рис. 4.7) изготовляют из листовой стали. В стальной планке делают прорезь шириной, несколько большей толщины стенки трубы. Для увеличения площади опоры трубы под щель приваривают планку той кривизны, что и труба. По торцам щели приваривают упорные стальные планки. В захвате высверливают отверстие для коуша с тросом. Для удобства надевания на трубы захват снабжают скобой. Торцевые захваты применяют для погрузки и разгрузки труб. Ими оснащают двух- и четырехветвевые стропы для одновременного подъема соответственно одной или двух труб.

Мягкие стропы (рис. 4.8) или, как их еще называют, «полотенца» делают из прорезиненной ленты, прикрепленной к тросам с помощью металлических подкладов на болтах. Из тросов в верхней части образуют петли, за которые подвешивают «полотенце» на грузовой крюк крана или карабин. Прорезиненная лента создает мягкую опору, в результате чего усилие подъема распределяется на большую площадь. Такие полотенца применяют для монтажа изолированных (с тепловой или антикоррозионной изоляцией) труб, не опасаясь порчи изоляционного покрытия или самих труб. «Полотенца» изготовляют на разные диаметры труб до 1400 мм. Трубы (с тепловой изоляцией)

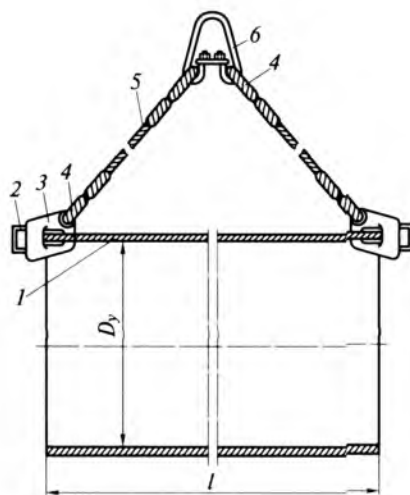


Рис. 4.7. Торцевой захват:

1 — труба; 2 — скоба; 3 — захват; 4 — коуш; 5 — трос; 6 — серьга

длиной 12 м и более монтируют двумя полотнами, подвешенными к траверсе в виде балки или фермы в зависимости от массы поднимаемых труб.

Траверса — это балка или ферма, имеющая подвески из тросов с крюками или карабинами на концах (рис. 4.9). Траверсы используют при строительстве трубопроводов для монтажа плетей из труб, а также сборных элементов больших размеров: крупноразмерных плит перекрытий и настилов, балок, прогонов, ферм, стеновых панелей и т. п.

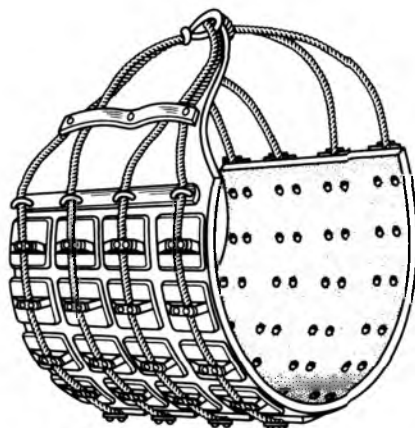


Рис. 4.8. Мягкий строп («полотенце»)

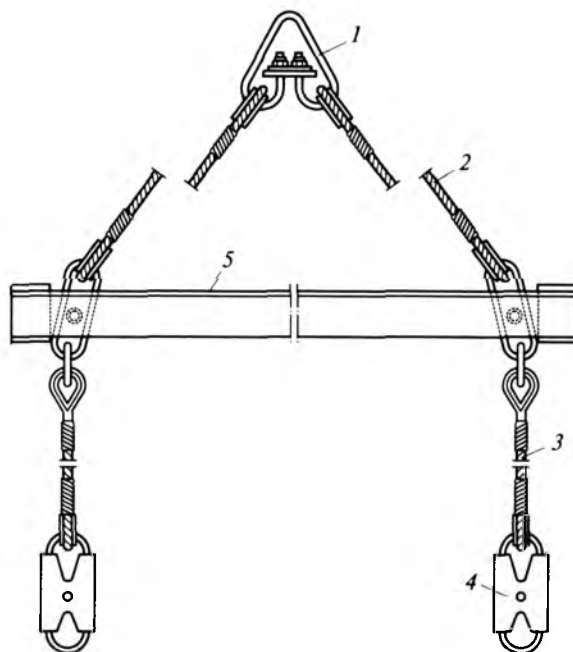


Рис. 4.9. Траверса:

1 — серьга; 2 — трос; 3 — подвеска; 4 — карабин; 5 — балочка

Бесканальная прокладка стальных труб с заводской изоляцией. До начала монтажных работ производят следующие подготовительные работы: траншею очищают от осыпавшегося грунта, основание выравнивают, насыпают песчаную подушку слоем толщиной не менее 10 см (кроме мест под стыками) и тщательно уплотняют. Вдоль траншеи со стороны монтажной площадки раскладывают лежки с вырезками для пары труб. В вырезках делают мягкие подкладки, чтобы не испортить изоляцию при укладке в них труб. Трубы завозят изолированными на заводе и укладывают парами на лежки вдоль траншеи (рис. 4.10). После этого осматривают изоляцию и устраняют повреждения. Монтажный кран подбирают, как указывалось ранее, по максимальной массе трубы на наибольшем удалении от оси вращения крана $R_{\max}$. Поскольку кран и трубоукладчик перемещают трубу в горизонтальном направлении, то при выборе направления движения крана вдоль траншеи учитывают кроме $R_{\max}$ минимально возможное приближение крана к трубе $R_{\min}$, находящейся на лежке. Таким образом, кран выбирают по максимальному и минимальному вылетам стрелы.

Монтаж ведут одиночными трубами, так как их сварка в плети (с готовой монолитной заводской изоляцией) у бровки перед укладкой

не разрешается. В качестве грузозахватного приспособления используют два мягких стропа (см. рис. 4.8), подвешенных на траверсе (см. рис. 4.9). Зацепив за серьгу траверсы подготовленную к подъему трубу (ближнюю к бровке), кран медленно, без рывков поднимает ее и перемещает в горизонтальном направлении до момента наведения трубы на проектную ось трубопровода. Затем «сравливанием» грузоподъемного троса опускают трубу в проектное положение и укладывают ее так, чтобы на всем своем протяжении она плотно прилежала к основанию.

Далее выверяют прямолинейность и уклон трубы и подбивают песком. Монтажные работы выполняют с помощью «полотенцев», подвешенных к траверсе. Захватные приспособления снимают после того, как труба окончательно уложена в проектное положение и предусмотрены меры по сохранению изоляции. Вторую трубу укладывают аналогичным образом. После этого монтажный кран перемещают вдоль траншеи на стоянку для монтажа следующей пары труб.

Бесканальную прокладку стальных труб производят на участках между компенсаторами. П-образные компенсаторы стальных труб монтируют в каналах. Канальную часть теплопроводов, неподвижные опоры и камеры рекомендуется сооружать вначале, до прокладки бесканальной части. По окончании работ трубопроводы испытывают гидравлическим (реже пневматическим) методом. Если трубопровод выдержал испытания, приступают к изоляции стыков. Стыки тща-

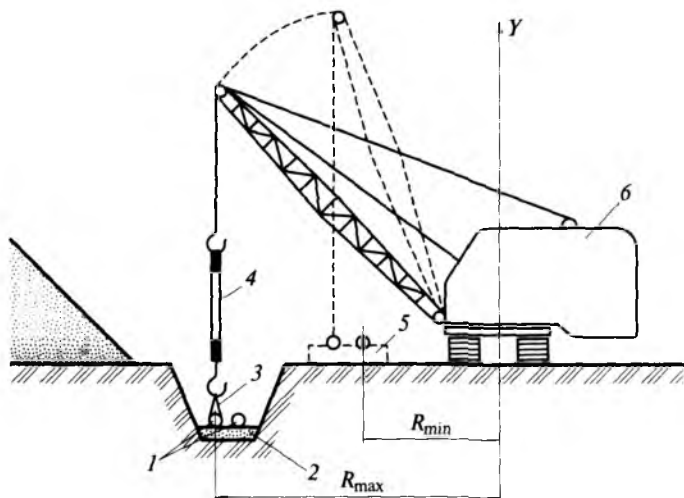


Рис. 4.10. Укладка стальных труб с тепловой изоляцией:

1 — теплопроводы; 2 — песчаная подушка; 3 — мягкая стропа; 4 — траверса; 5 — лежка; 6 — кран-экскаватор; Y — ось вращения; R — вылет крюка

тельно очищают и наносят антикоррозионное покрытие. Изоляцию стыков производят полуцилиндрами или сегментами при сборном варианте или путем нанесения монолитного слоя. Внутреннюю поверхность скорлуп и торцы смазывают расплавленным битумом и в таком виде укладывают на стык. Скорлупы к трубе крепят вязальной проволокой. После этого зазоры между торцами труб, изолированных на заводе, и скорлупами заделывают расплавленным битумом и наносят гидроизоляционный слой. Затем теплопроводы засыпают в порядке, указанном в подразд. 4.4.1.

Прокладка стальных теплопроводов с заводской изоляцией в каналах. Как и в предыдущем случае, отвал грунта и монтаж осуществляют с разных сторон от оси траншеи. На монтажной площадке кроме изолированных труб укладывают и сборные железобетонные элементы каналов. Подготовительные работы выполняют так же, как было указано ранее. Сборные железобетонные элементы каналов раскладывают на монтажной площадке за пределами зоны движения крана, дальше от траншеи. Железобетонные элементы располагают на деревянных подкладках. Трубы с заводской изоляцией кладут на лежки с вырезами так же, как указано ранее. Далее по готовой бетонной (или щебеночной) подготовке, выровненной по уклону, монтажным краном устанавливают плиты днища или нижний лоток. Стыки между плитами или лотками заделывают цементным раствором. Затем раскладывают опорные плиты скользящих опор и в зависимости от длин труб устанавливают временные (монтажные) опоры.

Трубы укладывают монтажным краном на временные опоры. После этого в определенных проектом местах снимают изоляцию, приваривают к трубам корпуса скользящих опор и в этих местах исправляют изоляцию. Края опор следует располагать не ближе 500 мм от сварного стыка. Корпуса скользящих опор можно приваривать до опускания труб. Это требует большой точности при их установке и приварке, поскольку смещение металлических элементов и их перекос не допускаются.

При устройстве подвижных опор других конструкций следят за тем, чтобы катки и шары свободно вращались и не вываливались из своих гнезд. Передвижение скользящих опор должно быть плавным, без заеданий, для чего их смазывают консистентной смазкой с температурой размягчения, превышающей температуру нагрева теплопровода. Подвижные детали опор (катки и шары) следует устанавливать на неподвижные части скользящих опор с учетом теплового расширения теплопровода, для чего предусматривают их смещение в сторону, противоположную расширению от центра опоры. После того как произведут проверку подготовки всех элементов скользящих опор, временные опоры удаляют и трубы опускают в проектное положение. Далее стыки центрируют и сваривают. Стыки изолируют после испытания теплопроводов.

Прокладка стальных трубопроводов с изоляцией минеральной ватой на месте работ. Изоляция этого типа хотя и очень трудоемка, но надежна в эксплуатации. Трубы на трассу завозят с антикоррозионной изоляцией. Если диаметры труб малы (до 300 мм), разрешается сваривать их в плети по 2 — 3 трубы. Монтаж начинают с раскладки труб на временные опоры, уложенные по плитам или лоткам. Корпуса скользящих опор можно приваривать к трубам либо на временных опорах в траншее, либо до укладки труб. Одиночные трубы укладывают одним монтажным краном, а плети — двумя. Грузозахватными приспособлениями являются траверса с двумя мягкими стропами («полотенцами»). Трубы (без стыков) изолируют до их укладки, но можно и после нее. Последовательность положения слоев следующая. По антикоррозионной изоляции труб укладывают маты из минеральной ваты, которые подвешивают к трубе на проволоочных петлях. Маты по длине труб сшивают между собой. Для оштукатуривания по окружности трубы (по матам) натягивают сетку, укрепленную проволоочными кольцами. Оштукатуривание по сетке выполняют асбестоцементным раствором. Стыки (по окончании всех работ) изолируют теми же материалами и в той же последовательности, что и сами трубы.

Установка компенсаторов. Компенсаторы всех конструкций перед установкой их на место должны быть растянуты. Приспособления для растяжки компенсаторов держат на компенсаторах до окончательной установки в проектное положение и снимают только после закрепления теплопроводов неподвижными опорами. Величину растяжки определяют по формулам с учетом температуры в момент монтажа компенсатора. *П-образные компенсаторы* устанавливают обычно на трех подвижных опорах: одну опору монтируют в вершине компенсатора, а две другие — у мест присоединения компенсатора к трубопроводам (не ближе 0,5 м от сварного стыка).

Технология производства работ в этом случае следующая. На сваренный компенсатор устанавливают приспособление для растяжки (рис. 4.11), состоящее из металлических стержней. На одном конце каждого из них имеется нарезка (левая или правая), а на другом конце — разъемные хомуты на соответствующие диаметры труб компенсатора. При сборке приспособления концы стержней ввинчивают в фаркопф. Вращением фаркопфа одну или другую сторону приспособление удлиняется или укорачивается. Приспособление с развинченными хомутами устанавливают, как показано на рис. 4.11, заворачивают хомуты и, замерив расстояние между трубами, вращают фаркопф до получения необходимой деформации. Компенсаторы стропуют в трех точках. Если они имеют малые размеры, монтаж производят одним краном, если большие — двумя кранами.

Стропы не освобождают до тех пор, пока стыки не будут сцентрированы и укреплены прихватками. Распорное приспособление снимают после сварки всех стыков трубопровода и неподвижных опор.

