

**ГАОУ СПО ЛО “Киришский политехнический техникум”**

**Методическое пособие**

**МДК.03.01 Ремонт технологического оборудования**

*Работу выполнил: Доровских Евгений  
Группа: Оператор ТУ 113  
Под руководством Кругловой Т.А.*

## Оглавление

Система ППР .....	3
Ремонт трубопроводов .....	6
Ремонт трубопроводной арматуры .....	7
Подготовка к ремонту .....	8
Ремонт теплообменной аппаратуры .....	9
Ремонт трубчатых печей .....	12
Ремонт насосов .....	13
Ремонт колонных аппаратов .....	18
Пуск технологической установки .....	21

## Система ППР

Под системой планово-предупредительных ремонтов (ППР) понимается совокупность организационных и технических мероприятий по уходу, надзору, эксплуатации и ремонту оборудования, направленных на предупреждение преждевременного износа деталей, узлов и механизмов и содержание их в работоспособном состоянии.

Сущность этой системы состоит в том, что после отработки оборудованием определенного времени производятся профилактические осмотры и различные виды плановых ремонтов, периодичность и продолжительность которых зависят от конструктивных и ремонтных особенностей оборудования и условий его эксплуатации.

Система ППР предусматривает также комплекс профилактических мероприятий по содержанию и уходу за оборудованием. Она исключает возможность работы оборудования в условиях прогрессирующего износа, предусматривает предварительное изготовление деталей и узлов, планирование ремонтных работ и потребности в трудовых и материальных ресурсах. Положения о планово-предупредительных ремонтах разрабатываются и утверждаются отраслевыми министерствами и ведомствами и являются обязательными для выполнения предприятиями отрасли. Так, на металлургических заводах действует Положение является руководящим документом, определяющим основы организации планово-предупредительных ремонтов оборудования и подъемно-транспортных средств.

Основное содержание ППР: внутрисменное обслуживание (уход и надзор) и проведение профилактических осмотров оборудования, которое обычно возлагается на дежурный и эксплуатационный персонал цехов, а также выполнение плановых ремонтов оборудования.

Системой ППР предусматриваются также плановые профилактические осмотры оборудования инженерно-техническим персоналом механической службы предприятия, которые производятся по графику, утвержденному главным механиком предприятия. Грузоподъемные машины, кроме обычных профилактических осмотров, подлежат также техническому освидетельствованию, проводимому лицом по надзору за этими машинами.



### Виды ремонтов

Системой ППР предусматриваются ремонты оборудования двух видов: **текущие и капитальные**.

**Текущий ремонт** оборудования включает выполнение работ по частичной замене быстроизнашивающихся деталей или узлов, выверке отдельных узлов, очистке, промывке и ревизии механизмов, смене масла в емкостях (картерных) систем смазки, проверке креплении и замене вышедших из строя крепежных деталей.

**При капитальном ремонте**, как правило, выполняется полная разборка, очистка и промывка ремонтируемого оборудования, ремонт или замена базовых деталей (например, станин); полная замена всех изношенных узлов и деталей; сборка, выверка и регулировка оборудования. При капитальном ремонте устраняются все дефекты оборудования, выявленные как в процессе эксплуатации, так и при проведении ремонта.

Периодичность остановок оборудования на текущие и капитальные ремонты определяется сроком службы изнашиваемых узлов и деталей, а продолжительность остановок — временем, необходимым для выполнения наиболее трудоемкой работы. Для выполнения планово-предупредительных ремонтов оборудования составляются графики. Каждое предприятие обязано составлять по установленной форме годовой и месячный графики ППР.

## Подготовка к ремонтным работам

Перед началом ремонтных работ проверяют состояние аппаратов, машин и отдельных деталей оборудования. Для проверки применяют такие методы:

- Простой осмотр
- Измерение толщины стенок и других размеров нитрометрами, штангенциркулями, калибрами, линейками и др.
- Замеры с предварительным контрольным сверлениями и др.
- Проверка качества сварных швов и выявление пороков литья
- Ультразвуковая дефектоскопия, при которой определяется истинная толщина металла, выявляются трещины, раковины и поры
- Определение твердости, сопротивление изгибу, растяжению, кручению образцов, вырезанных из изделия
- Химический анализ металлического сплава

Проведение любого вида ремонта состоит из следующих этапов:

1. Видение дефектной ведомости и подготовка необходимых для ремонта деталей, запасных частей, инструментов, приспособлений
2. Подготовка аппарата или машины к ремонту
3. Проведение ремонтных и регулирующих работ
4. Испытание, обкатка и сдача в эксплуатацию

Перед началом ремонтных и монтажных работ в действующем технологическом цеху, механик обязан получить письменное разрешение – наряд, за подписью начальника цеха. В наряде указываются необходимые мероприятия по подготовке ремонтируемого аппарата, меры безопасности для рабочих выполняющих ремонтные работы, а также лица, ответственные за подготовку и проведение работ и сроки их выполнения.

Отключает аппарат и подготавливает его к ремонту сменный персонал цеха (установки) в соответствии с распоряжением руководства цеха, записанным в сменный журнал. Очень часто к этой работе привлекаются слесари-ремонтники.

## Ремонт трубопроводов

Трубопроводы испытывают воздействие транспортируемой среды. Различают два вида воздействий: химическое и механическое.

Результатом химического воздействия является коррозионное разрушение.

Коррозия особенно активно развивается там, где агрессивная среда имеет высокую температуру и движется с большей скоростью. Особенно, подвержены коррозии фланцевые и сварные соединения, повороты, переходы и тому подобные участки трубопровода.

### Проведение работ

Разборка или вскрытие трубопровода, остановленного для внутреннего осмотра чистки, ремонта и тому подобного, может производиться только после освобождения его от продуктов производства и отключения заглушками с ясно видимыми хвостовиками от всех трубопроводов, соединяющих его; источниками давления или с другими агрегатами. В зависимости от находившихся в трубопроводе продуктов он перед вскрытием должен быть продут инертным газом или острым водяным, паром и, если это требуется, промыт водой и продут чистым воздухом, после чего проводят ремонтные работы.

