

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**БРАТСКИЙ ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНЫЙ КОЛЛЕДЖ  
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Специальность 13.02.02  
«Теплоснабжение и теплотехническое оборудование»

## **МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ**

*ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ, С  
КОНСПЕКТОМ ЛЕКЦИЙ И ГЛОССАРИЕМ*

*по МДК 02.01 ТЕХНОЛОГИЯ РЕМОНТА ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКОГО  
ОБОРУДОВАНИЯ И СИСТЕМ ТЕПЛО- И ТОПЛИВОСНАБЖЕНИЯ*

***ЧАСТЬ 1***

Братск 2019

Составила (разработала) Долотова И.В., преподаватель кафедры ЭиСД  
(энергетических и строительных дисциплин)

Данное методическое пособие разработано как курс лекций по МДК  
02.01 Ремонт теплотехнического оборудования и систем тепло- и  
топливоснабжения.

В методическом пособии собран материал по всем темам на основании  
рабочей программы. Материал подобран таким образом, что может быть  
использован студентами дневного обучения, при подготовке к лекциям и к  
сдаче квалификационного экзамена, также этот материал может  
использоваться студентами заочного обучения, при написании домашней  
контрольной работы и для подготовки к сдаче экзаменов, в межсессионный  
период.

Также в данном методическом пособии представлены задания для  
самостоятельной работы, словарь основных терминов которые встречаются  
при изучении предмета.

Для более глубокой и самостоятельной проработки материала  
студентам предлагается полный список использованной литературы.

Рассмотрено на заседании кафедры ЭиСД

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 г.

\_\_\_\_\_  
(подпись зав. кафедрой)

Одобрено и утверждено редакционным советом

\_\_\_\_\_  
(подпись председателя РС)

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 г.

№ \_\_\_\_\_

## Содержание

Введение	5
1 Раздел 1 Общие сведения о ремонтах	6
1.1 Организация и планирование ремонтов теплотехнического оборудования	6
1.1.1 Виды ремонтов и их планирование. Организация ремонтов теплотехнического оборудования	6
1.1.2 Приемка оборудования после ремонта	10
1.1.3 Подготовка и организация ремонта	12
1.1.4 Металлические леса и подъемные устройства	14
1.1.5 Такелажные работы, машины, оборудование и оснастка	20
2 Раздел 2 Очистка и ремонт поверхностей нагрева	28
2.1 Оборудование, инструмент и средства механизации ремонтных работ	28
2.1.1 Вывод котла в ремонт	28
2.1.2 Организация и проведение ремонта котельного агрегата. Очистка котельного агрегата от внутренних отложений	29
2.1.3 Повреждения трубной системы котла. Замена поврежденных труб и змеевиков	31
2.1.4 Ремонт труб на месте установки	35
2.1.5 Ремонт вальцовочных соединений, креплений труб и змеевиков	39
2.1.6 Повреждения и ремонт барабанов котлов низкого и среднего давлений	43
2.1.7 Ремонт барабанов котлов высокого давления	46
2.1.8 Ремонт чугунных экономайзеров	49
2.1.9 Повреждения и ремонт трубчатых воздухоподогревателей. Ремонт горелок и форсунок	50
2.1.10 Заключительные работы по ремонту котла	53
2.1.11 Ремонт топок, обдувочных устройств, гарнитуры	56
3 Раздел 3 Ремонт вращающихся механизмов, дымососов, вентиляторов и оборудования пылеприготовления	65
3.1 Ремонт сборочных единиц вращающихся механизмов	65
3.1.1 Ремонт полумуфт	65
3.1.2 Ремонт зубчатых передач	68
3.1.3 Ремонт червячных передач	70
3.1.4 Ремонт подшипников скольжения	71
3.1.5 Ремонт подшипников качения	77
3.1.6 Центровка валов	79
3.2 Ремонт дымососов и вентиляторов	84
3.2.1 Ремонт вала	85
3.2.2 Ремонт рабочего колеса	86
3.2.3 Ремонт кожуха и направляющих аппаратов	89

3.2.4 Сборка дымососов и вентиляторов после ремонта	89
3.3 Ремонт оборудования пылеприготовления	90
3.3.1 Ремонт углеразмельных шаровых барабанных мельниц	90
3.3.2 Ремонт молотковых мельниц	96
3.3.3 Ремонт питателей топлива	99
3.3.4 Ремонт питателей пыли	102
3.3.5 Ремонт сепараторов и циклонов	105
3.4 Ремонт насосов	107
4 Задания для самостоятельной работы студентов	112
4.1 Рекомендации по организации самостоятельной работы	112
4.2 Методические указания по выполнению самостоятельной работы	120
4.3 Критерии оценок	121
Глоссарий	122
Заключение	123
Список использованных источников	124

## Введение

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 важнейшие задачи 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 курс лекций написан в соответствии с программой курса «Ремонт теплотехнического оборудования и тепловых сетей».

Длительное время основными источниками, восполняющими пробел в учебной литературе, инструктивные и информационные материалы различных министерств и ведомств. В данном курсе лекций 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 СПО. Однако данный курс не является всеобъемлющим, и для более углубленного изучения тех или иных разделов следует обращаться к рекомендованной литературе и следить за периодикой, поскольку способы ремонта теплотехнического оборудования и тепловых сетей постоянно меняются и совершенствуются.

Предполагается, что студентам специальности 13.02.02 «Теплоснабжение и теплотехническое оборудование» 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.

## 1 Раздел 1 Общие сведения о ремонтах

### 1.1 Организация и планирование ремонтов теплотехнического оборудования

#### 1.1.1 Виды ремонтов и их планирование. Организация ремонтов теплотехнического оборудования

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 ТТО – 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 ТТО имеют важнейшее значение для бесперебойной работы промышленных предприятий.

Надежность и экономичность работы теплотехнического оборудования в значительной мере зависит от своевременного вывода в ремонт и качества ремонта. Система плановых выводов оборудования из работы носит название *планово-предупредительного ремонта*. В каждом цехе должна быть разработана система планово-предупредительных ремонтов (ППР), которые выполняются в соответствии с графиком, утвержденным главным инженером предприятия. Кроме плановых ремонтов для ликвидации аварий при эксплуатации оборудования приходится выполнять ремонты восстановительные.

Система планово-предупредительного ремонта оборудования состоит из *текущих* и *капитального ремонта*. *Текущий ремонт* выполняют за счет оборотных средств, а *капитальный* — за счет амортизационных отчислений. *Восстановительный* ремонт выполняется за счет государственного резервного или страхового фонда.

**Основной целью текущего ремонта является** обеспечение надежной работы оборудования с проектной мощностью в межремонтный период. При текущем ремонте оборудования производится его чистка и осмотр, частичная разборка узлов с быстро изнашивающимися деталями, ресурс которых не обеспечивает надежности в последующий период работы, ремонт или замена отдельных деталей, устранение дефектов, выявленных в процессе эксплуатации, изготовление эскизов или проверка чертежей на запасные детали, составление предварительной ведомости дефектов.

Текущий ремонт котельных агрегатов производится один раз в 3—4 месяца. Текущий ремонт тепловых сетей производится не реже одного раза в год.

Мелкие дефекты оборудования (парение, пыление, присосы воздуха и т. д.) устраняются 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 производится наружный и внутренний осмотр оборудования, очистка его поверхностей нагрева и определение степени их износа, замена и восстановление изношенных узлов и деталей. Одновременно с капитальным ремонтом обычно производят работы по усовершенствованию оборудования, модернизации и нормализации деталей и узлов. Капитальный ремонт котлоагрегатов производят один раз в 1—2 года. Одновременно с котельным агрегатом ремонтируется его вспомогательное оборудование, средства измерения и система автоматического регулирования.

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

**Внеплановый (восстановительный)** ремонт производится для 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 и часто — низкое качество плановых ремонтов.

При типовом капитальном ремонте котельных агрегатов выполняются следующие работы:

- полный наружный осмотр котла и его трубопроводов при рабочем давлении;
- полный внутренний осмотр котла после его остановки и расхолаживания;
- проверка наружных диаметров труб всех поверхностей нагрева с заменой дефектных;
- промывка труб пароперегревателя, регуляторов перегрева, пробоотборников, холодильников и т. п.;
- проверка состояния и ремонт арматуры котла и главного паропровода;
- проверка и ремонт механизмов слоевых (питатель топлива, пневмомеханический забрасыватель, цепная решетка) и камерных (питатель топлива, мельницы, горелки) топок;
- проверка и ремонт обмуровки котла, гарнитуры и устройств для очистки наружных поверхностей нагрева;

- опрессовка воздушного тракта и воздухоподогревателя, ремонт воздухоподогревателя без замены кубов;
- опрессовка газового тракта котла и его уплотнение; проверка состояния и ремонт тягодутьевых устройств и их осевых направляющих аппаратов;
- проверка и ремонт золоуловителей и устройств для удаления золы;
- наружная и внутренняя очистка поверхностей нагрева барабанов и коллекторов;
- проверка и ремонт системы шлакозолоудаления в пределах котла;
- проверка состояния и ремонт тепловой изоляции горячих поверхностей котла.

### **1.1.1.1 Планирование ремонтов**

Планирование ремонтов теплотехнического оборудования промышленного предприятия заключается в разработке перспективных, годовых и месячных планов. Годовые и месячные планы текущих и капитальных ремонтов составляются отделом главного энергетика (главного механика) и утверждаются главным инженером 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.

### **1.1.1.2 Организация ремонтов теплотехнического оборудования**

В настоящее время применяются три формы организации ремонта теплотехнического оборудования: *хозяйственная, централизованная и смешанная.*

При хозяйственной форме организации ремонта оборудования все работы производятся персоналом предприятия. При этом ремонт может производиться персоналом соответствующего цеха (цеховой способ) или персоналом предприятия (хозяйственный централизованный способ).

При цеховом способе ремонт организует и производит цех, в котором установлено теплотехническое оборудование. Этот способ в настоящее время применяется редко, так как не позволяет в сжатые сроки выполнить необходимый объем ремонтных работ.



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

Наиболее прогрессивной формой ремонта является централизованная, которая позволяет производить сложные работы по Единым нормам и технологическим процессам с применением современных средств механизации. При этой форме все ремонтные работы выполняются специализированной организацией по подрядному договору. Выполнение ремонтных работ специализированными организациями сокращает сроки простоя оборудования и обеспечивает высокое качество ремонта.

Смешанная форма организации ремонта 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 составляет проект организации ремонта (ПОР). Проект организации работ по капитальному ремонту оборудования обычно содержит: 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 составляется график подготовительных работ. В графике указываются работы по код - воду к рабочим местам сварочного газа, сжатого воздуха, воды, установке такелажных механизмов и других приспособлений, необходимых при ремонтных работах.

Схема грузопотоков разрабатывается 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 кубов и удаления их из цеха. При разработке схем следует учитывать особые условия безопасности работ, выполняемых вблизи действующего оборудования.

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

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

Спецификация на сменные детали и узлы позволяет заранее заготовить их до вывода оборудования в ремонт, а во время ремонта установить их вместо изношенных. Это позволяет значительно сократить объем работ, выполняемый 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 приспособлений, инструмента и материалов, которые необходимы при ремонтных работах. 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 начальником цеха (или участка) либо его заместителем делается соответствующая запись в вахтенном журнале.

От качества ремонта зависит надежность работы агрегата, поэтому необходим контроль над качеством ремонтных работ. Контроль над качеством ремонта осуществляется пооперационно, а также путем контроля над качеством основных материалов. В ряде случаев отступления\*от принятой технологии и установленных норм можно обнаружить только путем пооперационного контроля.

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

### **1.1.2 Приемка оборудования после ремонта**

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

Поузловая приемка производится по мере готовности отремонтированных узлов. При сдаче отремонтированного узла должны быть предъявлены 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, примененных при ремонте, чертежи по реконструктивным

работам, если таковые производились, Затем выполняют тщательный осмотр отремонтированного оборудования. Все вращающиеся механизмы (питатели топлива, мельницы, вентиляторы, дымососы и др.) должны опробоваться на холостом ходу и под нагрузкой. После поузловой приемки составляется акт, в котором указывается объем выполненных работ, обнаруженные недостатки, результаты опробования, предварительная оценка качества работ.

По окончании капитального ремонта производится предварительная приемка оборудования комиссией под председательством главного инженера предприятия (главного энергетика или главного механика) с участием начальника цеха, а при централизованном ремонте — также с участием руководителя работ от подрядчика.

При предварительной приемке 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 испытания образцов (при производстве ответственных сварочных работ), чертежи и схемы реконструктивных работ. Затем производится осмотр оборудования, и устанавливаются сроки устранения выявленных при приемке дефектов.

После устранения дефектов производится пуск оборудования и приемка его под нагрузкой.

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

Окончательная оценка качества ремонтных работ производится после месячной эксплуатации оборудования, т.е. 30 календарных дней с момента включения оборудования под нагрузку. В этот период времени должна быть закончена проверка работы оборудования на всех режимах, проведены испытания и наладка всех систем.

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

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

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

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

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

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

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

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

Все пусковые работы после 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 заносятся в технический паспорт оборудования.

### **1.1.3 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:

- 1) уточнение номенклатуры, количества материалов и запасных частей в соответствии с утвержденной ведомостью объема ремонта;
- 2) проверка материалов и запасных частей на соответствие требованиям технической документации;
- 3) установление порядка получения, доставки на ремонтные площадки и хранения материалов и запасных частей;
- 4) проверка технического состояния грузоподъемных средств, технологической оснастки, средств механизации, постов энергосбережения и др.;
- 5) корректировка ремонтной документации и проектов производства работ в целях приведения их в соответствие с планируемым объемом работ;
- 6) разработка недостающей ремонтной документации или проектов производства работ для выполнения сложных специальных работ, включенных в ведомость объема ремонта котельной установки;
- 7) 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 т.п.); данные 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 испытания 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** – это определение технического состояния оборудования, его сборочных единиц и отдельных деталей с выявлением неисправностей. Дефектацию выполняют до ремонта с целью определения необходимых при ремонте видов и объема работ, потребности в материалах и деталях, рабочей силе, проектной и конструкторской документации и финансовых средствах. Дефектация должна быть закончена в первой половине плановой продолжительности ремонта и предусмотрена графиком ремонтных работ. Все изменения объема ремонта должны быть согласованы с исполнителями ремонтных работ и утверждены главным инженером предприятия.

Если в объем капитального ремонта котельной установки включены сложные и трудоемкие специальные работы или в его период планируется модернизация (реконструкция) котла, подготовка к капитальному ремонту должна начинаться в IV квартале года, предшествующего планируемому. При этом наиболее трудоемкие подготовительные работы, требующие значительной численности ремонтного персонала, должны заканчиваться к началу ремонтной кампании планируемого года. За 15 дней до начала ремонта предприятие и организации, участвующие в ремонте, проверяют выполнение подготовительных работ в соответствии с планом подготовки. В это же время определяется состав бригады, ее численность и квалификация рабочих, входящих в бригаду, а также назначаются руководители по отдельным видам оборудования, ответственные представители котлотурбинного цеха для контроля качества, приемки после ремонта узлов и систем оборудования и ответственные за материально-техническое обеспечение.

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

Перед остановом котельной установки (энергоблока) в ремонт ее очищают снаружи от пыли, золы, мусора, а площадки расположения рабочих

мест ремонтников – от посторонних предметов, материалов и пр.

При остановке 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 дополнительный объем ремонтных работ, выявившихся при дефектации оборудования, возможность их выполнения в плановый срок и 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.

#### **1.1.4 Металлические леса и подъемные устройства**

При ремонте котельного оборудования, также 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:

- 1) безопасность работы; возможность быстрой сборки и разборки;
- 2) легкость проверки креплений элементов лесов при их приемке;

- 3) возможность установки на всей или ограниченной площади – у одной, двух, трех или четырех стен топки;
- 4) возможность установки любого количества ярусов в пределах высоты топки;
- 5) надежность и устойчивость при нагрузке;
- 6) небольшая масса и транспортабельность элементов;
- 7) технологичность (простоту) изготовления;
- 8) универсальность и взаимозаменяемость элементов.

Рассмотрим наиболее распространенные конструкции инвентарных металлических лесов.

Наибольшее применение для работы в топке котла получили леса на трубчатых стойках (рисунок 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 крепят к стойкам также, как горизонтальные элементы лесов. Внизу стойки опираются на специальные упоры (башмаки) или надеваются на штыри опорных балок, которые служат опорой лесов на трубчатых стойках.

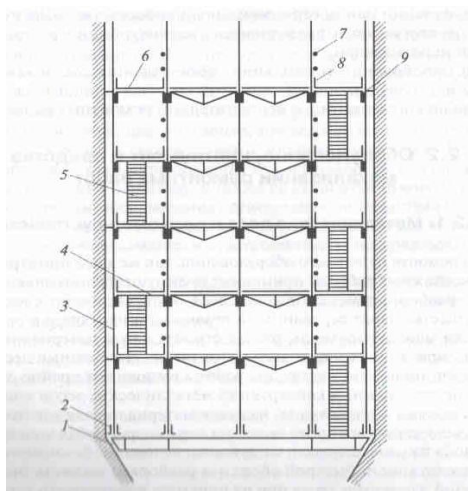


Рисунок 1 – Леса на трубчатых стойках

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.

Опоры лесов выполняют в виде фермы (рисунок 2, а), балки с двумя стойками (рисунок 2. б) или балки с несколькими стойками (рисунок 2, в).



Балки со стойками значительно легче ферм.

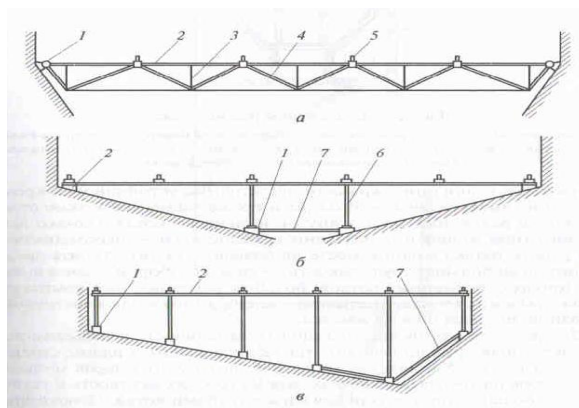


Рисунок 2 – Опорные балки

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.

Фермы и балки опираются на скаты холодной воронки или под топку 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:

- 1) обеспечивают возможность быстрой сборки и разборки;
- 2) их можно возводить только у одной стены топки;
- 3) благодаря креплению к стене топки они сохраняют достаточную устойчивость;
- 4) они универсальны, т.е. из одних и тех же элементов можно строить леса в различных местах внутри и снаружи котла.

Однако леса этого типа имеют и определенные недостатки:

- 1) необходимость при работе только в одном месте на большой высоте строить леса с самого низа;
- 2) большая трудоемкость сборки и разборки лесов в высоких топках современных котлов;
- 3) 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, т.к. они связаны с трубами котла. Однако крепление горизонтальных связей и кронштейнов к

экранным трубам возможно, если имеется зазор между трубой и стеной топки.

Леса с одним рядом стоек показаны на рисунке 3.

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

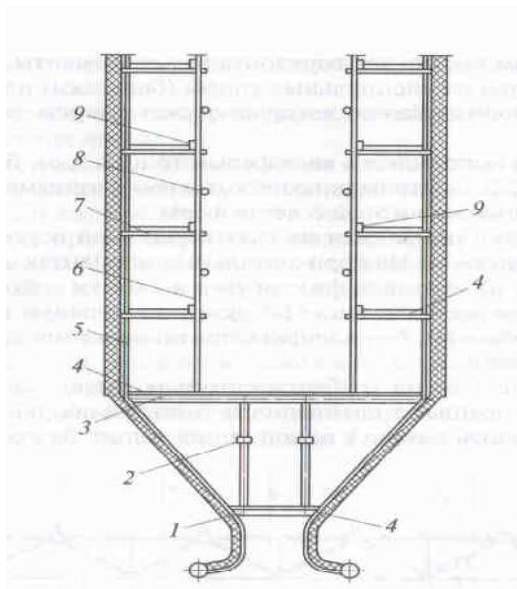


Рисунок 3 – Леса с одним рядом стоек

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.

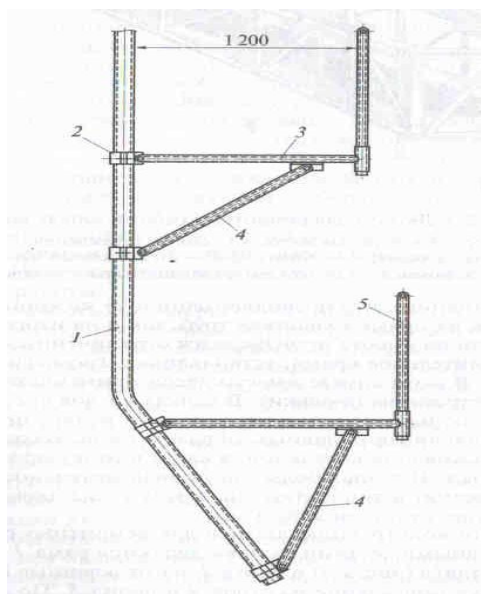


Рисунок 4 – Натрубные леса на кронштейнах

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

Опорными элементами натрубных лесов (рисунок 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 между собой и с хомутами шарнирно (с помощью одного болта в каждом соединении), что позволяет одни и те же кронштейны устанавливать как на прямых участках труб, так и на изогнутых.

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 на потолке котла или на отметке обслуживания котельной, а канат в топку пропускают через отводные блоки. В котлах большой производительности чаще применяют для ремонта люльки с установленными на них ручными лебедками.

Рассмотрим конструкцию люльки для ремонтных работ в топках котлов (рисунок 5).