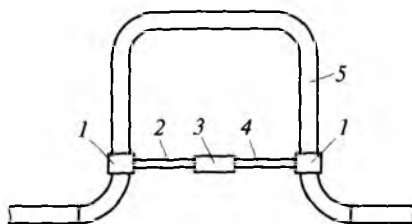


Рис. 4.11. Схема растяжки П-образного компенсатора:

1 — стяжной хомут; 2, 4 — стержни с правой и левой нарезкой; 3 — фаркопф; 5 — компенсатор

Иногда растяжку П-образных компенсаторов указанным способом выполнить не представляется возможным. В этих случаях поступают следующим образом. Компенсатор собирают и сваривают обычным способом, однако один из его концов делают короче на величину растяжки. Поскольку растяжку нельзя производить на стыке компенсатора с трубопроводом во избежание перекоса, ее выполняют на следующем стыке трубопровода. В этот стык вставляют патрубок (временное кольцо) длиной, равной растяжке, и делают прихватки. На концах стыкуемых труб приваривают хомуты из уголков, через отверстия в которых пропускают шпильки с гайками на концах. После установки компенсатора в проектное положение и сварки стыков труб и неподвижных опор временное кольцо удаляют, концы труб стягивают завертыванием гаек на шпильках. При достижении размера зазора, необходимого для сварки, производят неповоротную сварку этого стыка. После окончания сварки снимают шпильки и удаляют хомуты.

Растяжку П-образных компенсаторов лучше производить на фланцевом стыке. Во фланцы вставляют шпильки через одну и стягивают до установления зазора, равного растяжке. После сварки стыков и приварки трубопровода к неподвижным опорам между фланцами ставят постоянные прокладки, шпильки заменяют болтами, которые затягивают.

Линзовые компенсаторы устанавливают после укладки трубопроводов в разрывах, оставленных для них. Растяжку линзовых компенсаторов выполняют с помощью двух стяжных хомутов, которые остаются до окончания монтажа. После закрепления трубопровода на неподвижных опорах стяжные хомуты снимают.

Сальниковые компенсаторы устанавливают предварительно растянутыми на проектную величину, указанную рисками на корпусе компенсатора. При этом особенно следят за тем, чтобы он точно располагался по оси трубопровода без перекосов.

Осевые сильфонные компенсаторы устанавливают в проектное положение в следующей последовательности: сильфонный компенсатор с помощью фланцев или сваркой присоединяют к участку

трубопровода, который укладывают на подвижные опоры и окончательно закрепляют в неподвижной опоре. Далее с помощью шпилек и гаек компенсатор растягивают на проектную величину; затем к этому компенсатору подтягивают следующий участок трубопровода, свободно лежащий на подвижных опорах. Присоединив его к компенсатору на фланце или сваркой, закрепляют этот участок трубопровода на неподвижной опоре. После закрепления шпильки заменяют болтами. Работы по монтажу осевых сильфонных компенсаторов ведут с большой осторожностью, не допуская динамических нагрузок и предохраняя от искр сварки. Стропуют компенсатор только за патрубки. Испытания трубопровода проводят вместе с компенсаторами.

Одним из ответственных видов работ при монтаже теплопроводов является установка арматуры. С заводов-изготовителей арматура поступает с сертификатами или паспортами, в которых указываются допустимые давления и температуры и приводятся сведения о материале основных деталей. В документах указывается дата выпуска.

Задвижки и клапаны с просроченными паспортами (сертификатами) подлежат полной ревизии и испытаниям, проводимым в мастерских или на базах. Арматуру испытывают на прочность и плотность. Задвижки поступают на ремонтную площадку с ответными фланцами и полным комплектом крепежных элементов. Часто в заводских условиях к ответным фланцам приваривают патрубки с кромками, подготовленными под сварку. В целях индустриализации монтажа на заготовительных базах и в мастерских изготавливают узлы, в которые входят задвижки, отводы и патрубки. Полностью готовый и испытанный узел отправляют на ремонтный объект, где выполняют только сварку патрубков узла с трубопроводом.

Когда производят монтаж отдельных задвижек, то их стропуют за корпус. Категорически запрещается строповать за штурвал. Устанавливают задвижки обычно с помощью монтажного стрелового крана, причем положение задвижки в процессе подъема и опускания должно соответствовать проектному. При установке задвижки в проектное положение следят за тем, чтобы ось прохода задвижки строго совпала с осью трубопровода. Не допускаются даже малейшие перекосы фланцев. Зазор между фланцем задвижки и ответным фланцем должен быть равномерным по всей длине окружности. Болты на фланцах затягивают попарно (на диаметрально противоположных болтах). Каждую последующую пару выбирают так, чтобы она приходилась крестообразно по отношению к предыдущей.

4.4.4. Испытание и промывка теплопроводов

Испытание смонтированного при капитальном ремонте теплопровода должно производиться так же, как при новом строительстве,

в соответствии с указаниями соответствующих СНиПов и правил Ростехнадзора. После завершения ремонтных работ теплопроводы подвергают окончательным (приемочным) испытаниям на прочность и герметичность. Кроме того, трубопроводы водяных тепловых сетей промывают, а трубопроводы тепловых сетей при открытой системе теплоснабжения и сети горячего водоснабжения промывают и дезинфицируют. Подземные теплопроводы, уложенные в непроходных каналах и непосредственно в траншеях, испытывают дважды: предварительно и окончательно. Теплопроводы, проложенные в проходных каналах и надземно (т.е. доступные к осмотру в процессе эксплуатации) могут быть испытаны один раз.

Предварительные испытания теплопроводов проводят до установки сальниковых или сильфонных компенсаторов, секционирующих задвижек, перед закрыванием каналов и обратной засыпкой теплопроводов бесканальной прокладки. Предварительные испытания трубопроводов на прочность и герметичность выполняют, как правило, гидравлическим способом. При минусовой температуре наружного воздуха и невозможности подогрева воды, а также при отсутствии воды допускается предварительные испытания проводить пневматическим способом. Не допускается подвергать пневматическим испытаниям надземные теплопроводы, а также теплопроводы, прокладываемые в одном канале или в одной траншее с действующими инженерными коммуникациями.

Трубопроводы водяных тепловых сетей следует испытывать давлением, равным 1,25 рабочего, но не менее 1,6 МПа; сети горячего водоснабжения — давлением, равным 1,25 рабочего. Асбестоцементные теплопроводы испытывают давлением, равным рабочему, плюс 0,3 МПа, но не менее 0,5 заводского испытательного давления на водонепроницаемость.

Перед испытаниями на прочность и герметичность необходимо: а) произвести контроль качества сварных стыков; б) отключить заглушками испытываемые трубопроводы от действующих; в) установить заглушки на концах испытываемых трубопроводов вместо сальниковых или сильфонных компенсаторов; г) обеспечить на всем протяжении испытываемых трубопроводов доступ для их внешнего осмотра, в том числе сварных швов на время проведения испытаний; д) открыть полностью арматуру и байпасные линии.

При проведении испытаний трубопроводов на прочность и герметичность давление измеряют по аттестованным в последовательном порядке двум (один — контрольный) пружинным манометрам класса не ниже 1,5 с диаметром корпуса не менее 160 мм и шкалой с номинальным давлением $4/3$ измеряемого.

Порядок проведения гидравлического испытания следующий: 1) во время заполнения теплопровода водой воздух из него удаляют через воздухопускные краны, устанавливаемые в самых высоких местах, где наиболее вероятно скопление воздуха; 2) в теплопроводе

устанавливают пробное давление в самой высокой точке испытываемого участка и выдерживают 10 мин, потом снижают давление до рабочего и осматривают теплопровод по всей его длине. Если в процессе испытания не будет падения манометрического давления, это свидетельствует о том, что в сварных швах, трубах и других местах нет признаков разрыва, течи, запотевания и сдвига или деформации конструкции неподвижных опор. В этом случае результаты предварительного гидравлического испытания считаются удовлетворительными. Гидравлические испытания выполняет ремонтная организация, производившая ремонт, в присутствии представителей заказчика и организации, в чьем ведении находятся тепловые сети.

Пневматические испытания проводят для стальных трубопроводов с рабочим давлением не выше 1,6 МПа и температурой до 250 °С, монтируемых из труб и деталей, испытанных на прочность и герметичность (плотность) заводами-изготовителями (при этом заводское испытательное давление для труб, арматуры, оборудования и других изделий и деталей трубопроводов должно быть на 20 % выше испытываемого давления, принятого для смонтированного трубопровода). Устанавливать чугунную арматуру (кроме вентилей из ковкого чугуна) на время испытаний запрещается. Заполнять трубопровод воздухом и поднимать давление следует плавно со скоростью не более 0,3 МПа в 1 ч. Визуальный осмотр трассы (вход в охранную зону, но без спуска в траншею) допускается при давлении, равном 0,3 испытательного, но не более 0,3 МПа. На период осмотра трассы подъем давления должен быть прекращен.

При достижении испытательного давления трубопровод выдерживают для выравнивания температуры воздуха по длине трубопровода. После выравнивания температуры воздуха испытательное давление выдерживают 30 мин и затем плавно снижают до 0,3 МПа, но не выше рабочего давления теплоносителя. Затем, при этом давлении производят осмотр трубопроводов с отметкой дефектных мест. Места утечки определяют по звуку просачивающегося воздуха, по пузырям при покрытии сварных стыков и других мест подогретым мыльным раствором. Дефекты устраняют только при снижении избыточного давления до нуля и отключении компрессора. Результаты предварительных пневматических испытаний считаются удовлетворительными, если во время их проведения не произошло падения давления по манометру, не обнаружены дефекты в сварных швах, во фланцевых соединениях, трубах, оборудовании и других элементах трубопровода, а также отсутствуют признаки сдвига или деформации трубопровода и неподвижных опор.

Трубопроводы водяных тепловых сетей в закрытых системах теплоснабжения, как правило, подвергают гидропневматической промывке. Допускается гидравлическая промывка с повторным использованием промывочной воды путем пропуска ее через временные грязевики, устанавливаемые по ходу движения воды на концах подающего

и обратного трубопроводов. Промывку производят технической водой. Допускается промывка хозяйственно-питьевой водой при соответствующем обосновании.

Трубопроводы водяных тепловых сетей открытых систем теплоснабжения и сетей горячего водоснабжения необходимо промывать гидропневматическим способом питьевой водой до полного осветления промывочной воды. По окончании промывки трубопроводы должны быть продезинфицированы путем их заполнения водой с содержанием активного хлора в дозе 75—100 мг/л при времени контакта не менее 6 ч. По согласованию с местными органами санитарно-эпидемиологической службы трубопроводы диаметром до 200 мм и протяженностью до 1 км разрешается не подвергать хлорированию и ограничиться промывкой водой, соответствующей ГОСТ 2874—82* «Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством». После промывки результаты лабораторного анализа проб промывочной воды должны соответствовать требованиям ГОСТ 2874—82*. О результатах промывки (дезинфекции) санитарно-эпидемиологическая служба составляет заключение.

Давление в трубопроводе при промывке должно быть не выше рабочего. Давление воздуха при гидропневматической промывке не должно превышать рабочее давление теплоносителя и быть не выше 0,6 МПа. Скорости воды при гидравлической промывке должны быть не ниже расчетных скоростей теплоносителя, указанных в рабочих чертежах, а при гидропневматической — превышать расчетные не менее чем на 0,5 м/с. О результатах испытаний трубопроводов на прочность и герметичность, а также об их промывке (продувке) составляют акты в соответствии со СНиП 3.05.03—85 «Тепловые сети».

4.5. Сдача и приемка в эксплуатацию тепловых сетей

Приемку тепловых сетей после проведения капитального ремонта или реконструкции тепловых сетей осуществляют в соответствии со СНиП 3.01.04—87 «Приемка в эксплуатацию законченных строительством объектов. Основные положения», СНиП 3.05.03—85 «Тепловые сети».

Приемку сетей из капитального ремонта производит комиссия под руководством главного (заместителя главного) инженера энергопредприятия или начальника района. В состав комиссии для приемки объекта после капитального ремонта входят:

- начальник эксплуатационного района;
- главный инженер (заместитель начальника) района;
- представитель организации, производившей ремонт;
- представитель технического надзора;
- мастер линейного участка, обслуживающий этот участок сетей;
- инженер-инспектор по эксплуатации и технике безопасности.

Состав комиссии оформляется приказом по предприятию тепловых сетей. Руководители работ, предприятий и организаций, участвующих в капитальном ремонте, предъявляют приемочной комиссии исполнительную документацию, составленную в процессе проведения работ.

В состав исполнительной документации входят:

- проектно-сметная документация на капитальный ремонт объекта;
- приказ заказчика о назначении приемочной комиссии;
- акт приемочной комиссии;
- приложение к акту приемочной комиссии (список замечаний и недоделок);
- исполнительные чертежи;
- акт на разбивку теплотрассы;
- акт на скрытые работы по линейным конструкциям теплотрассы;
- акт на скрытые работы по камерам;
- акт на гидравлическое (пневматическое) испытание теплопроводов на прочность и плотность;
- акт о растяжке компенсаторов;
- сертификаты на трубы и их изоляцию;
- паспорта на отводы, переходы, тройники и другие фасонные детали;
- паспорта на задвижки и дистанционные электроприводы к ним;
- паспорта на насосы и электродвигатели;
- паспорт теплосети (объекта);
- удостоверения сварщиков;
- заключение на проведение контроля сварных соединений;
- журнал технадзора;
- акт на приемку электрических работ в объеме проекта;
- акт на выполнение работ по автоматике, телемеханике и кабелям связи;
- акт на выполнение работ по дренажным насосным станциям;
- протоколы опробования и испытаний отдельных видов оборудования;
- акт на приемку грузоподъемных механизмов;
- акты входного контроля запасных частей и материалов, в том числе сварочных;
- акты проверки на герметичность запорной арматуры;
- акты на заварку контрольного сварного стыка;
- ведомость дефектов;
- справка технического надзора о ликвидации недоделок и замечаний по акту рабочей комиссии.