### Гидравлические испытания

По окончании монтажа все технологические трубопроводы испытывают на прочность и плотность в соответствии с требованиями. Испытывать трубопроводы на прочность и плотность можно гидравлическим или пневматическим способом.

Пневматическое испытание трубопровода на прочность осуществляют в тех случаях, когда невозможно проведение гидравлического испытания (отрицательная температура окружающего воздуха, отсутствие воды на площадке, опасные напряжения в трубопроводе и опорных конструкциях от веса воды), а также когда проектом предусмотрено испытание трубопроводов воздухом или инертным газом.

Испытывать трубопроводы полагается под непосредственным руководством производителя работ или мастера в строгом соответствии с указаниями в проекте и специальных инструкциях и с требованиями.

Гидравлическим испытанием трубопроводы проверяют одновременно на прочность и плотность.

Величина испытательного давления на прочность установлена проектом; она должна быть равна:

- для стальных трубопроводов при рабочих давлениях до  $4 \text{ кгс/см}^2$  и для трубопроводов, предназначенных для работы с температурой стенки свыше  $400^\circ\text{C}$ ,—  $1,5$  рабочего давления, но не менее  $2 \text{ кгс/см}^2$ ;
- для стальных трубопроводов при рабочих давлениях от  $5 \text{ кгс/см}^2$  и выше—  $1,25$  рабочего давления, но не менее рабочего давления плюс  $3 \text{ кгс/см}^2$ ;

Для создания необходимого, давления в трубопроводе при гидравлическом испытании применяют плунжерные передвижные насосы (НП-600, ГН-1200-400),

поршневые ручные" насосы (ГН-500, ГН-200), прессы гидравлические (ВМС-45М), шестеренчатые приводные (НШ-40), а также эксплуатационные насосы.

## **Ремонт трубопроводной арматуры**

Основной задачей ремонта пароводяной арматуры является приведение ее в надежное состояние, гарантирующее ее длительную работу, путем замены или ремонта изношенных деталей, восстановления необходимых зазоров. Эффективное использование арматуры может быть достигнуто только при правильной организации и систематическом проведении профилактических ремонтов. Для планирования ремонта следует иметь исходные данные, необходимые для расчета требуемого количества рабочих и их квалификации, для определения потребности в запасных деталях и материалах.

Для определения трудоемкости профилактических работ требуется знать их объемы. Работы по ремонту пароводяной арматуры разделяются на слесарные, станочные и термохимические (термохимическая обработка, сварочно-наплавочные работы). Объем слесарных работ может быть определен по ведомости дефектов и затем пронормирован. При планировании слесарных работ можно пользоваться укрупненными данными, рассчитанными применительно к нормальным объемам профилактических и ремонтных работ.

Объем станочных работ включает изготовление новых деталей взамен изношенных и восстановление деталей (проточку уплотнительных поверхностей). Объем термохимических работ включает термохимическую обработку деталей (шпинделей) и наплавку уплотнительных поверхностей (корпусов, тарелок). Система профилактических ремонтов предусматривает два основных вида ремонта: капитальный и текущий.

## **Оборудование мастерской для ремонта арматуры**

Создание хорошо оснащенных специальных цехов по ремонту арматуры приводит к снижению себестоимости и трудоемкости ремонта, повышению его качества. При централизованном ремонте пароводяной арматуры большое значение имеют механизация ремонта на месте установки арматуры и создание необходимого обменного фонда арматуры.

Арматурная мастерская должна быть оснащена необходимым стандартным и нестандартным оборудованием, обеспечивающим ремонт крупной и мелкой арматуры: металлообрабатывающими станками, приспособлениями для ремонта арматуры в мастерской и на месте установки, стендами для разборки, сборки и гидравлического испытания, оборудованием для термохимической обработки деталей.

## Подготовка к ремонту

Перед началом работы по ремонту пароводяной арматуры необходимо проинструктировать бригаду по правилам техники безопасности и противопожарной защиты. Работу следует производить только по оформленному промежуточному наряду-допуску и разрешению на огневые работы. Работа с электроинструментом разрешается лишь лицам, имеющим специальную подготовку и знающим правила обращения с электроинструментом.

Проверка арматуры до ремонта производится на остановленном оборудовании или на отключенных участках трубопроводов с удаленной рабочей средой. Цель проверки - выявление состояния деталей арматуры и определение объема ремонта. При проверке осматриваются все узлы дистанционных приводов и проверяется их исправное состояние. При этом тщательно очищаются от старой смазки и грязи шестеренчатые пары и шарниры, а затем промываются керосином.

Проверяется также прочность крепления всех деталей и узлов электроприводов.

При осмотре шпилек и гаек проверяется состояние рабочей поверхности резьбы - отсутствие задиров, забоин и др.

В первую очередь следует проверить:

- а) состояние уплотнительных поверхностей седел и тарелок;
- б) плотность посадки седла в корпусе;
- в) состояние уплотнительных поверхностей корпуса и крышки под прокладку;
- г) поверхность шпинделя, соприкасающегося во время работы с сальниковой набивкой.

## Ремонт арматуры

Ремонт арматуры в зависимости от характера повреждений может проводиться, как без снятия его с трубопровода, так и после демонтажа. Не снимая арматуру с трубопровода можно устранить пропуски через сальники, подтянув нажимную втулку(грунт-буксу), либо заменив сальниковую набивку.

Такие неисправности арматуры, как износ уплотнительных поверхностей затвора, поломка штока, кольцасальника, грунт-буксы, втулки крышки, трещины в корпусе и крышки в арматуры требуют частичного либо полного демонтажа арматуры и доставки ее в мастерскую.

Доставленную в мастерскую арматуру замачивают в керосине на сутки, далее протирают ветошью, устанавливают на верстак в тиски штоком в верх, штурвал прокручивают против часовой стрелки, открывают затвор, отвинчивают гайку, штурвал снимают от штока, далее снимают крышку и поднимают ее вертикально, чтобы не повредить шток. Поверхность разъема очищают от старой прокладки, детали затвора разбирают: снимают грунт-буксу, удаляют старый сальник. Все детали тщательно протирают в керосине и насухо протирают ветошью, после чего осмотр, выявляют повреждения, после этого приступают к ремонту.