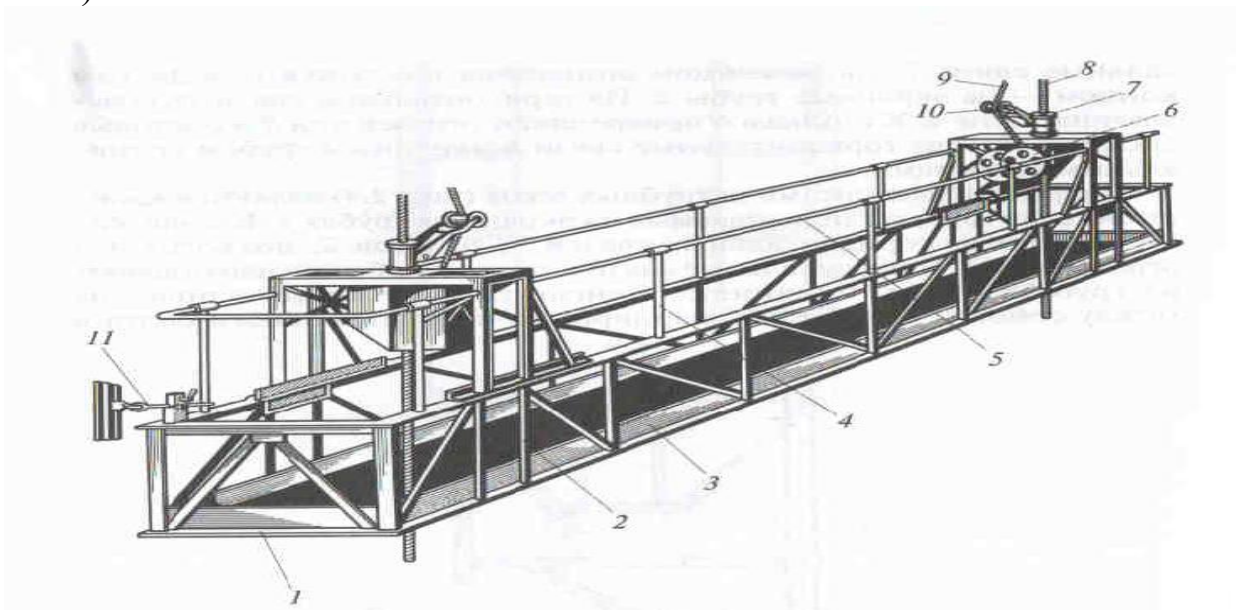


Рисунок 5 – Люлька для ремонтных работ в топках котлов

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 на экранные трубы.

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

У лебедок имеется по два каната. Канаты 9 меньшего диаметра, наматываемые на барабан 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 сбрасываются 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 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 и 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 обработке 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.

### **1.1.5 Такелажные работы, машины, оборудование и оснастка**

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

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

*Лебедка* служит для преобразования малых вращающих моментов на приводном валу в большие на ее барабане за счет уменьшения частоты вращения 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 ит.п.) применяют ручные лебедки. Они оборудуются автоматически действующими тормозами, которые обеспечивают торможение барабана при спуске груза, а также мгновенную остановку его, когда рабочий внезапно выпустит из рук рукоятку лебедки.

Лебедки с электрическим приводом (рисунок 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 (рисунок 7).

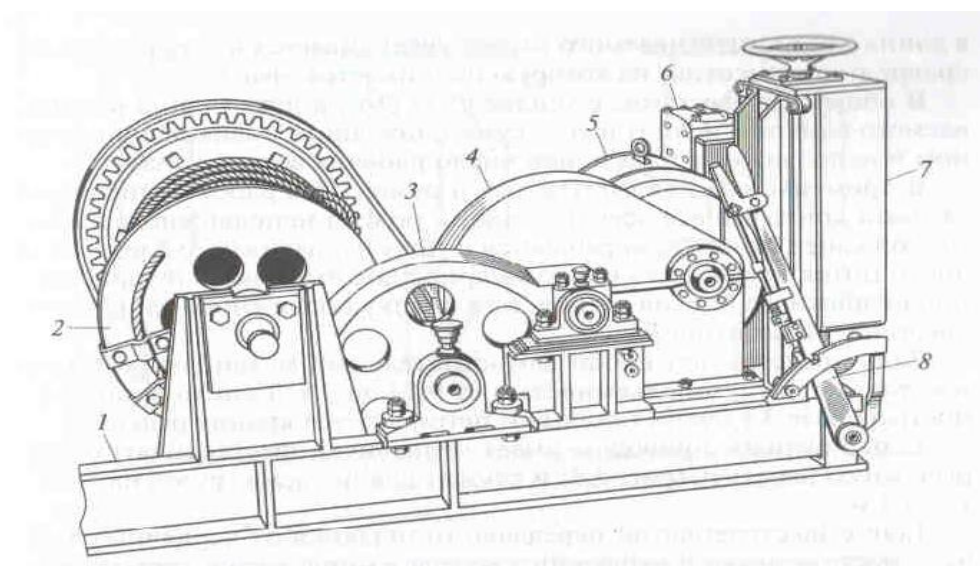


Рисунок 6 – Лебедка с электрическим приводом

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

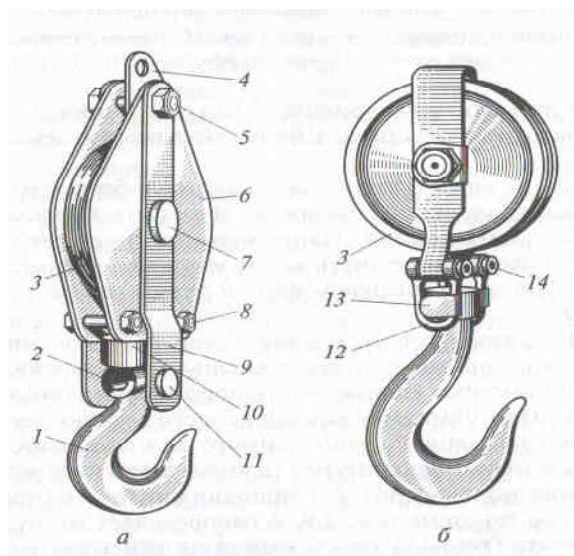


Рисунок 7 – Блоки для стальных канатов

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

Они состоят из желобчатого ролика 3, его оси 7, обоям 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 (рисунок 8) блок позволяет тянуть канат вниз, что значительно упрощает работу. При этом тяговое усилие  $P$  равняется массе поднимаемого груза  $Q$ .

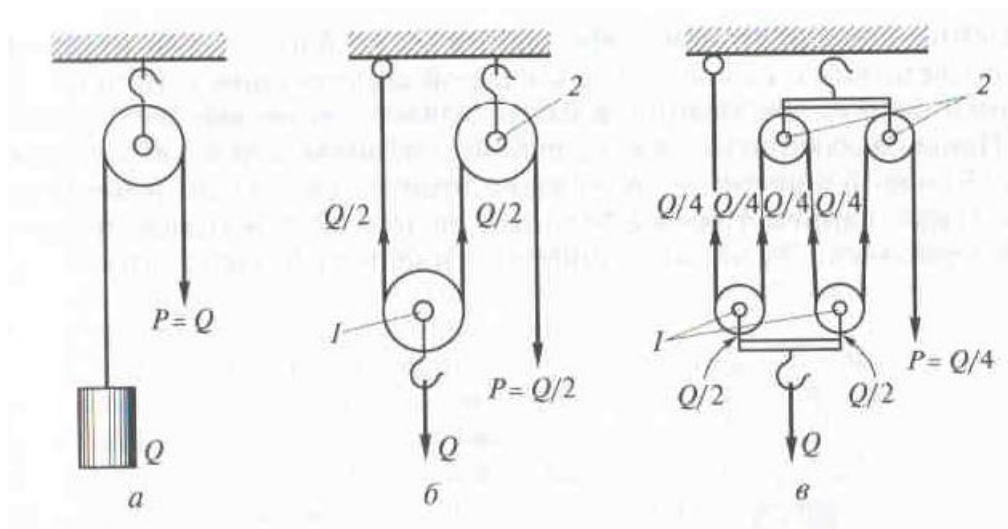


Рисунок 8 – Схемы подъема груза с одним неподвижным блоком (а) с двумя и четырьмя роликовыми полиспастами (б, в)

1,2 – подвижный и неподвижный ролики.

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. 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 груз.

Соединение двух (подвижного 1 и неподвижного 2) двухроликовых блоков (по рисунку 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  $P = \frac{Q}{n}$ , а путь (длина вытягиваемого каната)  $l = h \cdot n$  (где  $n$  – суммарное число роликов в подвижном и неподвижном блоках или число рабочих ветвей каната).

В применяемых для монтажных 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 тонн очень тяжелые и применяются крайне редко.

Таль с ручным приводом имеет червячную, шестеренчатую или рычажную передачу (рисунок 9) и служит для подъема грузов на высоту до 3 м.

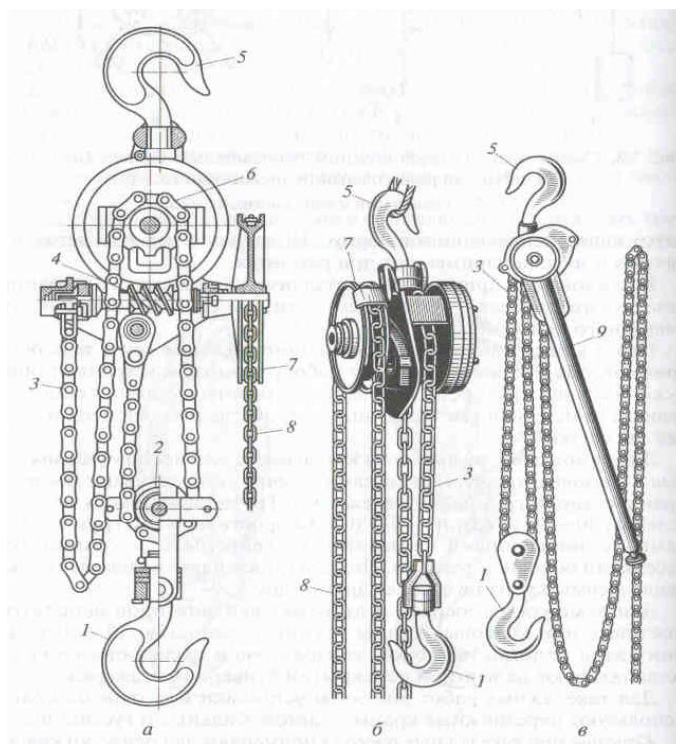


Рисунок 9 – Червячная (а), шестеренчатая (б), и рычажная (в) тали

1, 5 – грузовые крюки для подвешивания тали; 2 – звездочка крюка; 3, 8 – грузовая и тяговая цепи; 4 – приводной механизм; 6 – ведущая звездочка; 7 – приводное (тяговое) колесо, 9 – рычаг.

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

В 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 таями 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 мостовой или козловые краны грузоподъемностью 10 – 20 т. Для монтажа и ремонта циклонов, сепараторов и пылепроводов краны устанавливают на верхнем перекрытии бункерной этажерки.

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

*Канаты* при такелажных работах применяют для оснастки кранов, лебедок и полиспастов, крепления грузоподъемных устройств и оборудования, обвязки грузов и для оттяжек. Канаты, применяемые для подъема грузов, называют грузовыми, подъема стрел кранов – стреловыми, расчалки (раскрепления) монтажных стрел и мачт – вантовыми, обвязки грузов и крепления их к крюкам – чалочными. В соответствии с назначением к каждой конструкции каната предъявляются 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 10 %, но они лучше противостоят воздействию воды и сырости, срок их службы значительно больше. Однако чаще применяют бельные канаты.

При ремонтных работах пеньковые канаты используют для подъема кипячительных и экранных труб, змеевиков пароперегревателей и экономайзеров, трубопроводной арматуры, обмуровочных и теплоизоляционных материалов. Достоинством 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 обычно изготавливают из тросов, состоящих из шести прядей по 61 проволоке.

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

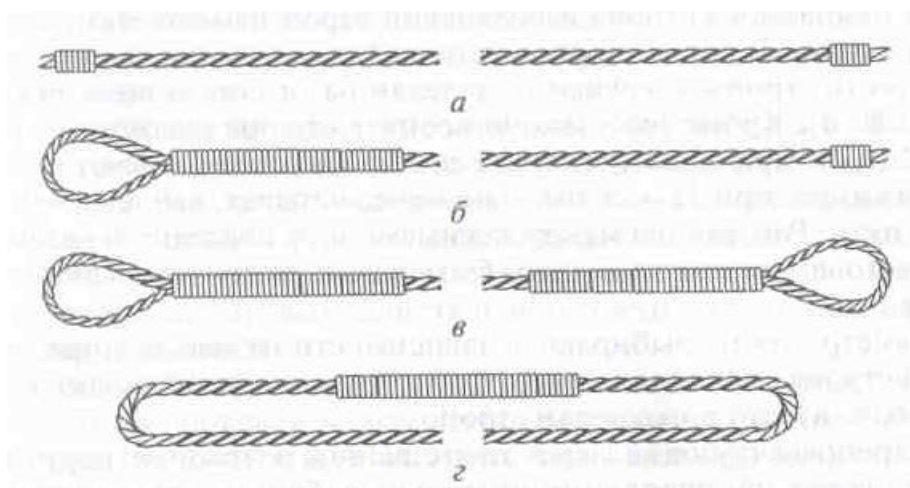


Рисунок 10 – Типы стропов

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

В ремонтной практике используют одинарные стропы, одинарные стропы с одной петлей, двумя петлями и кольцевые (рисунок 10). Наиболее удобные 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 (рисунок 11, а).

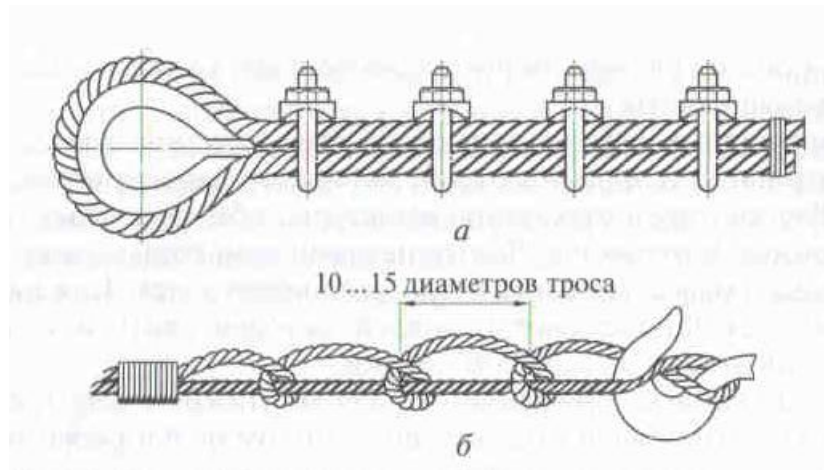


Рисунок 11 – Изготовление петли одинарного стропа с коушом и зажимами (а), шланговым узлом (б)

Кроме того, можно крепить стропы шланговым узлом (рисунок 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. Расстояние 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 службы.

*Зажимы* применяют для крепления короткого конца стального каната после завязки узла, конца каната к блоку полиспата, при установке коуша и тр.

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

## **2 Раздел 2 Очистка и ремонт поверхностей нагрева**

### **2.1 Оборудование, инструмент и средства механизации ремонтных работ**

#### **2.1.1 Вывод котла в ремонт**

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

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

Все отключения производят в соответствии со специальным бланком переключений, в котором перечислены места и способы отключений. После отключения газопроводов топку, газоходы и воздухопроводы 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 и ли 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 слоевым 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 и 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.

## **2.1.2 Организация и проведение ремонта котельного агрегата. Очистка котельного агрегата от внутренних отложений**

### **2.1.2.1 Организация и проведение ремонта котельного агрегата**

#### **2.1.2.1.1 Виды ремонтов котельного агрегата**

В процессе работы котельной установки наряду с естественным изнашиванием основное и вспомогательное оборудование испытывает разные повреждающие воздействия. В связи с этим возникает необходимость в проведении вспомогательных работ. В зависимости от степени изношенности элементов или их повреждения восстановительные работы подразделяют на межремонтное обслуживание и планово-предупредительные (профилактические) ремонты.

#### **2.1.2.2 Межремонтное обслуживание**

Межремонтное обслуживание включает в себя уход и надзор за оборудованием котельной, при котором проводится систематическое смазывание, обтирка, чистка, наружный осмотр, выявление неисправностей, проверка нагрева отдельных частей и элементов оборудования и по мере необходимости мелкий ремонт оборудования, исправление незначительных дефектов, крепление деталей и т.д. Все мелкие дефекты, выявленные во время эксплуатации, должны устраняться немедленно, без останова агрегата, если

это допускается правилами безопасности. Межремонтное обслуживание не планируют, оно выявляется персоналом вахты и дежурным слесарем.

### **2.1.2.3 Планово-предупредительные ремонты**

Планово-предупредительные ремонты котельного оборудования проводят согласно плану: текущий ремонт 2 – 3 раза в год, капитальный – 1 раз в год. Объем работы зависит от типа оборудования и его состояния.

### **2.1.2.4 Текущий ремонт**

Это частичная разборка оборудования; разборка и проверка отдельных узлов; ремонт или замена изношенных деталей; осмотр и контроль состояния отдельных элементов; проверка и опробование отремонтированного оборудования.

При текущем ремонте проводится наружное и внутреннее очищение поверхностей нагрева, очистка топки от шлаков и ремонт обмуровки, устранение подсосов, промывка пароперегревателя, измерение диаметра труб хвостовых поверхностей нагрева для определения золотого износа и замена отдельных изношенных труб; ремонт дефектной арматуры и гарнитуры котла; проверка плотности воздухонагревателя; ремонт дымососов и вентиляторов; проверка состояния подшипников; центровка и балансировка; ремонт питателей сырого угля; проверка состояния, чистка и ремонт КИП и аппаратуры автоматики.

Текущий ремонт выполняется на месте установки оборудования или в ремонтной мастерской.

### **2.1.2.5 Капитальный ремонт**

При капитальном ремонте котельной установки полностью восстанавливается первоначальное состояние оборудования, и улучшаются его технические характеристики путем проведения модернизации. Во время капитального ремонта предусмотрено проведение следующих операций: полная разборка котельного оборудования; замена основных частей, узлов и деталей, имеющих значительный износ; исправление всех обнаруженных дефектов и повреждений; проверка отремонтированных частей, деталей и их опробование.

По окончании капитального ремонта проводится сдача-приемка оборудования. Сдача оборудования проводится ремонтным персоналом или руководителем работ ремонтного цеха, а принимает оборудование руководство котельной в процессе выполнения работ по узлам в холодном их состоянии, а также по окончании капитального ремонта после проверки и испытания оборудования. Приемку оборудования оформляют соответствующими документами, после чего котельная установка считается принятой, и ее вводят в эксплуатацию.

### **2.1.2.2 Очистка котельного агрегата от внутренних отложений**

При нагревании и испарении воды на внутренних стенках экранных и

кипятильных труб, пароперегревателя и водяного экономайзера образуются отложения накипи, для удаления которых применяют ручной, механический или химический способ. Ручной способ очистки применяют для паровых котлов низкого давления. Отложения шлама удаляют промыванием водой. Накипь счищают с помощью молотков, скребков или шаберов.

Паровые котлы среднего давления очищают механическим способом с помощью специального инструмента, приводимого в действие электро- или пневмодвигателями. Очистку труб проводят из барабана сверху вниз. Механическую очистку котлов от накипи осуществляют с помощью трубоочистителя (шарошки), а также пневматическими зубилами и круглыми проволочными щетками. Во время вращения головок шестеренки шарошки расходятся в стороны под действием центробежной силы, прижимаются к стенкам трубы и счищают своими зубьями накипь.

Котлы низкого и среднего давления очищаются от накипи также химическими методами: содово-щелочным или фосфатным. При использовании содового-щелочного метода проводят размягчение карбонатной и силикатной накипи, а также смешанных накипей при помощи соды или каустика при их расходе 1...2 кг на 1 м<sup>3</sup> котловой воды. Для размягчения накипи кипятят щелочной раствор продолжительное время, иногда несколько суток. После кипячения раствора твердая накипь переходит в рыхлые отложения в виде шлама. Котел вскрывают, тщательно промывают от шлама и немедленно приступают к его механической очистке, т.к. разрыхленная накипь обладает способностью цементироваться.

Используют также фосфатный метод очистки от накипи, он применим для любого состава накипи, которую выщелачивают соевым раствором ортофосфата натрия из расчета 2 кг Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> на 1 м<sup>3</sup> воды. Раствором заполняют котел до нормального уровня и поднимают давление в котле до 0,25 МПа. Котел продувают каждые 0,5 ч с подкачкой питательной воды. Продувку котла прекращают после того, как из котла начнет вытекать чистая вода.

Очищенный от накипи котел тщательно осматривают с внутренней и наружной сторон, проверяя отсутствия возможных трещин, разъеданий или других дефектов. При устранении дефектов, а также по истечении очередного срока внутреннего осмотра или гидравлического испытания котел предъявляют инспектору Ростехнадзора для технического освидетельствования и получения соответствующего разрешения на работу.

### **2.1.3 Повреждения трубной системы котла. Замена поврежденных труб и змеевиков**

#### **2.1.3.1 Повреждения трубной системы котла**

##### **2.1.3.1.1 Увеличение диаметра труб**

Диаметр кипятильных и экранных труб увеличивается в результате их перегрева при нарушении циркуляции котловой вод или отложений 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 увеличиваться из-за засорения, уменьшения скорости движения пара, отложения накипи при забрасывании в пароперегреватель котловой воды. Чаще всего диаметр труб пароперегревателей увеличивается из-за ползучести металла вследствие длительного нагрева стенок труб до температур выше расчетных. Длительные и кратковременные перегревы труб до очень высоких температур вызываются местными повышениями температуры газов при нарушении нормальных режимов эксплуатации котла.

#### **2.1.3.1.2 Износ (истирание) стенок труб**

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

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

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

Золовой, пылевой и коррозионные износы стенок труб проверяют неразрушающими методами ультразвукового контроля, а также вырезают участки труб или просверливания отверстия и замеряя толщину стенки.

#### **2.1.3.1.3 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 обрывов 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.

#### **2.1.3.1.4 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 воздействий на металл кислорода и углекислоты (диоксида углерода), содержащихся в питательной воде. Химические процессы усиливаются с повышением давления и температуры. Наружные разъединения обнаруживают при осмотре труб после их очистки от шлака. Чтобы проверить, нет ли коррозии на внутренней поверхности, вырезают участки труб из мест, в которых ее появление наиболее вероятно.

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

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

#### **2.1.3.2 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 или змеевики вырезают с помощью отрезных машин с тонкими абразивными дисками, а также резцовых приспособлений. Не допускается газопламенная обрезка труб из углеродистой и низколегированной стали, 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 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.

