Ф.А. Фрамазов

Ремонт и монтаж оборудования химических и нефтеперерабатывающих заводов

Москва
«Книга по Требованию»

УДК 54
ББК 24
Ф11

Ф.А. Фрамазов
Ф11 Ремонт и монтаж оборудования химических и нефтеперерабатывающих заводов / Ф.А. Фрамазов – М.: Книга по Требованию, 2024. – 304 с.

ISBN 978-5-518-40030-6

ISBN 978-5-518-40030-6

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2024
© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2024

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первозданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.

Серия Книжный Ренессанс
www.samizday.ru/reprint

ПРЕДИСЛОВИЕ

Решениями партии и правительства предусматривается дальнейшее развитие химической, нефтеперерабатывающей и нефтехимической отраслей промышленности на основе последних достижений науки и техники. В связи с этим с каждым годом совершенствуются действующие промышленные комплексы.

Внедрение новых эффективных технологических процессов практически всегда требует применения более совершенного оборудования. Оборудование химических и нефтеперерабатывающих заводов работает преимущественно в условиях высоких или низких температур, высоких давлений или глубокого вакуума, коррозионно-активных сред, интенсивного механического или других видов износа.

Особенность новых технологических установок и производств — высокая единичная мощность. Оборудование, которым они оснащаются, также имеет высокую производительность. Благодаря этому существенно снизились капиталовложения и эксплуатационные расходы на единицу производимой продукции. Вместе с тем значительно повысились требования к надежности оборудования. В связи с большими габаритными размерами и массой оборудования усложняется его монтаж и ремонт.

Технология монтажных работ на строящихся заводах, организация службы эксплуатации действующих предприятий постоянно совершенствуются. Для этого монтажные организации и заводы оснащаются новыми высокопроизводительными техническими средствами, для эксплуатации которых требуются квалифицированные кадры ремонтников и монтажников.

Настоящий учебник предназначен для подготовки техников-механиков, которым предстоит работать на химических и нефтеперерабатывающих заводах. При изложении материала автор придерживался утвержденной программы для средних специальных учебных заведений по специальности № 0531 «Оборудование химических и нефтеперерабатывающих заводов».

Третье издание отличается от первых двух тем, что в нем учтено все новое в технике и технологии монтажа и ремонта, прошедшее апробацию и применяемое на промышленных предприятиях в последние годы. Автором учтены замечания и пожелания читателей. Заново написаны разделы, посвященные нормативным положениям, более подробно изложены способы неразрушающего контроля, пересмотрены некоторые вопросы технического обслуживания и ремонта ряда аппаратов и др.

Автор выражает искреннюю признательность рецензенту книги Мурову В. А. за ценные рекомендации и с благодарностью примет все замечания читателей.

ВВЕДЕНИЕ

Современные химические или нефтеперерабатывающие заводы представляют собой комплекс сложных технологических установок, предназначенных для получения большого числа важнейших для народного хозяйства продуктов. Эти технологические установки включают разнообразные по конструкции и назначению машины, аппараты, колонны, трубопроводы, электротехническое и теплотехническое оборудование, объединяемые общим термином *оборудование*. Оборудование, используемое для ведения целевого технологического процесса, принято называть *технологическим или основным* в отличие от *типового оборудования*, применяемого во многих отраслях промышленности.

В состав заводов входят также цехи и участки, которые обеспечивают нормальную жизнедеятельность предприятия, хотя работа их не связана с непосредственным участием в процессах переработки сырья и получения готовой продукции. К ним относятся товарно-сырьевые и транспортные цехи, электротехнические и теплотехнические участки, ремонтные и другие подсобно-вспомогательные службы. Работа таких цехов, участков и служб также основана на эксплуатации разнообразного оборудования общего или специального назначения.

Постоянная работоспособность всякого оборудования поддерживается его правильной эксплуатацией и своевременным и качественным ремонтом. Поэтому ремонтная служба имеет огромное значение для нормальной жизнедеятельности любого предприятия.