Самый сложным является устранение дефекта на уплотнительной поверхности арматуры. Резки и царапины устраняют с помощью шлифовки-притирки. Притирку проводят и



механическим способом (коловорот). Притирку виду под своим весом, не более 1,5кг на см<sup>2</sup>.

Притирочный материал- паста ГОИ (паста государственного оптического института, бывает 3 сортов: грубая обработка, средняя (полузеркальная), тонкая(ювелирная))

Сборку отремонтированной арматуры виду в обратном порядке разборки, затем проводят испытания на герметичность самого запорного органа и сальников (опрессовка).

## Ремонт теплообменной аппаратуры

### Подготовка к ремонту

В зависимости от состояния аппарата и времени межремонтного пробега теплообменник останавливают для проведения текущего, среднего или капитального ремонта.

При проведении т е к у щ е г о ремонта выполняются работы, не требующие вскрытия и частичной разборки аппарата: подтягивание болтов фланцевых соединений, подтягивание и перебивка сальников, смена прокладок, промывка аппарата водой или специальными растворителями, ремонт изоляции, восстановление окраски, ремонт и смена указателей уровня (на конденсаторах, испарителях).

Во время среднего ремонта выполняются те же работы, что и во время текущего, а также: чистка теплообменных поверхностей, забивка неисправных трубок, подвальцовка, заварка мелких трещин.

При проведении капитального ремонта, кроме перечисленных выше работ, выполняются сварочные работы, замена теплообменных трубок, змеевиков, ремонт плавающих головок. Во время капитального ремонта устанавливают новые теплообменники.

В зависимости от сложности и объема предстоящих работ в ремонте теплообменного аппарата участвует бригада в составе трех — пяти слесарей и одного сварщика. Получив распоряжение о проведении ремонта, и выяснив, какие работы необходимо выполнить, бригадир в случае необходимости направляет одного — двух человек в помощь сменному персоналу, занятому подготовкой оборудования к ремонту, а сам с остальными членами бригады приступает к подготовке необходимых инструментов, приспособлений и материалов.

При ремонте теплообменников различных типов применяется большинство инструментов, а также вальцовки ручные и с пневматическими приводами, стальные ерши, стальные цилиндрические щетки, дисковые пилы для резки немерных трубок.

Кроме инструментов и приспособлений, надо приготовить некоторое количество трубок для замены поврежденных, а также металлические пробки, прокладки, химические реактивы и растворители для обработки отложений и теплоизоляционные материалы.

Трубки необходимо тщательно осмотреть: трещины, вмятины, раковины исключают возможность их применения при ремонте. Осмотренные трубки измеряют и отрезают куски нужного размера.

Все инструменты и материалы перед выходом к месту ремонта следует разложить в заранее приготовленные сумки и ящики с ручками.

Подготовка теплообменника к ремонту аналогична подготовке к ремонту емкостей, т.

е. надо отключить аппарат от действующей системы, сравнить давление с атмосферным, продуть и промыть аппарат и установить заглушки.

Ремонт теплообменной аппаратуры организуется примерно так же, как и ремонт емкостей: чистку, смену прокладок, сальниковой набивки и т. п. производят на месте установки аппарата, сварочные работы либо на специальной площадке (если рядом с теплообменником расположено действующее оборудование), либо также непосредственно у аппарата; изготовление новых и механическая обработка поврежденных деталей производятся в мастерской технологического цеха или в РМЦ.

### **Чистка теплообменников**

В зависимости от типа теплообменника и характера загрязнений применяют физико-химические, гидравлические и механические способы чистки.

**Физико-химическую** чистку (горячая и холодная промывка, растворение, химическое разложение, кипячение и плавление загрязнений) выполняют без вскрытия и разборки теплообменников. Это наиболее быстрые и экономичные способы. Применяют их в зависимости от степени загрязнения.

**Механическую** чистку выполняют при помощи приводных или ручных инструментов. Теплообменники при этом разбирают.

**Гидравлическая** чистка струей воды, пара или разных смесей (например, воды и песка) имеет пока ограниченное применение.

### **Гидравлические испытания**

Теплообменный аппарат заполняют чистой водой с температурой не ниже 5°C и не выше 40°C, выпуская воздух из верхней части аппарата, после чего постепенно в течение 5-10 мин повышают давление до нормы, установленной правилами Ростехнадзора для испытаний сосудов и аппаратов, работающих под давлением, выдерживают в течение определенного времени (до 10 мин), после чего давление снижают до рабочего, производят осмотр, при этом снижение рабочего давления по манометру в течение 2 ч не должно превышать 5%.

### **Неисправности**

В химической промышленности наиболее широко распространены кожухотрубчатые теплообменники (жесткие, с линзовыми компенсаторами, с плавающей головкой), теплообменники типа «труба в трубе», погружные, оросительные.

Размеры теплообменников различны: от нескольких квадратных метров теплопередающей поверхности до нескольких сот и даже тысяч.

Применяют также теплообменники специального назначения: пластинчатые (в том числе изготавливаемые из графита и других химически стойких материалов), спиральные, витые, трубчатые (в установках разделения воздуха) и др.

Теплопередающая поверхность специальных теплообменников, как правило, не превышает нескольких десятков квадратных метров, но количество тепла, которое может быть передано через 1 м' такого аппарата, значительно выше, чем у теплообменников общего назначения.

Неисправности в теплообменной аппаратуре возникают вследствие дефектов

изготовления и монтажа, неправильной эксплуатации.

Общая для всех видов теплообменников неисправность— загрязнение поверхности теплообмена накипью, маслом, отложениями солей и смол и т. п. При сильном загрязнении для достижения охлаждения (подогрева), требуемого по технологическому режиму, приходится пропускать через теплообменник завышенные количества воды, пара и т. п., что приводит к перерасходу электроэнергии. Слой загрязнений может резко уменьшить производительность теплообменника и даже привести к фактическому его отключению.