При капитальном ремонте спецсооружений, коллекторов, мостовых переходов, мостовых путепроводов, щитовых проходок и других

объектов должны быть ликвидированы все отклонения от проектной документации. В состав исполнительных чертежей входят:

- ситуационный план в масштабе 1 : 2 000;
- план теплотрассы, дренажей и водостоков в масштабе 1 : 500;
- профили теплотрассы, дренажей и водостоков в масштабах: вертикальный 1 : 50(1 : 100) и горизонтальный — 1 : 500;
- схема сварных стыков (без масштаба);
- чертежи камер и узлов в масштабе 1 : 20;
- чертежи по прокладке тепловых сетей в мостовых путепроводах, мостах и т. п.;
- при наземной прокладке чертежи высоких и низких опор и конструктивные чертежи неподвижных опор;
- узлы пересечения с подземными коммуникациями (водопровода, канализации, водостока и т. п.).

Исполнительные чертежи должны отвечать следующим требованиям:

- выполнены в четырех экземплярах, в том числе один экземпляр на кальке;
- проверены инженером и геодезистом Ростехнадзора;
- при сдаче на проверку представляются рабочие чертежи проекта по объекту в целом с внесенными в них изменениями в процессе ремонта и строительства и их согласованиями;
- в правой части исполнительного чертежа производитель работ делает надпись «Отклонений от проекта не имеется» или перечисляет допущенные отклонения от проекта с указанием даты и номера согласования;
- в штампе исполнительных чертежей следует указать наименование и адрес объекта, название проектной организации, название организации, проводившей работы, номер заказа проекта и дату выпуска проекта, номер ордера и дату выдачи права на производство работ, даты начала и окончания работ;
- чертежи должны быть подписаны руководителем организации, выполнившей работы, производителем работ и геодезистом, осуществившим привязку и нивелировку построенной трассы.

Подписи заверяются печатью организации. Исполнительные чертежи принимаются представителем предприятия тепловых сетей. По результатам осмотра объекта, испытаний, проверки и анализа предъявленной документации приемочная комиссия дает разрешение на включение тепловой сети в работу.

Операции по включению тепловой сети в работу производит эксплуатационный персонал после сдачи исполнителями ремонта наряд-допуска на ремонт, по распоряжению главного инженера предприятия тепловых сетей или ответственного за эксплуатацию трубопровода. Распоряжение оформляется записью в оперативном журнале диспетчера.

Окончанием капитального ремонта считается время включения сети и установление в ней циркуляции сетевой воды, а если участок

по режимным условиям не включается в работу, то время окончания ремонта устанавливает приемочная комиссия. Тепловую сеть проверяют в работе под нагрузкой в течение 24 ч. Испытания под нагрузкой проводят при постоянной работе сети по нормальной эксплуатационной схеме с доведением нагрузки до номинальной.

Если номинальная нагрузка и параметры не могут быть достигнуты по независящим от предприятия тепловых сетей причинам, то предельные параметры и нагрузку устанавливают по режиму работы сети и оговаривают в акте приемки.

Если по условиям эксплуатации включение сети в работу не производят, то ее принимают без испытания под нагрузкой по результатам проверки исполнительной документации. В этом случае предприятие тепловых сетей и исполнитель ремонта согласовывают дополнительные условия приемки сети. При этом выявленные при пуске дефекты устраняет ремонтная организация вне зависимости от срока включения.

Если в течение приемо-сдаточных испытаний были обнаружены дефекты, препятствующие работе сети с номинальной нагрузкой или обнаруженные дефекты (непровар стыка, свищи, деформация неподвижной опоры, перекос компенсатора и т. п.) требуют немедленного останова, то ремонт считается незаконченным до устранения этих дефектов.

Все обнаруженные дефекты, которые не требуют немедленного останова, устраняет исполнитель в сроки, согласованные с предприятием тепловых сетей. Если в течение приемо-сдаточных испытаний не были обнаружены дефекты, препятствующие работе сети, или обнаруженные дефекты не требуют немедленного отключения, то комиссия принимает решение о приемке из ремонта.

Результаты работы комиссии оформляются актом установленной формы. К акту по приемке сети могут быть приложены протоколы, справки, ведомости и другие документы, составленные совместно предприятием тепловых сетей и исполнителем ремонта и отражающие:

- перечень работ, выполненных сверх запланированного объема;
- перечень невыполненных работ, предусмотренных согласованной ведомостью объемов работ (проектной документации) и причины их невыполнения;
- перечень руководящих документов, требования которых выполнены в процессе ремонта;
- перечень работ, выполненных с отклонениями от установленных требований, причины отклонения и др.

После окончания приемо-сдаточных испытаний осуществляют подконтрольную эксплуатацию тепловой сети в течение 30 календарных дней с момента ее включения.

В период подконтрольной эксплуатации проводят проверку работы сети, необходимые испытания и наладку.

Окончательное оформление актом приемки в эксплуатацию законченной ремонтной сети производят по представлению документов:

- справки от Горгеотреста о принятии в геофонд исполнительных чертежей;
- справок от организаций управления дорожного хозяйства и благоустройства о восстановлении дорожных покрытий и благоустройстве, а также о восстановлении зеленых насаждений.

Предприятия тепловых сетей, имеющие подземные сооружения, после приемки капитально отремонтированных подземных сетей с сооружениями на них (колодцы, шахты, коллекторы) извещают об этом эксплуатационные организации «Горгаз» для осуществления контроля за загазованностью подземных сооружений.

Предприятие тепловых сетей устанавливает в договорах с подрядчиком гарантийный срок не менее одного года и порядок устранения дефектов, возникших по вине подрядчика.

4.6. Ремонт тепловых пунктов

4.6.1. Текущий ремонт теплового пункта

Текущий ремонт тепловых пунктов является основным видом профилактического ремонта инженерных систем и оборудования тепловых пунктов. Его производят ежемесячно согласно плану-графику проведения текущих ремонтов. Проведение текущего ремонта и наладка систем и оборудования должны предупредить преждевременный выход из строя оборудования, узлов и деталей по причине нарушения различных регулировок, износа отдельных деталей, нарушения уплотнений, ослабления крепежных соединений, а также облегчить экономическую и безопасную работу всего комплекса оборудования, входящего в состав теплового пункта, до очередного капитального ремонта.

Текущий ремонт теплового пункта предусматривает устранение неисправностей заменой или ремонтом отдельных быстро изнашивающихся и неисправных деталей, узлов, механизмов, приборов и агрегатов, а также проведение при этом необходимых проверочных, регулировочных, крепежных, наладочных, электроизмерительных, аварийно-ремонтных и других работ. Текущий ремонт тепловых пунктов планируют в соответствии со структурой и продолжительностью межремонтных периодов. Продолжительность текущего ремонта определяют в зависимости от суммарной трудоемкости, стоимости и конструктивных особенностей выполняемых работ. Объем работ зависит от назначения оборудования, режима его работы, величины нагрузки и мощности теплового пункта.

Текущий ремонт тепловых пунктов финансируется за счет средств, отпускаемых на этот вид ремонта, и обычно производится без отключений местных систем отопления, горячего и холодного водоснабжения. При текущем ремонте проводят внешний осмотр всего оборудования, определяют работоспособность и исправность отдельных его элементов, выполняют ремонтные и наладочные работы. Сведения о проведении текущего ремонта теплового пункта записывают в оперативный журнал. По окончании текущего ремонта о всех изменениях в основном оборудовании (замене неисправных деталей на новые или об отремонтированных) следует сделать запись в паспорте теплового пункта.

Текущий ремонт теплового пункта состоит из следующих видов ремонтных работ:

- ремонт теплотехнического оборудования и теплопроводов;
- ремонт тепловой изоляции;
- ремонт электрооборудования;
- ремонт автоматики и контрольно-измерительных приборов;
- наладочные работы.

Ремонт теплотехнического оборудования и теплопроводов.

При ремонте теплотехнического оборудования и теплопроводов теплового пункта вначале проводят внешний осмотр для выявления подтеканий воды через фланцевые соединения трубопроводов, задвижек, калачей, водоподогревателей, элеваторов и т. д. При необходимости осуществляют подтяжку фланцевых соединений или замену прокладок. Проверяют также отсутствие свищей и трещин на трубопроводах и арматуре, при необходимости свищи и трещины заваривают с выполнением всех требований, предъявляемых к сварочным работам. Затем проверяют на герметичность сальники запорно-регулирующей арматуры, которые при необходимости подтягивают или заменяют сальниковую набивку. Контролируют надежность закрытия запорной арматуры и плавность хода шпинделей задвижек. Шпиндели задвижек очищают от грязи и наносят тонкий слой смазки. Прошпრიцовывают задвижки (при наличии масленок на них). Очищают оборудование от ржавчины, пыли и подтеков масла. Проверяют состояние сальниковых уплотнений насосов, при необходимости подтягивают сальники или заменяют сальниковую набивку. Контролируют наличие смазки в масляных ваннах (корпусов, подшипников) насосов, наполняют смазкой до установленного уровня.

В процессе ремонта проверяют работу насосов на нагрев, вибрацию, посторонние шумы, при необходимости принимают меры по устранению неисправностей. Определяют соосность валов насосов и электродвигателей и состояние упругих муфт. В случае износа резиновых пальцев муфт пальцы заменяют. Устанавливают надежность крепления насосных агрегатов к рамам, подтягивают болтовые соединения. Проверяют работу всех резервных и дополнительных насосов кратковременным включением их в работу в ручном режиме управ-

ления. Очищают нагнетающий и всасывающий клапаны ручных насосов. Осматривают и смазывают манжеты, а изношенные манжеты заменяют. При необходимости при текущем ремонте можно производить частичную разборку оборудования с выполнением ремонта отдельных узлов или их заменой.

Детали и узлы перед их установкой должны быть подвергнуты наружному осмотру для выявления дефектов, которые могли появиться в процессе их хранения или транспортировки до места установки в тепловом пункте. Для смазки различных узлов и агрегатов применяют смазочные материалы, предусмотренные требованиями инструкций по эксплуатации и паспортов на каждый конкретный узел, агрегат.

Ремонт тепловой изоляции. При текущем ремонте теплового пункта восстанавливают нарушенную теплоизоляционную конструкцию. Ремонт изоляции производят после проведения гидравлических испытаний. Перед выполнением частичного ремонта теплоизоляции металлические поверхности, подлежащие теплоизоляции, тщательно очищают от пыли, грязи, ржавчины, окалины, высушивают и покрывают противокоррозионными материалами.

Ремонт электрооборудования. При текущем ремонте электрооборудования теплового пункта проводят внешний осмотр всех элементов оборудования и проводки. Проверяют исправность пультов (щитов) и при необходимости заменяют перегоревшие сигнальные лампы и лампы освещения помещений. Проверяют наличие и исправность защитных диэлектрических средств, при этом защитные средства с истекшим сроком годности заменяют. Контролируют надежность заземления всего электрооборудования. Проверяют работоспособность аварийного освещения теплового пункта, а также перегрев контактных соединений шин и других контактных деталей (нет ли подгораний, изменения цвета шин или контактных частей, запаха озона). Проверяют целостность предохранителей, для этого контактные поверхности очищают от оксидов и контролируют соответствие номинального тока предохранителей току нагрузки. Проверяют крепление электроаппаратов (при необходимости гайки и винты подтягивают), а также затяжку всех клеммных соединений.

Устанавливают исправность крышек на автоматах и плотность их закрытия. Определяют характер гудения работающих контакторов и магнитных пускателей. При сильном гудении проверяют затяжку винтов, крепящих сердечник, целостность короткозамкнутого витка (внешним осмотром) и плотность прилегания якоря к сердечнику. Определяют прочность крепления магнитной системы контактов и магнитных пускателей, прочность крепления катушек и состояние их изоляционного покрова. Осматривают контакты магнитных пускателей и контакторов, в случае небольшого подгорания контактов зачищают их до металлического блеска, не изменяя при этом профиля контакта. Проверяют и при необходимости регулируют контактную систему магнитного пускателя.

Подвергают осмотру тепловые реле, кнопки управления контакторов и магнитных пускателей. Трущиеся поверхности смазывают приборным маслом. Проверяют функционирование установочных автоматов, контакторов и магнитных пускателей, а также четкость фиксации пакетных выключателей во всех положениях. Внешним осмотром определяют целостность изоляции всех открыто проложенных кабелей. Проверяют закрытие дверей электрических шкафов, сборок, пультов и надежность их запоров. Пополняют смазку в подшипниках электродвигателей. Определяют нагрев корпусов электродвигателей во время их работы. Если температура окажется выше $60 - 70^{\circ}\text{C}$, выявляют причины, способствующие перегреву, и устраняют их. Проверяют надежность крепления электродвигателей к рамам и при необходимости подтягивают болтовые соединения. Проверяют отсутствие задевания крыльчатки вентилятора электродвигателя за кожух (по постороннему шуму при работе электродвигателя), при необходимости устраняют задевание.

При текущем ремонте электрооборудования в случае необходимости проводят частичную его разборку с выполнением ремонта отдельных элементов или их заменой.

Ремонт автоматики и контрольно-измерительных приборов (КИП). При текущем ремонте автоматики и КИП теплового пункта вначале проводят внешний осмотр всех элементов гидро- и электроавтоматики, а также КИП. Проверяют отсутствие подтеканий воды через соединения элементов автоматики, при необходимости принимают меры по их устранению (подтягивают сальники, заменяют прокладки и т.д.). Определяют наличие смазки в редукторах исполнительных органов, при необходимости пополняют смазку до установленного уровня. Проверяют работоспособность трехходовых кранов, продувают манометры путем кратковременного открытия кранов, прочищают фильтр и импульсные линии гидравлических регуляторов путем снятия дроссельных шайб и подачи воды под давлением $0,3 - 0,5$ МПа в верхний штуцер фильтра, при этом из бокового штуцера фильтра должен быть свободный слив воды.