#### **2.1.3.2.1 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.

#### **2.1.3.2.2 Установка труб и змеевиков**

Перед установкой концы труб и змеевиков зачищают от 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 положения в топке и змеевиков в газоходах. Трубы могут выходить из плоскости экрана не более чем на  $\pm 5$  мм, допуск на расстояние между осями труб в кранах  $\pm 3$  мм.

При установке экранных труб проверяют возможность их расширения при нагревании. Холодный натяг производят в соответствии с техническими условиями (ТУ).

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

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

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

При замене труб и змеевиков принимают меры против их засорения. Поступившие для ремонта трубы и змеевики очищают от окалины и грязи и хранят с пробками. Если ниже отрезаемого участка имеется змеевик или петля, их вырезают и после контроля чистоты устанавливают обратно.

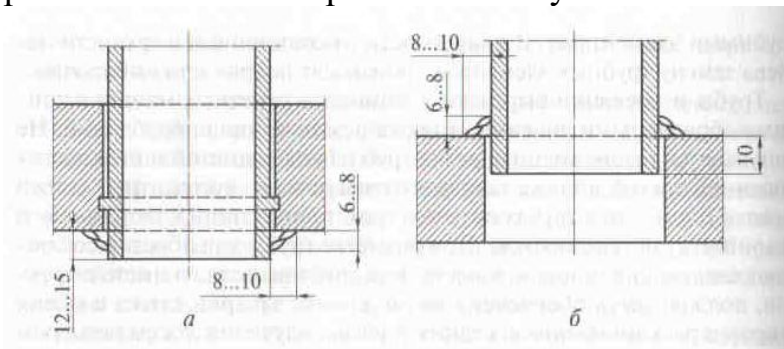


Рисунок 12 – Приварка труб к внутренней (а) и наружной (б) поверхностям барабана

#### 2.1.4 Ремонт труб на месте установки

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

Покоробленные кипяtilьные и экранные 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 кипяtilьных труб происходит при зажатии их обмуровке, обрыве деталей крепления, нарушении правильных режимов эксплуатации (недопустимое снижение уровня воды в котле).

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

Места искривлений значительно деформированных труб из углеродистой стали перед правкой нагревают до  $1050^{\circ}\text{C}$  газовой горелкой. Трубы правят в интервале температур  $1050 - 750^{\circ}\text{C}$ , при остывании до нижнего предела их повторно нагревают.

Рихтовка труб экранов с помощью реечного домкрата показана на рисунке 13.

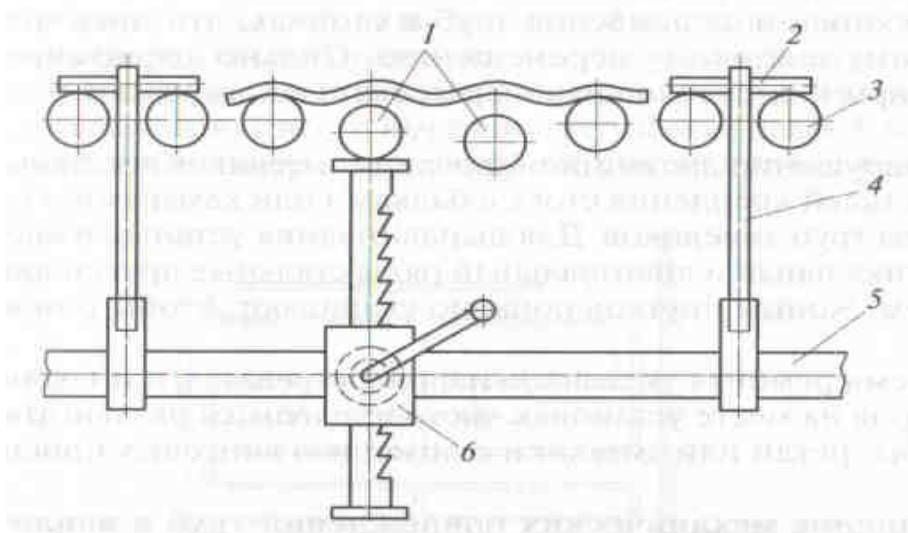


Рисунок 13 – Рихтовка труб экрана реечным домкратом

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.

Домкрат 6 закрепляют на трубе 5, подвешиваемой на конструкциях лесов или трубах котла. Труба входит в проушины двух скоб 4, которые с помощью прутка 2 закрепляется на трубы 3, не требующие рихтовки. При вращении рукоятки домкрата, покоробленные трубы 1 вводятся в общий ряд. Также 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 или обгорания обвязочных деталей (креплений), обрывов сухарей виброштанг и др. Трубы ширм и змеевиков при этом изгибаются и выходят из общего ряда.

Рихтовку ширм из стали 12X1MФ 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  $\pm 10$  мм.

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

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 (защемление 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 ряд стальные прутки диаметром  $16 - 18$  мм. Концы прутков попарно сваривают, чтобы они не выпадали.

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

#### **2.1.4.1 Устранение механических повреждений труб и неплотностей в сварных соединениях**

Механические повреждения (вмятины, зарубки, глубокие риски) на наружной поверхности кипяточных и экранных труб котлов среднего и высокого давлений удаляют, вырезая дефектные участки труб и заменяя их вставками.

Неплотности сварных соединений кипяточных 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.

#### 2.1.4.2 Восстановление защитных устройств

Для предохранения змеевиков пароперегревателя и водяного экономайзера от золотого 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 группы 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 вкладыши тщательно подгоняют и закрепляют. На незащищенные накладками участки труб устремляются потоки золы или пыли, что приводит к быстрому образованию свищей.

#### 2.1.4.3 Замена участков труб

Поврежденные участки труб вырезают тонким абразивным диском шлифовальной машины 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 обваривают.

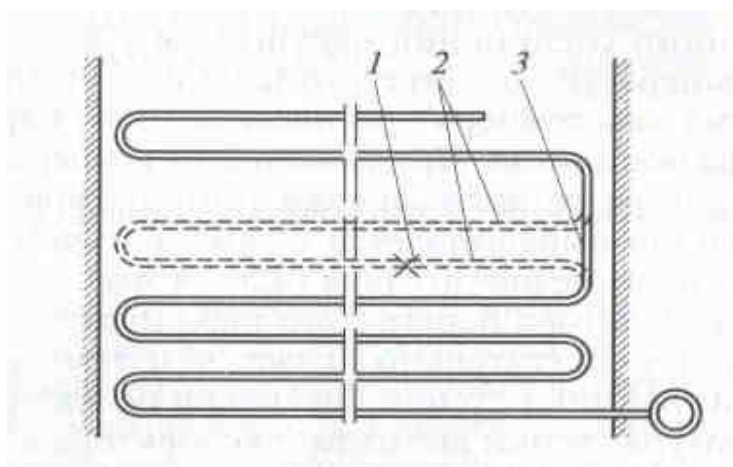


Рисунок 14 – Установка закоротков на змеевике

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

При аварийных ремонтах поврежденные участки змеевиков пароперегревателей и водяных экономайзеров иногда выключают, применяя закоротки (рисунок 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.

## **2.1.5 Ремонт вальцовочных соединений, креплений труб и змеевиков**

### **2.1.5.1 Ремонт вальцовочных соединений**

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

У экранных и кипятильных труб, работающих в нормальных условиях, плотность вальцовочных соединений нарушается довольно редко. Как правило, вальцовочные соединения экранных и кипятильных труб дают течь при частых и резких охлаждениях их завальцованного конца. Например, при неправильной обмывке труб водой, чрезмерном 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 на входном коллекторе всегда постоянна. При изменении температуры перегретого пара в выходном конце змеевика температура стенки трубы сравнительно быстро выравнивается с температурой пара, т.к. толщина стенки трубы незначительна (2,5 – 4 мм).

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

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

Если после подвальцовки течь не устраняется, дефектный конец трубы отрезают, удаляют из отверстия и варивают новый конец, который развальцовывают. Для этого применяют вальцовки с бортовочными роликами. При замене завальцованного кольца трубу перерезают механизированным приспособлением в удобном для последующей сварки месте. Оставшийся



после отрезки конец обнимают зубилом внутрь, осторожно разрубают вдоль и выколачивают.

При ремонте котлов низкого и среднего давлений для устранения неплотностей применяют иногда обварку завальцованных концов труб или установку и развальцовку распорного кольца (рисунок 15).

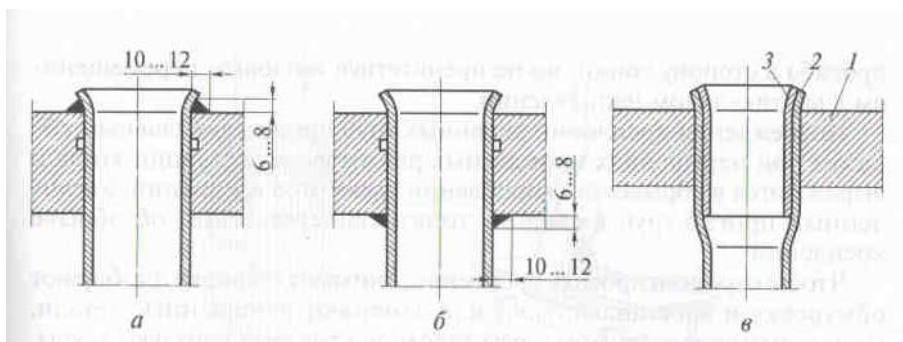


Рисунок 15 – Устранение неплотностей вальцовочных соединений

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.

Отремонтированные таким способом соединения при ближайшем капитальном ремонте должны быть заменены нормальными вальцованными.

### 2.1.5.2 Ремонт креплений труб и змеевиков

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

Типовые крепления экранных труб показаны на рисунке 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.



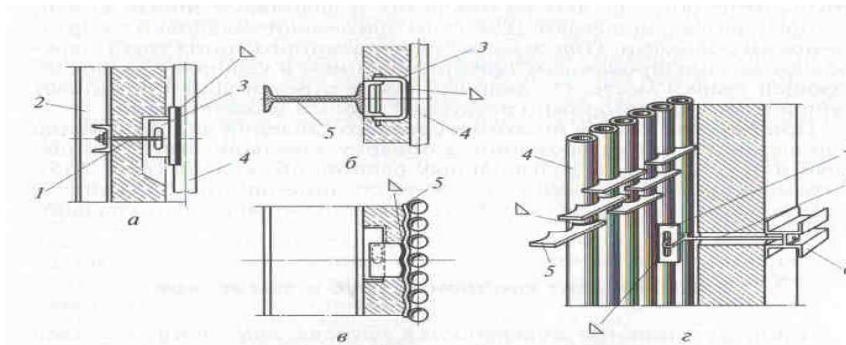


Рисунок 16 – Крепление экранных труб

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.

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

Чтобы отремонтировать крепления, снимают обшивку, разбирают обмуровку и восстанавливают или заменяют изношенные детали. Одновременно с ремонтом или регулировкой креплений рихтуют трубы, добиваясь их правильного положения. Прогибы труб в сторону топki способствуют отложению шлака на стенках 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 изгибания.

Типовые крепления элементов пароперегревателя изображены на рисунке 17, а – в.

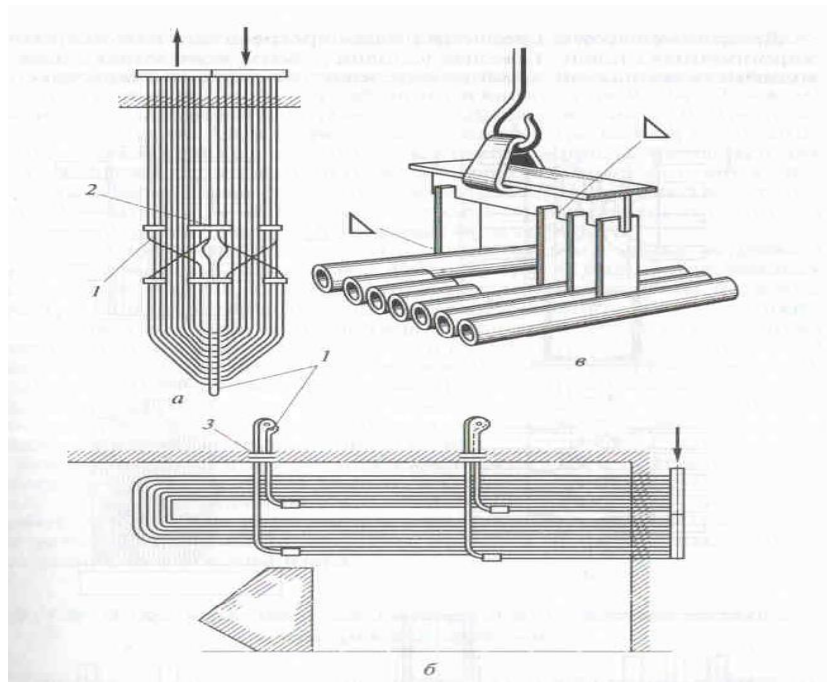


Рисунок 17 – Крепление вертикальной (а), горизонтальной (б) и потолочных труб (в) пароперегревателя (треугольником указаны места сварки)

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

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

Детали подвесок и креплений пароперегревателя изготовляют из жаропрочных сталей. Тяжелые условия работы этих деталей и необходимость их частой замены обусловили появление конструкции 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 изготовляют 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 омывания топочными газами, что значительно снижает надежность работы.

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

Змеевики водяных экономайзеров крепят на стойках различных конструкций, а также на подвесках из труб. Стойки 2 и подвески 4 (рисунок 18, а-в) присоединяют к горизонтальным опорным балкам 3, охлаждаемым воздухом, или к находящимся в газоходе сборным камерам водяного экономайзера.

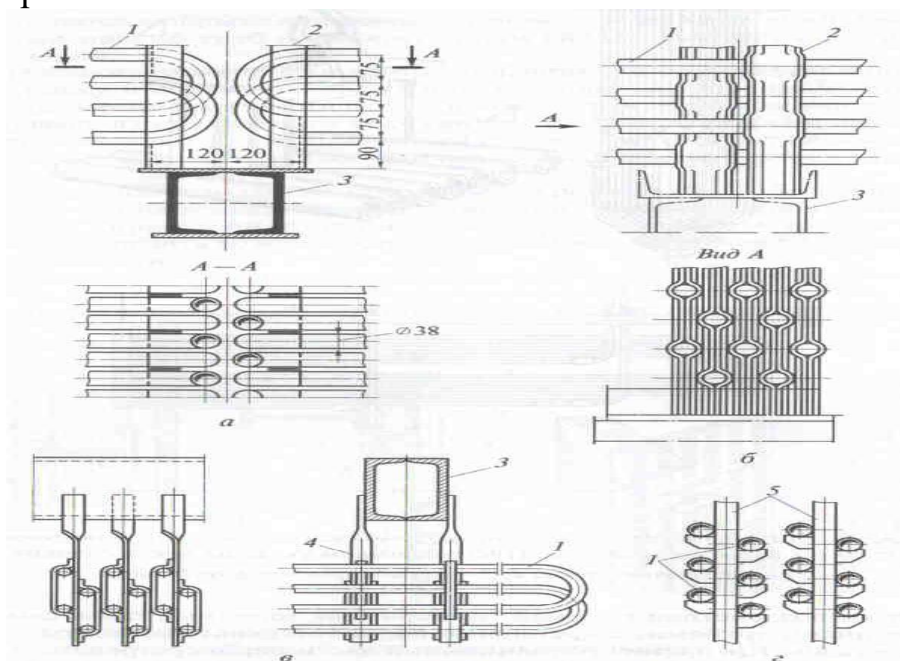


Рисунок 18 – Крепление змеевиков водяных экономайзеров на стойках из уголков (а), штампованных полос (б), на подвесках из полос (в) и труб (г)

1 – труба змеевика; 2 – стойка; 3 – опорная балка; 4,5 – подвески из полос и труб.

Крепежные детали экономайзера работают в тяжелых условиях, поэтому его змеевики подвешивают на охлаждаемых водой трубах (рисунок 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.

### 2.1.6 Повреждения и ремонт барабанов котлов низкого и среднего давлений

Типичными повреждениями барабанов котлов низкого и среднего давлений являются нарушения прочности и плотности заклепочных швов, появления трещин в сварных швах, цилиндрической части барабана и днищах, нарушения 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:

а) дефектов структуры в котельных листах, возникших при разливке стали и ее затвердевании, а также при прокатке листов и изготовлении элементов барабанов;

б) перенапряжений металла, допущенных при изготовлении котла;

в) перенапряжений металла, возникших из-за появления при неправильной эксплуатации постоянных или переменных добавочных усилий;

г) 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 повреждения 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 вызывавших прогиб барабана и искажение его правильной цилиндрической формы. Значительная разница в температуре находящихся рядом элементов барабана вызывает появление местных термических напряжений, которые также приводят к короблению металла и появлению в нем трещин.

Состояние металла барабанов котлов среднего и низкого давлений проверяют внешним осмотром при проведении ежегодных внутренних осмотров котлов администрацией предприятий и периодических освидетельствованиях их инспектором Ростехнадзора. При наличии подозрений проводят 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 следы трещины на дне отверстия. Для выявления глубины трещины иногда практикуют вырезание пробок металла в месте прохождения трещины. Пробки вырезают либо пустотелыми головками, либо сверлом малого диаметра по контуру пробки. При изломе пробок по трещинам судят о глубине проникновения трещины. Недостатком этого способа является то, что в металле барабана образуется сквозное отверстие, а глубина трещины, определенная на пробке, не характеризует оставшиеся участки трещины.

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

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

При наличии коррозионных повреждений в случае, когда толщина стенки барабана после выборки дефектов окажется меньше расчетной, производят ремонт барабанов наплавкой. Это 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 больше 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 размеров трещин или концентрации их на небольшом участке, часть трубной решетки вырезают и на этом месте устанавливают заплатку, в которой затем сверлят трубные отверстия. Наименьшая ширина принимается 100 – 150 мм.

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

Заплаты изготавливают по радиусу барабана и размерам вырезанного отверстия. Их устанавливают встык без прихваток. Размер зазора в месте, с которого начинается приварка заплаты, принимается большим по сравнению с другими местами. Последовательность наложения швов при варке заплаты приведена на рисунке 19.

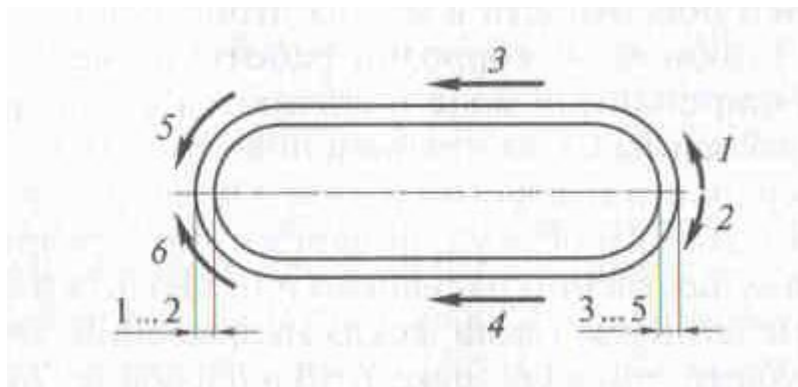


Рисунок 19 – Последовательность выполнения сварного соединения при варке заплата

1 – 6 – очередность заварки швов.

### 2.1.7 Ремонт барабанов котлов высокого давления

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

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

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

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

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

В большинстве случаев трещины на поверхности корпуса, трубных

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

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

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

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

Места выборки трещин должны иметь плавные переходы, без острых углов и заусенцев. Кромки всех трубных отверстий 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 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 усиливаются 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 заправлять 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 или сопутствующим подогревом места наплавки до температуры 150 – 200 °С. Зона подогрева должна быть больше зоны наплавки на 150 мм с каждой стороны.



Температуру металла при подогреве контролируют с помощью термопар, устанавливаемых на стороне, противоположной расположению нагревателя, на границе участка нагрева.

При однослойной наплавке валики устанавливают перпендикулярно 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  $400 \text{ см}^2$  на  $1 \text{ м}^2$  внутренней поверхности барабана. При необходимости наплавки большого объема металла вопрос решают с участием представителей завода-изготовителя.

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

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

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

На отремонтированном барабане не должно быть трещин, непроваров, шлаковых включений (если они расположены цепочкой и имеют суммарную напряженность более 20 мм на 100 мм длины шва) газовых пор в виде сплошной сетки, скопления газовых пор в отдельных участках шва (более 5 на  $1 \text{ см}^2$  площади шва или наплавки), отдельных шлаковых включений или пор размером более 3 мм. На поверхности барабана не должно быть резких переходов и острых углов, чистота поверхности должна соответствовать требуемой.

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

При выполнении работ внутри барабанов строго соблюдают правила техники безопасности. Работы выполняют только лица, прошедшие проверку



знаний этих правил, а также инструктаж перед началом работ и на рабочем месте.

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

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

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

### 2.1.8 Ремонт чугунных экономайзеров

На котлах малой мощности среднего давления применяют чугунные ребристые экономайзеры. Наиболее характерным их повреждением является течь во фланцах между калачами и ребристыми трубами. Эти неплотности возникают вследствие износа прокладок, а также поверхностей фланцев (забоины, язвины, канавки, риски и т.п.).

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

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

В случае разрыва ребристой трубы ее заменяют новой или выключают из работы перестановкой калачей. Если поврежденная труба оказывается в середине или внизу экономайзера, замена ее обычно связана с большим объемом работ, т.к. для этого приходится почти полностью разбирать все вышележащие трубы и калачи.

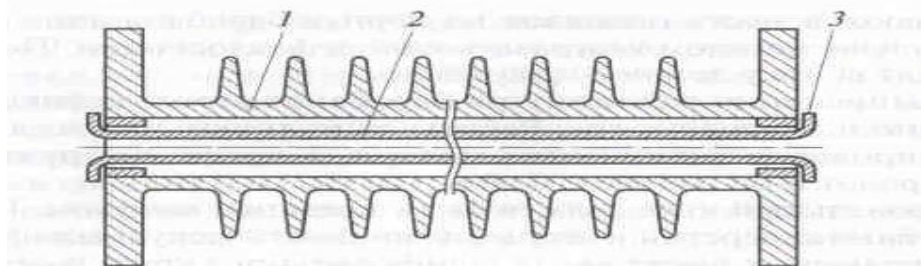


Рисунок 20 – Ремонт ребристой трубы вставкой стальной трубы

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

В этих случаях внутрь поврежденной чугунной ребристой трубы 1 вставляют стальную трубу 2, концы которой отбортовывают, на них накладывают паронитовые прокладки толщиной 3 – 4 мм и зажимают калачами, (рисунок 20). При установке ребристых труб необходимо закладывать в канавки прямоугольных торцевых фланцев асбестовый шнур.