Очень часто теплообменник приходится останавливать для ремонта из-за появления пропусков, которые можно разделить на два основных вида: внешние и внутренние (или скрытые). К первому виду относятся пропуски во фланцевых соединениях крышек теплообменников, пропуски в патрубках и стенках корпуса. Скрытые пропуски связаны с конструктивными особенностями аппарата. Так, например, в кожухотрубчатых теплообменниках эти пропуски могут быть в местах развальцовки трубок, в перегородках, в стенках теплообменных трубок. Внутренние пропуски возникают, например, из-за пропуска уплотнительных прокладок, устанавливаемых между соседними пластинами в пластинчатых теплообменниках.

Кроме того, характерными для теплообменной аппаратуры неисправностями являются: деформация трубок при отсутствии устройств, компенсирующих температурные удлинения, либо при их плохой работе; заклинивание плавающих головок; повреждение струбцин плавающих головок; повреждение линзовых компенсаторов; прогорание трубок; повреждения вследствие коррозии; неисправности сальниковых устройств (у одноходовых теплообменников с плавающей головкой); образование газовых мешков; неисправности катковых и пружинных опор теплообменников; разрушение гидравлической и термической изоляции; неравномерное орошение оросительных холодильников.

### **Способы обнаружения**

Внешние пропуски обнаруживают так же, как и подобные дефекты емкостной аппаратуры. Большинство остальных неисправностей определяют при наблюдении за работой теплообменника.

Каждый теплообменный аппарат должен быть снабжен контрольно-измерительными приборами, позволяющими наблюдать за температурой и давлением на входе и выходе тепло обменивающихся веществ.

Непрерывное увеличение разности между давлением входящего потока жидкости (газа) и выходящего свидетельствует о постепенной забивке соответствующего пространства аппарата. Такой же вывод можно сделать, если при полностью открытой запорной арматуре расход продукта постепенно падает. (В некоторых случаях это может быть связано с нарушением работы насоса и с другими причинами.)

Уменьшение разности температур на входе и выходе вещества указывают на загрязнение (особенно замасливание) поверхности теплообмена.

Появление в какой-то части теплообменника газовой пробки выключает этот участок из процесса теплообмена. Иногда газовую пробку можно обнаружить, ощупывая аппарат рукой: температура участка с газовой пробкой довольно резко отличается от соседних.

Наличие внутренних пропусков определяют способом отбора проб из той части теплообменника, давление в которой ниже.

Остальные дефекты могут быть выявлены во время осмотров теплообменной аппаратуры и в процессе проведения планово-предупредительных ремонтов.

## Ремонт трубчатых печей

### Неисправности

**Трубчатые** печи выполняются в виде топки прямоугольной формы с наклонным или плоским потолком и внутренними стенами — перегородками, разделяющими топочное пространство на камеры. Камеры в свою очередь делятся на два типа: первый, где теплота сгорания топлива передается подогреваемому продукту путем излучения, и второй, где подогрев совершается за счет тепла продуктов сгорания. Камеры первого типа называют радиантными, второго — конвекционными.

Подогреваемый продукт движется в горизонтально или вертикально расположенных трубчатых змеевиках. Змеевики крепятся на подвесках и трубных решетках. Отдельные трубы змеевика соединены друг с другом двойниками (ретурбендами), либо калачами при помощи развальцовки, а концы змеевиков ввальцованы в подающий и отводящий коллекторы. Форсунки или газовые горелки устанавливаются в стенах топки, защищенных огнеупорной кладкой.

Причинами ухудшения работы трубчатой печи или полного выхода ее из строя могут быть: засорение труб змеевика продуктами разложения и коксом, нарушение плотности вальцованных соединений, прогорание отдельных труб, разрушение огнеупорной кладки, засорение и прогорание топочных устройств.

О появлении неисправностей можно судить по нарушению температурного режима, изменению гидравлического сопротивления в змеевиках и дымоходах, изменению режима работы горелок.

### Ремонт печей

Трубчатая печь, предназначенная для ремонта, отключается сменным обслуживающим персоналом от действующей части технологической установки, трубный змеевик ее освобождается от остатков продукта, продувается азотом и воздухом. В это время бригада, которой поручен ремонт печи, готовит необходимый инструмент и материалы.

Наиболее трудоемкой и тяжелой работой при ремонте трубчатых печей является их очистка от кокса и других отложений металлическими ершами, сверлами с удлинителями, механическим приводом и тому подобными приспособлениями.

В последнее время механическая очистка заменяется выжигом отложений паровоздушной смесью. Сущность этого метода в том, что в змеевик подается паровоздушная смесь, отложения сгорают, и продукты сгорания отводятся в боров. Расход воздуха и пара регулируют автоматические клапаны и контролируют - расходомеры. Выжиг ведется при 1 — 2 зажженных форсунках с каждой стороны печи. Температура над перевальной стеной повышается со скоростью 70° в час до температуры 450 — 500°.

Выжиг должен вестись при наименьшей возможной температуре, так как это снизит

вероятность нарушения плотности вальцовочных соединений труб с двойниками. В зоне горения температура должна быть не более 550'.

Окончание выжига определяют по показаниям термопар на выходе, они показывают снижение температуры на 30— 50' против температуры дымовых газов над перевальной стеной.

Подачу паровоздушной смеси следует прекратить сразу после того, как выгорели отложения. Затем змеевик заглушают, опрессовывают паром и, если нарушения вальцовочных соединений не обнаружены, продувают сухим воздухом, чтобы удалить влагу и уменьшить коррозию.

Процесс паровоздушной очистки продолжается от 10 до 13 ч в зависимости от степени закоксованности змеевика.

При ремонте труб змеевиков мелкие одиночные свищи, если они расположены в доступном месте, можно устранить без замены трубы. Для этого свищ рассверливается, отверстие расзенковывается и в него вставляется пробка, которая обваривается.