Проверяют исправность термометров, неисправные (разбитые) термометры заменяют. Определяют работоспособность переключателей на блоке автоматики, целостность и исправность сигнальных ламп, перегоревшие сигнальные лампы заменяют. Проверяют укомплектованность теплового пункта термометрами и манометрами. Контролируют исправность КИП и правильность их установки, неисправные приборы заменяют на проверенные и исправные.

В ходе проведения наладочных и проверочных работ контролируют исправность и работоспособность элементов гидроэлектроавтоматики. В случае нарушений в работе выявляют причину неисправности и устраняют ее путем проведения регулировочных работ, частичной разборки элементов и замены отдельных вышедших из строя деталей.

Ремонт гидроэлектроавтоматики и КИП при текущем ремонте предусматривает следующие работы: разборку элементов автоматики в нужном для производства ремонта объеме; замену отдельных вышедших из строя деталей и узлов элементов автоматики; чистку и промывку отдельных деталей; проверку их состояния; подтяжку и ремонт крепежных деталей клеммных соединений; замену прокладок и уплотнений.

Наладочные работы. Состав наладочных работ при текущем ремонте инженерного оборудования теплового пункта включает: а) проверку и настройку насосного оборудования, запасной арматуры, регуляторов давления, обратных клапанов на расчетные режимы системы тепловодоснабжения с учетом колебаний давления и температуры в магистральных тепловых сетях и городском водопроводе; б) проверку, регулировку и наладку аппаратуры и схем отдельных цепей управления (автоматов защиты, реле, магнитных пускателей, кнопочных постов, контакторов и т.д.) электродвигателей; в) проверку надежности контактных соединений; опробование схемы управления под напряжением; проверку работы контакторов и автоматов при пониженном и номинальном напряжении оперативного тока, проверку работы электродвигателей на холостом ходу без нагрузки и под нагрузкой; г) проверку и настройку регуляторов температуры, расхода и датчиков на расчетные режимы; д) проверку качества и устойчивости работы систем автоматического регулирования, температуры и расхода.

Приемку теплового пункта после проведения текущего ремонта производит комиссия с участием представителей эксплуатирующих и теплоснабжающих организаций.

После проведения текущего ремонта инженерное оборудование теплового пункта должно отвечать следующим требованиям: находиться в исправном рабочем состоянии; тепловой и гидравлический режимы работы оборудования должны быть отлажены (откорректированы); все автоматические системы, имеющиеся на тепловом пункте, должны быть задействованы. Тепловой пункт должен быть полностью укомплектован исправными и проверенными контрольно-измерительными приборами, исправными и проверенными защитными и противопожарными средствами, а также снабжен необходимой технической документацией.

Электрооборудование теплового пункта должно быть надежно заземлено. Двери электрошкафов должны быть закрыты на замок, внутри электрошкафов не должно быть никаких посторонних предметов. На электрооборудовании должны быть установлены исправные предохранители. Все оборудование должно иметь соответствующую маркировку и надписи. Технологические трубопроводы, водоподогреватели не должны иметь участков с нарушенной теплоизоляцией, восстановленные участки должны быть окрашены в установленные цвета. Входные двери теплового пункта должны иметь надежные за-

поры. Приемка после текущего ремонта должна быть оформлена актом.

4.6.2. Капитальный ремонт теплового пункта

В процессе капитального ремонта теплового пункта осуществляется восстановление или замена оборудования, а также производится его модернизация в целях улучшения эксплуатационных качеств и повышения технико-экономических показателей.

Капитальный ремонт оборудования теплового пункта проводит специализированная ремонтная бригада. При необходимости к капитальному ремонту привлекают бригады, производящие обслуживание тепловых пунктов. Для обеспечения непрерывного теплоснабжения зданий капитальный ремонт рекомендуется производить с применением передвижной бойлерной установки. При использовании на тепловом пункте двухступенчатой водонагревательной установки рекомендуется производить ремонт поочередно каждой ступени водонагревателя.

В зависимости от состава и объема работ капитальный ремонт теплового пункта подразделяют на малый, средний и большой.

Малый капитальный ремонт оборудования теплового пункта предусматривает: частичную разборку агрегатов и узлов; замену или восстановление неисправной запорной арматуры, насосного оборудования, электрооборудования, КИП и автоматики; ремонт водоподогревателей и трубопроводов; наладку оборудования; теплоизоляционные и строительно-отделочные работы.

Малый капитальный ремонт оборудования теплового пункта должен включать в себя следующий состав работ: проверку и частичный ремонт запорной арматуры и трубопроводов; проверку, чистку, опрессовку и ремонт водоподогревателей, элеваторов; проверку и частичный ремонт насосных агрегатов; проверку и мелкий ремонт элементов электрооборудования и электропроводки; проверку и частичный ремонт элементов автоматики и КИП; измерение сопротивления изоляции электрооборудования, сопротивления заземляющего устройства; маркировку оборудования; отдельные строительно-отделочные работы; наладочные работы.

Наладочные работы при малом капитальном ремонте должны включать в себя следующий состав работ: ознакомление с технической документацией и проверку соответствия ее правилам технической эксплуатации данной установки; проверку качества монтажа электрических схем и импульсных линий; проверку регулирующих приборов, сигнальной арматуры, пакетных выключателей, магнитных пускателей, ключей, кнопок; ревизию гидравлических схем автоматизации; очистку фильтров, замену прокладок, продувку линий и т.д.; расчет проходных сечений и снятие характеристик регуляторов;

определение статических и динамических характеристик объекта регулирования; расчет оптимальных статических и динамических настроек регуляторов, наладку электрической схемы защиты сигнализации энергетических и технологических установок; наладку электрической схемы автоматического регулирования управления отдельными агрегатами; пробную эксплуатацию системы автоматического регулирования в течение 72 ч; обработку и анализ результатов испытаний и составление технического отчета.

Средний капитальный ремонт оборудования теплового пункта предусматривает: разборку, ревизию и ремонт отдельных узлов и агрегатов; замену или восстановление неисправностей запорной арматуры, насосного оборудования, трубопроводов, водоподогревателей (при необходимости), элементов электрооборудования, КИП и автоматики; наладку оборудования и внутриквартальных тепловых сетей; теплоизоляционные и строительно-отделочные работы. При среднем ремонте допускается частичная замена отдельных неисправных узлов и агрегатов инженерного оборудования на новые или капитально отремонтированные. Средний капитальный ремонт должен включать состав работ малого капитального ремонта и дополнительно (при необходимости) работы по наладке внутриквартальных тепловых сетей.

Наладочные работы тепловых сетей при среднем капитальном ремонте должны включать следующие работы: разработку мероприятий по наладке; гидравлический расчет тепловой сети в номинальном режиме; расчет дроссельных диафрагм, элеваторов, а также их установку; разработку технических мероприятий по наладке с составлением необходимых чертежей; проверку правильности установки КИП и арматуры на сети и вводах; корректировку теплового и гидравлического режимов; замер фактических значений давлений и температур на вводах; составление технического отчета.

Большой капитальный ремонт теплового пункта предусматривает: полную разборку, ревизию, ремонт всех узлов и агрегатов; замену или восстановление неисправной запорной арматуры, насосов, трубопроводов, электрооборудования, водоподогревателей (при необходимости), КИП и автоматики, наладку оборудования, внутриквартальных тепловых сетей и внутренних систем теплоснабжения (при необходимости); теплоизоляционные и строительно-отделочные работы. Большой капитальный ремонт теплового пункта должен включать в себя работы, выполняемые при среднем капитальном ремонте и дополнительно: полную разборку, ревизию и ремонт всех узлов и агрегатов теплового пункта; замену или ремонт всех изношенных или неисправных деталей и узлов; замену водоподогревателей (при необходимости). По окончании проведения капитального ремонта выполняют электроизмерительные работы: замеры сопротивления изоляции, сопротивления заземляющего устройства, проверку наличия цепей, измерение полного сопротивления цепи.

Необходимые для проведения капитального ремонта оборудование, арматура и материалы заводского изготовления, а также изготовленные или отремонтированные в специализированных мастерских должны соответствовать проектам и требованиям ГОСТов, нормативов и технических условий и подтверждены паспортами заводов-изготовителей или сертификатами.

Принимаемая к монтажу запорная и регулирующая арматура должна удовлетворять следующим требованиям: а) литье должно быть чистым, гладким и не иметь свищей, раковин и трещин; б) уплотнительные поверхности и контактирующие детали должны быть чистыми, не иметь царапин и забоин; в) шпиндель должен быть прямым, свободно вращаться по втулке по всей длине, а его нарезка должна быть чистой, без заусенцев, забоин и т.д. Трубы, арматура и другие изделия и детали, предназначенные для монтажа, должны быть защищены от воздействия атмосферных осадков и коррозии. Затворы запорной арматуры должны находиться в закрытом положении.

Демонтированные детали, узлы, приборы учета и контроля (за исключением тех, которые при ремонте подлежат обязательной замене), а также демонтированные провода, кабели, заземляющие устройства и крепежные детали, снятые с объектов, должны быть тщательно осмотрены, приведены в пригодное состояние после чего, составив акт возврата, их можно использовать при ремонтных работах. При хранении секций водоподогревателей, труб и других крупногабаритных деталей следует предусматривать защиту от засорения и попадания на них атмосферных осадков. Все оборудование и материалы, подлежащие использованию, при монтаже должны храниться в соответствии с требованиями ГОСТов или технических условий на данный вид оборудования.

Капитальный ремонт теплового пункта состоит из следующих видов ремонтных работ:

- ремонт трубопроводной арматуры и трубопроводов;
- ремонт водоподогревателей и элеваторов;
- ремонт насосного оборудования;
- теплоизоляционные работы;
- ремонт автоматики и контрольно-измерительных приборов;
- ремонт гидроавтоматики;
- ремонт электрооборудования.

Ремонт трубопроводной арматуры и трубопроводов. При ремонте арматуры теплового пункта выполняют следующие работы: очистку, промывку, осмотр всех деталей; запайку медью свищей в бронзе и чугуне; замену сальников, погнутых шпинделей с изношенной или поврежденной резьбой и изношенных золотников; притирку гнезд в корпусах и золотников; притирку или замену пришедших в негодность дисков, клапанов, пробок. После подгонки плоскостей, смены набивки сальниковых уплотнений и окончательной сборки

все задвижки и вентили, а также все предохранительные клапаны должны быть опрессованы.

Ремонт трубопроводов предусматривает: разметку и вырезку дефектных участков трубопровода; установку новых участков трубопровода с подгонкой по месту и сваркой стыков; заварку отдельных свищей, трещин на трубопроводах. Трубопроводы следует прокладывать прямолинейно, без провалов и прогибов с обязательным соблюдением необходимых уклонов.

При монтаже фланцевых соединений необходимо применять болты с шестигранной головкой. Под гайки должны быть установлены шайбы. Концы болтов при стягивании фланцев, как правило, не должны выступать из гаек более чем на половину диаметра болта. Головки болтов следует располагать с одной стороны соединения. Плоскости соединяемых фланцев должны быть ровными и взаимопараллельными. Устранение перекосов фланцев путем установки скошенных прокладок или подтяжки отдельных болтов не разрешается. Отремонтированная арматура должна свободно и легко открываться и плотно закрываться.

При замене сальниковой набивки задвижек набивку следует закладывать отдельными кольцами, смещая стыки колец на 120° , внутренние диаметры колец должны быть равны диаметру вала. Стыки колец сальниковой набивки срезают под углом 45° . Утечка воды через сальник не допускается. Ход шпинделя в задвижках должен быть легким. На фланцевых соединениях трубопроводов горячей воды устанавливают прокладки из клингерита или паронита. Внутренний диаметр прокладки не должен быть меньше внутреннего диаметра трубопровода. Устранение неплотностей во фланцевых соединениях производят подтяжкой болтов или заменой новыми прокладками.

При установке рычажных предохранительных клапанов необходимо, чтобы груз соответствовал расчетным данным, а положение его было строго зафиксировано стопорным болтом. Шток золотника должен находиться в строго вертикальном положении. В обратных клапанах пропуск воды обратным током устраняют очисткой клапана от загрязнений, сменой (при необходимости) шарнира, заслонки или притиркой седла клапана. Грязевик необходимо устанавливать так, чтобы внутренний патрубок с сеткой был на стороне выхода воды из грязевика. Задвижки после ремонта (до их монтажа на трубопроводах) подвергают гидравлическим испытаниям под давлением. Испытания задвижек проводят при двух положениях уплотнительных колец: при открытом положении с заглушенным фланцем задвижки (для проверки плотности сальников и корпуса задвижки), и при закрытом положении задвижки (для проверки плотности притирки колец). Падение давления в течение 5 мин не допускается.

Ремонт водоподогревателей и элеваторов. Ремонт водоподогревателя включает следующие работы: очистку поверхностей теплообменника от накипи и других отложений; проверку плотности водо-

подогревателя (плотности вальцовки нагревательных трубок, соединений его отдельных частей между собой и с трубопроводами). Очистку нагревательных трубок теплообменников от коррозионных отложений и продуктов накипеобразования производят гидравлическим, гидропневматическим или химическим способами. После очистки и промывки (или монтажа) подогреватель должен быть проверен на плотность под давлением. При обнаружении течи в вальцовке или в самих трубках следует произвести подвальцовку трубок или замену их новыми. Установка заглушек на неисправные трубки не допускается. Секции водоподогревателей (при их замене) должны быть установлены горизонтально по уровню и надежно закреплены хомутами. Затяжку болтов на фланцах калачей и патрубков необходимо производить равномерно во избежание образования зазора.