Вводу в эксплуатацию промышленного предприятия должно предшествовать завершение всех строительно-монтажных работ, предусмотренных утвержденным проектом, а также выявленных при практическом осуществлении этого проекта.

Строительная часть работ выполняется специализированными строительными организациями или цехами в три стадии: 1) до начала монтажа оборудования (вертикальная и горизонтальная планировка участка, отведенного под строительство объекта, устройство дорог и подъездных путей, сооружение фундаментов и постаментов, трубопроводных лотков, складов, монтажных площадок, бытовых помещений для строителей и монтажников и т. д.); 2) одновременно с монтажом оборудования (строительство зданий и сооружений, отделочные работы и т. д.); 3) после завершения основных монтажных работ (работы по благоустройству территории).

Под *монтажом оборудования* подразумевают комплекс работ, связанных с приведением его в рабочее состояние. Для этого монтируемое оборудование должно быть полностью собрано, уста-

новлено в проектное положение и включено в единую технологическую систему с помощью соответствующих коммуникаций.

Многообразие оборудования и коммуникаций обусловило специализацию монтажа — основу для повышения качества работ и производительности труда. Из общих работ по монтажу технологического и подсобно-вспомогательного оборудования выделяют специальные монтажные работы — электро- и тепломонтаж, монтаж системы контрольно-измерительных приборов и средств автоматизации производства, работы по антикоррозионной защите, футеровке, изоляции поверхностей оборудования и т. д. (В задачу настоящего курса не входит рассмотрение специальных монтажных и ремонтных работ.)

Монтаж технологического оборудования производится при строительстве новых и реконструкции действующих промышленных предприятий, а также при замене вышедшего из строя оборудования новым и исправным. В последних двух случаях первичным является *демонтаж — процесс, обратный монтажу.*

Несмотря на общность технологических элементов монтажа и демонтажа, необходимо учитывать некоторые особенности демонтажа оборудования, бывшего и эксплуатации, — определенную последовательнсть работ и необходимость обеспечения особых мер предосторожности.

Знание специфики монтажных и демонтажных работ и передовых методов и приемов их проведения необходимо всем механикам, связанным с проектированием, строительством и эксплуатацией оборудования химических и нефтеперерабатывающих заводов. При проектировании должна быть учтена монтажная характеристика оборудования, т. е. возможность проведения работ по монтажу и демонтажу без больших трудовых затрат и в течение непродолжительного времени. От правильной организации монтажных работ во многом зависят сроки завершения строительства, реконструкции или ремонта оборудования.

Надежная и безопасная эксплуатация оборудования в пределах установленных параметров работы может быть обеспечена только при строгом выполнении определенных, запланированных во времени мероприятий по надзору и уходу за оборудованием, включая проведение необходимых ремонтов. Комплекс организационных и технических мероприятий по обслуживанию и ремонту оборудования в химической и нефтеперерабатывающей промышленности, проводимых с заданными последовательностью и периодичностью, представляет собой единую систему, именуемую системой *технического обслуживания и ремонта* (ТО и Р) — в химической промышленности или Положением о планово-предупредительном ремонте (ППР) — в нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности.

Для осуществления мероприятий, предусмотренных системой ТОиР или ППР, на заводах имеются соответствующие службы или отделы (главного механика, главного энергетика, контрольно-измерительных приборов, архитектуры и строительства и др.)

Служба отдела главного механика обеспечивает проведение технического обслуживания и ремонта технологического и общего (неспециального) оборудования, коммуникаций и средств транспорта, а при отсутствии на предприятии службы главного архитектора или главного строителя — еще и всех зданий, сооружений и дорог.

Важной составной частью системы ППР или ТОиР являются организация и проведение ремонтов оборудования, на которые приходится основная часть трудовых и материальных затрат.