Трубы змеевиков, в которых вследствие коррозии или прогорания образовались трещины и отверстия, подлежат удалению и замене новыми

## **Ремонт насосов**

### **Основные неполадки**

К насосам, используемым в химической промышленности предъявляются повышенные требования, вызываемые особенностями перекачиваемых жидкостей и, прежде всего, их коррозионными и абразивными свойствами.

Насосы можно разбить на две большие группы: 1) насосы с вращающимися рабочими органами; 2) насосы, рабочие органы которых совершают возвратно-поступательное движение. Неполадки, возникающие у насосов, принадлежащих к одной группе, и определяемые при систематическом наблюдении за показаниями контрольно-измерительных приборов, осмотре и прослушивании, имеют примерно одинаковый характер.

Центробежные, вихревые и т. п. насосы относятся к первой группе. Для них характерны следующие неисправности:

- отсутствие подачи жидкости
- частичная потеря производительности
- насос при работе не создает необходимого напора
- вибрация насосного агрегата
- повышенное потребление электроэнергии.

Насосы второй группы, несмотря на сравнительную тихоходность, конструктивно сложнее насосов вращательного действия. Помимо подвижного рабочего органа — поршня, они имеют всасывающие и нагнетательные клапаны, сложную систему смазки, редуктор и т. п. Выход из строя одного такого узла немедленно приводит к выходу из

стройка всего насосного агрегата. Часто возникающими в таких насосах неисправностями могут быть:

- ослабление затяжки гаек на шатунных болтах
- скрежет и стук в цилиндре свидетельствуют о поломке поршневых колец
- перекос нажимной втулки сальника и сальников коробки
- чрезмерный нагрев подшипников
- запаздывание посадки нагнетательного клапана.

### **Содержание ремонтных работ**

Насосное оборудование по истечении сроков, определяемых нормами межремонтного пробега, останавливается для текущего, среднего и капитального ремонта.

Любой ремонт начинается с разборки всей машины или отдельных узлов, подлежащих ревизии. Разборку ведет ремонтная бригада цеха совместно с обслуживающим персоналом.

При проведении текущего ремонта выполняются следующие работы: очистка и промывка рабочей части машины, проверка, регулировка, а в некоторых случаях замена подшипников; замена быстроизнашивающихся деталей: сальниковой набивки, клапанов, арматуры и т. п.; проверка состояния маслосистемы, шатунных болтов, муфт сцепления, редукторов и устранение обнаруженных дефектов.

В средний ремонт кроме работ, выполняемых при текущем ремонте, входят: ремонт цилиндров, поршней, шатунов; перезаливка и замена подшипников; замена узлов соединения штока с ползунами, предохранительных и обратных клапанов; ремонт привода; проверка состояния фундаментов.

При проведении капитального ремонта обязательно производится полная разборка машины. Тщательно осматриваются и подвергаются контрольным замерам такие детали, как коленчатый вал, крейцкопф, палец кривошипа, цилиндр. Обнаруженные дефекты устраняют, растачивают цилиндры или гильзы, изготавливают и подгоняют к ним поршни, ремонтируют и испытывают на плотность клапаны, заменяют забракованные шатунные болты и шпильки коренных подшипников, проверяют состояние маслосистемы и заменяют негодные детали, проверяют фундаменты, рамы, крепления их на фундаменте.

После ремонта происходит сборка насосного агрегата, его гидравлическое испытание и обкатка.

### **Порядок разборки и сборки насосов**

**Подготовка к разборке:** отключение от действующей системы при помощи запорной арматуры и заглушек, полное опорожнение рабочих полостей, дегазация и продувка сжатым воздухом. Этот этап является общим как при ремонте центробежных, так и поршневых машин.

### **Разборка центробежных насосов**

Разборка центробежных насосов ведется в такой последовательности:

- разболчивают и разбирают соединения с всасывающим и нагнетательным трубопроводами;
- снимают заднюю крышку у насосов консольного типа, либо верхнюю крышку — у насосов с горизонтальным разъемом;
- отвинчивают гайки нажимной втулки сальника, сдвигают ее, извлекают сальниковую набивку;
- разбирают муфтовое соединение и снимают полумуфту, насаженную на вал насоса;
- извлекают из корпуса вал с рабочим колесом и осторожно укладывают на доски.
- выпрессовка подшипников из корпуса может быть произведена осторожными ударами по свободному концу вала, для предохранения которого на конец навертывается гайка;
- отвинчивают стопорную гайку и снимают с вала рабочее колесо насоса.

### **Разборка поршневого насоса**

Разборка поршневого насоса проводится так: разболчивают и снимают крышки цилиндров, отсоединяют штоки от крейцкопфов и ползунов, извлекают из цилиндров поршень со штоками, разбирают маслосистему.

Крупные детали и узлы, разбираемого насоса следует укладывать на деревянные подкладки, а мелкие — в заранее подготовленные ящики. Перед разборкой узла сопрягающиеся детали намечают при помощи стальных маркировочных клейм взаимными рисками.

Сборка насоса после ремонта ведется в обратном порядке. При сборке очень важно добиться максимальной точности соединения деталей, установки цилиндров или валов на одной оси.

### **Ремонт центробежных насосов**

Нарушения работы центробежного насоса, связанные с неисправностями его трубопроводной обвязки (пропуски во фланцевых соединениях, забивка труб, плохое закрепление и т. п.)

Способы ремонта таких узлов, как уплотнительные сальники муфты валы, подшипники скольжения и качения, а также выверка соосности валов насоса и электродвигателя, статическая и динамическая балансировка вращающихся деталей (рабочих колес, валов) были рассмотрены ранее.

Слишком большой разбег вала, приводящий к задеванию торца рабочего колеса за корпус, устраняют путем регулирования установочных гаек, установкой более толстых уплотнительных прокладок между корпусом и задней крышкой, либо установкой прокладок между галтелью вала и подшипником или между подшипником и стаканом.

Трение проточки рабочего колеса об уплотнительное кольцо в насосах с горизонтальным разъемом корпуса может быть устранено подшабриванием кольца либо установкой регулирующих прокладок. Место их установки зависит от того, где рабочее колесо касается кольца. Если касание происходит в верхней части, дополнительная

прокладка устанавливается между корпусом и крышкой насоса. Нижнее касание регулируется установкой под подшипники прокладок из фольги толщиной до 0,2 мм.