Ремонт элеватора предусматривает: контроль внутреннего состояния смесительной камеры, горловины, диффузора и сопла; очистку их от накипи и других отложений химическим или механическим способом, шлифовку сопла и камеры смещения; проверку диаметра и длины сопла (при необходимости замену сопла); испытание на плотность. Диаметр сопла элеватора должен соответствовать расчетному. Горловины входного и выходного отверстий элеватора должны быть соосны. Сопло должно быть установлено так, чтобы обеспечить плотность прилегания его к входному фланцу элеватора (выточка на входном фланце должна быть строго перпендикулярна к оси проточной части, а фланец — к оси сопла). Конус элеватора должен входить в расточку переднего фланца элеватора со стороны подающей трубы. Фланец трубы должен обеспечить плотное примыкание конуса перед элеватором.

Ремонт насосного оборудования. Ремонт насосов предусматривает выполнение следующих работ: очистку, промывку и ревизию всех деталей; замену или восстановление основных деталей насоса; контроль осевого разбега ротора и зазоров в уплотнениях и подшипниках; замену подшипников; проверку вала (при необходимости его шлифовку и правку); замену сальниковых уплотнений; статическую балансировку рабочего колеса; сборку насоса, центровку с электродвигателем.

При ремонте ручных насосов должны быть произведены: проверка, очистка и притирка клапанов и цилиндров насосов; набивка сальников; установка прокладок крышек и других собранных на болтах частей насоса, исключающих возможность подсоса воздуха при работе насоса.

При разборке и сборке насосов запрещается использовать зубила, ломы, слесарные молотки. Для разборки следует применять съемные скобы, ключи, медные молотки. При их отсутствии разрешается пользоваться слесарным молотком с применением деревянных прокладок. При разборке и монтаже насосов обязателен тщательный осмотр деталей для выявления возможных трещин, раковин, пере-

косов, недопустимых зазоров, загрязнений в ходовых частях. Все части агрегата перед сборкой должны быть тщательно протерты чистой ветошью, смоченной керосином. Ржавчина с шеек и других частей должна быть обязательно удалена.

Вращающиеся детали насоса не должны иметь забоин, заусенцев, трещин. Радиальный зазор внутреннего кольца подшипника должен быть не более 0,2 мм. Прогиб вала не должен превышать 1 мм. Трещины, разрушения сепараторов не допускаются. Биение пояса уплотнения рабочего колеса на валу насоса должно быть не более 0,12 мм. Ротор насоса должен свободно вращаться (за муфту) без заеданий. После монтажа насосов и электродвигателей следует проверить правильность центровки насоса и электродвигателя щупом радиального зазора между полумуфтами и электродвигателями в четырех диаметрально противоположных точках, при этом вращение валов насоса и электродвигателя не допускается. Радиальный зазор должен быть в пределах 0,05 — 0,2 мм.

Для достижения необходимой соосности под лапы электродвигателя допускается устанавливать прокладки, число которых не должно превышать двух под каждую лапу. При износе резиновых пальцев упругих муфт более чем на 1/4 их толщины они должны быть заменены новыми. Дрожание, вибрация и шум при работе агрегатов должны быть устранены выравниванием положения насоса по уровню, укреплением и подтяжкой фундаментных болтов, при необходимости ремонтом фундамента, заделкой в нем трещин, постановкой эластичных прокладок под корпус насоса или установкой вибровставок.

Напорные и всасывающие трубопроводы насосов должны иметь собственные опоры и не передавать усилий на насос. Фундамент агрегата должен покоиться на песчаной подушке и не иметь соприкосновений с полом, фундаментом и стенами здания. Перед пуском насоса проверяют наличие масла в картере (опорном кронштейне). Масляная ванна должна быть заполнена чистым маслом до уровня, отмеченного на рисках маслоуказателя. Пуск насоса производят при закрытой напорной задвижке. После пуска насоса осуществляют контроль температуры подшипников. Установившаяся температура не должна превышать 60 — 70 °С. Также необходимо проверить состояние сальников насоса. При правильной подтяжке через сальник может просачиваться рабочая жидкость каплями или тонкой струйкой. Затяжку сальников следует производить равномерно, не допуская их перетяжки. Не допускается работа насоса при закрытой напорной задвижке свыше 2 мин и регулирование работы насоса задвижкой, установленной на всасывающем трубопроводе.

Теплоизоляционные работы. Технологические трубопроводы, корпуса задвижек, фланцевые соединения, водоподогреватели, элеваторы и другое оборудование теплового пункта подлежат тепловой изоляции. Теплоизоляционные работы следует производить после

гидравлических испытаний оборудования теплового пункта. Перед выполнением теплоизоляционных работ металлические поверхности, подлежащие теплоизоляции, должны быть тщательно очищены от пыли, грязи, ржавчины, высушены и покрыты антикоррозионными материалами. Теплоизоляция должна плотно прилегать к изолируемой поверхности и надежно закреплена. Теплоизоляцию арматуры и фланцевых соединений следует производить таким образом, чтобы можно было свободно снять болты во фланцевых соединениях.

Ремонт автоматики и контрольно-измерительных приборов.

Работы по ремонту и монтажу электроавтоматики следует выполнять в строгом соответствии с требованиями «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей». Малый капитальный ремонт электроавтоматики теплового пункта предусматривает следующий объем работ: частичную разборку аппаратуры, чистку, промывку и сушку деталей; отбраковку и мелкий ремонт вышедших из строя отдельных деталей аппаратуры; проверку взаимодействия реле и приборов, выдержек времени, работоспособности электронного блока, работоспособности датчиков всех типов, а также проверку и ремонт крепежных деталей; частичный ремонт трехходовых кранов, вентилях; наладку всей схемы автоматики и сигнализации.

Средний капитальный ремонт электроавтоматики предусматривает объем работ малого капитального ремонта, а также наладку оборудования внутриквартальных тепловых сетей.

Объем большого капитального ремонта электроавтоматики включает помимо объема работ среднего капитального ремонта полную разборку датчиков перепада давления, датчиков давления, исполнительных механизмов, редукторов, реле времени с последующей дефектовкой их элементов, а также ремонт или замену изношенных деталей и узлов, замену отдельных приборов на новые или капитально отремонтированные.

Ремонт электронного блока автоматики производят путем замены неисправного блока на новый или капитально отремонтированный блок. Все элементы электроавтоматики должны четко срабатывать. Вибрация, неплотное прилегание сердечников,дребезжание и искрение контактов не допускаются. Аварийные резервные (АВР) насосы включают после снижения располагаемого напора в насосе с использованием дифференциального реле давления. Разность настроек концевого выключателя и выключателя предельного момента электрофицированной задвижки должна быть минимальной.

Электрический монтаж следует выполнять аккуратно, провода должны быть уложены в трубы, на концах труб установлены изоляционные втулки, все провода промаркированы согласно принципиальным схемам. Все элементы электроавтоматики (датчики, реле, ключи и кнопки управления и т.д.) должны быть промаркированы согласно принципиальным схемам. На панели должны быть надписи, поясняющие назначение управляющих элементов (кнопок, ключей,

световых табло). Щиты должны плотно закрываться, иметь внутреннее освещение. Для ремонтного освещения должен быть предусмотрен понижающий трансформатор (220/36 В). Дверцы щитов должны запираются. На щите автоматики должна быть вывешена инструкция по автоматике.

Все манометры после ремонта проверяют и ставят клеймо с датой проверки. Места присоединения манометров следует уплотнять прокладками из кожи или фибры. Приборы должны быть установлены строго вертикально и надежно закреплены. Гильзы для термометров должны быть заполнены маслом, имеющим температуру кипения выше температуры измеряемой среды. Выступающая часть термометра должна быть защищена оправой, не препятствующей свободной выемке термометра. Манометры следует присоединять к трубопроводам с помощью трехходовых кранов для продувки и удаления воздуха. При снятии давления стрелки манометра должны установиться на нуле. Манометры не должны иметь вмятин на корпусе и разбитых стекол.

Ремонт гидроавтоматики. Объем малого капитального ремонта гидроавтоматики включает: частичную разборку, чистку деталей от грязи; мелкий ремонт вышедших из строя отдельных деталей; чистку сопловых и дроссельных отверстий; набивку сальниковых уплотнений вентилей, регуляторов давления и замену резиновых уплотнений; проверку состояния мембран датчиков давления; замену смазки в исполнительных механизмах электроздвижек, в подвижных системах регуляторов.

Объем среднего капитального ремонта гидроавтоматики включает помимо объема работ малого капитального ремонта замену сильфонного узла в регуляторах расхода, а также ремонт уплотнительных поверхностей регуляторов расхода, давления и электроздвижек.

Объем большого капитального ремонта гидроавтоматики включает помимо объема работ среднего капитального ремонта полную разборку всех узлов и деталей гидроавтоматики; чистку узлов и деталей от грязи; дефектовку узлов и деталей; замену или восстановление изношенных деталей; замену регуляторов датчиков новыми или капитально отремонтированными; ремонт уплотнительных поверхностей путем их проточки с последующей притиркой; притирку золотников клапанов; гидравлические испытания регуляторов, здвижек после сборки.

Сальниковое уплотнение регулирующих органов не должно быть тугим, чтобы не затруднять ход штока. При сборке регуляторов прямого действия и регулирующих клапанов должно быть полное закрытие золотников (при двух седельных клапанах одновременно обоих золотников). При монтаже регуляторов прямого действия и регулирующих клапанов необходимо обеспечить установку фланцев трубопровода без перекосов и соосность болтовых отверстий фланцев трубопровода и корпуса клапана. После сборки следует провести

гидравлическое испытание давлением, указанным в техническом паспорте. Для монтажа принимают регуляторы, прошедшие полную ревизию, работоспособность которых гарантирована.

Ремонт электрооборудования. Объем работ при малом капитальном ремонте защитной и пускорегулирующей аппаратуры включает: наружный и внутренний осмотр аппаратуры и ликвидацию видимых повреждений; чистку аппаратуры; выявление дефектных деталей и узлов; их ремонт или замену; затяжку крепежных деталей и клемм; чистку контактов от грязи и наплывов; замену сигнальных ламп и ремонт ее арматуры; восстановление маркировки на щитах, аппаратах, проводах; проверку технического состояния кожухов, рукояток, замков, другой арматуры; замену предохранителей и плавких вставок; проверку аппаратуры на функционирование; проверку целостности пломб на аппаратах; замер сопротивления изоляции электрооборудования.

В объем работ при среднем капитальном ремонте защитной и пускорегулирующей аппаратуры входят следующие виды работ: все виды работ, предусмотренные для малого капитального ремонта; проверка исправности и ремонт подключенной к аппаратуре электропроводки и цепей заземления; проверка соответствия аппаратуры условиям эксплуатации и нагрузки.

Объем работ при большом капитальном ремонте защитной и пускорегулирующей аппаратуры включает: все виды работ, предусмотренные для малого и среднего капитального ремонта; проверку и регулировку хода и нажатия подвижных контактов; ремонт или замену катушек соленоидов и обмоток различного назначения. При ремонте пускорегулирующей аппаратуры допускается использование отдельных исправных деталей и узлов аналогичной демонтированной аппаратуры, не подлежащей дальнейшему использованию.

При установке распределительных щитов расстояние между голыми, находящимися под напряжением частями и металлическими нетокопроводящими частями, должно быть не менее 20 мм по поверхности изоляции и 12 мм по воздуху. В отверстия для прохода проводов в панелях щитов, щитков и других электроконструкциях из токопроводящих материалов должны быть установлены изолирующие втулки. Ножи рубильников должны легко, одновременно и плотно, без зазоров, перекосов и заеданий входить в клеммы. Провода питающей сети следует подключать к верхним неподвижным контактам рубильника. На контактных поверхностях аппаратуры управления (магнитные пускатели, контакторы, автоматы и др.) не должно быть наплывов металла, нагара или обгоревших участков. Все токопроводящие части пускорегулирующих и защитных аппаратов должны быть защищены от случайных прикосновений.

Дверцы ящиков, шкафов и другой аппаратуры должны иметь исправные запоры. Магнитные пускатели следует устанавливать так, чтобы отклонение от вертикали составляло не более 5°. Подвижная

система аппаратов должна иметь легкий ход и включаться (отключаться) без заеданий. Гибкие соединения внутри аппаратов не должны препятствовать свободному ходу подвижной части. Включение аппаратов должно происходить четко, без замедления и застопоривания. Подвижная система при снятии напряжения или при срабатывании реле должна быстро возвращаться в нормальное положение под действием контактных пружин или собственного веса. Допускается незначительное гудение магнитной системы, магнитного пускателя, характерное для исправного аппарата данного типа. Если при включении магнитного пускателя наблюдается слишком сильное гудение его магнитной системы, то необходимо проверить и устранить следующие возможные неисправности: недостаточную затяжку винтов сердечника; повреждение короткозамкнутого витка; чрезмерное нажатие контактов; неплотное прилегание якоря к сердечнику.

Места соединений и ответвлений проводов и кабелей не должны испытывать механических усилий. В местах соединений и ответвлений жилы проводов и кабелей должны иметь изоляцию, равноценную изоляции жил целевых мест этих проводов и кабелей. В местах выхода из жестких труб и гибких металлических рукавов провода следует защищать от повреждений. Присоединение проводов и кабелей к электроприемникам и установочной арматуре следует производить с помощью наконечников или специальных зажимов. Одножильные провода сечением до 10 мм^2 и многожильные сечением до $2,5 \text{ мм}^2$ (медной и алюминиевой жилой) можно присоединять без наконечников. Скрытая и открытая прокладка электропроводки по нагреваемым поверхностям не допускается. В местах пересечения электропроводки, закрепленной к основанию с температурными и осадочными швами, должны быть предусмотрены компенсирующие устройства.

