ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 27.601— 2011

Надежность в технике

УПРАВЛЕНИЕ НАДЕЖНОСТЬЮ

Техническое обслуживание и его обеспечение

IEC 60300-3-14:2004 (NEQ)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2013

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», а правила применения национальных стандартов Российской Федерации — ГОСТ Р 1.0—2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения»

Сведения о стандарте

1 РАЗРАБОТАН Федеральным государственным предприятием «Всероссийский научно-исследовательский институт стандартизации и сертификации в машиностроении» (ФГУП «ВНИИНМАШ»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 119 «Надежность в технике»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 сентября 2011 г. № 415-ст

4 Настоящий стандарт разработан с учетом основных нормативных положений международного стандарта МЭК 60300-3-14—2004 «Менеджмент надежности — Часть 3-14: Руководство по применению — Техническое обслуживание, обеспечение технического обслуживания» (IEC 60300-3-14—2004 «Dependability management — Part 3-14: Application guide — Maintenance and maintenance support», NEQ)

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

6 ПЕРЕИЗДАНИЕ. Январь 2013 г.

Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты», а текст изменений и поправок — в ежемесячно издаваемых информационных указателях «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет

© Стандартинформ, 2012
© СТАНДАРТИНФОРМ, 2013

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения . . . 1
2 Нормативные ссылки . . . 1
3 Термины, определения и сокращения . . . 2
3.1 Термины и определения . . . 2
3.2 Сокращения . . . 2
4 Обзор технического обслуживания и ремонта, обеспечения технического обслуживания и ремонта . . . 2
4.1 Описание технического обслуживания . . . 2
4.1.1 Общие положения . . . 2
4.1.2 Стратегия и концепция технического обслуживания . . . 2
4.1.3 Уровни разукрупнения . . . 3
4.1.4 Эшелоны ТО . . . 3
4.1.5 Профилактическое и корректирующее ТО . . . 3
4.2 Описание обеспечения (поддержки) ТО . . . 5
4.3 Аспекты жизненного цикла . . . 5
4.3.1 Общие положения . . . 5
4.3.2 Схемы технического обслуживания и его обеспечения . . . 7
5 Ответственность руководства . . . 8
5.1 Обязанности руководства . . . 8
5.2 Заказчики . . . 8
5.3 Стратегия технического обслуживания . . . 9
5.4 Планирование ТО и обеспечения ТО . . . 9
5.5 Ответственность, права и связь . . . 9
6 Реализация процесса технического обслуживания . . . 9
6.1 Общие положения . . . 9
6.2 Менеджмент ТО . . . 10
6.3 Планирование ТО и обеспечения ТО . . . 10
6.3.1 Общие положения . . . 10
6.3.2 Определение обеспечения (поддержки) ТО . . . 11
6.3.3 Определение задач ТО . . . 12
6.3.4 Анализ задачи ТО . . . 13
6.3.5 Определение ресурсов обеспечения (поддержки) ТО . . . 13
6.4 Подготовка к ТО . . . 14
6.5 Выполнение ТО . . . 14
7 Управление ресурсами . . . 14
7.1 Обеспечение ресурсов . . . 14
7.2 Человеческие ресурсы . . . 15
7.2.1 Общие положения . . . 15
7.2.2 Обучение . . . 15
7.3 Инфраструктура . . . 16
7.3.1 Общие положения . . . 16

7.3.2 Вспомогательное оборудование . . . 16
7.3.3 Встроенное тестовое оборудование . . . 17
7.3.4 Средства ТО . . . 18
7.3.5 Административные и технические средства . . . 18
7.3.6 Компьютеризированные информационные системы для ТО . . . 18
7.4 Информационные ресурсы . . . 19
7.4.1 Общие положения . . . 19
7.4.2 Документация . . . 19
7.4.3 Информация о техническом обслуживании . . . 20
7.5 Материалы и запасные части . . . 21
7.5.1 Общие положения . . . 21
7.5.2 Определение числа запчастей . . . 22
7.5.3 Обозначение запчастей . . . 23
8 Измерение, анализ и улучшение . . . 23
8.1 Общие положения . . . 23
8.2 Мониторинг и измерения . . . 23
8.2.1 Общие положения . . . 23
8.2.2 Измерение, относящееся к заказчику . . . 24
8.2.3 Измерение, относящееся к техническому обслуживанию . . . 24
8.3 Оценка технического обслуживания . . . 24
8.4 Улучшение ТО . . . 25
8.5 Модификации . . . 25
Приложение А (справочное) Факторы, влияющие на ТО и обеспечение ТО . . . 26
Библиография . . . 29