## **2.1.9 Повреждения и ремонт трубчатых воздухоподогревателей. Ремонт горелок и форсунок.**

### **2.1.9.1 Повреждения и ремонт трубчатых воздухоподогревателей**

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

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

Объем присосов воздуха определяют при эксплуатации котла, а также опрессовкой воздухоподогревателя остановленного котла дутьевым 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, коррозии труб вследствие разъедания их сернистыми газами и присутствия влаги (при отпотевании труб), нарушения плотности сварных швов между трубными досками, в компенсаторах и др.

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

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

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

Ответственным узлом 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 дыры трубы. Присосы наружного воздуха возможны через неплотности в обшивке и компенсаторах воздухоподогревателя, которые устраняют электросваркой.

Переток воздуха из воздушной полости в газовую обнаруживают и устраняют во время ремонта. Способ уплотнения трубных досок нижних секций трубчатого воздухоподогревателя показан на рисунке 21.

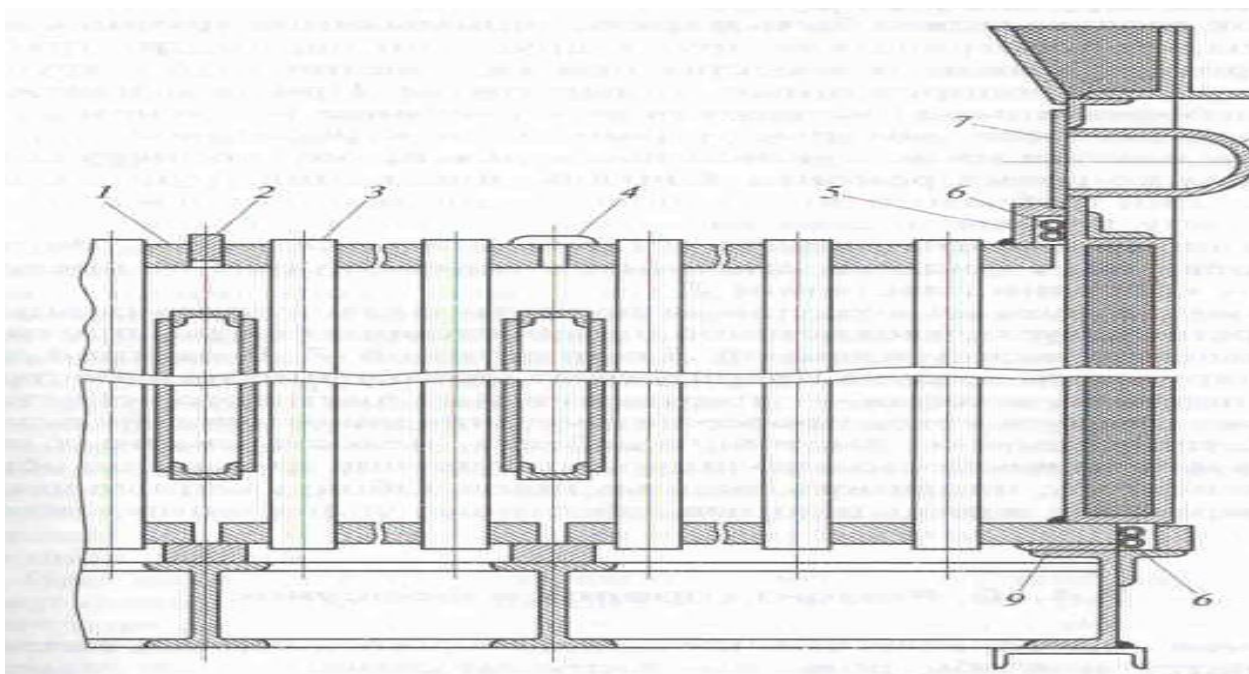


Рисунок 21 – Уплотнение трубных досок нижних секций трубчатого воздухоподогревателя

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.

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.

### **2.1.9.2. 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 монтировать сложные такелажные устройства или производить замену горелок частями.

Перед установкой новые горелки подвергаются 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 перекося фланцев во избежание поломок чугунных деталей. Фланец, которым закрепляется горелка, должен плотно прилегать к каркасу при незатянутых болтах. После установки проверяют действие механизма поворота и убеждаются в отсутствии перекосов и защемлений приводов и шиберов горелки.

При ремонте пылеугольные горелки очищают, заменяют дефектную внутреннюю трубу или обгоревший наконечник (насадку) и рассекатель, очищают каналы и улитку. При прогорании стальных труб или участков стального корпуса дефектные участки вырезают и вваривают новые. Изношенные места улиток наплавляют 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 газозмазутных горелок очищают и осматривают привод, устраняя дефекты, проверяют состояние воздушных

регистров, тяг, воздушной трубы. Неплотности устраняют электросваркой. Встроенные растопочные мазутные форсунки разбирают, очищают, промывают и осматривают.

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

При ремонте форсунок выполняют следующие работы: отсоединяют фланцы линии 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 на стенке головка форсунки не должна находиться внутри амбразуры; расстояние между вершиной конуса распыленного топлива и выходной кромкой амбразуры устанавливают по чертежу (обычно 50 – 80 мм).

## **2.1.10 Заключительные работы по ремонту котла**

### **2.1.10.1 Подготовка котла к послеремонтным испытаниям**

По мере окончания ремонта отдельных сборочных единиц (кипятильных труб, некоторых экранов, пароперегревателей, экономайзеров) тщательно осматривают трубы, камеры, секции и подготавливают к их 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 и 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 элементы при перерывах в работе закрывают лючками, пробками или 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 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.

#### **2.1.10.2 Гидравлическое испытание котла после ремонта**

Плотность и прочность всех элементов котла, подвергшихся или неподвергшихся ремонту, определяют при гидравлическом испытании. Испытание после ремонта производят на полное рабочее давление котла.

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

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

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

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

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

### 2.1.10.3 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 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 обуславливается 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.

### **2.1.11 Ремонт топок, обдувочных устройств, гарнитуры**

#### **2.1.11.1 Ремонт пылеугольных и газовых горелок, мазутных форсунок**

При работе пылеугольных и газовых горелок, а так же мазутных форсунок наблюдается обгорание их головок и загрязнение каналов. В комбинированных горелках для сжигания пыли, газа и мазута интенсивно обгорают наконечники, что объясняется попеременной подачей того или иного топлива, когда неработающий наконечник изнашивается частицами топлива или струей газового потока.

Ремонт горелок заключается в очистке их, замене обгоревших наконечников или рассекателя; кроме того, ремонтируют или заменяют регулирующие лопатки вторичного воздуха и их приводной механизм, восстанавливают футеровку выходной части горелки. Если обгорание и износ частей горелки значительны, то меняют горелку. Старую горелку снимают с помощью двух талей или полиспада и лебедки, и на ее место устанавливают новую.

Мазутные форсунки при ремонте разбирают, очищают и промывают в керосине, затем осматривают и при необходимости заменяют изношенные детали.

Во время останова котла ремонтируют или заменяют запорную арматуру на газопроводах, мазутопроводах, паропроводах и трубопроводах сжатого воздуха.

#### **2.1.11.2 Ремонт цепной решетки**

На новых крупных тепловых электростанциях топки с цепными решетками не применяют. Однако на действующих электростанциях топки с цепными решетками (рисунок 22) еще применяются.

На механических цепных решетках сжигают различные угли, а также кусковой торф. Цепная решетка представляет бесконечное колосниковое полотно, натянутое между двумя валами и установленное в топке. Наружная поверхность полотна решетки образована рядом колосников, на которое загружается топливо, сгорающее по мере передвижения полотна.

Полотно (рисунок 22) состоит из двух (или более) бесконечных пластинчатых цепей, натянутых на звездочки переднего и заднего валов. К цепям крепятся специальные рамы-бимсы (бимсовые решетки) или держатели колосников (беспровальные решетки), которые набирают колосники так, что поверхность их образует чугунное движущее полотно.



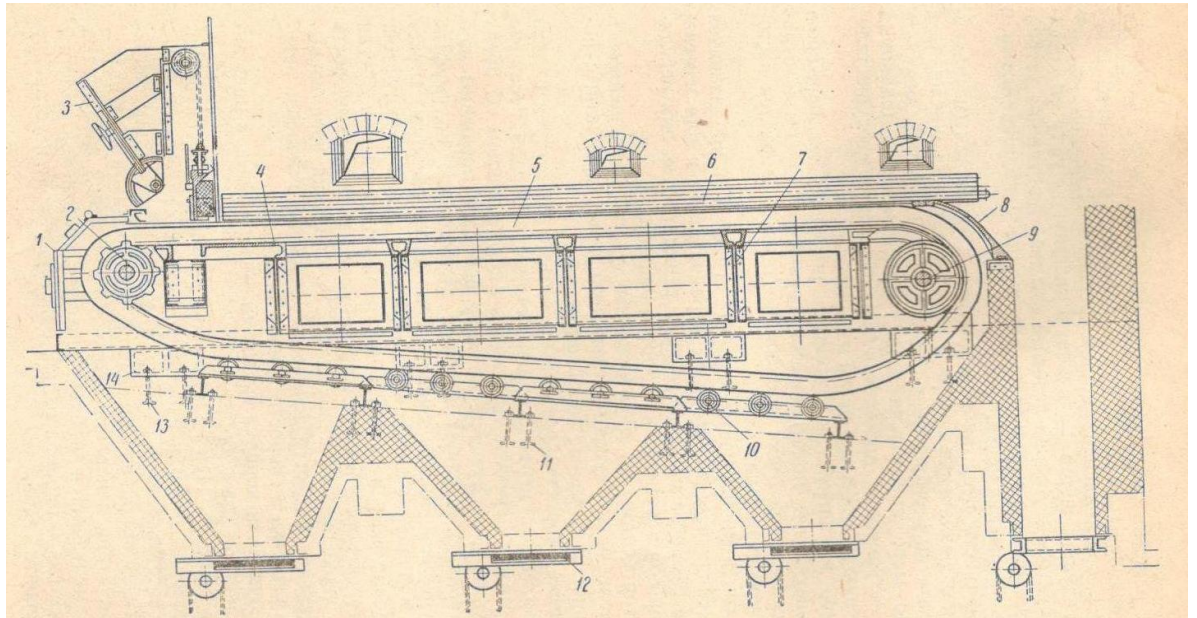


Рисунок 22 – Общий вид цепной решетки БЦР-М

1 – фронтальный кожух; 2 – передний вал решетки; 3 – угольный ящик; 4 – рама; 5 – полотно колосниковой решетки; 6 – охлаждающая панель; 7 – междузонные перегородки; 8 – шлакосниматель; 9 – задний вал решетки; 10 – опорные катки; 11 – болты крепления балок нижнего настила; 12 – затворы бункеров; 13 – болты крепления башмаков; 14 – башмак рамы.

Валы решетки опираются на подшипники скольжения, которые установлены на двух боковых рамах, соединенных снизу связями и составляющих каркас решетки. Передний вал является ведущим, через кулачковую жесткую муфту он соединен с редуктором. Задний ведомый вал имеет натяжное устройство, позволяющее перемещать его вместе с подшипниками и изменять натяжение цепей.

Задняя часть решетки перекрыта так называемым шлакоснимателем, назначение которого задерживать на конце полотна шлак и остатки несгоревшего топлива для окончательного сжигания. По мере накопления шлак сбрасывается в шлаковый бункер. Регулировка положения шлакоснимателя осуществляется вручную при помощи цепей и рычагов.

Топливо из загрузочной воронки поступает на переднюю часть решетки, где подсушивается горячим воздухом и отраженными от сводов топки тепловыми лучами, загорается и сгорает по мере движения полотна.

Редуктор цепной решетки типа ТР (рисунок 23) предназначен для снижения числа оборотов электродвигателя и для изменения числа оборотов приводного вала решетки, т.е. для регулировки скорости перемещения полотна решетки.

Редуктор состоит из двух основных узлов, размещенных в самостоятельных корпусах – червячного и шестеренчатого; последний иногда называют коробкой скоростей.





фронта решетки.

Основное рабочее место при ремонте решетки – площадка перед фронтом топки. На ней устанавливают переносной верстак и станок для заточки инструмента, а также оборудуют канатные дорожки (рисунок 24) для перемещения деталей топки и решетки.

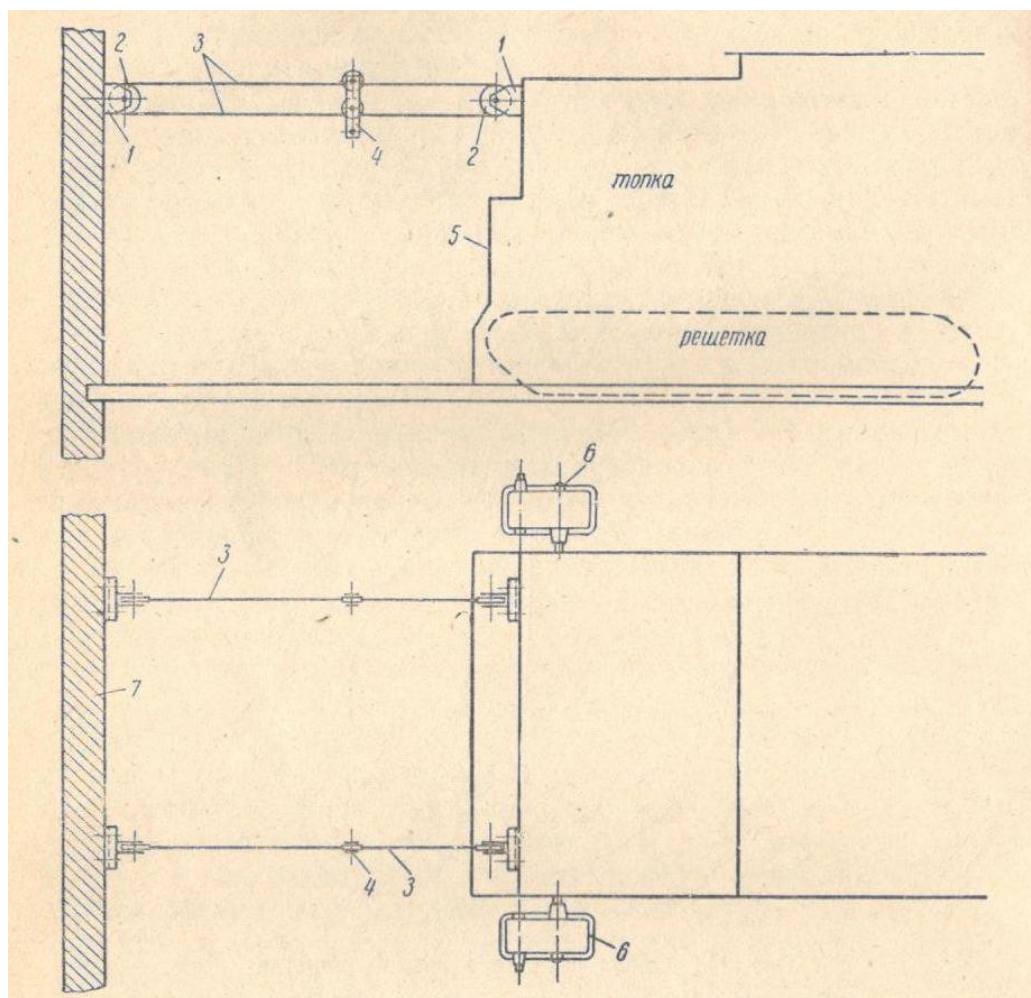


Рисунок 24 – Канатные дорожки для ремонта цепной решетки

1 – кронштейн для роликов; 2 – ролик для стального каната; 3 – стальной канат; 4 – обойма с двумя роликами для подвешивания тали; 5 – фронт топки; 6 – редуктор топки; 7 – стена здания.

Если редуктор и коробка скоростей заменяются запасными или передаются для ремонта в механический цех, то устанавливают монорельс с электротельфером, чтобы погрузить каждый редуктор на электрокар и снять с электрокара запасной или отремонтированный редуктор. Вместо монорельса для этой цели над каждым редуктором можно установить поворотный кран.

Ремонт начинают с очистки топки и решетки от шлака и золы. При этом включают дымосос, открывают все шиберы и применяют поливку водой. Работать нужно в респираторах. После тщательной очистки производят разборку и осмотр решетки несколько раз. Сначала во время движения

решетки очищают колосники, которые затем снимают, потом очищают боковые уплотнения и оба настила, верхний и нижний. После этого на ходу чистят держатели или бимсы, цепи, звездочки, валы, опорные ролики. Вначале очистку производят не залезая в топку (если это возможно); окончательную очистку выполняют, находясь в топке. Шлак, золу и мусор спускают через золотые и шлаковые затворы.

После очистки решетки снимают фронтную гарнитуру топки, очищают ее, осматривают и производят ремонт валиков, штырей и дверок.

Снимают колосники, очищают, осматривают и поврежденные (обгоревшие, с трещинами и отколами, покоробленные) заменяют новыми.

Точно также проверяют бимсы (если решетка бимсовая) или держатели (если решетка конструкции БЦР). Покоробленные бимсы иногда выправляют в приспособлениях с мощными гидравлическими или винтовыми домкратами. Следует отдать предпочтение правке бимсов в горячем состоянии. Затем разъединяют цепи и электродвигателем решетки вытаскивают их на площадку перед фронтом.

Для снятия гарнитуры фронта, бимсов и цепей пользуются таями, подвешенными с помощью спаренных блоков к канатным дорожкам (смотри рисунок 23). Вытащенные цепи очищают металлическими щетками и проверяют состояние каждого звена, изношенные звенья заменяют.

В некоторых случаях происходит удлинение цепей вследствие разряжения звеньев и износа стенок отверстий. Такие цепи не обеспечивают нормальную работу полотна, т.к. шаг их не соответствует шагу ведущих звездочек и при движении решетки будет наблюдаться набегание цепей, толчки и срывы. В результате появится общее расстройство ходовой части решетки и возникает необходимость преждевременного ее ремонта.

Растянутые участки цепей заменяют новыми. Расхождение в лине цепей для одной решетки допускают не более 15 мм.

После осмотра цепей проверяют состояние роликов и соединительных валиков, при необходимости изношенные детали заменяют новыми.

Затем очищают и осматривают верхний настил и шины (призматические направляющие). Покоробленные, изношенные и отставшие от настила шины заменяют новыми. Если заменяется только участок шины, то стыки необходимо прочно сварить и зачистить сварной шов заподлицо (вровень с чем-нибудь), иначе при прохождении роликов цепи по шинам будут происходить толчки, что в дальнейшем приведет к задеванию, сбиванию шин с места и вынужденному останову решетки.

Валы решетки очищают и проверяют, нет ли износа шеек, не искривлен ли вал. Изгиб вала можно проверить во время поворота его, пользуясь рейсмусом и шупом.

Для проверки вала устанавливают три рейсмуса: один посередине и два на расстоянии одной четверти от концов вала. При каждом обороте вала измеряют зазоры между рейсмусами и валом. Изогнутый вал заменяют новым и правят его по специальным инструкциям.

При проверке определяют величину износа зубьев звездочек и

прочность крепления (посадку) их на валу. Заусенцы на кромках звездочек зачищают; при значительном износе производят наплавку электросваркой с последующей зачисткой пневматическим зубилом, шлифовальной машиной и напильником.

Подшипники валов решетки разбирают, промывают и вытирают, после чего измеряют зазоры, чтобы определить степень износа. При износе сверх нормы подшипники заменяют новыми.

Натяжное устройство промывают керосином и устанавливают степень износа резьбы тяг, если износ значительный, то тяги заменяют новыми. После этого тщательно очищают и проверяют состояние опорных катков на нижнем настиле, изношенные катки заменяют, ослабленные крепления подтягивают, покоробленные упоры (уголки) выправляют.

Расчищают боковые уплотнения, осматривают чугунные детали, заменяют покоробленные и обгоревшие. Все части выверяют по струне или по рейке и закрепляют. Одновременно с этим проверяют состояние подпанельных плит и панелей, заменяя обгоревшие, покоробленные и осевшие.

После этого приступают к сборке полотна решетки. Проверенные цепи протаскивают в топку, надевают на звездочки и шкивы и накладывают как призматические направляющие верхнего настила рамы. Концы цепей соединяют внизу (на нижнем настиле) замыкающим болтом и производят предварительное их натяжение, перемещая натяжным устройством задний вал с подшипниками.

Все собранные на валах цепи соединяют между собой сквозными соединительными валиками с пазами. В пазы валиков заводят ножки держателей колосников. Эти ножки не позволяют соединительным валикам сдвинуться в сторону и фиксируют расположение цепей по ширине решетки на расстоянии 370 мм одна от другой.

Соединительные валики устанавливают вместе с роликами через лючки в нижней части боковины рамы, удерживая рукой между каждой парой цепей ролик, продевают соединительный валик через все цепи и ролики по ширине решетки. При этом через каждые 5-6 звеньев следует устанавливать поперечный ряд держателей, чтобы цепи не смещались и не заваливались.

Правильность сборки цепей и роликов, отсутствие задеваний и легкость хода проверяют обкаткой решетки на малых числах оборотов. При этом ролики должны вращаться и не налезать на призматические направляющие верхнего настила.

Если результаты обкатки окажутся удовлетворительными, набирают остальные держатели и колосники пакетами по 6 шт. Предварительно колосники выверяют шаблоном по длине рабочей части и по цапфам.

Затем устанавливают и выверяют боковые чугунные уплотнения. Полки уплотнений, по которым скользят крайние держатели, должны лежать строго в одной плоскости. Зазор между полкой держателя и полкой уплотнения должен быть не более 1 мм.

Т.к. зазоры, установленные при сборке, имеют первостепенное значение,

то надо следить за их точным соблюдением. При этом нужно анализировать записи в ремонтном формуляре и сопоставлять их с результатами измерений решетки.

По окончании сборки полотна производят пробную обкатку решетки, в процессе которой проверяют движение все частей и зазоры.