Расстояния от открыто проложенных внутри зданий проводов и кабелей, а также от распаечных коробок скрытой прокладки проводов до стальных трубопроводов при параллельной прокладке проводов должны быть не менее 100 мм . Пересечения трубопроводов с незащищенными и защищенными проводами следует выполнять на расстоянии от них не менее 50 мм . Крепление незащищенных проводов металлическими бандажами и скобами необходимо выполнять с применением изоляционных прокладок. Прокладку незащищенных изолированных проводов на роликах и изоляторах следует производить на высоте не менее $2,5 \text{ м}$ от уровня пола. Снижение указанной высоты до 2 м допускается в помещениях без повышенной опасности.

Открытую прокладку плоских проводов следует производить по сгораемым основаниям, покрытым сухой тисовой или мокрой штукатуркой; по несгораемым основаниям; по сгораемым основаниям с прокладкой листового асбеста толщиной 3 мм .

Скрытую прокладку плоских проводов необходимо выполнять по несгораемым основаниям в заштукатуриваемой борозде или покры

той штукатуркой; в каналах и пустотах негорюемых строительных конструкций. В местах присоединения жил проводов надлежит предусматривать запас провода, обеспечивающий возможность повторного присоединения. Места соединений и ответвлений проводов и кабелей должны быть доступны для осмотра и ремонта.

Прокладка проводов и вторичных цепей в камерах распределительных устройств, на панелях щитов и в пультах должна быть выполнена из изолированных проводов с негорючей изоляцией непосредственно по металлическим или изоляционным поверхностям вплотную друг к другу; свободно пучками или пакетами как в вертикальном, так и в горизонтальном направлении без жесткого крепления к панели по всей длине; скрыто в коробках, а также в трубах, имеющих антикоррозионное покрытие или окраску (крепление проводов не требуется); напрямую прокладкой проводов с задней стороны панели щита кратчайшим путем от одного зажима к другому без крепления проводов к панели. Слаботочные провода на щитах диспетчеризации и связи следует прокладывать пучками. Соединение слаботочных проводов и присоединение их к аппаратам необходимо выполнять пайкой или с помощью специальных наконечников и гильз. Соединение медного и алюминиевого проводов в одном зажиме под один винт не допускается.

Провода и жилы кабелей, подключаемые к зажимам приборов и аппаратов, а также зажимы должны иметь прочную и четко выполненную маркировку в соответствии с принципиальной электрической схемой или проектом. Жилы проводов и кабелей должны быть оконцованы отрезками из поливинилхлоридной трубки, маркировочные надписи на которых следует выполнять несмываемой краской, штамповкой, несмываемыми чернилами. Законченные работы по электропроводке должны сдаваться заказчику комплектно со смонтированным электрооборудованием при обязательном предъявлении протокола по замеру сопротивления изоляции электропроводок и кабелей.

Заземляющие устройства должны быть подвергнуты тщательному осмотру, а также проверке соответствия их требованиям правил технической эксплуатации и данным проекта. При этом следует контролировать правильность конструктивного исполнения сечения, заземляющих проводок, надежность присоединений их к заземляемым элементам, а также производить измерение сопротивления заземлителей, проверку наличия цепи между заземлителями и заземленными элементами. В тепловом пункте должны быть заземлены корпуса электродвигателей и светильников; каркасы щитов и шкафов, металлические оболочки силовых кабелей и проводов, стальные трубы электропроводки, а также другие металлические конструкции, связанные с установкой электрооборудования. Каждый заземляющий элемент электроустановки должен быть присоединен к заземлителю или к заземляющей магистрали с помощью отдельного ответвления.

Контактные поверхности на заземляемом электрооборудовании в местах присоединения заземляющих проводов должны быть зачищены до металлического блеска и покрыты тонким слоем вазелина.

Присоединение заземляющего провода к металлическому корпусу щитка, коробки, пульта и т. п. следует осуществлять припайкой (сваркой) или с помощью винта (болта), обеспечивая надежный контакт.

Заземляющие провода должны иметь поперечное сечение: для медной жилы не менее 4 мм^2 , для алюминиевого провода не менее 6 мм^2 . Сопротивление защитного заземления не должно превышать 4 Ом . При сдаче заземляющих устройств в эксплуатацию должны быть предъявлены исполнительные чертежи и схемы устройств; акты на скрытые работы, акты проверки открыто проложенных заземляющих проводников, протоколы измерения сопротивления заземлителей; протоколы наличия цепи между заземлителями и заземляющим оборудованием, протоколы измерения сопротивления изоляции электросетей и обмоток электрооборудования. На каждое заземляющее устройство должен быть заведен паспорт, содержащий схему устройства, основные технические и расчетные данные, сведения о результатах осмотров и испытаний, о произведенных ремонтах и внесенных изменениях.

Ремонт электродвигателей предусматривает: очистку наружных поверхностей от грязи, пыли и масла, разборку электродвигателя в нужном для ремонта объеме, замену подшипников, замену смазки, осмотр и очистку вентиляционных устройств, осмотр, очистку и продувку сжатым воздухом статорных и роторных обмоток, коллекторов, проверку состояния и надежности крепления обмоток и устранение дефектов, устранение местных повреждений изоляции обмоток статора и ротора, сушку обмоток (если сопротивление изоляции ниже $0,5 \text{ МОм}$); подтяжку крепежных соединений, при необходимости замену крепежных деталей, ремонт вала (торцовку, исправление центровых отверстий, устранение прогиба, восстановление диаметра шеек вала и посадочных мест, зачистку заусениц, забоин); сборку электродвигателя, измерение зазоров между сталью ротора и статора, проверку сопротивления изоляции обмоток между собой и относительно корпуса, контроль работы на холостом ходу и под нагрузкой.

Ремонт электродвигателей нецелесообразен в следующих случаях: разбиты корпус или подшипниковые щиты, отбита одна из «лап», повреждена активная сталь (более 25%); имеются значительные повреждения механических узлов. Электродвигатели должны быть установлены и сцентрированы так, чтобы их работа не вызывала высокой вибрации или шума. Все вновь смонтированные электродвигатели перед сдачей в эксплуатацию должны быть подвергнуты проверке в целях выяснения: не задевают ли вращающиеся части электродвигателя неподвижных частей, не нагреваются ли выше допустимого все трущиеся части электродвигателя, нет ли сильной

вибрации, не нагреваются ли отдельные части обмоток, правильно ли выбрано направление вращения электродвигателя (правильность соединения подводящих питающих проводов с выводами электродвигателя), хорошо ли заземлен корпус электродвигателя. При монтаже электродвигателя, сочленяемого с насосом посредством эластичной муфты, необходимо обеспечить соосность валов. После монтажа электродвигателя с насосом проверить свободное (без задеваний) вращение валов. Каждый электродвигатель должен быть снабжен отдельным аппаратом управления в виде пускателя, автомата. Защита электродвигателей автоматами и предохранителями должна выполняться на всех фазах.

Правила приемки теплового пункта после капитального ремонта. После проведения большого капитального ремонта приемка теплового пункта должна осуществляться представителем эксплуатирующей организации в присутствии исполнителя работ и представителя теплоснабжающей организации с оформлением акта. После проведения среднего или малого капитальных ремонтов приемка теплового пункта производится представителем эксплуатационной организации в присутствии исполнителя работ. При сдаче теплового пункта после капитального ремонта должны быть предъявлены следующие документы: протокол измерения сопротивления изоляции электросетей и обмоток электрооборудования, протокол проверки цепи между заземлителями и заземляемыми элементами электрооборудования, протокол измерения сопротивления заземляющего устройства, акты на скрытые работы, акты на промывку и опрессовку оборудования, заполненная ремонтная карта, оперативный журнал, паспорт теплового пункта.

После проведения капитального ремонта инженерное оборудование теплового пункта должно отвечать следующим требованиям: все оборудование без исключения должно находиться в рабочей состоянии; насосы, электродвигатели, водоподогреватели задвижки и прочее оборудование должны быть промаркированы согласно принципиальной схеме теплового пункта с указанием кратких характеристик и даты установки; технологические трубопроводы должны быть изолированы и окрашены. На всех трубопроводах должны быть нанесены стрелки, указывающие направление потока. Реле, магнитные пускатели должны четко срабатывать; вибрация, неплотности прилегания сердечников,дребезжание и искрение контактов не допускается.

Все элементы электроавтоматики (датчики, регулирующие приборы, пускатели, ключи, кнопки управления и т.д.), а также электропровода должны быть промаркированы согласно принципиальной схеме. Силовое электрооборудование должно быть защищено от коротких замыканий и перегрузок, а все электрооборудование надежно заземлено. Тепловой пункт должен быть полностью укомплектован исправными и проверенными контрольно-измерительными приборами и защитными средствами.

При невыполнении требований к оборудованию теплового пункта после капитального ремонта по результатам работ комиссии организация, выполняющая ремонт, должна устранить недоделки в кратчайшие сроки, после чего тепловой пункт повторно представляется комиссии для приема.

4.7. Правила техники безопасности при ремонте тепловых сетей и теплопотребляющего оборудования

Организация ремонтной площадки, участков работ и рабочих мест должна обеспечивать безопасность труда работающих на всех этапах выполнения ремонтных работ.

Эксплуатация грузоподъемных машин должна производиться с учетом требований «Правил устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов», утвержденных Ростехнадзором.

Пожарная безопасность на участке ремонтных работ должна обеспечиваться в соответствии с требованиями «Правил пожарной безопасности при производстве строительно-монтажных работ» и «Правил пожарной безопасности при производстве сварочных и других огневых работ», а также с требованиями ГОСТ 12.1.004—91 «Пожарная безопасность. Общие требования».

Электробезопасность на участке работ и рабочем месте должна обеспечиваться в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.013—78 «Строительство. Общие требования».

Участок работ и рабочее место в темное время суток должны быть освещены в соответствии с «Инструкцией по проектированию электрического освещения строительных площадок».

Требования правил технической и пожарной безопасности должны быть отражены в проекте производства ремонтных работ на конкретном объекте теплосети.

С трубопроводов, отключенных для ремонта, перед началом работ необходимо снять давление и освободить их от воды (пара). Вся отключающая арматура должна находиться в закрытом состоянии, должны быть вывешены знаки безопасности: «Не открывать — работают люди». Вентили открытых дренажей, соединенных непосредственно с атмосферой, должны быть открыты.

Открывать и закрывать задвижки и вентили необходимо специальными приспособлениями, применять для этого рычаги (лопаты, трубы и т.д.) запрещается. При ослаблении болтов фланцевых соединений трубопроводов необходимо предотвратить выпадения из фланцев металлических прокладок и измерительных шайб и падение их вниз. При недостаточной плотности отключающей фланцевой арматуры устанавливают заглушки с хорошо видимыми хвостовиками.

При опробовании и прогреве трубопроводов после ремонта подтяжку болтов фланцевых соединений следует производить при из-

быточном давлении не выше 0,5 МПа (5 кгс/см²). Сальники стальных компенсаторов следует подтягивать при давлении не выше 1,2 МПа осторожно, чтобы не сорвать болты. Набивку сальников, компенсаторов и арматуры допускается производить при избыточном давлении в трубопроводах не более 0,02 МПа и температуре теплоносителя не выше 45 °С. Заменять сальниковую набивку компенсаторов разрешается после полного опорожнения трубопроводов.

На всех фланцевых соединениях болты следует затягивать постепенно, поочередно с диаметрально противоположных сторон.

Правила техники безопасности при работе внутри подземных сооружений. В подземных сооружениях наиболее часто обнаруживаются такие взрывоопасные и вредные для здоровья человека газы, как метан, пропан, бутан, пропилен, бутилен, оксид углерода, углекислый газ, сероводород и аммиак.

Метан CH_4 (болотный газ) — бесцветный горючий газ, без запаха, легче воздуха. Проникает в подземные сооружения из почвы. Образуется при медленном разложении без доступа воздуха растительных веществ: при тлении клетчатки под водой (в болотах, стоячих водах, прудах) или разложении растительных остатков. Метан является составной частью промышленного газа и при неисправном газопроводе может проникать в подземные сооружения. Не ядовит, но его присутствие уменьшает количество кислорода в воздушной среде подземных сооружений, что приводит к нарушению нормального дыхания при работах в этих сооружениях. При содержании метана в воздухе 5—15 % по объему образуется взрывоопасная смесь.

Пропан C_3H_8 , бутан C_4H_{10} , пропилен C_3H_6 и бутилен C_4H_8 — бесцветные горючие газы, тяжелее воздуха, без запаха, трудно смешиваются с воздухом. Вдыхание пропана и бутана в небольших количествах не вызывает отравления. Пропилен и бутилен оказывают наркотическое воздействие.

Оксид углерода CO — бесцветный газ, без запаха, горючий и взрывоопасный, немного легче воздуха. Оксид углерода чрезвычайно ядовит. Физиологическое воздействие оксида углерода на человека зависит от его концентрации в воздухе и длительности вдыхания.

Вдыхание воздуха, содержащего оксид углерода выше предельно допустимой концентрации, может привести к отравлению и даже к смерти. При содержании в воздухе 12,5—75 % по объему оксида углерода образуется взрывоопасная смесь.

Углекислый газ CO_2 (диоксид углерода) — бесцветный газ, без запаха, с кисловатым вкусом, тяжелее воздуха. Проникает в подземные сооружения из почвы. Образуется в результате разложения органических веществ, а также в резервуарах (баки, бункеры и др.) при наличии в них угля вследствие его медленного окисления. Попадая в подземное сооружение, углекислый газ вытесняет воздух, заполняя с самого низа пространство подземного сооружения. Угле-

кислый газ не ядовит, но обладает наркотическим действием и способен раздражать слизистые оболочки. При высоких концентрациях вызывает удушье вследствие уменьшения содержания кислорода в воздухе.