Введение

Проведение технического обслуживания (ТО) и обеспечение ТО — ключевые элементы обеспечения работоспособности изделий (продукции, оборудования и систем) в течение всего их жизненного цикла. Запланированные характеристики функционирования, производительности и надежности достигаются посредством проведения необходимого ТО и обеспечения ТО в сочетании с соответствующим проектированием, качеством производства и правильными методами эксплуатации.

Достижение надежной работы оборудования в эксплуатации в значительной степени зависит от соответствующего технического обслуживания, организации технического обслуживания и ресурсов технического обслуживания, под которыми понимаются персонал и обучение, эксплуатационная и ремонтная документация, вспомогательное оборудование, обеспечение запчастями. Техническое обслуживание и ресурсы его обеспечения оказывают значительное влияние на стоимость жизненного цикла, именно поэтому разработка и проектирование изделия должны сопровождаться планированием и разработкой концепции эксплуатации, включая оптимизацию технического обслуживания. Цель — обеспечение надежности изделия в течение срока его эксплуатации с минимальными затратами.

Объем и вид ТО и обеспечение ТО зависят от требований потребителя, характера изделия, его состояния, требуемой готовности и прочих факторов. По мере изменения указанных факторов, в особенности на этапе эксплуатации и технического обслуживания, может появиться необходимость изменения установленных ранее требований к ТО и обеспечению ТО.

Несоответствующее, чрезмерное или неправильно реализуемое ТО может привести к отказам, из-за чего возможно значительное снижение готовности изделий и, в результате, существенное увеличение расходов из-за потери функциональных свойств и возникновения возможности вторичного повреждения. Снижение готовности зачастую приводит к эксплуатационным санкциям и последующей потере прибыли, которые могут значительно превышать стоимость ТО или даже расходы, обусловленные первоначальным отказом. Это может отрицательно повлиять и на безопасность, а в некоторых отраслях промышленности именно безопасность имеет наиболее важное значение.

Настоящий стандарт устанавливает общий подход к ТО и обеспечению ТО и распространяется на сложные изделия, когда техническое обслуживание и его обеспечение необходимо корректировать с учетом конкретных ситуаций как на этапе проектирования, так и на этапе эксплуатации и технического обслуживания.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Надежность в технике

УПРАВЛЕНИЕ НАДЕЖНОСТЬЮ

Техническое обслуживание и его обеспечение

Dependability in technics. Dependability management.
Maintenance and maintenance support

Дата введения — 2012—06—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на процесс технического обслуживания (ТО) и его обеспечения, устанавливает различные общие методы, которыми следует руководствоваться. Цель настоящего стандарта — установление общих требований к менеджменту, процессам и методам, относящимся к техническому обслуживанию и его обеспечению, необходимым для достижения надлежащей надежности, соответствующей эксплуатационным требованиям потребителя.

В некоторых случаях необходимо учитывать законодательные и другие обязательные требования. Требования и обязательства по отношению к техническому обслуживанию и его обеспечению могут нуждаться в том, чтобы их указать в соглашении (контракте, договоре), в котором целесообразно дать ссылку на настоящий стандарт.

Настоящий стандарт предназначен для использования поставщиками, организациями, обеспечивающими техническое обслуживание, а также потребителями и может использоваться для изделий всех видов.