Причина многих неполадок — загрязнение внутренних деталей насоса загустевшей жидкостью, продуктами коррозии и т. п. Поэтому очистка и промывка деталей насоса является одной из основных ремонтных операций. Как правило, детали промывают дважды: в одном противне выполняется грубая промывка, в другом, наполненном более чистым керосином, — окончательная.

Промывать детали рекомендуется с соблюдением следующих условий. Детали не должны соприкасаться с дном противня, от которого их следует отделить листом фанеры или картона. Для промывки следует использовать волосяные кисти, а для обтирки промытых деталей — чистые прочные тряпки, исключая возможность попадания волокон и нитей в маслопроводы, фильтры, отверстия для масла в подшипниках. Вместо обтирки можно использовать для сушки сжатый воздух.

Если во время ремонта необходимо заменить изношенный узел новым, его извлекают из ящика, в котором он был упакован и очищают от консервирующей смазки. Затем узел разбирают, маркируя сопрягающиеся детали и тщательно их осматривая. Устранив обнаруженные мелкие дефекты, узел собирают и устанавливают на место.

Сборка отремонтированного центробежного насоса должна сопровождаться контролем соблюдения допустимых зазоров между вращающимися и неподвижными деталями. Зазор между уплотнительным кольцом и проточкой рабочего колеса в зависимости от размеров насоса должен находиться в пределах 0,2 — 0,5 мм; проверку ведут щупами соответствующей толщины. Зазор между сальниковыми втулками и валом или защитной втулкой должен быть равен 0,2 — 1 мм.

## **Ремонт поршневых насосов**

Ремонт поршневых насосов. Чаще всего нарушение работы поршневого насоса вызывается неисправностями во всасывающих и нагнетательных клапанах. Эти неисправности заключаются, как правило, в недостаточной герметичности закрытого клапана и несвоевременном срабатывании.

Устраняют эти дефекты следующим образом. Если происходит запаздывание открывания клапана, нужно уменьшить сжатие пружин. Для этого отвинчивают гайку на направляющей шпильке и регулируют подъем клапана при определенном давлении. При запаздывании закрытия клапана пружину сжимают сильнее, затягивая гайку на направляющем стержне.

Пропуски в клапане могут быть вызваны поломкой отдельных частей или повреждением уплотняющих поверхностей. Такие пластины и клапаны заменяют новыми. Риски и царапины на седлах и тарелках клапанов устраняют путем их обточки и притирки. Для притирки клапанов их уплотнительную поверхность смазывают маслом и обсыпают абразивным порошком. Затем клапан устанавливают на седло и поворачивают легким нажимом руки на 90° в одну сторону, приподнимают, вновь ставят и поворачивают на 90° в противоположную сторону. Операция продолжается до тех пор, пока при обтирании клапана хлопчатобумажными концами на них исчезнут черные пятна. Собранные после



ремонта клапаны проверяют на плотность керосином.

Мелкие неисправности цилиндров: риски, царапины и задиры на зеркальной поверхности цилиндров удаляют шабрением с последующим шлифованием.

Втулки цилиндров, на которых обнаружены крупные трещины, коробления, следует заменять новыми. Ремонт цилиндров, имеющих такие же повреждения, зависит от их размеров. В основном он сводится к завариванию трещин с последующей обточкой и шлифовкой внутренней поверхности цилиндра.

Основной и чаще всего возникающей неисправностью поршней является поломка или износ поршневых колец. Их вытачивают из чугунных цилиндрических отливок. В каждом кольце пропиливают косой или ступенчатый замок. Торцы кольца опиливаются личным напильником, проверяя качество опилки по краске на поверочной плите. Цилиндрическая поверхность кольца подгоняется непосредственно к внутренней поверхности цилиндра, для чего последнюю покрывают краской. Вставив кольцо в цилиндр, поворачивают его рукой несколько раз и вытаскивают. Места, покрытые краской, опиливают.

Для установки новых колец на поршень применяют разжимные приспособления. Перед установкой поршня в цилиндр насоса каждое кольцо необходимо стянуть тонкой проволокой, которую перерубают как только очередное кольцо наполовину войдет в цилиндр.

Ремонт поршня, проводимый в условиях цеха, заключается в удалении следов коррозии, задиров и неглубоких трещин путем шабрения и притирки. Неравномерную выработку отверстия поршневого пальца устраняют, растачивая его до несколько большего диаметра и соответственно заменяя поршневой палец.

К механизму движения относятся кривошипно-шатунная группа, коленчатый вал и подшипники. К деталям, подверженным закономерным и потому особо опасным нагрузкам, относятся также шатуны.

Поломка шатунов может привести к серьезной аварии. По этому проводя средний или капитальный ремонт, необходимо проверить состояние шатунов и шатунных механизмов. Для обнаружения трещин эти детали погружают на некоторое время в керосин, после чего насухо протирают ветошью.

Потемнения покрывают раствором мела в воде и сушат. На меловом покрытии указывают на наличие трещин.

Состояние шатунных подшипников проверяют, прослушивая их во время работы. Наличие стука указывает на увеличенные зазоры, которые замеряют щупом во время ремонта.

В зависимости от степени износа зазоры уменьшают либо удалением нескольких фольговых прокладок и соответствующим подшабриванием подшипника, либо его перезаливкой.

## Ремонт колонных аппаратов

### Основные неисправности

В колонных аппаратах происходят такие процессы, как: сорбция, десорбция, промывка, ректификация, экстракция. Главное условие успешного их протекания— тесный и продолжительный контакт всех взаимодействующих веществ. Такой контакт достигается, во-первых, благодаря очень большой высоте аппаратов (до 70 м) и, во-вторых, специальным устройствам, позволяющим резко повысить поверхность соприкосновения газа, поглотителя газа, промывающей жидкости и т. п.