Заключительной операцией ремонта решетки является проверка величины зазоров, обеспечивающих тепловые перемещения рамы. Величины зазоров определяют по следам движения опорных башмаков или их кромок. Такие следы остаются в результате нагревания решетки при ее эксплуатации и последующего охлаждения по окончании работы.

Если редуктор будет ремонтироваться на месте, его снимают таями, разворачивают и устанавливают в удобное для разборки положение.

### **2.1.11.3 Ремонт редуктора**

При ремонте редуктора снимают крышку лючка в корпусе, промывают керосином зубья червяка и червячного колеса и осматривают их. Затем вскрывают подшипники червячного вала и вала червячного колеса, промывают и проверяют их. Если зубья и подшипники имеют значительный износ, примерно 5-10% по толщине, то последние смазывают и закрывают. Сальниковые уплотнения подшипников заменяют новыми во время каждого капитального ремонта.

При правильном монтаже, своевременных профилактических ремонтах и правильной эксплуатации износ редуктора бывает незначителен и его ремонт обычно заключается лишь в очистке и промывке.

Если при осмотре редуктора будет выявлен значительный износ зубьев (20 % и более), снимают крышку корпуса редуктора, пользуясь таями, разбирают подшипники и вынимают червячный вал, а затем и шестерню с валом и заменяют червячную пару. Если же изношена только одна шестерня, то заменяют только ее. При этом нужно учитывать, что при такой замене требуется подгонка зацепления по следам краски.

Подшипники редуктора заменяют в том случае, когда вследствие износа их внутренний диаметр превысит наибольшую допустимую величину. Нормальный диаметр подшипников скольжения для валов червяка и колеса определяется ходовой посадкой 3-го класса точности.

Ремонт редуктора заканчивают промывкой и очисткой корпуса.

Затем проверяют кулачковые полумуфты на валу червяка и коробки скоростей, удаляют заусенцы зашлифовкой. Если кулачки имеют значительный износ, то их наплавляют электросваркой и после этого зачищают пневматическим зубилом и шлифовальной машиной.

Коробку скоростей разбирают: снимают крышку корпуса, вынимают все валы с зубчатыми колесами, снимают с валов подшипники качения, снимают зубчатые колеса, распорные кольца и полумуфты.

Очищают детали и измеряют зазоры между шариками и обоймами, проверяют, нет ли износа у боковых дорожек, тел качения или сепараторов; проверяют также, не ослабла ли посадка подшипников на валах и нет ли

следов проворачивания обойм.

Подшипники со следами разрушения или с зазорами между шариками и обоймами, превышающими допустимые, заменяют новыми. Валы с изношенными посадочными участками также заменяют новыми или изношенные участки наплавляют электросваркой, пользуясь специальной инструкцией.

Изношенные шестерни и муфты заменяют новыми, соблюдая заданные чертежом посадки на валах.

Корпус редуктора промывают керосином и досуха вытирают. Собирают шестерни, подшипники и полумуфты с валами. При этом следят за тем, чтобы при сборке была выдержана заданная посадка.

После сборки проверяют вручную вращение валов, работу шестерен и муфты переключения скорости; затем центрируют коробку скоростей по червячному валу редуктора, а электродвигатель – по валу коробки скоростей. Проверяют работу коробки скоростей и червячного редуктора от электродвигателя. При удовлетворительных результатах проверки производят обкатку механизмов под нагрузкой и контролируют на ходу зазоры.

Устанавливают на место фронт топки и убирают такелажные приспособления, отходы и мусор.

#### **2.1.11.4 Ремонт гарнитуры, обдувочных аппаратов и дробеочистки**

Ремонт гарнитуры заключается в замене изношенных дверок, шарниров, пружин и запорных крючков; заменяют также уплотнения дверок и лючков. Предохранительные клапаны подвергают ревизии: подтягивают болты на фланцах, меняют разрывные листы по мере их износа.

##### **2.1.11.4.1 Ремонт обдувочных аппаратов**

Ремонт обдувочных аппаратов состоит из разборки, смены или очистки их сопел, обдувочных труб и их креплений на трубах конвективного пучка или змеевиках пароперегревателя.

Каждый обдувочный аппарат разбирают, промывают его детали керосином; после протирки насухо определяют пригодность деталей к дальнейшей работе. Если износ деталей превышает допустимую величину, их заменяют новыми. После этого аппарат собирают.

Клапаны аппарата притирают, контролируя качество притирки «на масло». Сальники заново набивают серебристым графитом, смешанным с волокнами асбеста (пушонки). Зубчатые колеса аппарата смазывают смесью серебристого графита с цилиндрическим маслом. Проверяют правильность аппарата и производят его регулировку. При этом следят, чтобы выдвижное сопло полностью выходило из укрытия и полностью входило в укрытие.

Обдувочные трубы и хомуты тщательно очищают и определяют их пригодность к дальнейшей эксплуатации; если трубы и хомуты сильно изношены, их заменяют новыми.

При замене очень важно выдержать правильные расстояния от сопел обдувочной трубы до обдуваемых труб котла; эти расстояния устанавливают с

учетом тепловых расширений труб котла и обдувочной трубы. Если расстояние от сопел обдувочной трубы до труб котла будут выдержаны неправильно, может оказаться, что отдельные сопла будут направлять струи пара на трубы котла и изнашивать их стенки.

Не менее точно следует устанавливать ограничители поворота обдувочной трубы, чтобы зона действия струи пара соответствовала указаниям чертежа.

#### **2.1.11.4.2 Ремонт дробеочистки**

Ремонт дробеочистки заключается в разборке и очистке узлов и замене изношенных частей: снимают и очищают питатель дробы, сетки и разбрасыватели дробы, а при износе заменяют их. Очищают воздушный сепаратор или заменяют его новым. Смеситель обычно меняют во время каждого ремонта; эжектор снимают, очищают, а при износе заменяют новым. Все изношенные трубы очищают сжатым воздухом, изношенные – заменяют. При разборке фланцевых соединений в процессе ремонта заменяют паронитовые прокладки. В заключение проверяют плотность системы, находящейся под разряжением.

#### **2.1.11.4.3 Техника безопасности**

В топках и газоходах котла не разрешается работать, если температура в них превышает 60 °С. При температуре 50 – 60°С в топках и газоходах можно работать в течение 20 мин, после чего полагается 20 мин отдыха на свежем воздухе.

При работе в топках и газоходах необходимо пользоваться переносными лампами напряжением не более 12 В. Ламп должно быть не менее двух, а питаться они должны от разных источников.

Во избежание отравления рабочих вредными газами до начала работ топку необходимо провентилировать, создав в ней разряжение около 1 мм.вод.ст по тягомеру.

Необходимо также убедиться (через лазы, дверки или гляделки) в отсутствии внутри топки кирпичей и глыб шлака, могущих обрушиться на работающих. Если будут обнаружены участки обмуровки, могущие обрушиться, или скопления шлака, то к работе нельзя приступать до тех пор, пока они не будут удалены пиками.

Начинать ремонт цепной решетки можно только после полной очистки топки.

Запрещается производить работы одновременно на двух уровнях, расположенных по одной вертикали, при отсутствии между ними сплошного настила или без принятия других специальных мер предосторожности.

Запрещается работать электро- и пневмоинструментом на приставных лестницах.



### 3 Раздел 3 Ремонт вращающихся механизмов

#### 3.1 Ремонт сборочных единиц вращающихся механизмов

##### 3.1.1 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 называются упругими, так как они допускают некоторый сдвиг валов и смягчают передачу вращения. Однако допускать неточную сборку и центровку валов, рассчитывая на упругие муфты, нельзя, поскольку при этом муфты подвергаются ускоренному износу и выходят из строя.

Муфты с эластичным диском (рисунок 25) наиболее надежны в работе, просты в изготовлении и ремонте, обладают значительной компенсирующей способностью при расцентровке валов.

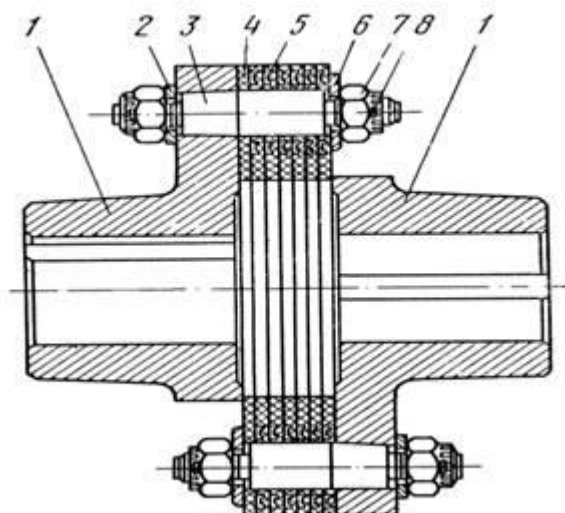


Рисунок 25 – Муфта с эластичным диском

1 – полумуфта, 2, 6 – шайбы, 3 – палец, 4 – эластичное кольцо, 5 – шайба эластичного кольца, 7 – гай-ка, 8 – шплинт.

Полумуфты 1 выполняют в виде звездочек с тремя углами, в которых рас-положены пальцы 3. Углы одной полумуфты сдвинуты по окружности относительно углов другой на  $60^\circ$ . Таким образом, для соединения полумуфт требуется шесть пальцев. Эластичные кольца 4 изготавливают из отработанных транспортерных лент или прорезиненных ремней, а для передачи небольших вращающихся моментов – из листовой резины.

Пальцевые муфты (рисунок 26) 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.

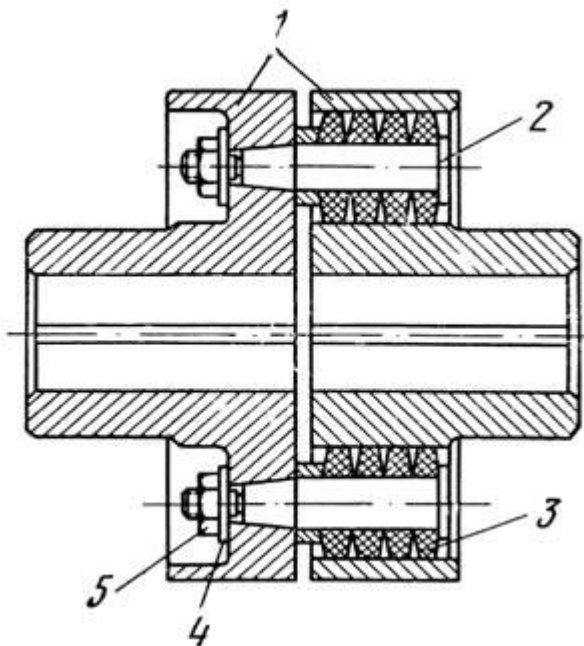


Рисунок 26 – Пальцевая муфта

1 – полумуфты, 2 – палец, 3 – эластичная шайба, 4 – шайба, 5 – гайка.

Дробевая муфта (рисунок 27) состоит из двух неодинаковых полумуфт. Полумуфта 1 электродвигателя выполнена в виде ступицы с двумя дисками, между которыми в диаметрально противоположных местах приварены ребра 4. Полумуфта 3, 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 4, через пробку 2 второй полумуфты засыпают дробь, нарубленную из углеродистой проволоки диаметром 5–6 мм. Длина кусочков 6–10 мм. В зависимости от размера муфты засыпают 4–6 кг дроби (равное количество во все полости).

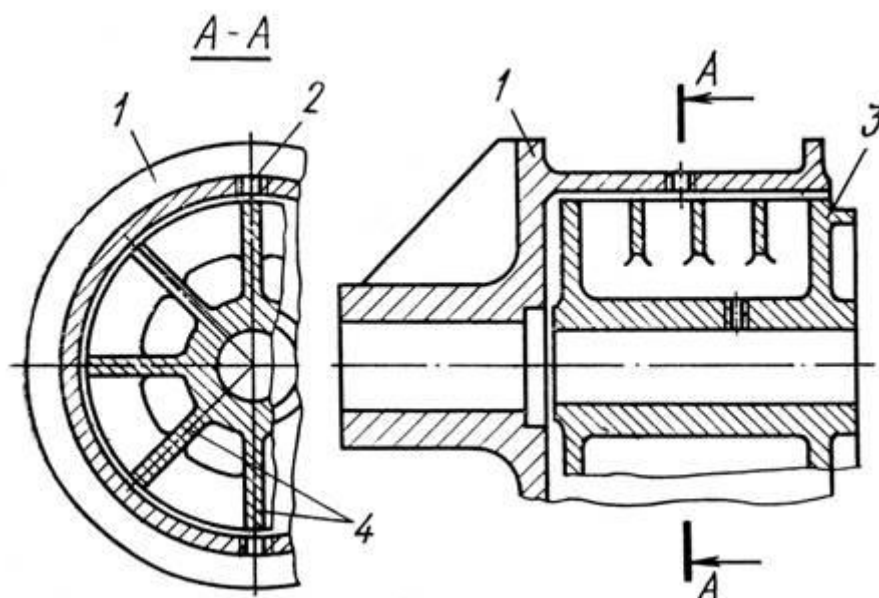


Рисунок 27 – Дробевая муфта

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

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 дроби 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:

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

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

3) 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;

4) 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;

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

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

7) 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;

8) 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 повертывают на  $180^\circ$ .

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.

### **3.1.2 Ремонт зубчатых передач**

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

Износ зубьев цилиндрических зубчатых колес проверяют штанген-зубомером. 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 полумуфта.

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 (рисунок 28) 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.

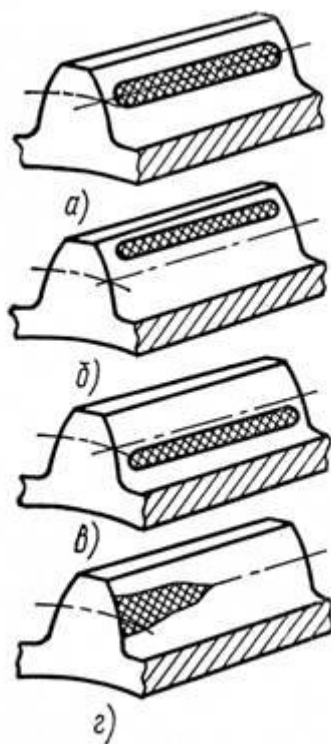


Рисунок 28 – Проверка точности прилегания зубьев по отпечаткам краски

а – нормально, б – увеличено межосевое расстояние, в – уменьшено межосевое расстояние, г – оси валов перекошены.

### 3.1.3 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 нереверсивных 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 (рисунок 29, а). Вертикальная ось червяка должна совпадать со средним сечением колеса, что определяется равенством расстояний  $m$ .

Схема проверки межосевого расстояния показана на рисунке 29, б. При правильной сборке расстояния  $n$  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 рисунке 29, в. Размер отпечатка должен составлять 50–60 % высоты и 35–75 % длины зуба (в зависимости от точности изготовления пары). Если размер пятна недостаточен, червячную пару обкатывают. Смещение отпечатка от среднего положения указывает на неправильную сборку.

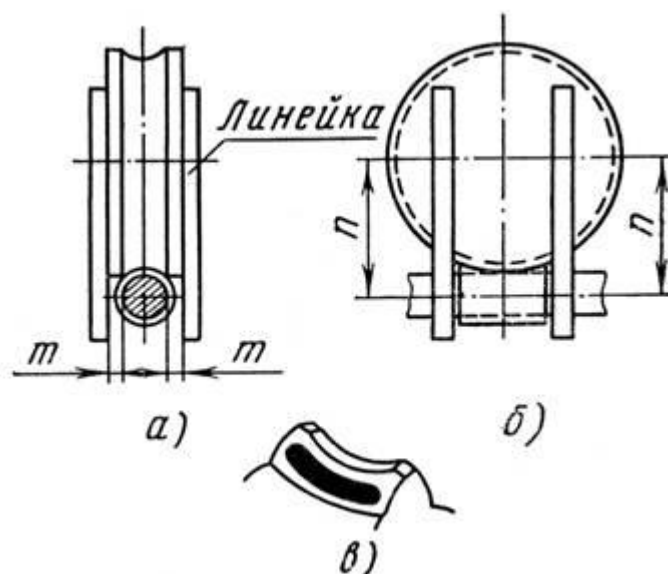


Рисунок 29 – Проверка сборки червячной пары по совпадению осей (а), межосевому расстоянию (б) и отпечаткам краски (в)

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

### 3.1.4 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 (рисунок 30), 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 называются самоустанавливающимися.

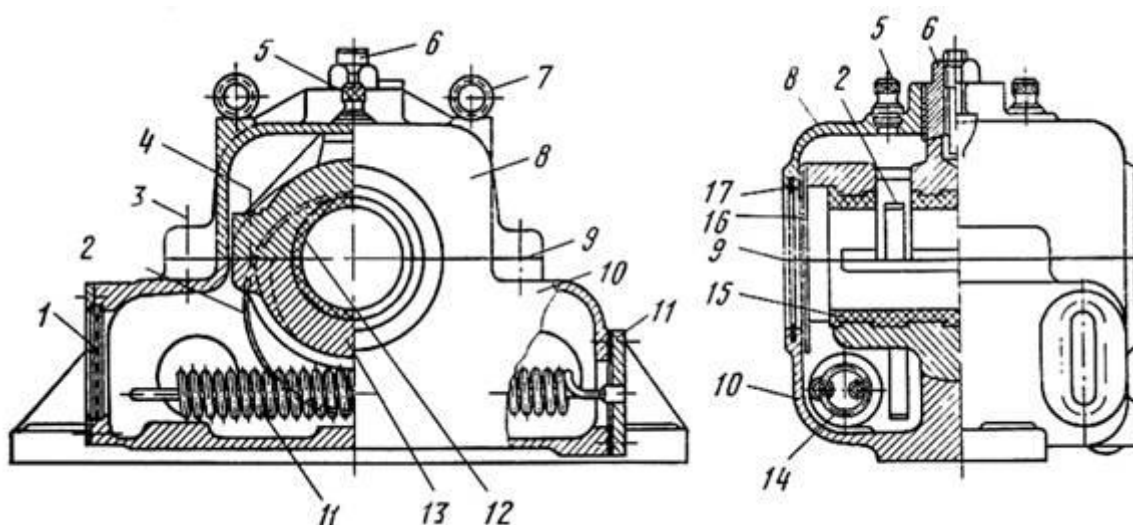


Рисунок 30 – Подшипник дымососа с самоустанавливающимися вкладышами и кольцевой смазкой

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

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 рисунок 31, а.

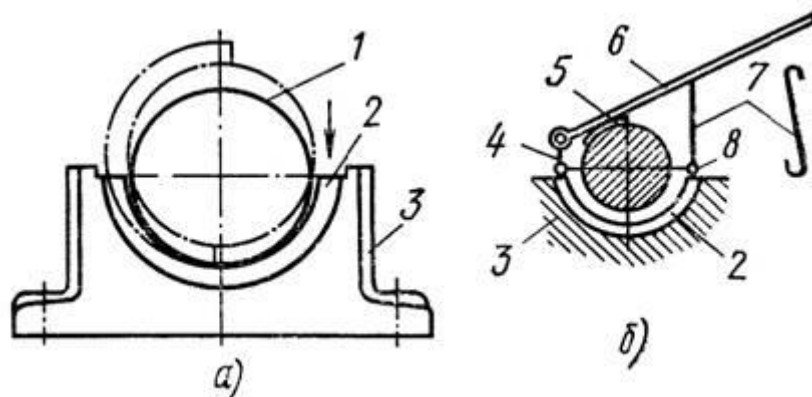


Рисунок 31 – Выкатывание нижней половины вкладыша подшипника ударами по наставке в направлении стрелки (а) и рым-болтами, скобами и рычагами (б)

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

Для снятия тяжелых вкладышей используют рым-болты 8, завинчиваемые в отверстия вкладышей, а также скобы 4, 7 и рычаг 6 (рисунок 31, 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%-ный раствор соляной кислоты).

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

Боковой  $m$  и верхний  $k$  зазоры в подшипнике скольжения показаны на рисунке 32.

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 поверхности 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 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.

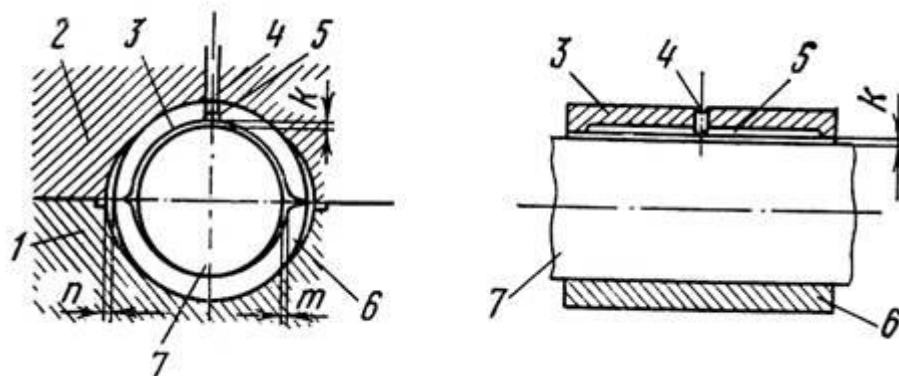


Рисунок 32 – Зазоры в подшипнике скольжения

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.

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

Боковые зазоры между вкладышем и корпусом по линии разъема делают равными 0,05–0,1 мм. Эти зазоры необходимы, чтобы вкладыш расширялся при нагревании не в сторону шейки вала, а в сторону корпуса. Зазор по радиусу между валом и корпусом подшипника в уплотнении должен быть 1,5–2 мм. Угол соприкосновения шейки вала с нижним вкладышем должен быть 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 не-обходимые ремонтные работы.

Одновременно с проверкой размеров и зазоров в подшипнике проверяют 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. Окончательная пришабровка вкладышей по валу производится 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  $1\text{ см}^2$ . Для верхних вкладышей необходимо такое же прилегание с получением одного пятна на  $1\text{ см}^2$ .

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 маслоуказательные стекла и термометры, заливают в подшипники масло, присоединяют трубопроводы охлаждения и смазки, контролируют подачу воды и масла, а также отсутствие течи в соединениях.

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

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

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

### 3.1.5 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 возможны два случая: когда не требуется разборка подшипников или замена других узлов механизма и когда необходимо разобрать механизм и снять с вала подшипники. 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.