Настоящий стандарт можно применять к изделиям, включающим все виды продукции, оборудования и систем (технические средства и связанное с ними программное обеспечение). В большинстве случаев требуется определенный уровень технического обслуживания изделий для достижения необходимой функциональности, надежности, работоспособности, экономической эффективности и выполнения требований к безопасности и законодательному регулированию.

2 Нормативные ссылки

Для применения данного стандарта используются следующие нормативные ссылки.

ГОСТ Р 27.002—2009 Надежность в технике. Термины и определения

ГОСТ Р ИСО 9000—2008* Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим ежемесячно издаваемым информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный стандарт заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться заменяющим (измененным) стандартом. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

* С 1 января 2013 г. пользоваться ГОСТ ISO 9000—2011.

Издание официальное

3 Термины, определения и сокращения

3.1 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины с соответствующими определениями по ГОСТ Р 27.002, а также следующие термины.

3.1.1 **комплексное материально-техническое обеспечение** (integrated logistic support): Метод управления, с помощью которого все услуги по обслуживанию изделия, требуемые потребителем, могут быть структурно объединены и соответствовать изделию.

3.1.2 **операция технического обслуживания** (maintenance action): Последовательность единичных операций технического обслуживания, проводимых с заданной целью.

Примечание — Примерами являются определение неисправности, установление места неисправности, проверка функционирования или их сочетание.

3.1.3 **обеспечение (поддержка) технического обслуживания и ремонта** (maintenance support): Ресурсы, требуемые для поддержания изделия в работоспособном состоянии при установленной концепции ТО и в соответствии со стратегией ТО.

Примечание — Ресурсы включают в себя человеческие ресурсы, вспомогательное оборудование, материалы и запчасти, средства для технического обслуживания, документацию, информацию и информационные системы для технического обслуживания.

3.1.4 **услуги по обеспечению технического обслуживания** (maintenance support services): Действия и средства по поддержке технического обслуживания, обеспечиваемые внутренними или внешними поставщиками услуг поддержки технического обслуживания.

3.1.5 **пользователь, потребитель, компания** (company, customer, user): Потребитель услуг технического обслуживания, предусмотренных поставщиком услуг.

3.1.6 **поставщик услуг** (service provider): Сторона (например, внутренняя или внешняя организация, изготовитель и т. п.), которая связана обязательствами в рамках соглашения и несет ответственность за предоставление определенного технического обслуживания и поставку средств для технического обслуживания в соответствии с условиями соглашения.

3.1.7 **организация:** Группа людей и средства с распределением ответственности, полномочий и взаимоотношений.

Примеры — Компания, корпорация, фирма, предприятие, учреждение, ассоциация или же их части, или комбинация из них [1].

3.2 Сокращения

ТО — техническое обслуживание,
ВТО — встроенное тестовое оборудование,
АППО — анализ причин и последствий отказов,
АВППКО — анализ выявленных причин, последствий и критичности отказов,
НОТО — надежностно ориентированное техническое обслуживание.

4 Обзор технического обслуживания и ремонта, обеспечения технического обслуживания и ремонта

4.1 Описание технического обслуживания

4.1.1 Общие положения

Техническое обслуживание представляет собой сочетание всех технических и административных действий, включая технический надзор, направленных на поддержание или восстановление изделия в состояние, в котором оно способно выполнять требуемую функцию.

4.1.2 Стратегия и концепция технического обслуживания

Стратегия ТО определяет общий подход к обеспечению ТО и его поддержке, исходя из целей и стратегии владельцев, пользователей и заказчиков. Она влияет на решения, принятые по мероприятиям ТО и ресурсам, выделяемым в течение всего жизненного цикла изделия.

Концепция ТО представляет собой конкретный подход, разработанный для изделий с различными уровнями ТО, основанными на уровнях разукрупнения. Концепция ТО пользуется ресурсами обеспечения ТО в рамках стратегии ТО и осуществляется эшелоном ТО.