Сероводород H_2S — бесцветный горючий газ, имеет запах тухлых яиц, несколько тяжелее воздуха. Ядовит, действует на нервную систему, раздражает дыхательные пути и глаза. При содержании в воздухе сероводорода 4,3 — 4,5 % по объему образуется взрывоопасная смесь.

Аммиак NH_3 — бесцветный горючий газ с резким характерным запахом, легче воздуха, ядовит, раздражает глаза и дыхательные пути, вызывает удушье. При содержании в воздухе аммиака 15 — 28 % по объему образуется взрывоопасная смесь.

Водород H_2 — бесцветный горючий газ, без вкуса и запаха, намного легче воздуха. Водород — физиологически инертный газ, но при высоких концентрациях вызывает удушье вследствие уменьшения содержания кислорода. При соприкосновении кислотосодержащих реагентов с металлическими стенками емкостей, не имеющих антикоррозионного покрытия, образуется водород. При содержании в воздухе водорода 4 — 75 % по объему образуется взрывоопасная смесь.

Кислород O_2 — бесцветный газ, без запаха и вкуса, тяжелее воздуха. Токсичными свойствами не обладает, но при длительном вдыхании чистого кислорода (при атмосферном давлении) наступает смерть вследствие развития плеврального отека легких. Кислород не горюч, но является основным газом, поддерживающим горение веществ. Высокоактивен, соединяется с большинством химических элементов. С горючими газами кислород образует взрывоопасные смеси.

При работе внутри подземного газоопасного сооружения обязательно должны применяться спасательные пояса с наплечными ремнями, имеющими со стороны спины кольца для крепления спасательной веревки. Пояс должен подгоняться таким образом, чтобы кольцо располагалось не ниже лопаток. Применение поясов без наплечных ремней запрещается. Другой конец веревки должен быть в руках наблюдающего.

Каждый рабочий при выполнении работ в подземном сооружении должен иметь шланговый или изолирующий противогаз. Применение фильтрующих противогазов не допускается. Воздухозаборные патрубки противогаза должны быть расположены с наветренной стороны от места выделения вредных веществ. При отсутствии вентилятора длина шланга должна быть не более 15 м. Противогазы проверяют на герметичность перед каждым использованием: при надетом противогазе конец гофрированной трубки крепко зажимают рукой, и если дышать невозможно, противогаз исправен. Спасательные пояса с кольцами для карабинов испытываются грузом массой 200 кг в тече-

ние 15 мин. Удлинение веревки после испытаний оформляется актом. На пояса и веревки вывешиваются бирки с отметкой даты следующих испытаний.

Правила техники безопасности при работе на высоте. Элементы оборудования, расположенные на высоте более 1,5 м от уровня пола (рабочей площадки), следует обслуживать со стационарных площадок с ограждениями и лестницами. Лестницы и площадки должны быть ограждены перилами высотой не менее 1 м с бортовым элементом по низу перил высотой не менее 140 мм. Небольшие по объему и непродолжительные работы на высоте до 4 м могут выполняться с лестниц и стремянок. Запрещается производить сварочные работы, работы с применением электрического и пневмоинструмента с приставных переносных лестниц и стремянок. Для выполнения таких работ следует применять леса и стремянки с верхними площадками, огражденными перилами.

Правила техники безопасности при обслуживании и ремонте тепловых пунктов. Эксплуатация и ремонт теплотехнического оборудования тепловых пунктов связаны с перемещением тяжелых грузов (в том числе подъемом их на высоту, производством работ на высоте), с работой вблизи токопроводов высокого напряжения, вблизи вращающихся механизмов, с использованием электрифицированных инструментов, газо- и электросварочного оборудования, с эксплуатацией и ремонтом оборудования, транспортирующим воду высокой температуры и давления.

Обеспечение надлежащих условий труда и техники безопасности осложняется при текущем ремонте без отключения потребителей и наличия одновременно нескольких работников различных специальностей. За соблюдение правил, норм и инструкций по технике безопасности и производственной санитарии отвечают инженерно-технические работники. Руководство охраной труда и ответственность за ее состояние возложены на главных инженеров эксплуатирующих и ремонтных организаций.

К проведению осмотра, технического обслуживания и ремонта инженерных систем и оборудования тепловых пунктов допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинское освидетельствование, а также обучение по соответствующей программе и аттестованные квалификационной комиссией. Перед первичным допуском к работе обслуживающий персонал должен пройти вводный инструктаж, а также инструктаж по безопасным методам работы непосредственно на рабочих местах.

Повторный инструктаж по технике безопасности на рабочем месте должен производиться мастером участка ежеквартально, не позднее 10 числа следующим за кварталом месяца. Повторная проверка знаний инструкций по технике безопасности у обслуживающего персонала проводится комиссией специализированного управления не реже одного раза в год. Лица, проводящие осмотр, техническое обслужи-

вание и ремонт инженерных систем и оборудования тепловых пунктов, должны помнить, что небрежные или неумелые действия могут привести к выводу из строя оборудования, к травмам или поражению электрическим током.

Перед началом работы обслуживающий персонал должен выполнить следующие процедуры: надеть спецодежду; включить основное освещение помещений теплового пункта; проверить наличие и исправность рабочего инструмента, приспособлений, защитных и противопожарных средств.

Во время осмотра и технического обслуживания оборудования теплового пункта обслуживающий персонал должен строго выполнять требования правил эксплуатации и техники безопасности, изложенные в должностных инструкциях, при обнаружении неисправностей в работе оборудования доложить об этом диспетчеру участка и с его разрешения принять меры по их устранению. При невозможности устранить неисправность своими силами обслуживающий персонал должен вызвать через диспетчера аварийную бригаду и до их приезда принять меры по предотвращению аварийной ситуации. Включение (отключение) оборудования, а также абонентских присоединений, изменяющих установленный режим работы оборудования теплового пункта, необходимо выполнять только по распоряжению мастера участка или диспетчера. Работы по техническому обслуживанию и устранению неисправностей в работе следует проводить только на отключенном оборудовании (при снятых напряжениях сети, давлении в магистрях и т.д.). Непосредственно у фланцевых соединений и чугунной арматуры во время осмотра и технического обслуживания следует находиться не дольше, чем это требуется для снятия показаний контрольно-измерительных приборов или для проведения обслуживания.

Проверку состояния электрооборудования, его профилактический ремонт, замену перегоревших предохранителей и электрических ламп должен производить специально обученный обслуживающий персонал. Обслуживание вращающихся механизмов (насосов, вентиляторов, электродвигателей) осуществляют только после того, как обслуживающий персонал лично убедится в надежности их отключения.

При проведении технического обслуживания запрещается: производить какие-либо ремонтные работы на электрооборудовании без снятия напряжения; пользоваться неисправным рабочим инструментом и приспособлениями; производить работы без спецодежды; пользоваться неисправными и непроверенными защитными средствами; использовать в работе неисправные и самодельные лестницы или стремянки; пользоваться для освещения переносными лампами напряжением свыше 36 В; производить какие-либо работы по устранению неисправностей на трубопроводах и арматуре, находящейся под давлением; производить работы на вращающихся частях электро-

двигателей и насосов; смазывать и подтягивать сальники уплотнений на действующем оборудовании; применять этилированный бензин для промывки деталей; хранить в помещении теплового пункта легковоспламеняющиеся материалы; применять рычаги при закрытии и открытии вентилей и задвижек; хранить какие-либо предметы в электрических шкафах и пультах.

Наладочные и ремонтные работы, а также присоединение и отсоединение проводов в действующих электроустановках теплового пункта необходимо проводить только при снятии напряжения. В случае невозможности по каким-либо причинам выполнения этого требования работу должны производить два квалифицированных электромонтера, при этом необходимо соблюдать следующие условия:

- работать в диэлектрических перчатках и галошах или стоя на изолирующей подставке, специальным инструментом с изолирующими ручками;
- при ремонте токоведущих частей одной фазы, во избежание прикосновения к частям другой фазы, необходимо установить между фазами ограждение из сухого картона или другого изоляционного материала;
- в случае необходимости прикосновения к токоведущим частям запрещено касаться окружающих предметов (стен, перегородок, труб, балок и т.п.), а также людей, стоящих на неизолированных подставках.

Без снятия напряжения запрещается работать в помещениях: сырых, с токопроводящими полами (плиточные, бетонные и т.п.), с токопроводящей пылью, едкими парами, пожаро- и взрывоопасных. Временную проводку для освещения рабочих мест на лесах, подмостях и других сооружениях необходимо выполнять изолированным проводом и подвешивать ее на высоте не менее 2,5 м от земли, пола или настила. В случае невозможности выдерживать указанное расстояние электропроводку необходимо оградить деревянным коробом или заключить в металлические трубы для защиты от механических повреждений.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие виды работ входят в состав планово-предупредительного ремонта тепловых сетей?
2. Какие операции включает перечень основных работ при текущем и капитальном ремонтах тепловых сетей?
3. Какие особенности следует учитывать при проектировании организации и технологии работ по ремонту тепловых сетей?
4. Как обеспечивается защита от грунтовых вод при ремонте тепловых сетей?
5. В какой последовательности производят работы по засыпке траншей при бесканальной прокладке трубопроводов?

6. Какие виды сварки используют при ремонте тепловых сетей?
7. Для чего применяют наружные центраторы и каково их устройство?
8. Каков порядок проведения гидравлического испытания теплопроводов?
9. Что предусматривает текущий ремонт теплового пункта?
10. Какие работы выполняются при ремонте водоподогревателей тепловых пунктов?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Баранов П. А.* Эксплуатация и ремонт паровых и водогрейных котлов. — М. : Энергоатомиздат, 1986. — 264 с.
2. Изготовление и ремонт объектов котлонадзора: Справочник / [П. А. Антикайн и др.]. — М. : Metallurgiya, 1988. — 624 с.
3. *Капелович Б. Э.* Эксплуатация и ремонт паротурбинных установок / Б. Э. Капелович, И. Г. Логинов. — М. : Энергоатомиздат, 1988. — 174 с.
4. Наладка и эксплуатация водяных тепловых сетей: Справочник / [В. И. Манюк и др.]. — М. : Стройиздат, 1988. — 432 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. Правила устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды. ПБ 10-573—03. — СПб. : ЦОТПБСП, 2003. — 106 с.
7. Справочник строителя тепловых сетей / [С. Е. Захаренко и др.] ; под общ. ред. С. Е. Захаренко. — М. : Энергоатомиздат, 1984. — 185 с.
8. *Цешковский А. А.* Специализированный ремонт котельных агрегатов. — М. : Высшая школа, 1970. — 224 с.
9. *Шумов В. В.* Аварийно-восстановительные работы на трубопроводах тепловых сетей. — СПб. : Энергоатомиздат, 1992. — 136 с.
10. *Эстеркин Р. И.* Эксплуатация, ремонт, наладка и испытания теплотехнического оборудования. — СПб. : Энергоатомиздат, 1991. — 304 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.....	3
Глава 1. Организация и планирование ремонтов теплотехнического оборудования.....	4
1.1. Виды ремонтов и их планирование	4
1.2. Организация ремонтов теплотехнического оборудования	7
1.3. Приемка оборудования после ремонта	9
Глава 2. Ремонт котельных установок	11
2.1. Подготовка и организация ремонта	11
2.2. Оборудование, инструмент и средства механизации ремонтных работ	14
2.2.1. Металлические леса и подъемные устройства.....	14
2.2.2. Такелажные работы, машины, оборудование и оснастка	21
2.3. Вывод котла в ремонт	29
2.4. Ремонт элементов котлоагрегата.....	30
2.4.1. Повреждения трубной системы котла.....	30
2.4.2. Замена поврежденных труб и змеевиков.....	32
2.4.3. Ремонт труб на месте установки	34
2.4.4. Ремонт вальцовочных соединений	38
2.4.5. Ремонт креплений труб и змеевиков	39
2.4.6. Повреждения и ремонт барабанов котлов низкого и среднего давлений.....	41
2.4.7. Ремонт барабанов котлов высокого давления	46
2.4.8. Ремонт чугунных экономайзеров.....	49
2.4.9. Повреждения и ремонт трубчатых воздухоподогревателей...	50
2.4.10. Ремонт горелок и форсунок.....	52
2.5. Заключительные работы по ремонту котла	54
2.5.1. Подготовка котла к послеремонтным испытаниям.....	54
2.5.2. Гидравлическое испытание котла после ремонта	54
2.5.3. Опробование котла на паровую плотность	54
Глава 3. Ремонт вращающихся механизмов	58
3.1. Ремонт сборочных единиц вращающихся механизмов.....	58
3.1.1. Ремонт прессовых соединений	58
3.1.2. Ремонт полумуфт.....	61
3.1.3. Ремонт зубчатых передач	61
3.1.4. Ремонт червячных передач	66
3.1.5. Ремонт подшипников скольжения	68
3.1.6. Ремонт подшипников качения	74

3.1.7. Центровка валов	77
3.2. Ремонт дымососов и вентиляторов	82
3.3. Ремонт оборудования пылеприготовления	87
3.3.1. Ремонт углеразмольных шаровых барабанных мельниц	87
3.3.2. Ремонт молотковых мельниц	93
3.3.3. Ремонт питателей топлива	96
3.3.4. Ремонт питателей пыли	100
3.3.5. Ремонт сепараторов и циклонов	103
3.4. Ремонт насосов	105
Глава 4. Ремонт тепловых сетей	117
4.1. Повреждения тепловых сетей	117
4.2. Виды ремонтов тепловых сетей	120
4.2.1. Текущий ремонт тепловых сетей	123
4.2.2. Капитальный ремонт тепловых сетей	124
4.2.3. Планирование ремонта	126
4.2.4. Ремонтная документация	127
4.3. Организация ремонта тепловых сетей	131
4.3.1. Особенности производства работ при ремонте тепловых сетей	131
4.3.2. Организация труда	132
4.4. Работы, выполняемые при ремонте тепловых сетей	134
4.4.1. Земляные работы	134
4.4.2. Сварочно-монтажные работы	143
4.4.3. Монтажные работы при замене трубопроводов тепловых сетей	154
4.4.4. Испытание и промывка теплопроводов	165
4.5. Сдача и приемка в эксплуатацию тепловых сетей	168
4.6. Ремонт тепловых пунктов	172
4.6.1. Текущий ремонт теплового пункта	172
4.6.2. Капитальный ремонт теплового пункта	177
4.7. Правила техники безопасности при ремонте тепловых сетей и теплопотребляющего оборудования	190
Список литературы	197

Учебное издание

**Боровков Валерий Михайлович,
Калютик Александр Антонович,
Сергеев Виталий Владимирович**

**Ремонт теплотехнического оборудования
и тепловых сетей**

Учебник

Редактор *Т. Ф. Мельникова*
Технический редактор *О. Н. Крайнова*
Компьютерная верстка: *Л. А. Смирнова*
Корректор *А. Б. Глазкова*

Изд. № 103113988. Подписано в печать 12.08.2013. Формат 60×90/16.
Гарнитура «Ньютон». Бумага офсетная. Печать офсетная. Усл. печ. л. 13,0.
Тираж 1 000 экз. Заказ № 34670.