Согласно ГОСТ 18322—78 «Система технического обслуживания и ремонта техники. Термины и определения», под ремонтом понимают комплекс операций по восстановлению исправности или работоспособности изделий и восстановлению ресурсов изделий и их составных частей. Применительно к оборудованию химических и нефтеперерабатывающих заводов этот комплекс включает работы по полному или частичному (если это допустимо) восстановлению размеров, форм и физико-механических свойств как отдельных деталей и узлов, так и всего оборудования. Совместно с комплексом операций, направленных на предотвращение или приостановку износа, качественно проведенный ремонт способствует поддержанию проектных (паспортных) эксплуатационных и технико-экономических показателей оборудования.

Основой правильной организации ремонтных и монтажных работ является тенденция к максимальной их индустриализации на базе внедрения прогрессивных форм и технологии ремонта и монтажа, унификации, типизации и взаимозаменяемости узлов и деталей.

Резервом для совершенствования системы ремонтов и повышения производительности труда рабочих-ремонтников является централизация ремонтных работ в пределах крупного завода, комбината и даже нескольких заводов и комбинатов, расположенных близко друг к другу. Централизация позволяет эффективно использовать трудовые и материальные ресурсы, а также применять мобильные средства механизации и индустриализации с высоким коэффициентом их использования. Централизованное изготовление запасных частей и создание на этой основе баз обменного фонда оборудования, узлов и деталей позволяет значительно сократить расходы, связанные с подетальным ремонтом на месте, изготовлением единичных деталей и узлов.

Возможность повышения производительности труда и качества выполняемых монтажных работ увеличилась в связи с разработкой новых технологий транспортирования и подъема крупногабаритного оборудования, широкого внедрения автоматической сварки и новых методов контроля качества сварных швов и разъемных соединений

ГЛАВА 1

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ РЕМОНТА ОБОРУДОВАНИЯ

1.1. НАДЕЖНОСТЬ ОБОРУДОВАНИЯ

Оборудование, которым укомплектованы химические и нефтеперерабатывающие заводы, должно полностью отвечать требованиям надежности, под которой согласно ГОСТ 27.002—83 следует понимать свойство оборудования сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, ремонтов, хранения и транспортирования.

Важнейшими свойствами, определяющими надежность технологического оборудования, следует считать безотказность, долговечность, ремонтопригодность и сохраняемость. Показателем надежности является количественная характеристика одного или нескольких из названных свойств, которая составляется по их индивидуальным показателям, предусмотренным ГОСТ 27.002—83.

Безотказность предполагает непрерывную работоспособность оборудования в течение установленного времени работы, т. е. сохранение им всех параметров, обеспечивающих выполнение функций, согласно требованиям утвержденных нормативов.

Показателями безотказности являются: вероятность безотказной работы, т. е. вероятность того, что в пределах заданной наработки отказ объекта не возникает; средняя наработка до отказа, т. е. математическое ожидание наработки оборудования до первого отказа, и др.

Долговечность — срок службы оборудования до предельного физического износа. Долговечность следует отличать от *срока службы*, под которым понимают календарную продолжительность от начала эксплуатации оборудования (или возобновления ее после ремонта) до перехода в состояние, при котором его дальнейшее применение по назначению недопустимо, а восстановление невозможно или нецелесообразно (предельное состояние).

Оборудование должно быть ремонтопригодным. *Ремонтопригодность* предполагает возможность поддержания или восстановления работоспособного состояния путем проведения технического обслуживания и ремонтов.

Показатели для оценки ремонтопригодности приведены в ГОСТ 21623—76 «Термины и определения»; ГОСТ 22952—78 устанавливает методы расчета этих показателей по статистическим данным. Необходимые показатели ремонтопригодности должны быть обеспечены при разработке оборудования, для чего предусмотрен ГОСТ 27.451—80 «Испытание на ремонтопригодность».

Из-за продолжительного хранения и транспортирования оборудования могут снизиться показатели его безотказности, долго-

вечности или ремонтопригодности и, следовательно, надежность. *Сохраняемость* — такая календарная продолжительность хранения и транспортирования, в течение и после которой указанные выше показатели сохраняются в установленных пределах.