4.1.3 Уровни разукрупнения

Изделия могут подразделяться иерархически (например, средство, система, сборка, оборудование и компонент) или по уровням разукрупнения, в соответствии с которыми устанавливаются задачи по ТО. Комплект задач по ТО, подлежащих выполнению на конкретном уровне разукрупнения, рассматривается как уровень ТО. Уровень ТО может подразделяться на элементы работы или элементарные мероприятия по ТО. Последовательность таких мероприятий по ТО, выполняемых для достижения данной цели, становится фактической задачей по ТО.

4.1.4 Эшелоны ТО

Организационные подразделения, выполняющие ТО, рассматриваются как линии ТО или эшелоны ТО. Они могут представлять собой такие внутренние группы, как персонал ремонта аппаратуры на объекте и персонал в ремонтных мастерских, или внешние группы, например, персонал на ремонтных предприятиях изготовителя.

4.1.5 Профилактическое и корректирующее ТО

Профилактическое ТО может выполняться в соответствии с установленными сроками и согласно предписанным критериям для снижения вероятности отказа или ухудшения параметров изделия для поддержания его функционирования или обнаружения скрытой неисправности. Это может быть состояние изделия, которое основано на данных его мониторинга, проводимого до тех пор, пока отказ не окажется неизбежным, или функциональных проверок для обнаружения скрытого отказа, после чего выполняется ТО. Профилактическое ТО также может быть предварительно установлено на основе определенного интервала (например, календарного срока, времени эксплуатации, числа циклов), через который проводится модернизация или замена изделия, или его компонентов.

Корректирующее ТО восстанавливает функции изделия после обнаружения отказа или ухудшения рабочих характеристик с тем, чтобы возвратить установленные для изделия нормы. Отказы являются приемлемыми, если их последствия (например, производственные убытки, ухудшение безопасности, воздействие на окружающую среду, расходы, связанные с отказом) являются допустимыми по сравнению с расходами на профилактическое ТО. Выполнение ТО при этом проводится после наступления отказа.

Если последствия отказа являются серьезными, необходимо провести анализ причин, чтобы избежать его повторения.

Профилактическое ТО обычно является плановым, а корректирующее ТО, как правило, внеплановым. Обычной практикой является отсрочка корректирующего ТО на более позднее удобное время, когда функционирование сохраняется благодаря резервированию.

Взаимосвязь положений, относящихся к ТО, показана на рисунке 1.

Для выполнения задач по ТО используются различные методы в зависимости от степени важности изделия и выбранной концепции ТО. Они представлены на рисунке 2.