Результаты осмотра и измерений определяют объем ремонта или необходимость замены подшипника. Для определения степени износа подшипников замеряют радиальные зазоры между телами качения и обоймой (радиальным зазором называют сумму зазоров по одному диаметру между телами качения и обоймами). Наиболее удобно радиальный зазор замерять 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, называется 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 называется 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 превосходить начальный зазор если у подшипника нет других признаков износа.

Посадка с натягом осуществляется обычно на деталь, вал или корпус, которые вращаются. Установка подшипника на вторую деталь (не вращающуюся) осуществляется с зазором. Натяги предохраняют вращающуюся деталь от проворачивания в подшипнике и износа посадочного места, а зазоры между подшипниками и неподвижной деталью облегчают работу подшипника и увеличивают его долговечность. Эти зазоры компенсируют тепловое расширение подшипника и позволяют внешней обойме поворачиваться, чтобы износ ее беговой дорожки был равномерным.

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

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

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

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

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

Рассмотрим правила установки подшипников качения. Шариковые и роликовые подшипники изготавливают с очень небольшими зазорами между обоймами и телами качения, поэтому к правильности их установки на вал и в

корпус предъявляют высокие требования. Правильная установка обеспечивает длительную работу подшипника, а неправильная ведет к его быстрому износу или полному разрушению.

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

Замерив посадочные места подшипника, измеряют 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 запечиков 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 отверстия подшипника, при этом, увеличивается на 0,08–0,09 мм на каждые 100 мм, что превышает натяг и позволяет установить подшипник без механических усилий. При установке подшипника с натягом корпус иногда прогревают горячим воздухом или паром, что облегчает запрессовку.

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

### **3.1.6 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, установленных сборочными чертежами или техническими условиями на сборку агрегата.

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

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

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

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

Линейкой и клиновым щупом предварительно выверяют ось вала электродвигателя по оси вала механизма. Вначале накладывают линейку на верхние образующие полумуфт (рисунок 33, а) и проверяют совпадение осей валов в вертикальной плоскости. Оси валов совпадают, если линейка прилегает к обеим полумуфтам без просвета.

Чтобы оси валов совпали по вертикали, поднимают вверх или опускают вниз электродвигатель, подкладывая стальные прокладки под его лапы. Достигнув совпадения осей валов по вертикали, проверяют клиновым



щупом горизонтальность вала электродвигателя. Для этого заводят щуп в зазор между полумуфтами сверху и снизу (рисунок 33, б). Неравенство зазоров свидетельствует о негоризонтальности вала электродвигателя. Горизонтальности добиваются, устанавливая подкладки под соответствующие лапы электродвигателя или снимая их. При этом стараются не нарушить ранее достигнутую выверку валов по высоте.

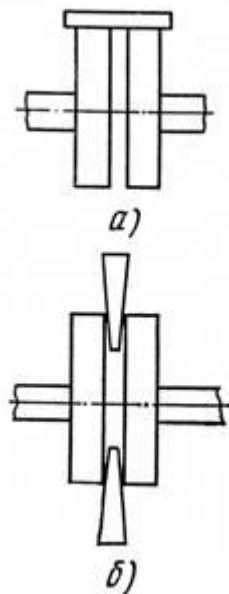


Рисунок 33 – Предварительная выверка осей валов по вертикали линейкой (а), по горизонтали – клиновым щупом (б)

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

Окончив предварительную выверку, поворачивают валы в положение, при котором риски на полумуфтах совпадут. На полумуфты устанавливают центровочные скобы (рисунок 34, а), а на фундаментную раму электродвигателя – скобы с отжимными болтами (рисунок 34, 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.

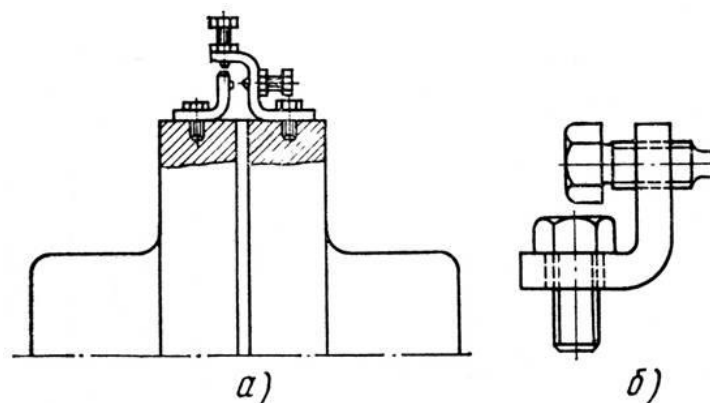


Рисунок 34 – Приспособления для центрирования валов

а – центровочные скобы, б – скоба с отжимными болтами.

При окончательной центровке поворачивают обе полумуфты в положения I, II, III и IV (рисунок 35, а) и в каждом из них измеряют пластинчатым щупом радиальные и торцевые (осевые) зазоры между центровочными скобами. Размеры зазоров записывают на круговой диаграмме (рисунок 35, 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 скобами составляет 0,07–0,11; 0,1–0,12; 0,15–0,2 мм соответственно.

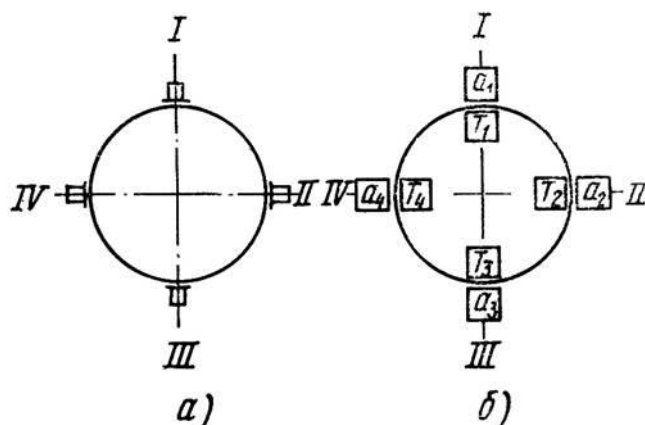


Рисунок 35 – Центрирование осей валов по круговой диаграмме

а – положение полумуфт, при котором измеряют зазоры между центровочными скобами, б – круговая диаграмма.

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

Контрольную проверку правильности замеров при центровке выполняют в положении I после поворота полумуфта на  $360^\circ$ . При повторном измерении зазоры в положении I должны быть равны зазорам, полученным при первоначальном измерении в этом же положении.

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

Центровочные скобы с микрометрическими винтами показаны на рисунке 36. 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.

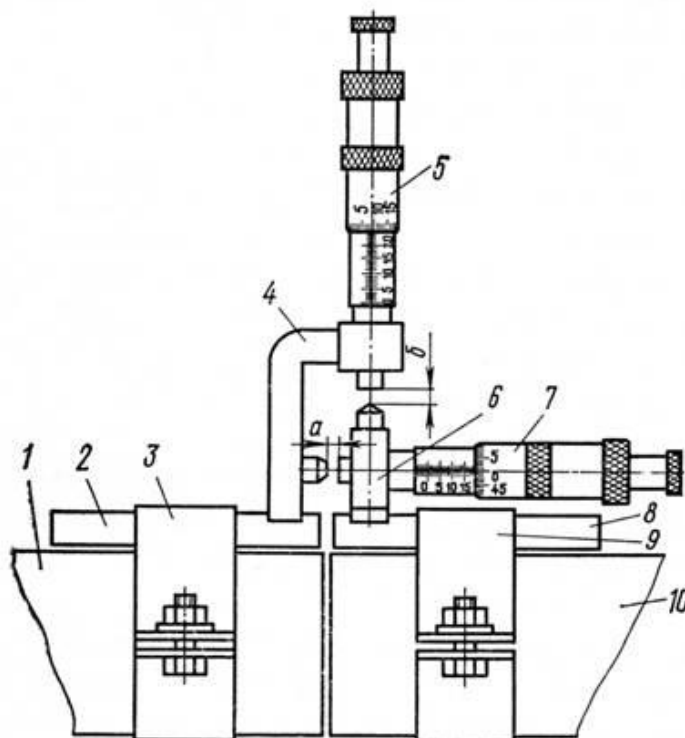


Рисунок 36 – Центровочные скобы с микрометрическими винтами для центрирования валов

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

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

Перемещение тяжелых электродвигателей при центровке в вертикальной плоскости производят клиновыми домкратами (рисунок 37), которые устанавливают между фундаментом (фундаментной рамой) и электродвигателем. Домкрат состоит из корпуса 4, винта 3, верхнего 2 и нижнего 1 клиньев. Домкрат заводится под электродвигатель клиновой частью и при вращении винта клин 1 приподнимает клин 2, поджимающий электродвигатель.

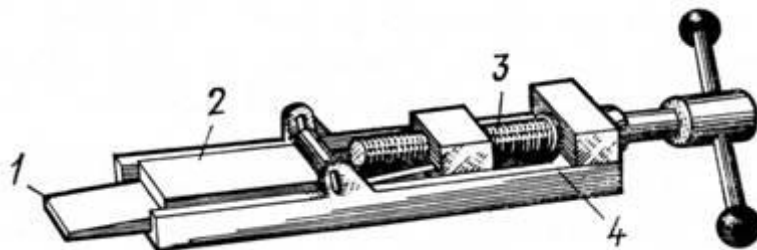


Рисунок 37 – Клиновой домкрат для центрирования валов

1, 2 – нижний и верхний клинья, 3 – винт, 4 – корпус.

### 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, способные 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:

- 1) состояние сборочных единиц агрегата;

- 2) вибрацию подшипников и температуру их нагрева;
- 3) равномерность вращения смазочных колец подшипников с кольцевой смазкой, отмечая утечки масла в крышках и уплотнениях;
- 4) отсутствие задевание рабочего колеса за корпус;
- 5) шум в подшипниках;
- 6) надежность подвода и слива охлаждающей воды;
- 7) исправность шиберов, заслонок и направляющих аппаратов, а также плавность их регулировки;
- 8) плотность корпуса;
- 9) 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, т.к. рабочая среда у них имеет более низкие температуры и не запылена абразивными частицами. Лопатки рабочего колеса и корпус 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.

### **3.2.1 Ремонт вала**

Чтобы выявить возможные трещины и задиры, вал тщательно осматривают. Конусность, овальность, степень износа посадочных мест вала контролируют индикатором. 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 проверяю натяги и зазоры напрессованных 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 частоты все посадочные места, если не устанавливают – поверхность шеек обрабатывают цилиндрическими притирами с наждачной шкуркой.

Выработку шеек вала от скольжения смазочных колец, недопустимую конусность и их 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.

### 3.2.2 Ремонт рабочего колеса

Объем ремонта определяют по результатам замера радиальных и осевых биений рабочего колеса. Если биение колес с наружным диаметром менее 1000 мм будет превышать  $\pm 2$  мм, а с диаметром более 1000 мм –  $\pm 3$  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 отсутствия отслаивания этой наплавки. Лопатки с дефектами заменяют. Также следят за состоянием дисков рабочего колеса, надежность 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 в разбежку через 4 – 5 лопаток.

В некоторых конструкциях дымососов в местах наибольшего износа к лопаткам приваривают накладки, между которыми не должно быть зазоров, при этом места крепления лопаток к дискам – надежно защищают.

От установки новых лопаток в крыльчатку зависит 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 4 группы: I группа – лопатки массой 94 – 97 %, II группа – 97 – 100 %, III группа – 100 – 103 %, IV группа – 103 – 106 %. Лопатки массой более 106 % от средней массы подгоняют опиловкой, а менее 94 % - наплавкой, чтобы включить в одну из групп.

Распределение лопаток различных групп на диске крыльчатки показано на рисунке 38.

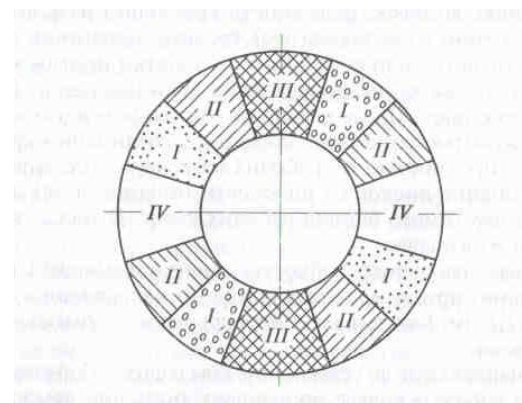


Рисунок 38 – Распределение различных групп лопаток на крыльчатке

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 сократить соосность дисков, при замене изношенных лопаток оставляют часть старых, которые вырезают и заменяют после установки и приварке остальных лопаток. Отклонение лопаток от перпендикулярности к дискам различных групп не должно быть более 0,75 мм на каждые 100 мм высоты лопатки, отклонения по их расположению по окружности (шаг лопаток, измеряемый по хорде) – более  $\pm 3$  мм.

Для 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  $\pm 2$  мм для колес наружным диаметром до 1000 мм и  $\pm 3$  мм – для колес с большим диаметром.

У собранных крыльчаток проверяют торцевое и радиальное биение (рисунок 39).

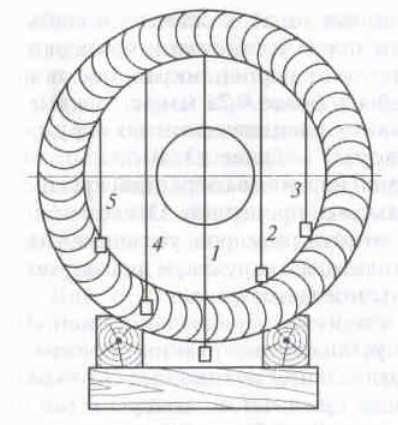


Рисунок 39 – Проверка торцевого и радиального биения крыльчатки

Крыльчатку на подкладках устанавливают таким образом, чтобы ее средний диск находился в вертикальном положении. Опуская отвес в точках 1,2,3,4 и 5 окружности крыльчатки, измеряют расстояния между отвесами и дисками у среднего и крайнего дисков. Затем проверку повторяют, повернув крыльчатку на  $90^\circ$ . 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, concentricность окружностей, отклонение от параллельности и изогнутость дисков контролируют рейсмусом или индикатором. Расстояния между дисками не должны отклоняться более чем 1 – 2 мм в зависимости от диаметра крыльчатки.

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

Ответственной операцией является приклепка крыльчатки к ступице рабочего колеса. Чтобы обеспечить точную сборку рабочего колеса, размеры ступицы (рисунок 40) проверяют по чертежу.

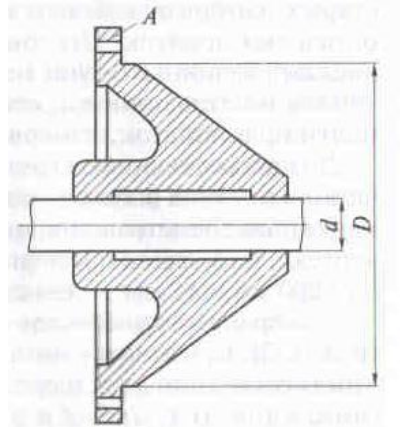


Рисунок 40 – Ступица рабочего колеса

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. 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. 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 радиальное биение превышает норму, протачивают ротор на станке или в собственных



подшипниках, применяя переносной суппорт.

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

### **3.2.3 Ремонт кожуха и направляющих аппаратов**

При осмотре кожуха проверяют: износ брони и незащищенных броней мест кожуха; крышки и всасывающие воронки; неплотности, трещины, коробления, вмятины; износ охлаждающих рубашек дымососов; плотность и закрытие крышек, люков и других 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, валиков и других деталей, а также правильность работы аппарата. В любом положении механизма направляющего аппарата все лопатки должны быть параллельно друг к другу. В крайних положениях привода направляющего аппарата лопатки должны обеспечивать полное открытие или полное 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.

### **3.2.4 Сборка дымососов и вентиляторов после ремонта**

Сборка тяго-дутьевых машин начинается с установки корпусов разъемных подшипников. Корпуса подшипников проверяют 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 на 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 отсутствия заеданий. Крышку кожуха и направляющие аппараты устанавливают на прокладках и проверяют работу их приводов. Далее вновь поворачивают 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 часов, следя за вибрацией всех элементов, нагревом подшипников, правильной работы 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 замеряют вибрацию подшипников барабана, привода и редуктора, проверяют состояние пылевыводящего и углеподающего патрубков и их уплотнений, течь масла из подшипников и задевания валов, а также фундаментные болты. Если предусмотрена замена брони барабана, перед остановкой мельницы в ремонт выгружают все шары.

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

Затем вскрывают привод и редуктор, осматривают шестерни, валы и подшипники, замеряют зазоры, проверяют поверхности всех деталей и определяют объем их ремонта. Состояние цапф и главных подшипников мельницы оценивают, подняв барабан и вынув вкладыши.

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

##### **3.3.1.1 Ремонт брони**

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

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

Бронирование барабана, в котором бронеплиты закрепляют одним

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

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

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

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

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

### **3.3.1.2 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 во время ремонта 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 электросваркой с последующей обрубкой и шлифованием по шаблону.

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

Снятие венцовой шестерни для устранения недопустимых биений, поворота на 180° или замены производят обычно двумя таями или полиспадами, поочередно снимая сначала одну, а затем другую половину шестерни. Перед поворотом или заменой шестерни проверяют радиальное и

осевое биение фланца барабана. Если биение превышает допустимое, фланец протачивают. Половины венцовой шестерни также устанавливают двумя полиспадами или талями.

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.

### **3.3.1.3 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 устраняют разделкой и наплавкой. Наплавленные подшипники обрабатывают на токарном или карусельном станке, а при небольшом объеме наплавки – вручную по шаблону напильником и шабером.

До подгонки вкладышей осматривают и ремонтируют полые цапфы, которые промывают керосином, насухо вытирают ветошью и выявляют забоины, царапины, задиры, коррозионные разъедания. Эти дефекты устраняют шлифованием с помощью деревянных хомутов, обшитых внутри фетром, на который наносят абразивную пасту. Единичные крупные дефекты разделяют и заваривают, после чего обрабатывают напильником и шабером, а затем шлифуют всю цапфу. Подогнанные вкладыши устанавливают в корпуса подшипников, поверхность цапф смазывают краской и барабан опускают на вкладыши, после чего поворачивают на 30–40° в обе стороны. Далее поднимают и закрепляют барабан, вынимают вкладыши и по следам краски производят доводочное шабрение, обеспечивая зазоры в соответствии с нормами, указанными в технической документации на ремонт.

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

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

### **3.3.1.4 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  $180^\circ$ , а если оно изношено с обеих сторон, его заменяют. Чтобы снять зубчатое колесо, вначале съемником удаляют с вала полумуфту. Упорное кольцо и колесо снимают с помощью прессы или специальной рамы и гидравлического домкрата.

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

### **3.3.1.5 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  $250\text{--}300$  °С газовыми горелками, а подшипники – горячим маслом. Ведомое зубчатое колесо редуктора напрессовывают на вал стяжным приспособлением и домкратом с натягом  $0,05\text{--}0,08$  мм.

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

подшипниках и их работу. Полушфты запрессовывают с натягом  $0,02-0,05$  мм.

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

### 3.3.1.6 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 (рисунок 41).

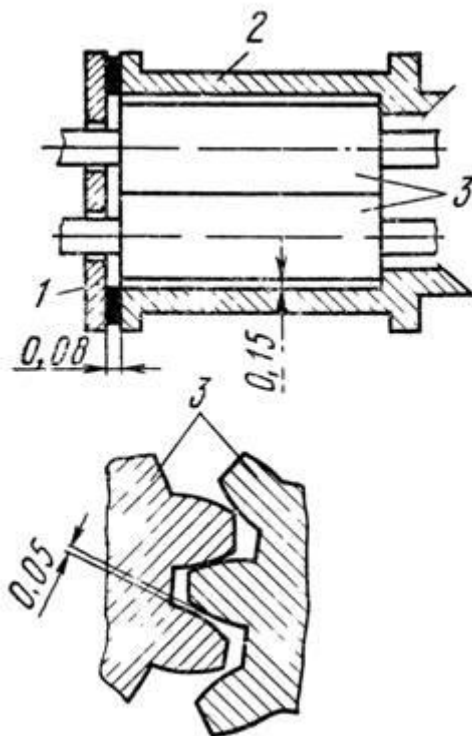


Рисунок 41 – Основные зазоры в масляном насосе

1 – торцевая крышка корпуса, 2 – корпус, 3 – зубчатые колеса.

Зазор между торцами зубчатых колес и торцевой крышкой насоса должен быть минимальным, но не приводить к задиранию крышки зубьями колес. Этот зазор определяется толщиной про-кладки между корпусом и крышкой, которую берут равной  $0,05-0,12$  мм. Прокладку изготавливают из писчей или чертежной бумаги и устанавливают на шеллаке. Зазор между вершинами зубьев и корпусом насоса должен быть  $0,15-0,25$  мм; его размер

проверяют при снятой крышке. Для нормальной работы насоса зубчатые колеса изготавливают с повышенной точностью. Боковой зазор в зацеплении должен быть не более 0,05 мм.

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

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

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

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

Для предотвращения утечки масла из подшипников и редукторов они должны быть хорошо уплотнены, давление масла в маслопроводах должно поддерживаться в пределах, установленных нормами, а уровень масла в масляной ванне редуктора не превышать три четверти 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 типоразмеров роторы вынимают через боковые стенки, на которых предусмотрены съемные крышки. Для выемки применяют монорельсы, шпальные выкладки или специальные тележки. При разборке мельницы проверяют техническое состояние сборочных единиц и уточняют объем ремонтных работ.

#### **3.3.2.1 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.

### **3.3.2.2 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.

### **3.3.2.3 Ремонт системы охлаждения вала**

Валы крупных мельниц изготавливают полыми (т. е. с центральным сверленным каналом) и охлаждают проточной водой через распределительную головку (рисунок 42).

Холодная вода по трубке 9 поступает в противоположный конец вала 5 и затем возвращается по внутренней полости, охлаждая вал. Между подвижной и неподвижной частями устройства на валу установлен диск 6, отбрасывающий воду к отводящей трубке 7.

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

Валы малых мельниц выполняют сплошными. Защиту таких валов от нагрева горячим воздухом осуществляют с помощью неподвижных холодильников с проточной водой. Холодильники охватывают оба конца вала

в местах, находящихся между размольной камерой и подшипником.