**Тарельчатые колонны.** В одной колонне может быть установлено несколько десятков тарелок. Для удобства сборки и разборки тарелки часто делают из нескольких сегментов, по высоте колонны располагают ряд монтажных люков. Наверху колонны обычно размещают подъемный механизм (кран-укосину).

Корпуса колонных аппаратов в своем большинстве цельносварные, иногда (при большей высоте) тарельчатые колонны собирают из отдельных частей (царг), соединяемых между собой фланцами.

**Насадочные колонны** — это также цилиндрические аппараты с очень большим отношением высоты к диаметру. В нижней (кубовой) части такой колонны устанавливается колосниковая решетка, на которую загружается насадка — керамические или металлические кольца.

Колонные аппараты и их детали могут быть изготовлены из стали, чугуна, цветных металлов. Корпуса колонн, предназначенные для переработки агрессивных веществ, защищают изнутри гуммировкой, футеровкой. Тарелки, штуцера, колосниковые решетки таких колонн могут быть изготовлены из фаолита, графита, пластических масс. Кроме того, колонна может быть снабжена в нижней своей части встроенными подогревателями, а в крышке — оросительной системой.

### Подготовка к ремонту

Колонный аппарат — большое и дорогостоящее сооружение. Лишь в исключительных случаях технологическая установка имеет резервную колонну, поэтому основная цель подготовительных операций: максимально сократить время на ремонт колонны.

Получив распоряжение о проведении ремонта колонного аппарата, механик цеха или мастер по ремонту инструктируют бригаду о характере предстоящих операций. (Обычно для ремонта выделяется бригада, состоящая из четырех-пяти слесарей и сварщика.) После этого бригада приступает к подготовке инструмента, подъемных механизмов и сменных деталей.

Для вскрытия люков, разборки и сборки фланцевых соединений используются простые и накидные гаечные ключи и ломы-оправки. Необходимо также набор ключей для разборки и сборки внутренних устройств.

Для приготовления уплотнительных прокладок удобно пользоваться приспособлениями. При отсутствии таких приспособлений прокладки вырубаются из паронита, картона и других материалов при помощи зубил и молотков. Необходимо приготовить также инструменты и приспособления для очистки внутренних поверхностей

аппарата.

Поднимать и опускать различные детали на обслуживающие площадки и внутрь колонны можно при помощи укрепленного на колонне крана-укосины, талей, подвешиваемых в нужном месте к строительным конструкциям, а также используя передвижные подъемно-транспортные механизмы (автокраны и т. п.).

Должен быть приготовлен комплект измерительных инструментов: слесарных линеек, штангенциркулей, уровнемеров, резьбомеров и т. п. Для выгрузки неисправной (загрязненной, разбитой) насадки и загрузки новой необходимо приготовить бадью емкостью 50 — 100 л и бункеры, приспособленные к перевозке на автомашинах.

Если аппарат выложен изнутри защитным покрытием, необходимо приготовить набор инструментов для производства гуммировки, футеровки и т. д.

При ремонте колонного аппарата очень часто приходится заменять такие детали, как болты (шпильки) и гайки, прокладки, колпачки ректификационных тарелок и даже тарелки целиком, набивку сальниковых уплотнений арматуры, прокорродировавшие патрубки и т. п. Все необходимые детали должны быть заранее подобраны на складе завода в соответствии с технической характеристикой колонны и доставлены в цех.

Эту подготовку следует вести одновременно с подготовкой к ремонту самого аппарата, то есть в то время, когда сменный персонал производит его отключение от действующей системы, сброс давления, пропарку ит. п.

Когда давление в колонне сброшено и произведена ее пропарка, рекомендуется приступить к отболчиванию крышек люков, оставляя на каждой по три болта.

### **Ремонт тарелочных колонных аппаратов**

Прежде всего необходимо провести тщательный наружный осмотр колонны и выявить детали (смотровые стекла, мелкие штуцера, бобышки), нуждающиеся в замене, подварке, перебивке сальниковых уплотнений и т. п. Устранять такие неисправности следует по мере их обнаружения. Необходимо также разобрать и снять участки трубопроводов, которые могут помешать проведению такелажных работ (спуск и подъем тарелок). Свободные концы трубопроводов, во избежание засорения, следует заглушить и прочно закрепить

Обычно в тарельчатой колонне несколько люков (секций), между которыми располагается от 1 до 15 тарелок. Ремонтная бригада разбивается на два-три звена по два человека в каждом. Звену поручается ремонт одной или нескольких секций. Открыв полностью монтажный люк, слесарь забирается в колонну, определяет состояние внутренних устройств и дает указание своему помощнику, находящемуся снаружи, о подготовке необходимых инструментов и материалов. Освещают рабочее место низковольтные (не выше 12 в) переносные светильники.

Разобрав одну или две тарелки и уложив их детали снаружи на обслуживающую площадку, к нижней тарелке верхней секции крепят таль, при ее помощи ведут дальнейшую разборку. При работе в самой верхней секции таль крепят к металлической балке, укладываемой на штуцер шлемовой трубы.

Очистка корпуса колонны от отложений и накипи, восстановление защитных и термоизоляционных покрытий, постановка заплат, врезка новых и заглушка ненужных штуцеров — ничем не отличаются от аналогичных операций, выполняемых при

ремонте емкостной аппаратуры, хотя трудоемкость их во время ремонта колонны значительно больше.

Наиболее сложной и ответственной операцией при ремонте тарельчатых колонных аппаратов является сборка ка и точная установка отремонтированных и новых барботажных тарелок. Для правильной их установки должны быть выполнены следующие условия:

- верхние срезы стаканов должны лежать в одной плоскости (допускаемые отклонения ~ 1 мм);
- расстояние от нижнего среза колпачка до верхнего среза стакана должно быть одинаково по всему периметру колпачка и всех колпачков тарелки;
- верхний срез переливной трубы должен быть ниже среза колпачка на проектную величину (h) с допуском ~1 мм.

Собранную и испытанную тарелку поднимают и устанавливают в колонну. При этом необходимо добиться, чтобы тарелка располагалась строго горизонтально.