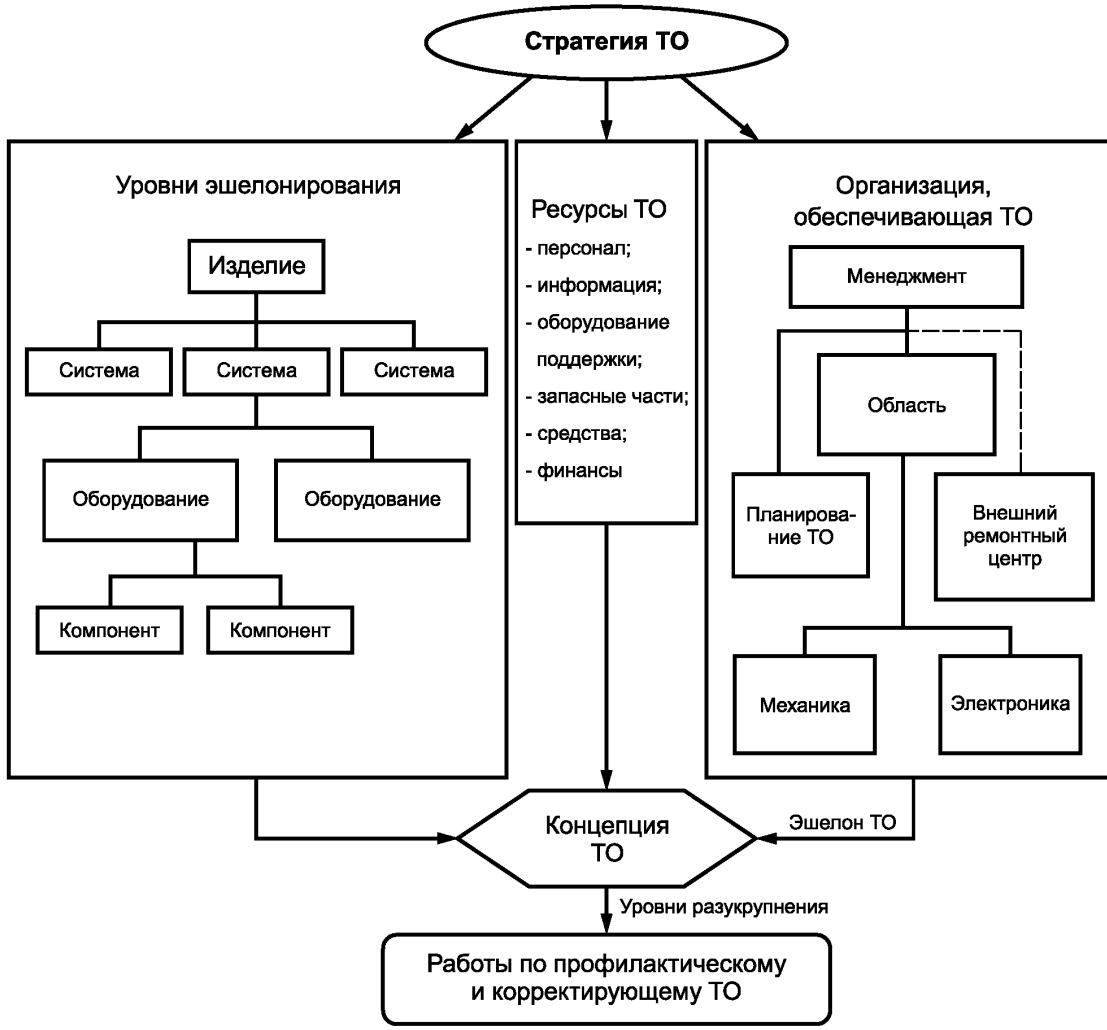


Рисунок 1 — Взаимосвязь основных положений

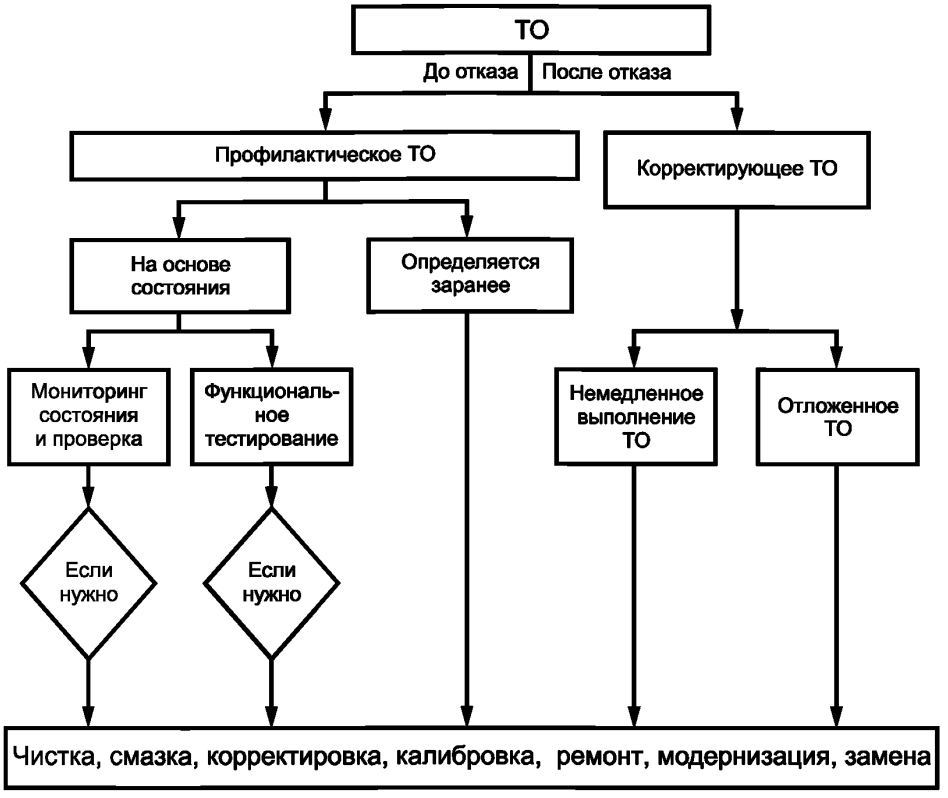


Рисунок 2 — Типы работ по техническому обслуживанию

4.2 Описание обеспечения (поддержки) ТО

Поддержка ТО включает ресурсы, необходимые для обслуживания объекта в соответствии с принятой концепцией ТО и стратегией ТО. К ресурсам относятся персонал, вспомогательное оборудование, материалы и запасные части, средства обеспечения ТО, документация, информация и информационные системы для ТО (раздел 7). Способность организации обеспечить ТО в соответствии с заданными условиями рассматривается как свойство поддержки ТО.

4.3 Аспекты жизненного цикла

4.3.1 Общие положения

Техническое обслуживание и обеспечение технического обслуживания должны рассматриваться в течение всех стадий жизненного цикла изделия. Конкретные задачи, подлежащие выполнению, представлены в таблице 1.

Основополагающим направлением в работе по техническому обслуживанию является начальный процесс проектирования, который учитывает ремонтопригодность изделия. Если изделие проектируется одной организацией и используется как часть более крупной системы или в различных эксплуатационных условиях, то проектирование системы должно исключить ухудшение заданной ремонтопригодности.

Надежность, достигаемая в процессе эксплуатации, в значительной степени зависит от решений, принимаемых на самых ранних стадиях жизненного цикла. Планирование ТО и его обеспечения должны рассматриваться как можно раньше для рассмотрения вариантов между возможностями изделия, стоимостью жизненного цикла, безотказностью, ремонтопригодностью и обеспечением ТО.