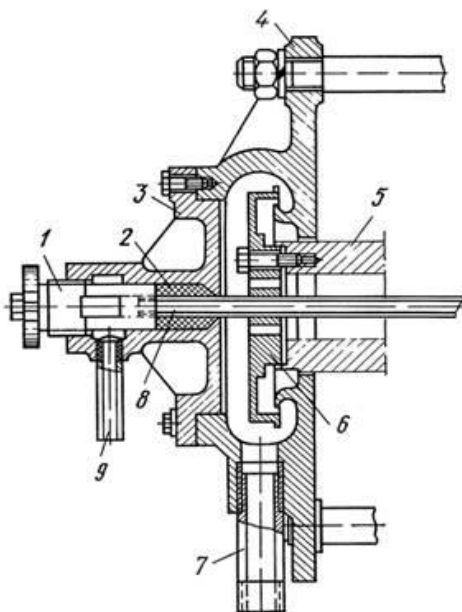


Рисунок 42 – Водораспределительная головка

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

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 плотности всех соединений и устранении перекосов втулки и задеваний вала за нее. Плотность втулок проверяют керосином или водой под давлением 0,4–0,5 МПа. Обнаруженные неплотности устраняют сваркой.

#### 3.3.2.4 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  $\pm 0,3$  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 концентричность по отношению к валу.

Опробование мельницы после капитального ремонта производят, как правило, сначала без бил, а затем навешивают била и выполняют вторичное опробование. Продолжительность опробования мельницы с билами 2–3 ч, а после смены подшипников 8 ч.

### **3.3.3 Ремонт питателей топлива**

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

В дисковом питателе (рисунок 42) изнашиваются детали редуктора, коническая пара и подшипники вала.

Причина износа – недостаток 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.

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.

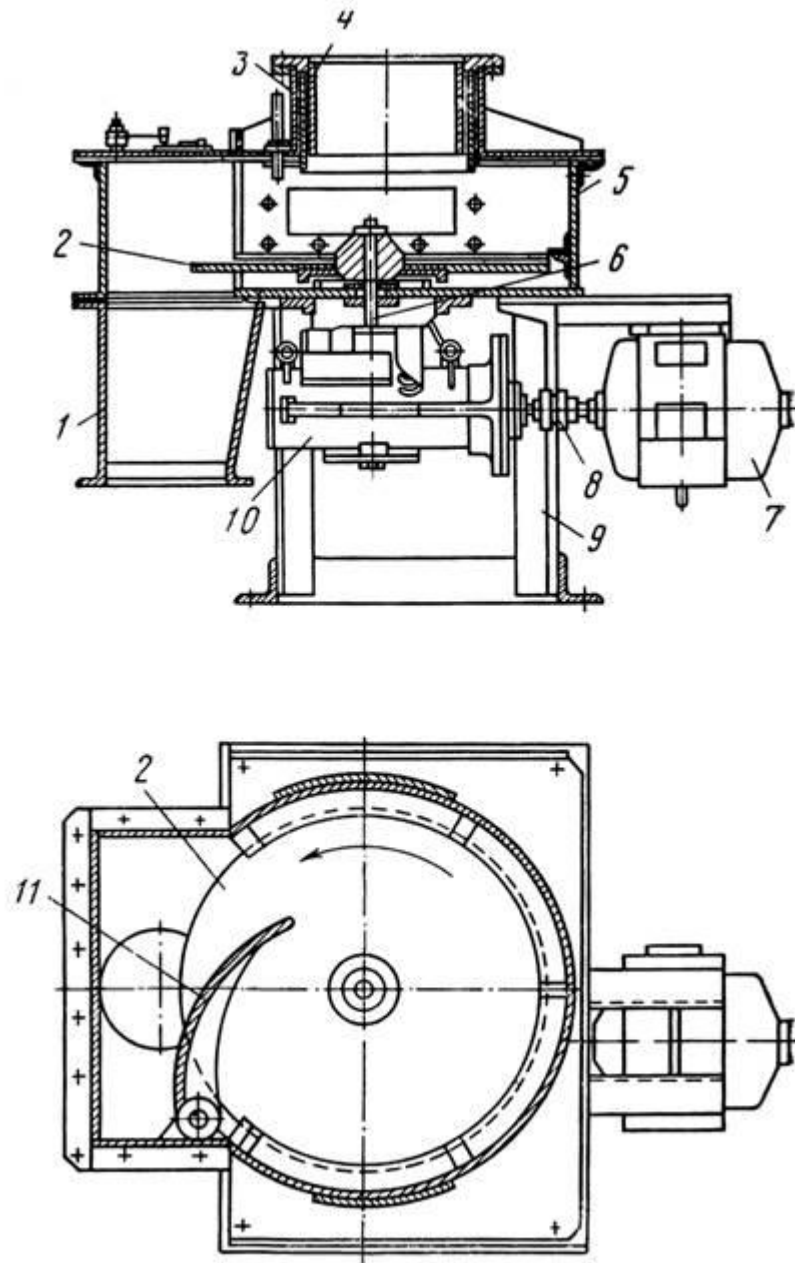


Рисунок 42 – Дискový питатель сырого угля

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

При работе в скребковых питателях (рисунок 43) изнашиваются редуктор, подшипники валов, звездочки, пластинчатые цепи и столы. Ремонт редуктора и подшипников валов аналогичен ремонту соответствующих сборочных единиц дисковых питателей.

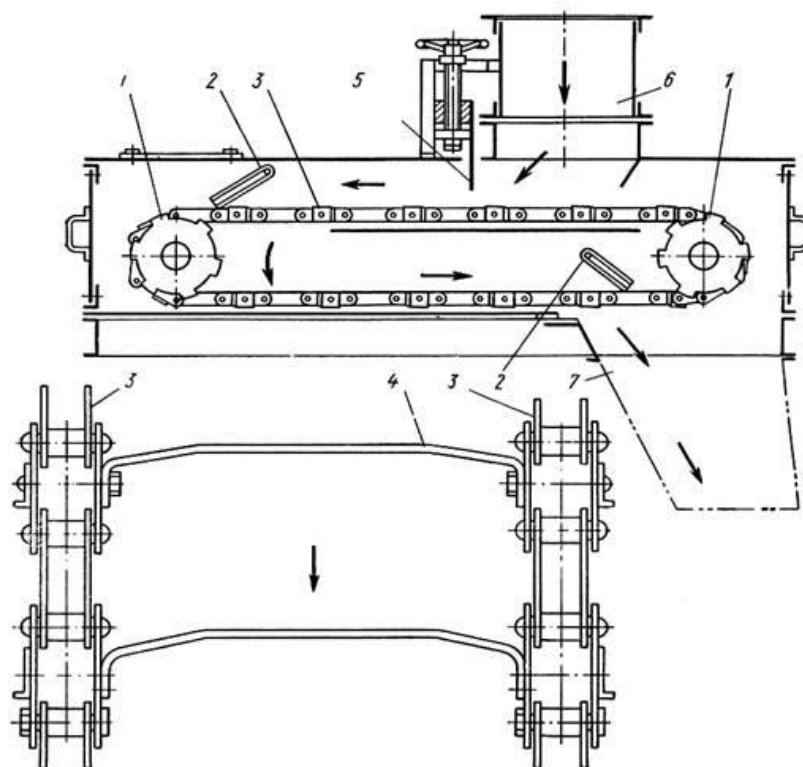


Рисунок 43 – Скребковый питатель сырого угля (внизу показан вид сверху на участок цепи)

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

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. Собранный питатель, регулируют натяжение цепей и обкатывают его без угля в течение 1,5–2 ч, проверяя работу всех сборочных единиц.

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

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

Изнанную ленту заменяют, для чего ее разрезают. Новую ленту заводят на питатель, определяют необходимую длину, учитывая припуск на соединение, и соединяют концы ленты вулканизацией, используя переносной аппарат с электронагревом, по специальной технологии.

### 3.3.4 Ремонт питателей пыли

Лопастной питатель пыли заключен в три части корпуса: верхнюю 4, среднюю 5 и нижнюю 6 (рисунок 44). Верхнюю часть присоединяют к фланцу пылевого бункера 2, а нижнюю – к фланцу пылепровода. Части корпуса соединены между собой также фланцами.

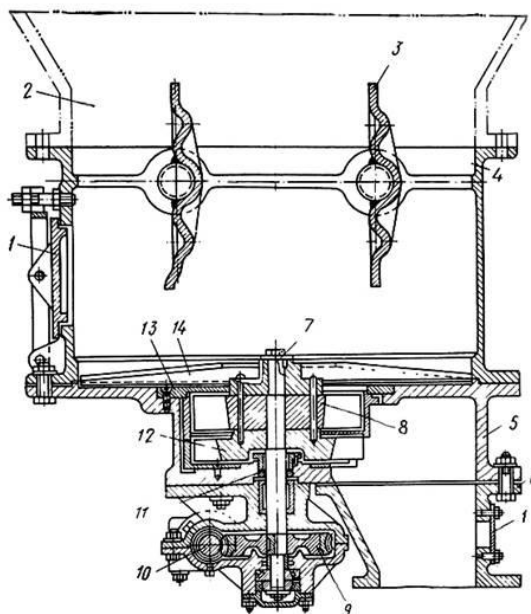


Рисунок 44 – Лопастной питатель пыли

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.

При капитальном ремонте питателя его отделяют от пылевого бункера и пылепровода и разбирают все сборочные единицы.

Для снятия, установки и перевозки питателя используют тележку с подъемным столом.

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

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.

От воздействия угольной пыли в шнековом питателе (рисунок 45) сильно изнашивается вал шнека под сальниками и подшипниками. Входной и выходной патрубки обычно повреждаются от ударов при устранении зависания пыли.



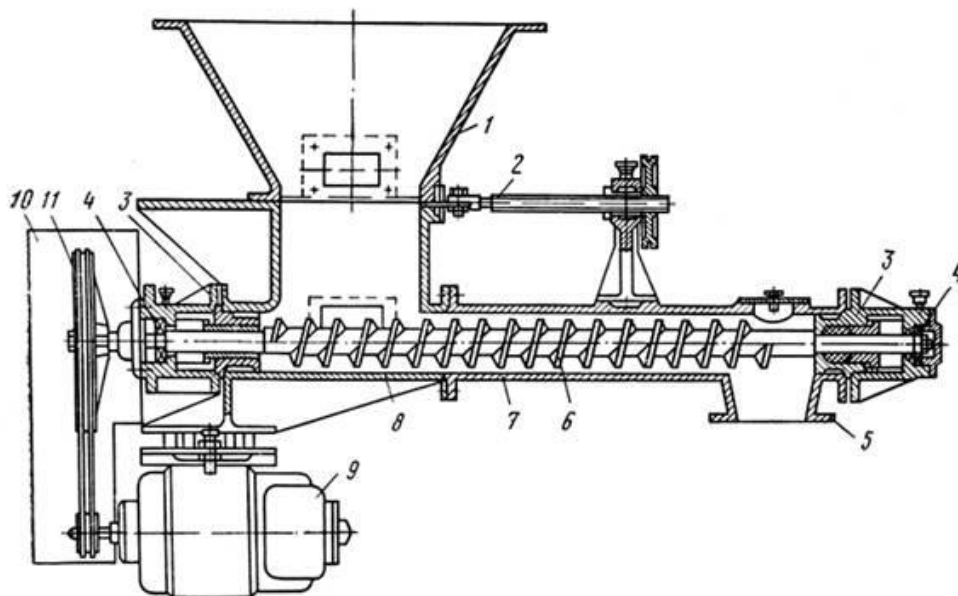


Рисунок 45 – Шнековый питатель пыли

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.

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 (рисунок 46) изнашиваются главным образом из-за истирания их частичками пыли. Износу подвержены участки, которые обтекаются пылевоздушной смесью или на которые осаждаются крупные фиксации пыли: внутренний конус и патрубки возврата снаружи и изнутри, кронштейны, на которых подвешен внутренний конус, лопатки и внутренняя поверхность корпуса. Кроме того, в сепараторах возможны защемление приводного механизма лопаток, повреждение взрывных клапанов в результате разрыва мембран, коробление и износ лопаток.

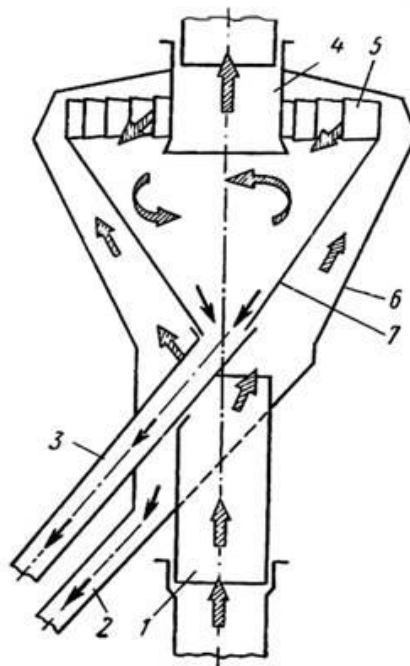


Рисунок 46 – Схема работы сепаратора угольной пыли

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

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 полуобечек прихватывают электросваркой, а затем обваривают.

При быстром износе внутреннего конуса его бронируют с наружной стороны плитами из отбеленного чугуна или марганцевистой стали. Изношенные чугунные желоба внутреннего корпуса 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, затем 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 сепаратора проверяют при пуске мельничного вентилятора по присосам. Неплотности устраняют подваркой или наложением небольших заплат.

Циклоны (рисунок 47) установок, работающих на зольных топливах, защищены внутри броней из листовой стали или плиток базальта, которые уложены на цементном растворе и раскреплены Т-образными направляющими.

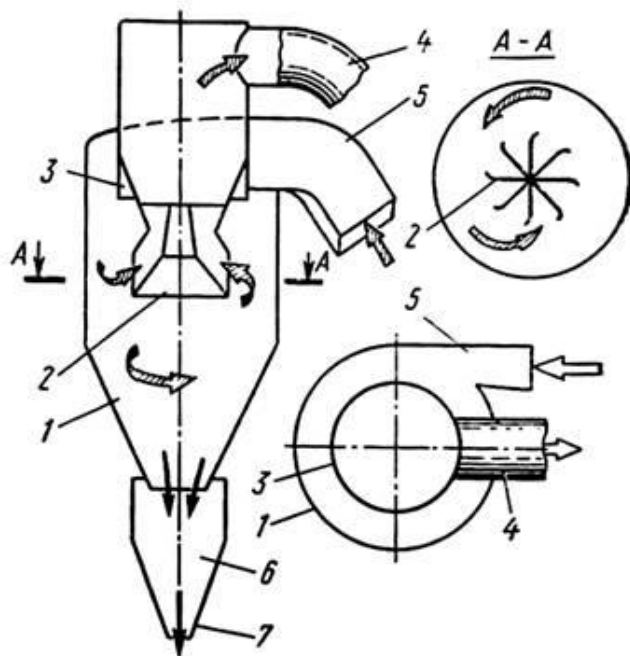


Рисунок 47 – Схема устройства пылевого циклона

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

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

Изношенные участки корпуса циклона и регулирующего патрубка заменяют так же, как и 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 ППР в зависимости от типа и назначения насоса проводят испытания для определения: высоты всасывания; давление при номинальной подаче; вибрации опор; внешних утечек; давления жидкости в разгрузочной полости; температуры подшипников; параметров работы электродвигателя.

При выполнении капитального ремонта 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 процесс демонтажа центробежного лопастного насоса производят следующие обязательные проверки:

- 1) несоосности валов насоса и электродвигателя, измеряемой по ободу и торцам полумуфт в четырех точках;
- 2) осевого разбега роторов у насосов с упорным подшипником скольжения или автоматическим устройством уравнивания осевых сил, действующих на ротор;
- 3) зазоры по дистанционным болтам, продольным и поперечным шпонкам, фиксирующим насос на фундаментной плите.

Проверку несоосности валов, насоса и электродвигателя выполняют по скобам и щупу. 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 рисунке 48 показаны места измерений и значения тепловых зазоров питательного насоса.

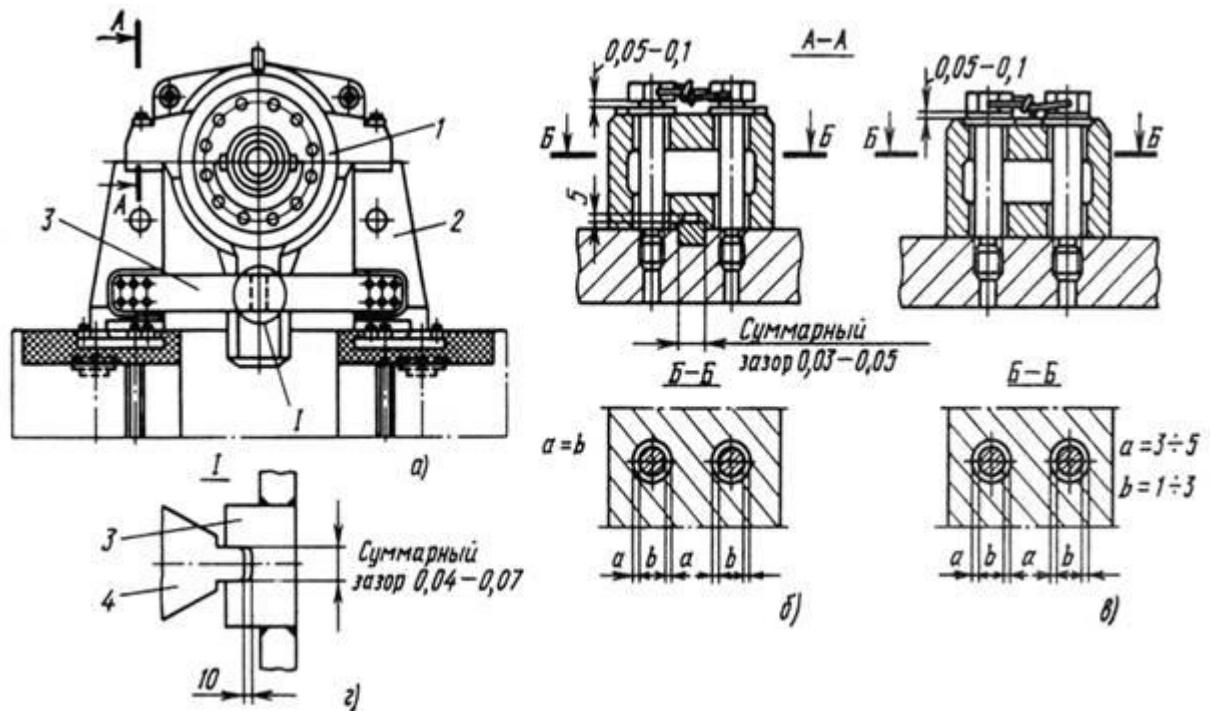


Рисунок 48 – Места измерений тепловых зазоров питательного насоса

а) вид спереди; б) передние лапы; в) задние лапы; г) зазоры у дистанционных болтов и шпонок; 1 – корпус насоса; 2 – постамент; 3 – траверса; 4 – вертикальная шпонка.

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

Например, при разборке насоса секционного типа (рисунок 49) для измерения рабочего разбега ротора вскрывают подшипник со стороны входного патрубка и устанавливают индикатор часового типа с упором конца измерителя в торец вала. После чего ротор насоса сдвигают до отказа сначала в одну, затем в другую сторону. На валу по торцевой крышке другого подшипника наносят риски, соответствующие рабочему положению ротора. После выполнения этого измерения снимают крышки и верхние вкладыши подшипников, вынимают набивку сальников, снимают полумуфту и кронштейн подшипника (вал насоса подпирают временной опорой). Вслед за этим снимают защитную втулку вала и разгрузочный диск.

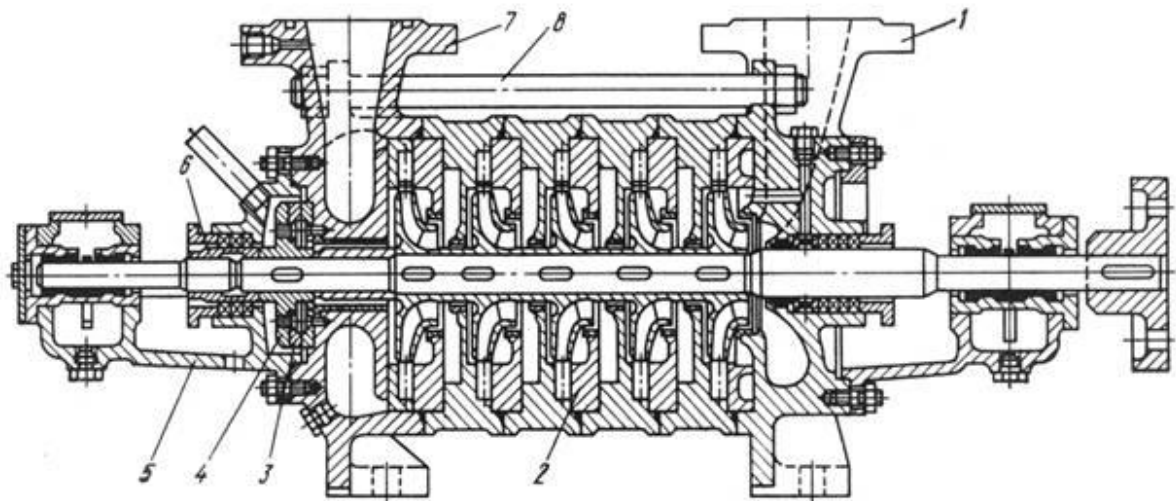


Рисунок 49 – Насос секционного типа

нок 49 – Насос секционного типа

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

Защитную втулку на резьбе отворачивают защитным ключом, при гладкой посадке втулку стягивают приспособлением, приведенным на рисунке 50 (а). Упорный диск снимают приспособлением, изображенным на рисунке 50 (б).