### **Ремонта насадочных колонных аппаратов**

К внутренним устройствам пасадочной колонны относятся колосниковые решетки, поддерживающие насадку, насадка, пережимные конусы, устройства для равномерного распределения орошения.

Устройства для распределения орошения выполняются большей частью в виде патрубков, вводимого через штуцер колонны и доходящего до ее середины, с колпаком-отбойником и тарелки с переливными стаканами. При ремонте устройства чистят диск и стаканы, ставят заплатки, заменяют прокорродировавшие детали.

Перед ремонтом колосниковых решеток и пережимных устройств необходимо удалить из колонны насадку. Ее удаляют вручную через люки в корпусе колонны при помощи бадьи, поднимаемой краном-укосиной, или автокраном. Если насадка загрязнена и сцементировалась в сплошную глыбу, ее приходится разбивать на отдельные куски пневматическим молотком и ломом.

Освободив всю колонну или одну из ее секций от насадки, разбирают колосниковую решетку, заменяя проржавевшие полосы, разбирают или вырезают неисправные пережимные конусы и устанавливают новые. Новой насадкой колонну заполняют через загрузочные люки-лазы. Кольца подаются к месту укладки, т. е. на соответствующую обслуживающую площадку колонны, в ящиках.

Если по условиям технологического процесса кольца должны быть уложены правильными рядами, каждый ряд укладывается вручную в шахматном порядке со смещением каждого последующего слоя относительно расположенного ниже на половину диаметра.

При заполнении колонны насадкой без укладки рядами металлические кольца подаются по желобу, введенному в загрузочный люк. Керамические кольца из-за их хрупкости подаются на приемную площадку в ящиках, а оттуда — внутрь колонны через загрузочный люк, и осторожно высыпается на решетку. Если колонну предварительно заполнить водой, то можно уменьшить количество разбитой насадки, так как насадка, постепенно погружаясь в воду, вытесняет ее из аппарата. Остатки воды сливают через дренажный штуцер.

Полностью собранную колонну с закрытыми и заглушенными люками и штуцерами подвергают гидравлическому или пневматическому испытанию. Величина давления при гидравлическом испытании принимается равной 1,5 рабочего, но не ниже 2 атм для колонн, работающих при давлении до 5 атм. Для колонн, работающих при давлении более 5 атм, испытательное давление должно превышать рабочее на 25%, но не менее чем на 3 атм. Колонны, работающие под вакуумом, испытываются избыточным давлением 2 атм. Колонны, работающие при температурах свыше 400°С, испытываются давлением, равным 1,5 рабочего.

При пневматическом испытании подъем давления в колонне должен осуществляться медленно, с остановками для осмотра испытываемой колонны, в соответствии с журналом.

### **Пуск технологической установки**

Перед пуском установки в работу проводится ряд подготовительных операций, связанных с проверкой персоналом окончания на установке всех ремонтных работ, закрытия люками и крышками всех аппаратов, отглушения заглушками там, где это необходимо, аппаратов и трубопроводов, укомплектования соответствующей нормативно-технической документацией всех рабочих мест установки и уборки территории. Для этого персонал проверяет, все ли трубопроводы и аппараты

прошли гидравлическое или пневматическое испытание, продуты ли трубопроводы и если по ним проходимость. Проверяется готовность к работе всех контрольно-измерительных приборов и они переводятся на рабочий режим.

Затем производится прием на установку пара, воды, электроэнергии, инертного газа, различных реагентов. Далее персонал производит заполнение системы инертным газом по реакторному и другим блокам и осуществляет продувку и испытание на герметичность этих систем на инертном газе. Опрессовка аппаратов и трубопроводов выполняется на давление, определяемое условиями эксплуатации. После устранения дефектов приступают к приему топлива и газа для осуществления сушки технологических печей и реакторного блока, чтобы подготовить его к загрузке катализатором, а в печах постепенно удалить влагу из огнеупорной кладки или огнеупорных бетонных панелей футеровки печи.

Налаживается работа всех холодильников, вентиляторов, систем блокировок и сигнализации, аппараты по указанной схеме заполняются инертным газом до давления 1,0-2,0 М Па, и начинает работать центробежный компрессор. В начале осуществляют холодную циркуляцию, затем зажигают горелки либо форсунки печи и начинают медленный разогрев печи и всего реакторного блока. Подъем температур производится в соответствии с действующими инструкциями. Выделившаяся в результате сушки вода собирается в сепараторе, а оттуда дренируется в промканализацию. После окончания сушки прекращается нагрев печи закрытием топлива к форсункам, система охлаждается циркулирующим азотом и после ее охлаждения компрессор останавливают.

#### ***Загрузка катализатора в реактор***

Загрузка катализатора производится при наличии соответствующего сертификата качества

на катализатор. Перед загрузкой необходимо удалить пыль и мелкие частицы из катализатора путем отсева. Для катализатора, бывшего в употреблении, эта операция обязательна. Загрузку необходимо производить, непрерывно и упорядоченно загружая катализатор по всему периметру реактора с помощью специальных рукавов. Перед загрузкой катализатора в низ реактора на специальную решетку — стол засыпается слой фарфоровых шаров, и лишь после этого засыпается катализатор. При этом обслуживающий персонал должен работать в респираторах или противогазах.

После загрузки катализатора поверх его засыпаются слои фарфоровых шаров разного диаметра, причем шары более крупного диаметра укладываются в верхний слой. Далее производится продувка слоя катализатора от пыли осушенным воздухом через фланцы на выходе из реактора. После продувки реактора 2000 м<sup>3</sup> воздуха его полностью герметизируют.

Повторное испытание системы на герметичность производится азотом таким образом, чтобы содержание кислорода в системе не превысило 0,5% об.

### **Список используемой литературы**

- 1. С.А. Фармазов: Эксплуатация Оборудования нефтеперерабатывающих заводов. Москва 1969год**
- 2. Я.И. Гринберг: Слесарные работы при ремонте и наладке химического оборудования. Москва 1969год**
- 3. П.Г. Баннов: Процессы переработки нефти. Часть I. Москва 2000**