Таблица 1 — Техническое обслуживание, обеспечение технического обслуживания в течение жизненного цикла

Задача или процесс	Стадия жизненного цикла					
	Техническое предложение	Проектирование и разработка	Производство	Установка, монтаж	Эксплуатация и ТО	Утилизация
1 Общие потребности пользователей, ограничения и требования	◄——►					
2 Учет требуемой безотказности, ремонтопригодности и контролепригодности	◄——►					
3 Общее определение обеспечения ТО	◄——►					
4 Анализ характера и последствий отказов		◄——►	◄——►		◄——►	
5 Определение концепции ТО		◄——►	◄——►		◄——►	
6 Планирование ресурсов обеспечения ТО		◄——►	◄——►			
7 Надежностно ориентированное ТО		◄——►	◄——►		◄——►	
8 Подготовка технической документации		◄——►	◄——►	◄——►		
9 Подготовка и обеспечение обучения кадров		◄——►		◄——►		
10 Верификация технологического процесса			◄——►	◄——►	◄——►	
11 Обеспечение запчастями, инструментом, вспомогательным оборудованием, информационными системами и средствами			◄——►	◄——►	◄——►	
12 Сбор информации, относящейся к ТО			◄——►	◄——►	◄——►	
13 Менеджмент ТО					◄——►	
14 Подготовка ТО					◄——►	
15 Выполнение ТО					◄——►	
16 Измерение и анализ выполнения измерений					◄——►	
17 Улучшение/ изменение ТО					◄——►	
18 Анализ результатов деятельности по ТО и ресурсов обеспеченности					◄——►	

Обозначение: стрелка обозначает стадии жизненного цикла, на которых выполняется данная задача или процесс.

4.3.2 Схемы технического обслуживания и его обеспечения

Существуют различные схемы планирования и выполнения ТО и его обеспечения в зависимости от того, кто несет ответственность за их реализацию и на какой стадии жизненного цикла они осуществляются.