Таким образом, надежность эксплуатируемого оборудования должна быть обеспечена его исправным (т. е. соответствующим всем требованиям нормативно-технической и конструкторской документации) и работоспособным (т. е. способным выполнять заданные функции в течение заданного времени) состоянием. Иными словами, уровень надежности оборудования зависит от надежности, заданной в процессе проектирования и изготовления, и эксплуатационной надежности*.

1.2. СИСТЕМА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ОБОРУДОВАНИЯ

Совокупность взаимосвязанных средств, документации технического обслуживания (технического ухода) и ремонта и исполнителей, необходимых для поддержания и восстановления качества оборудования, называют системой технического обслуживания и ремонта. В круг вопросов, охватываемых системой, могут входить также обеспечение материалами, заготовками, запасными частями и т. д.

Система технического обслуживания и ремонта оборудования должна учитывать: порядок сдачи оборудования в ремонт и приемки из ремонта; формы и методы организации ремонта; планирование, учет и отчетность; номенклатуру и нормы расхода запасных частей; основные требования по обеспечению ремонтопригодности; общие требования по технике безопасности при техническом обслуживании и ремонте; общие технические условия на ремонт оборудования; виды и периодичность, а также трудоемкость и продолжительность технического обслуживания и ремонтов; расчет численности ремонтного и дежурного персонала и др.

На всех химических и нефтеперерабатывающих предприятиях ремонтные службы руководствуются не только утвержденными положениями и стандартами данной отрасли, но и действующими положениями по техническому обслуживанию и ремонту для других отраслей или ведомств, например для эксплуатируемого подсобного оборудования (металлорежущих станков, прессов и т. д.), подъемно-транспортного оборудования, вентиляционных установок и др.

Для нормального функционирования «Системы» обязательна паспортизация всего оборудования, которую проводят с использованием паспортов и формуляров заводов-изготовителей, состав-

---

* В сферу задач настоящего курса входит рассмотрение эксплуатационной надежности, надлежащий уровень которой обеспечивается техническим обслуживанием и ремонтом, а в необходимых случаях — модернизацией оборудования и совершенствованием его эксплуатации.

ленных в соответствии с требованиями ГОСТ 2601—84 (СТ СЭВ 1798—79) и ГОСТ 2—105—79. Данные о всех конструктивных изменениях оборудования, производимых в целях его усовершенствования, должны заноситься в его паспорт. Однако следует иметь в виду, что ГОСТ 2.503—74 запрещает какие-либо конструктивные изменения и доработку оборудования без соответствующего согласования и соблюдения правил внесения изменений в конструкторские документы.

На основании паспортов или формуляров, а также с учетом технологического регламента на производственный комплекс (цех, установку) составляют инструкции по техническому обслуживанию и эксплуатации оборудования, содержание которых определено ГОСТ 2601—84 (СТ СЭВ 1798—79) «Единая система конструкторской документации. Эксплуатационные документы».

В инструкциях по техническому обслуживанию и ремонту (производственные инструкции) указаны порядок и приведены правила технического обслуживания как работающего оборудования, так и находящегося в стадии подготовки к работе и хранения. В них должны быть приведены исчерпывающие указания по перечню работ, обеспечивающих работоспособность оборудования при одновременном соблюдении всех мер безопасности (включая пожаро- и взрывобезопасность). Порядок и места смазки должны быть указаны по прилагаемой карте смазки. Для сложного оборудования указывают также специальные приспособления и инструмент, контрольно-измерительные приборы и другие принадлежности (и способы их использования), необходимые при техническом обслуживании.

Инструкции по эксплуатации оборудования (технологические карты) устанавливают допустимые пределы параметров эксплуатации. В них должны быть приведены указания, правила и требования по режиму работы и безопасности на всех стадиях эксплуатации оборудования, состав обслуживающего персонала, порядок наблюдения за оборудованием во время его работы или кратковременных перерывов, характерные неисправности и методы их устранения и т. д.