ООО «Издательский центр «Академия». www.academia-moscow.ru
129085, Москва, пр-т Мира, 101В, стр. 1.
Тел./факс: (495) 648-0507, 616-00-29.

Санитарно-эпидемиологическое заключение № РОСС RU. АЕ51. Н 16476 от 05.04.2013.

Отпечатано в соответствии с качеством предоставленных издательством
электронных носителей в ОАО «Саратовский полиграфкомбинат».
410004, г. Саратов, ул. Чернышевского, 59. www.sarpk.ru



Издательский центр «Академия»

Учебная литература
для профессионального
образования

Наши книги можно приобрести (оптом и в розницу)

Москва:

129085, Москва, пр-т Мира, д. 101в, стр. 1
(м. Алексеевская)
Тел.: (495) 648-0507, факс: (495) 616-0029
E-mail: sale@academia-moscow.ru

Филмалы:

Северо-Западный

194044, Санкт-Петербург, ул. Чутунная,
д. 14, оф. 319
Тел./факс: (812) 244-92-53
E-mail: spboffice@acadizdat.ru

Приволжский

603101, Нижний Новгород, пр. Молодежный,
д. 31, корп. 3
Тел./факс: (831) 259-7431, 259-7432, 259-7433
E-mail: pf-academia@bk.ru

Уральский

620142, Екатеринбург, ул. Чапаева, д. 1а, оф. 12а
Тел.: (343) 257-1006
Факс: (343) 257-3473
E-mail: academia-ural@mail.ru

Сибирский

630009, Новосибирск, ул. Добролюбова, д. 31, корп. 4, а/я 73
Тел./факс: (383) 362-2145, 362-2146
E-mail: academia_sibir@mail.ru

Дальневосточный

680038, Хабаровск, ул. Серышева, д. 22, оф. 519, 520, 523
Тел./факс: (4212) 56-8810
E-mail: filialdv-academia@yandex.ru

Южный

344082, Ростов-на-Дону, ул. Пушкинская,
д. 10/65
Тел.: (863) 203-5512
Факс: (863) 269-5365
E-mail: academia-UC@mail.ru

Представительства:

в Республике Татарстан

420034, Казань, ул. Горсоветская,
д. 17/1, офис 36
Тел./факс: (843) 562-1045
E-mail: academia-kazan@mail.ru

в Республике Дагестан

Тел.: 8-928-982-9248

www.academia-moscow.ru



Предлагаем вашему вниманию следующие книги:

М. Д. БАНОВ, В. В. МАСАКОВ, Н. П. ПЛЮСНИНА СПЕЦИАЛЬНЫЕ СПОСОБЫ СВАРКИ И РЕЗКИ

Объем 208 с.

Учебное пособие предназначено для изучения предмета «Технология и оборудование контактной сварки» и является частью учебно-методического комплекта по специальности «Сварочное производство». В учебном пособии отражены проблемы традиционных способов сварки плавлением и давлением. Изложены общие физические основы образования сварного соединения с минимальным расплавлением и деформацией деталей. Подробно описаны специальные способы сварки плавлением (плазменная, электронно-лучевая, лазерная) и давлением (трением, ультразвуковая, холодная, взрывом, импульсом магнитной энергии, диффузионная, прецизионная контактная). Рассмотрены особенности технологии этих видов сварки, оборудование, методы контроля качества сварных соединений, основы техники безопасности, области применения.

Для студентов учреждений среднего профессионального образования. Может быть полезно специалистам машиностроительных предприятий.

В. М. БОРОВКОВ, А. А. КАЛЮТИК ИЗГОТОВЛЕНИЕ И МОНТАЖ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ТРУБОПРОВОДОВ

Объем 240 с.

В учебнике приведены сведения о назначении и условиях работы технологических трубопроводов, их характеристики, классификация и устройство. Рассмотрены материалы и изделия, применяемые для изготовления и монтажа технологических трубопроводов. Описаны способы и средства механизации, оборудование и монтажные приспособления, применяемые при изготовлении и монтаже технологи-

ческих трубопроводов. Приведены методы контроля качества и испытания технологических трубопроводов.

Для студентов учреждений среднего профессионального образования. Может быть полезен специалистам, занимающимся изготовлением и монтажом технологических трубопроводов.

В. М. БОРОВКОВ, А. А. КАЛЮТИК, В. В. СЕРГЕЕВ

ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Объем 224 с.

В учебнике приведены сведения об устройстве, принципах действия, основных параметрах и характеристиках теплотехнического оборудования. Рассмотрена конструкция рекуперативных теплообменных аппаратов непрерывного и периодического действия, регенеративных теплообменных аппаратов, выпарных, дистилляционных, ректификационных, а также сушильных установок. Описаны теплообменные аппараты со смешиванием теплоносителей, трансформаторы теплоты и холодильные установки. Представлена методика теплового, конструктивного и гидравлического расчетов рекуперативных теплообменных аппаратов. Даны основы организации эксплуатации и монтажа теплотехнического оборудования и обеспечения его безаварийной работы.

Для студентов учреждений среднего профессионального образования.

И. А. БУЛАВИНЦЕВА

МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Объем 176 с.

Учебник предназначен для изучения предмета «Машиностроительное производство» и является частью учебно-методического комплекса по дисциплине общепрофессионального цикла специальности «Технология машиностроения». Рассмотрены особенности машиностроительной отрасли и перспективы ее развития, типы производства, производственные процессы и производственная структура машиностроительного предприятия, его основных и вспомогательных цехов (заготовительного, механосборочного, инструментального), транспортно-складского и энергетического хозяйства. Описаны

методы получения заготовок. Изложены вопросы технической подготовки и организации производства и труда.

Для студентов учреждений среднего профессионального образования.

Ю. Н. ВОРОНКИН, Н. В. ПОЗДНЯКОВ

МЕТОДЫ ПРОФИЛАКТИКИ И РЕМОНТА ПРОМЫШЛЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Объем 240 с.

В учебнике изложены сведения о профилактике, диагностировании состояния и ремонте технологического оборудования. Приведены данные о рациональной эксплуатации оборудования, технологии ремонта, типовых методах восстановления деталей, об особенностях эксплуатации, технического обслуживания основных элементов и агрегатов технологических машин и аппаратов, особенностях хранения оборудования.

Для студентов учреждений среднего профессионального образования. Может быть полезен учащимся учреждений начального профессионального образования.

Р. М. ГОЦЕРИДЗЕ

ПРОЦЕССЫ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ И ИНСТРУМЕНТЫ

Объем 432 с.

Учебник предназначен для изучения предмета «Процессы формообразования и инструменты» и является частью учебно-методического комплекта по дисциплине общепрофессионального цикла специальности «Технология машиностроения». В учебнике рассмотрены современные и перспективные технологические способы получения заготовок и деталей машин из металлов и неметаллических материалов литьем, обработкой давлением, сваркой, пайкой, резанием и другими способами формообразования. Описаны выбор режимов формообразования, типы инструментов, их конструкция и геометрия. Учтены уровни современного машиностроительного производства.

Для студентов учреждений среднего профессионального образования. Может быть полезен студентам вузов.

Ю. М. ИСАЕВ, В. П. КОРЕНЕВ

ГИДРАВЛИКА И ГИДРОПНЕВМОПРИВОД

Объем 176 с.

В учебнике в краткой форме приведены основные положения гидравлики. Даны краткие сведения об устройстве объемных гидромашин и гидроаппаратуры, применяемых в гидроприводах, и о рабочих процессах объемных гидроприводов, применяемых в строительной-дорожной технике. Представлены основные сведения о газовых законах и их применении в расчетах рабочих процессов пневмоприводов основных видов. Описаны конструкции объемных пневматических машин.

Для студентов учреждений среднего профессионального образования.

В. А. КУЗНЕЦОВ, А. А. ЧЕРЕПАХИН

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Объем 192 с.

Учебник предназначен для изучения предмета «Технологические процессы в машиностроении» и является частью учебно-методического комплекта по специальности «Сварочное производство». В учебнике рассмотрен технологический цикл преобразования руды в готовое изделие в условиях единичного, серийного и массового производства. Представлены сведения, касающиеся производства конструкционных материалов (черных и цветных металлов и сплавов, порошковых и композиционных материалов) и заготовок методами литья и пластического деформирования, механической (лезвийная, абразивная и финишная) и термической обработки заготовок, получения разъемных и неразъемных соединений. При рассмотрении каждого способа обработки конструкционных материалов приведены описания основных схем переработки, технологические особенности и возможности способа.

Для студентов учреждений среднего профессионального образования.

О. С. МОРЯКОВ

ОБОРУДОВАНИЕ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Объем 256 с.

Учебник предназначен для изучения предмета «Оборудование машиностроительного производства» и является частью учебно-методического комплекта по дисциплине общепрофессионального цикла специальности «Технология машиностроения», и является частью учебно-методического комплекта по специальности «Технология машиностроения». Приведено описание оборудования заготовительных цехов, оборудования для транспортирования в утилизацию отходов производства, для механизации и автоматизации складских работ, для сварки (дуговой, плазменной, газовой, контактной, диффузионной и др.). Даны сведения об установках для электрохимических способов обработки и оборудовании автоматических линий и робототехнологических комплексов. Подробно рассмотрено оборудование для подъемно-транспортных работ — грузоподъемные и подъемно-транспортные машины. Описаны монтаж, пуск и сдача оборудования в эксплуатацию.

Для студентов учреждений среднего профессионального образования.

А. М. АДАСКИН, Н. В. КОЛЕСОВ

СОВРЕМЕННЫЙ РЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ

Объем 192 с.

Учебное пособие предназначено для изучения предмета «Процессы формообразования и инструменты» и является частью учебно-методического комплекта по дисциплине общепрофессионального цикла специальности «Технология машиностроения». В учебном пособии рассмотрены инструментальные материалы, предназначенные для изготовления лезвийного и абразивного режущего инструмента. Представлены конструкции режущего инструмента, критерии его рационального выбора и эксплуатации.

Для студентов учреждений среднего профессионального образования. Может быть полезно при других формах обучения.

Б. И. ЧЕРПАКОВ

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНАСТКА

Объем 288 с.

В учебнике рассмотрены типовые элементы конструкций станочных приспособлений для токарных, фрезерных, сверлильных, шлифовальных станков, станков с ЧПУ и обрабатывающих центров, агрегатных станков и автоматических линий. Описаны приспособления для режущего инструмента, сборочных работ и контрольные приспособления. Представлены сведения по проектированию и эксплуатации станочных и контрольных приспособлений. Приведена методика оценки эффективности приспособлений. Даны методические рекомендации по изучению курса и выполнению курсовых и дипломных работ.

Для студентов учреждений среднего профессионального образования. Может быть полезен при профессиональном обучении рабочих на производстве.

М. Д. БАНОВ

ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ КОНТАКТНОЙ СВАРКИ

Объем 224 с.

Учебник предназначен для изучения предмета «Технология и оборудование контактной сварки» и является частью учебно-методического комплекта по специальности «Сварочное производство». В учебнике приведены достоинства и области применения контактной сварки. Рассмотрены общие физические основы сварки давлением и эффекты, сопровождающие контактную сварку. Даны оценки прочности и основы обеспечения качества сварки. Описаны конструкции контактных машин, аппаратуры управления и технология всех видов контактной сварки, особенности механизации и автоматизации сварки.

Для студентов учреждений среднего профессионального образования. Может быть полезен специалистам машиностроительных предприятий.

Г. Д. БАЛАНДИН

МОНТАЖ, ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Объем 352 с.

В учебном пособии изложены сведения о техническом обслуживании и ремонте технологического оборудования, об использовании и внедрении типовых технологических процессов ремонта. Приведен справочный материал, необходимый для расчета мощности ремонтной базы, специализированного участка. Рассмотрены вопросы монтажа и модернизации технологического оборудования, а также приемки оборудования после капитального ремонта.

Для студентов учреждений среднего профессионального образования.

В. Н. БАЛАШОВ

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ДЕТАЛЕЙ АВТОТРАКТОРНОЙ ТЕХНИКИ

Объем 272 с.

В учебнике приведены основные понятия технологии машиностроения, характеристики производственного и технологического процессов, основные задачи, решаемые при их проектировании. Изложены этапы проектирования технологических процессов изготовления деталей автотракторной техники. Описаны типовые технологические процессы обработки деталей автотракторной техники. Рассмотрены вопросы обеспечения точности и качества механической обработки, технологические возможности наиболее распространенных способов механической обработки деталей.

Для студентов учреждений среднего профессионального образования.