Общей схемой для многих изделий является предоставление изготовителем всех услуг по ТО и обеспечению ТО как неотъемлемой части поставки продукции. Такие услуги предоставляются на контрактной основе или определяются, исходя из потребностей пользователя.

Таким образом, планирование и принятие мер по ТО и обеспечению ТО могут происходить на стадии проектирования и разработки и оставаться первостепенной задачей изготовителя, поставщика или сторонней организации, которой передаются решения вопросов материально-технического обеспечения. Потребитель изделия на этапе эксплуатации и ТО в первую очередь зависит от поставщика комплекта услуг. В этом случае условия работы конечного пользователя и возможности обеспечения известны, так что необходимо проводить разработку материально-технического обеспечения параллельно с разработкой ТО как части стадии проектирования и разработки изделия.

Другой общей схемой является предоставление поставщиками и изготовителями изделия только основного или стандартизованного обеспечения ТО. В этом случае пользователи принимают меры по необходимому ТО и обеспечению ТО для своих конкретных условий, используя зачастую внутренние ресурсы. Это имеет место в тех случаях, когда существующая продукция объединяется в сложные системы другим поставщиком или другой организацией, а затем поставляется пользователю. При этом ответственность за разработку ТО и обеспечение ТО должна быть разделена между поставщиком и пользователем.

Рекомендации по ТО и обеспечению ТО требуют гибкости, поскольку существуют самые разнообразные схемы обеспечения. Информация по факторам, которые могут привести к изменениям ТО и обеспечению ТО на различных этапах жизненного цикла изделий по инициативе пользователей, операторов и потребителей, приведена в приложении А.

4.3.2.1 Стадия технического предложения

Крайне важным является рассмотрение ТО и обеспечения ТО на самом раннем этапе жизненного цикла. Решения, принятые на этом этапе, могут повысить или ограничить эффективность обеспечения ТО на более поздних этапах жизненного цикла.

На этапе концепции и определения это может быть достигнуто посредством определения концептуальной стратегии обеспечения ТО, включающей в себя:

- общие цели ТО и обеспечения ТО, потребности пользователей, законодательные требования и ограничения;
- необходимые для изделий готовность, безотказность, ремонтопригодность и контролепригодность;
- общее определение ТО и обеспечение ТО.

4.3.2.2 Стадия проектирования и разработки

Конкретные требования к ТО и обеспечению ТО определяются на этапе проектирования и разработки на основе требований, установленных на предыдущем этапе. Готовность изделия зависит от его безотказности, ремонтопригодности и обеспечения технического обслуживания и ремонта.

Для таких изделий, как программное обеспечение или военное оборудование, ТО и обеспечение ТО планируются, испытываются и обеспечиваются на данном этапе.

Разработчик плана ТО, обеспечения ТО и пользователь должны определить концепцию ТО заблаговременно на этапе проектирования. Концепция ТО должна быть определена до начала эксплуатации, чтобы ресурсы обеспечения могли быть запланированы должным образом. Ресурсы для ТО и обеспечения ТО необходимо получить как для профилактического ТО, так и для корректирующего ТО.

4.3.2.3 Стадия производства

В дополнение к проектированию и выбору компонентов непосредственное влияние на безотказность продукции и систем оказывают также качество производства и последующие работы, связанные с эксплуатацией.

На этой стадии должны быть предоставлены инструмент, вспомогательное оборудование и средства, необходимые для выполнения ТО. Сбор производственной информации и данных, относящихся к ТО, может оказаться очень важным для целей ТО и обеспечения ТО. На данном этапе также необходимо рассмотреть потребность в обеспечении запасными частями.

4.3.2.4 Стадия установки

Правильная установка и сдача изделий в эксплуатацию имеют важное значение для их успешного применения. Необходимо руководствоваться инструкциями и процедурами изготовителя, ибо в процессе проведения испытаний изделий нельзя работать за пределами установленных значений.

На данной стадии помимо испытаний, проведенных на стадии проектирования и разработки можно проводить демонстрацию ремонтопригодности и тестирование на обеспеченность ТО. Испытания по проверке качественных показателей могут обеспечить основу для мониторинга условий и выполнения задач ТО.