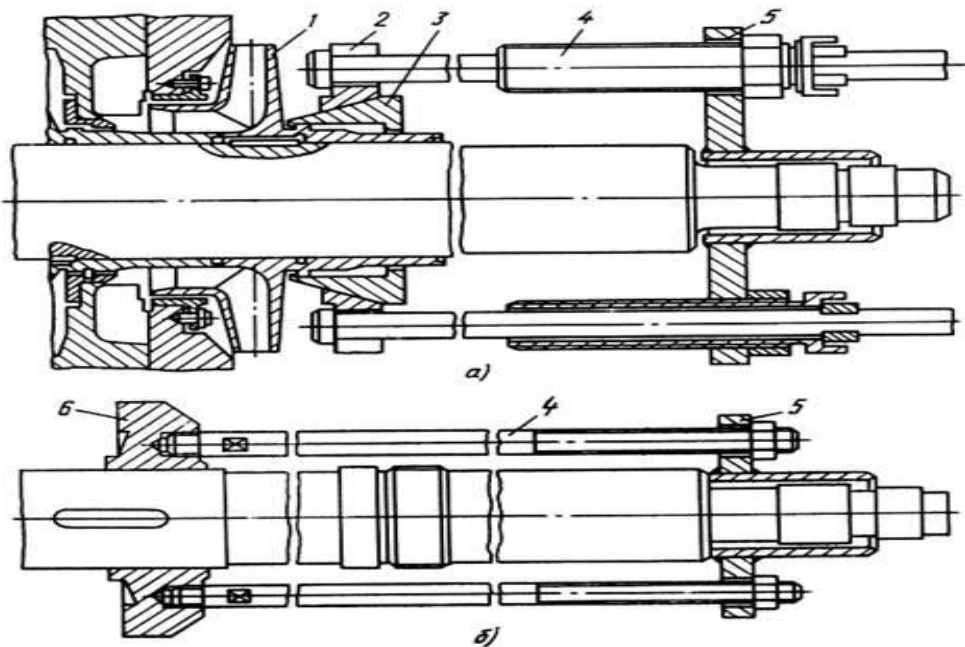


Рисунок 50 – Приспособления для снятий деталей с вала насоса

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

После удаления разгрузочной пяты 3 (смотри рисунок 49) измеряют полный разбег ротора. Для этого разгрузочный диск надевают на вал, зажимают втулкой вала и смещают поочередно до отказа в сторону выходного и входного патрубков. После замера общего разбега ротора насоса снимают стяжные шпильки 8, напорный патрубок 7, рабочее колесо и корпус выходной секции и вновь измеряют осевой разбег ротора. Эту операцию повторяют до тех пор, пока не будут сняты все рабочие колеса и секции корпуса. Снятие рабочих колес выполняют приспособлением на рисунке 50 (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.

Разборку фланцевых и стыковых соединений выполняют специальными приспособлениями и устройствами (домкратами, отжимными болтами и т.п.). Разборка стыкующихся поверхностей раскаливанием (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.

Наиболее частыми дефектами рабочих колес являются кавитационно-коррозионный и абразивный износ. Кроме проверки рабочего колеса в целях выявления поверхностных разрушений и трещин проверяют жесткость посадки лопасти насоса на 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.

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

Причинами быстрого износа сальниковой набивки и выхода из строя

сальниковых уплотнений могут быть:

1) применение в качестве набивки материала, не отвечающего режиму работы насоса, что приводит к обугливанию набивки и пропуску воды через сальник;

2) некачественное изготовление набивок сальникового уплотнения, заключающееся в плохой заделке замка, недостаточной опрессовке колец, неправильном взаимном расположении стыков колец;

3) сильный износ защитных втулок;

4) большая вибрация насоса;

5) прекращение подачи уплотняющей жидкости на фонарное кольцо или ее нарушение в результате неправильной установки фонарного кольца;

6) нарушение или прекращение охлаждающей воды в камеры сальников насосов, работающих на горячей воде.

Во время работы набивка изнашивается, из нее вымывается графит и отлагаются приносимые водой твердые частицы, что приводит к пропуску воды через сальник и износу защитной втулки вала.

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, мешанным с графитом.

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

Толщину набивки выбирают по размеру кольцевого отверстия сальника.

Сборку насосов производят согласно техническим условиям или руководству по ремонту конкретного насоса. Все детали собирают в сборочные единицы согласно имеющимся меткам.

После сборки насоса и присоединения входного и выходного патрубков выполняют центровку насоса с двигателем и полумуфтам.

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



## 4 Методические указания по выполнению самостоятельной работы

### 4.1 Рекомендации по организации самостоятельной работы

#### 4.1.1 Работа над понятиями

Таблица 4.1 - Работа над понятиями

Учебные действия	Затруднения студентов
1. Знать термин. 2. Отработать по схеме характеристики понятий: а) выявить этимологию термина б) выделить главное, существенное в понятии; в) привести примеры, обосновывающие понятия. 3. Выучить определение. 4. Уметь использовать понятие в различных формах ответа.	1. Изложение понятия имеют различные подходы в их определении. 2. В выделении главного, существенного.

#### 4.1.2 Запись лекции

Таблица 4.2 - Запись лекций

Учебные действия	Затруднения студентов
1. Настроиться на запись лекции (состояние внутренней готовности, установка)	Установка связана с индивидуальными, психологическими особенностями
2. Соблюдать единый графический режим: а) записать тему, план, литературу; б) вести записи с полями; в) выделять главное, существенное (подчеркиванием, абзацами и т.д.); г) если не успеваеете, оставлять место.	Выделять главное, существенное; медленный темп письма
3. Записывать сжато, но без ущерба для ясности	Неумение кратко записывать материал
4. Выделить основные понятия, определения, схемы, факты, сведения, статистические данные.	
5. Дополнить лекционный материал из рекомендованной или самостоятельной определенной литературы.	Неумение работать с дополнительной литературой.
6. Связывать новый лекционный материал с ранее изученным или известным (возможны пометки)	Затруднения в процессе лекции, быстро осуществлять связь с ранее изученным или известным
7. Использовать лекционный материал на семинарских, практических, лабораторных и	

других видах учебной работы.

### 4.1.3 Работа с источником информации

Таблица 4.3 - Запись с источников информации

Учебные действия	Затруднения студентов
1. Подобрать литературу по теме доклада, сообщения, реферата т.д.: а) по рекомендации преподавателя; б) по систематическому или алфавитному каталогу; в) по справочному номеру журнала	Отсутствие умения работать с каталогами
2. Познакомиться в целом с содержанием источника информации: а) знакомство со вступительной статьей; б) чтение аннотации источника; в) просматривание оглавления; г) чтение источника с выделением основных проблем; д) работа со словарем с целью выяснения значения понятий.	Неумение ориентироваться в источнике информации, нерациональная трата времени
3. Выяснить исторические условия создания работы	
4. Составить план темы: а) выделить логически законченные части; б) определить в них главное, существенное; в) сформулировать вопросы или пункты плана.	Затруднения в выделении логических частей в определении главного, существенного
5. Соотнести материал по логической структуре плана, выполнить его содержанием.	Наличие передавать мысли автора своими словами, логично транслировать содержание большого по объему прочитанного текста.
6. Оформить сообщение, доклад в виде конспекта, тезисов, вопросов к аудитории. Указать библиографические данные источников информации.	Ставить вопросы по подготовленному сообщению

### 4.1.4 Составление плана

#### 4.1.4.1 Составление простого плана

План – это этапы, вехи раскрытия темы, точный и краткий перечень мыслей в том порядке, как они располагаются в тексте.

Составление плана помогает свернуть содержание текста для его запоминания и последующего изложения мыслей и доказательств.

Таблица 4.4 - Составление простого плана

Учебные действия	Затруднения студентов
1. Прочитать текст.	
2. Определить ключевые, опорные слова и границы между основными мыслями (положениями).	Относящиеся к данной мысли доказательства или переходы к следующей мысли не могут быть самостоятельными пунктами плана.
3. Сформулируйте мысль каждой части в форме назывного или вопросительного предложения.	Неумение точно выразить содержание выделенной части (поставьте вопрос: о чем здесь сказано?)

#### 4.1.4.2 Составление сложного плана

Таблица 4.5 - Составление сложного плана

Учебные действия	Затруднения студентов
1. Вступление. (что дано; ввод в тему). а) указать направление, которое выбрали для раскрытия темы; б) определить свою задачу, идею сочинения и как будете ее доказывать.	Писать в плане слова «вступление», «основная часть», «заключение» не следует: цифры 1,2,3 уже обозначают соответствующими разделы плана.
2. Основная часть (что требуется доказать) I. _____. II. _____: а) _____; б) _____; в) _____. III. _____. IV. Оптимальное количество пунктов основной части должно быть не менее 3 и не больше. Для уточнения и детализации пунктов главной части можно ввести подпункты, обозначаемые строчными буквами алфавита. Их должно быть всегда от двух и более.	Неумение выполнять пункты плана на определенной информацией. Нет точности формулировок. Пункты дублируют друг друга. В основной части дается большее количество пунктов.
3. Заключение. (что и требовалось доказать).	

#### 4.1.5 Подготовка к докладу, сообщению, выступлению

Таблица 4.6 - Подготовка к докладу, сообщению

Учебные действия	Затруднения студентов
1. Подготовка: а) выбрать тему; б) определить ее границы, объем; в) сформулировать собственную точку зрения на выдвинутую проблему.	Неумение обосновывать выбор темы и формулировать свой взгляд на выдвинутую проблему.
2. Сбор материала и определение системы подготовки: а) составление библиографического списка литературы; б) изучение материала; в) отбор фактов, выписки, конспектирование; г) составление плана и тезисов доклада, сообщения, выступления.	
3. Оформление доклада, сообщения, выступления: а) обдумывание материала в целом; б) классификация материала и выделение основных линий по каждому пункту плана или тезиса, включение интересных фактов и цифр; в) компоновка частей в соответствии с планом, тезисами; г) оформление выводов и предложений.	Затруднения в оформлении выводов и предложений

#### 4.1.6 Конспектирование

Таблица 4.7 - Конспектирование

Учебные действия	Затруднения студентов
1	2
1. Определить цель конспектирования	
2. Прочитать статью полностью.	
3. Выделить логически законченные части	Затруднение
4. Выделить главное, существенное в частях	Затруднение
5. Составить план	Неумение формулировать вопросы или пункты плана

Продолжение таблицы 4.7

1	2
6. Выделить цитаты, подтверждающие пункты плана (подчеркнуть, сделать закладки).	Затруднения в подборе цитат
7. Выделить незнакомые слова, определить их значение по словарю.	
8. Законспектировать статью: а) указать автора статьи, ее название, место и год написания страницы; б) составить конспект по следующим формам (по указанию преподавателя или выбору студента)	Затруднения в передаче мысли автора собственными словами

Формы конспекта:

1. Цитатный план.

2. Тезисный план.

3. По следующим формам:

План или вопросы → Конспект;

План или вопросы → Цитаты → Конспект

#### 4.1.7 Рассуждение

Таблица 4.8 - Рассуждения

Учебные действия	Затруднения студентов
1. Формирование изначального тезиса, предполагающего дальнейшее рассуждение.	Сложности в формулировании изначального тезиса
2. Привлечение ранее изученного материала по смежным дисциплинам, практического опыта знаний личностного плана	Затруднения в связи с ранее изученным, переход с теоретических рассуждений на обыденно-практические.
3. Логичность, аргументированность. Доказательность, рассуждения	
4. Выводы, подтверждающие выдвинутый тезис.	Затруднение.

#### 4.1.8 Основные части публичной речи и их целевые установки

Таблица 4.9 - Основные части публичной речи

Основные части публичной речи	Целевые установки
ВСТУПЛЕНИЕ	Вызывать интерес, овладеть вниманием аудитории. Установить взаимопонимание и доверие. Подготовить аудиторию к восприятию речи.
ИЗЛОЖЕНИЕ ДОКАЗАТЕЛЬСТВО ОПРОВЕРЖЕНИЕ	Сообщить информацию. обосновать свою точку зрения. Убедить аудиторию. Побудить слушателей к конкретным действиям.
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	Суммировать сказанное, сделать выводы. Усилить интерес к предмету речи. Закрепить впечатление от речи.

#### 4.1.9 Средства организации связного текста

Таблица 4.10 - Средства организации текста

Композиционные части реферата, доклада, курсовой работы	Словесные средства
1	2
1. Причинно-следственные и условно-следственные отношения между частями информации	И, поэтому, отсюда, оттуда, тем самым, в результате; следовательно, значит, стало быть, в силу этого, в зависимости от этого, в связи с этим; в таком случае, в этом случае, при этом условии.
2. Временная соотнесенность частей информации	Вначале, сначала, прежде всего, в первую очередь, предварительно, сейчас, одновременно, наряду с, в то же время, ранее, снова, в дальнейшем, в последующем, далее, в заключении.
3. Сопоставление и противопоставление частей информации	Так (же), таким (же) образом, точно так, аналогично, если...то, тогда как, с одной стороны, с другой стороны; напротив, в противоположность (этому), иначе, по-иному, же, а, но, однако, это.

Продолжение таблицы 9.10

1	2
4. Дополнение и уточнение данной информации	Также, при этом, причем, вместе с тем, кроме того, более того, в частности.
5. Иллюстрация, выделение частного случая, пояснения	Например: так, например; именно, только, лишь, особенно, другими словами, иначе говоря, говоря точнее.
6. Порядок перечисления	Во-первых, во-вторых, в-третьих, затем, далее, наконец.
7. Обобщение, вывод, итог предыдущей информации.	Таким образом, итак, говоря короче, вообще, словом, следовательно, из этого следует.
8. Ссылка на предыдущую и последующую информацию	Как было сказано (показано, упомянуто, отмечено); как говорилось (указывалось, отмечалось), как видно; рассматриваемый, анализируемый, изучаемый, исследуемый, приведенный, данный, указанный, описанный, вышеупомянутый, вышеназванный, последнее; согласно этому (с этим), в соответствии с этим, подобно этому, в отличие от этого.

**4.1.10 Выступление с докладом**

Таблица 4.11 - Выступление с докладом

Учебные действия	Затруднения студентов
1	2
<p>1. Выступление:</p> <p>а) назвать источники информации, на которые опирались при подготовке к выступлению;</p> <p>б) подчеркнуть актуальность выбранной темы, доказать ее значение, затронуть историю и постановку вопроса у разных авторов;</p> <p>в) сформулировать (выделить) общие вопросы, (тезисы), которые будут раскрыты в докладе, сообщении.</p>	

Продолжение таблицы 4.11

1	2
<p>2. Основная часть:</p> <p>а) излагать содержание доклада, сообщения с учетом требований: в форме живого общения, целенаправленно, ясно, точно, интонировано, выразительно, правильно с точки зрения законов и норм русского языка, доказательно и убедительно аргументировать свою точку зрения на выдвинутую проблему.</p>	<p>Выделять субстанцию проблем</p>
<p>3. Заключительное слово:</p> <p>а) доказательно сформулировать свое мнение и отношение к обсуждаемому вопросу;</p> <p>б) анализ дополнений, поправок, предлагаемых выступающими при обсуждении доклада;</p> <p>в) показать значение вопроса для практической деятельности на современном этапе исторического развития;</p> <p>г) ответы на вопросы.</p>	<p>Логически построить доказательство, анализировать, синтезировать, делать выводы и обобщения.</p>

#### 4.1.11 Выступление на семинаре

Таблица 4.12 - Выступление на семинаре

<b>Учебные действия</b>	<b>Затруднения студентов</b>
<p>1. Назвать источники информации, которые использовали при подготовке по данному вопросу к семинару</p>	
<p>2. Выделить основные проблемы, поднятые автором на основе изученного материала</p>	
<p>3. Сформулировать основные тезисы выступления</p>	<p>Смещение основных проблем и тезисов</p>
<p>4. Подтвердить тезисы фактическим материалом, показать практическое и методологическое значение основных положений автора.</p>	



5. Обосновать свое мнение и отношение к обсуждаемому вопросу	Затруднения
--	-------------

## **4.2 Методические указания по выполнению самостоятельной работы**

### **Самостоятельная работа № 1 «Организация и планирование ремонтов теплотехнического оборудования»**

студент должен знать:

- 1) технологию производства ремонта теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения;
- 2) конструкцию, принцип действия и основные характеристики теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения;
- 3) классификацию, основные характеристики и область применения материалов, инструментов, приспособлений и средств механизации для производства ремонтных работ;
- 4) типовые объемы работ при производстве текущего и капитальных ремонтов теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения.

Виды ремонтов и их планирование. Организация ремонтов теплотехнического оборудования. Приемка оборудования после ремонта. Подготовка и организация ремонта. Металлические леса и подъемные устройства. Такелажные работы, машины, оборудование и оснастка. Вывод котла в ремонт.

Студентам необходимо подготовить опорный конспект на предложенные темы.

### **Самостоятельная работа № 2 «Оборудование, инструмент и средства механизации ремонтных работ»**

студент должен знать:

- 1) конструкцию, принцип действия и основные характеристики теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения;
- 2) виды, способы выявления и устранения дефектов теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения;
- 3) нормы простоя теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения.

Организация и проведение ремонта КА. Очистка КА от внутренних отложений. Повреждения трубной системы котла. Замена поврежденных труб и змеевиков. Ремонт труб на месте установки. Ремонт вальцовочных соединений, креплений труб и змеевиков. Повреждения и ремонт барабанов котлов низкого и среднего давлений. Ремонт барабанов котлов высокого

давления. Ремонт чугунных экономайзеров. Повреждения и ремонт трубчатых воздухоподогревателей. Ремонт горелок и форсунок. Заключительные работы по ремонту котла. Ремонт топок, обдувочных устройств, гарнитуры.

Студентам необходимо подготовить доклад на предложенные темы.

### **Самостоятельная работа № 3 «Ремонт элементов КУ; вспомогательного оборудования КУ.»**

студент должен знать:

- 1) конструкцию, принцип действия и основные характеристики теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения;
- 2) классификацию, основные характеристики и область применения материалов, инструментов, приспособлений и средств механизации для производства ремонтных работ;
- 3) виды, способы выявления и устранения дефектов теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения;
- 4) технологию производства ремонта теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения.

Ремонт дымососов и вентиляторов. Организация ремонта трубопроводов. Ремонт арматуры КА. Ремонт сепараторов и циклонов. Ремонт насосов. Ремонт обмуровки и каркасов КА.

Студентам необходимо подготовить опорный конспект на предложенные темы.

#### **4.3 Критерии оценок**

**оценка «5»** - если самостоятельная работа студента выполнена в полном объеме, в соответствии с требованиями. Ответы на вопросы должны быть полностью раскрыты, иметь поясняющие рисунки (схемы) и список использованных источников.

**оценка «4»** - если самостоятельная работа студента выполнена в полном объеме, в соответствии с требованиями, но имеются замечания по выполнению самостоятельной или контрольной работы.

**оценка «3»** - если самостоятельная работа студента выполнена в не полном объеме, или нет поясняющих рисунков, схем, если ответы на вопросы даны кратко.

## Глоссарий

*Бимс* – поперечная поддерживающая балка.

*Выпучина* – дефект поверхности, представляющий собой локальный пологий прогиб поверхности изнутри элемента с уплотнением стенки или без него.

*Гидрофильность* – способность вещества хорошо впитывать воду.

*Дефектация* – это определение технического состояния оборудования, его сборочных единиц и отдельных деталей с выявлением неисправностей.

*Закоротки* – переносные заземления.

*Зольник* – нижняя часть топки, куда падает зола.

*Опрессовка* – гидравлические испытания закрытой системы избыточным давлением.

*Отбортовка* – загиб.

*Планово-предупредительного ремонт (ППР)* – система плановых выводов оборудования из работы.

*Полиспаг* – соединение с помощью каната двух однороликовых или многороликовых блоков.

*Ремонт* – сложный технологический процесс, в котором участвуют большое количество технического персонала и различные виды специальной ремонтной техники.

*Стропы* – отрезки канатов, концы которых заделаны коушами или петлями.

*Таль* – самостоятельный механизм, который изготавливается грузоподъемностью от 0,25 до 3 т.

*Талреп* – Винтовая стяжка, предназначенная для натяжения каната.

*Футеровка* – специальная отделка для обеспечения защиты поверхностей от возможных механических, химических, физических и термических повреждений.

*Шурф* – неглубокая вертикальная горная выработка квадратного, круглого или прямоугольного сечения, небольшой глубины, проходима с земной поверхности для вентиляции, водоотлива, спуска и подъема людей и других целей.

*Электротельфер* – устройство для подъема и горизонтального перемещения грузов. Представляет собой лебедку, подвешенную на тележке, передвигающейся по однорельсовому подвесному пути.

## **Заключение**

В данном методическом пособии МДК 02.01 «Технология ремонта теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения» представлены темы для самостоятельного изучения междисциплинарного курса с полным курсом лекций для студентов специальности 13.02.02 «Теплоснабжение и теплотехническое оборудование».

## Список использованных источников

### Основные источники:

1 Боровков В.М. «Ремонт теплотехнического оборудования и тепловых сетей» учебник для образоват. учреждений среднего проф. образования / В.М. Боровков, А.А. Калютник, В.В. Сергеев. – М.: Издательский центр «Академия», 2011. – 208 с.

2 Соколов Б.А. «Устройство и эксплуатация оборудования котельных, работающих на твердом топливе» учеб. пособие для нач. проф. образования / Б.А. Соколов. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 288 с.

3 Соколов Б.А. «Устройство и эксплуатация оборудования газомазутных котельных» учеб. пособие для нач. проф. образования / Б.А. Соколов. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 304 с.

### Дополнительные источники:

4 Галкин В.И., Куликов В.Е. «Эксплуатация и ремонт котельных установок» М.: Энергоатомиздат, 1983 г. – 240 с.

5 Кулаков Н.Г., Бережнов И.А. «Справочник систем теплоснабжения» - Киев: «Будивельник», 1977 – 352 с.

6 Аксенов М.А. «Тепловые сети» - М.: Энергия, 1965 – 352 с.

7 Малинский И.З. «Ремонт и монтаж оборудования целлюлозно-бумажного производства» - М.: Лесная промышленность, 1975 – 344 с.

8 Лачинов Н.В. «Монтаж и ремонт теплотехнического оборудования», М.: Профтехникум, 1960 – 478 с.

9 Цешковский А.А. «Ремонт оборудования котельных цехов электростанций» М.: Высшая школа, 1967

### Интернет – ресурсы:

10 <http://www.twirpx.com/file/1219832/>

11 <http://experttrub.ru/zadvizhki/tehnologija-remonta.html>

12 <http://msd.com.ua/remont-parovyx-kotlov/remont-armatury/>

13 [http://www.rosteplo.ru/Tech\\_stat/stat\\_shablon.php?id=2620](http://www.rosteplo.ru/Tech_stat/stat_shablon.php?id=2620)

14 [http://www.libussr.ru/doc\\_ussr/usr\\_14411.htm](http://www.libussr.ru/doc_ussr/usr_14411.htm)