Техническое обслуживание. Согласно ГОСТ 18322—78, *техническое обслуживание* — это комплекс работ, направленных на поддержание работоспособности или исправности оборудования при его использовании, хранении и транспортировании. ГОСТ 18322—78 предусматривает виды технического обслуживания оборудования при его использовании, хранении, транспортировании (периодическое, сезонное, регламентированное, с периодическим контролем, с непрерывным контролем), которые могут быть применены в разных подотраслях химической и нефтеперерабатывающей промышленности.

Наиболее распространены *периодическое* и *регламентированное* техническое обслуживание. В первом случае подразумевают обслуживание, проводимое через установленные в эксплуатационной документации значения наработки или интервалы времени, во

втором — обслуживание, предусмотренное в нормативно-технической документации и выполняемое с периодичностью и в объеме, установленными в ней независимо от технического состояния оборудования в момент начала технического обслуживания. Регламентированное техническое обслуживание некоторыми отраслевыми стандартами (например, ОСТ 38 04164—84) подразделяется на ежесменное и проводимое в день ремонта.

Ежесменное техническое обслуживание проводится в течение рабочей смены техническим и цеховым персоналом (операторами, машинистами, слесарями и др.). Оно заключается в соблюдении всех условий, приведенных в технологической карте, и производственной инструкции, предусматривающих содержание оборудования в чистоте, контроль за его состоянием путем наружного осмотра, проверку систем смазки и охлаждения, контрольно-измерительных приборов и автоматики, натяжения ремней, цепей и тросов, защитных ограждений, тормозов, разъемных соединений, приспособлений для аварийного останова, уплотнений, а также выполнение простейших регулировок, замену фильтров и т. д.

Техническое обслуживание *в ремонтный день* выполняет ремонтный персонал, занятый ремонтом, производимым в дни и сроки, установленные приказом по предприятию, под руководством лица, ответственного за проведение работ. Объем технического обслуживания, проводимого при плановых текущих ремонтах, входит в состав этих ремонтов.

Из методов технического обслуживания, предусмотренных ГОСТами, на химических и нефтеперерабатывающих заводах преимущественно применяют следующие: централизованный, при котором техническое обслуживание выполняется персоналом и средствами одного подразделения предприятия; децентрализованный, при котором обслуживанием занято несколько подразделений предприятия; метод обслуживания эксплуатационным персоналом. Сложное оборудование в необходимых случаях обслуживается персоналом, специализированным на выполнении операций технического обслуживания, специализированными организациями или предприятием-изготовителем.

Если в процессе технического обслуживания в соответствии с инструкциями не удается устранить неисправность и она создает аварийную ситуацию, старший по обслуживанию ставит в известность службу эксплуатации производственного участка для остановки неисправного оборудования. Если оборудование дублируется, то до остановки неисправного оборудования подготавливают и запускают резервное с соблюдением всех правил аварийной остановки и запуска, предусмотренных правилами проведения технологических режимов.

Персонал, осуществляющий техническое обслуживание, несет ответственность за соблюдение всех условий безопасности и безаварийности при проведении работ, поэтому он должен пройти специальную подготовку и инструктаж по принятой на предприятии системе.

Результаты наблюдений и сведения о содержании работ, выполненных при техническом обслуживании оборудования, персонал смены заносит в вахтенный журнал, в котором регистрируются факт передачи рабочей смены и состояние оборудования в момент сдачи. По записям в журнале и по результатам осмотра и проверки на месте ремонтная служба принимает необходимые меры (ремонт, замену) для восстановления нормального работоспособного состояния оборудования.

Ремонт. Согласно ГОСТ 18322—78 ремонт — это комплекс операций по восстановлению исправного состояния, работоспособности и ресурса оборудования. ГОСТ 18322—78 определяет следующие виды ремонта техники: капитальный, средний и текущий.

Капитальный ремонт выполняется для восстановления исправности и полного (или близкого к полному) восстановления ресурса оборудования с заменой или восстановлением любых его частей, включая базовые. Этот вид ремонта — наибольший по объему плановый ремонт, при котором оборудование подвергают разборке в объеме, необходимом для детального выявления его состояния (в том числе и полной). Этот ремонт отличается наибольшей продолжительностью проведения и наименьшей частотой повторяемости по сравнению с остальными видами ремонта.

В результате капитального ремонта технические характеристики оборудования должны удовлетворять всем требованиям его паспорта и инструкций. Если восстановление оборудования в соответствии с утвержденными требованиями путем капитального ремонта невозможно либо требует неоправданно высоких затрат или если оборудование морально устарело (т. е. технически отстало), то в процессе капитального ремонта его полностью заменяют новым, имеющим более высокие технико-экономические показатели.

Капитальный ремонт может быть проведен также для модернизации оборудования путем замены отдельных узлов более совершенными, если это обосновано соответствующим проектом и оформлено в порядке, установленном ГОСТ 2.503—74.

Средний ремонт выполняют для восстановления исправности и частичного восстановления ресурса оборудования в пределах, установленных нормативно-технической документацией, с заменой или восстановлением составных частей ограниченной номенклатуры.

Текущий ремонт является наиболее часто проводимым видом ремонта; он призван обеспечить или восстановить работоспособность оборудования путем замены или восстановления отдельных его частей. При каждом текущем ремонте должен выполняться комплекс ремонтных работ, обеспечивающий работоспособность оборудования до следующего запланированного ремонта (капитального, среднего или текущего).

Как правило, текущий ремонт отличается небольшим объемом работ. Наиболее характерными работами являются: разборка и последующая сборка отдельных узлов оборудования; тщательный

осмотр и оценка характеристики и интенсивности износа поверхностей; обнаружение нарушений размеров деталей и качества посадок сопряженных деталей; ремонт или замена деталей. При текущем ремонте представляется возможность установить правильность предварительно запланированных долговечности, работоспособности и очередных сроков ремонтов, а также уточнить объем предстоящего капитального ремонта.

Основными видами ремонтов в химической и нефтеперерабатывающей отраслях промышленности являются текущий и капитальный. Однако на предприятиях некоторых подотраслей принято целесообразным вводить в ремонтную структуру и средний ремонт. По объему производимых работ, продолжительности и повторяемости он занимает промежуточное место между текущим и капитальным ремонтами. Иногда средний ремонт заменяют очередным текущим ремонтом увеличенного объема и большей продолжительности. Таким путем удается удлинить срок службы оборудования между очередными капитальными ремонтами и тем самым сократить трудовые и материальные затраты на ремонт, а также повысить экономические показатели эксплуатации объекта. С этой же целью для некоторых видов сложного по конструкции оборудования в нормативах предусматривается возможность замены очередного текущего ремонта капитальным ремонтом уменьшенного объема.

Структура ремонтного цикла. Капитальный, средний и текущий ремонты могут быть плановыми и неплановыми. *Неплановый ремонт* проводят с целью устранения отказов. *Плановый ремонт* применяют на подавляющем большинстве промышленных предприятий, а на химических и нефтеперерабатывающих заводах — повсеместно. Ремонт считается плановым, если он осуществляется в соответствии с требованиями нормативно-технической документации. Плановый ремонт обеспечивает высокую надежность оборудования и эксплуатации при наименьших трудовых и материальных затратах и минимальном непроизводительном простое.

ГОСТ 18322—78 предусматривает еще два вида ремонта: регламентированный и по техническому состоянию. Оба вида ремонта являются плановыми и применяются на отдельных участках некоторых отраслей промышленности и транспорта, где к эксплуатируемому оборудованию предъявляют специфические требования.

Регламентированный ремонт выполняется с периодичностью и в объеме, установленными в эксплуатационной документации, независимо от технического состояния изделия в момент начала ремонта. Этот вид ремонта носит принудительный характер, предусматривает остановку оборудования в заранее запланированные сроки и ремонт его строго по инструкции. При этом отдельные детали и узлы, отслужившие установленный срок, независимо от их фактического технического состояния заменяют новыми или реставрированными. Регламентированный ремонт гарантирует высокую эксплуатационную надежность оборудования, однако