4.3.2.5 Стадия эксплуатации и технического обслуживания

На стадии эксплуатации и ТО пользователь или оператор выполняет работы по ТО и обеспечению ТО, запланированные на этапе проектирования и разработки. Если такие работы не были полностью определены, они должны быть разработаны и документально оформлены как можно раньше.

В течение начального гарантийного периода должны тщательно соблюдаться методы эксплуатации и ТО, определенные изготовителем, чтобы, в случае отказов, обеспечить законность гарантии.

Для выполнения всех работ по ТО и обеспечению ТО организационные права и обязанности должны быть определены и распределены. Организация, эксплуатирующая изделие, может сама выполнять все работы по ТО и обеспечению ТО или поручить выполнение некоторых из них или всех работ по субконтракту другим организациям. Изготовители могут нести ответственность в течение установленного срока и обеспечивать техническую поддержку и предоставлять такие ресурсы, как запасные части, в рамках первоначального соглашения по обеспечению или последующего соглашения по ТО. Требования к ТО и обеспечению ТО необходимо пересматривать на регулярной основе для внесения изменений в требования потребителя с учетом условий эксплуатации и для учета достижений в технологии ТО, например, касающихся диагностики неисправностей и методов мониторинга условий эксплуатации. Кроме того, может оказаться необходимым изменение требований по мере устаревания изделий или вследствие их продолжительной эксплуатации.

Если дополнительно вводятся в эксплуатацию новые системы или вносятся изменения, необходимо вносить изменения в ТО и обеспечение ТО.

4.3.2.6 Стадия утилизации

По ряду причин может возникнуть необходимость замены или утилизации изделия, в том числе вследствие устаревания, неспособности выполнять требуемые функции, отказа изготовителя от мероприятий по обеспечению ТО или других внешних ресурсов поддержки либо по экологическим соображениям. На стадии утилизации может оказаться необходимым изменить или исключить мероприятия по обеспечению ТО.

Само по себе отсутствие приемлемого, экономически эффективного обеспечения ТО может привести к утилизации изделия, поскольку оно может стать невосстанавливаемым, в связи с чем всегда необходимо учитывать наличие долговременного обеспечения ТО в течение всего предполагаемого жизненного цикла изделия конкретного вида.

5 Ответственность руководства

5.1 Обязанности руководства

Руководство, представляющее интересы владельцев, операторов, пользователей, производителей, поставщиков или заказчиков, несет ответственность за реализацию ТО и обеспечение ТО как составной части общего плана надежности, выполнение которого обеспечивает соответствие экономическим условиям эксплуатации. Это включает в себя:

- разработку стратегии ТО;
- планирование обеспечения ТО и поддержки ТО на стадии проектирования и разработки;
- принятие решений по компромиссам между функциональными требованиями, возможностями, стоимостью жизненного цикла и безотказностью, ремонтопригодностью и поддержкой ТО;
- обеспечение и улучшение ресурсов ТО и поддержки ТО на стадии эксплуатации и реализации ТО.

Для некоторых изделий эти обязанности сохраняются за производителем. Для других — производитель несет первоначальную ответственность за определение потребностей в обеспечении ТО, а конечный пользователь или оператор берет на себя окончательную ответственность за завершение процесса планирования и реализацию результатов.

5.2 Заказчики

В отношении ряда изделий, заказчик которых является также пользователем, он в значительной степени зависит от производителя в части ТО и обеспечения ТО. Производитель продолжает нести

ответственность за надлежащее соответствующее обеспечение этих услуг и, следовательно, должен знать о степени их соответствия. Это требует проведения технической экспертизы производителем и поддержания постоянных связей с заказчиками, включая обратную связь с ними. Все чаще ответственность за обеспечение ТО и поддержку ТО возлагается на третью сторону на основе соглашения по уровню предоставляемых услуг.

В отношении других изделий оператор предоставляет услугу заказчику и, следовательно, берет на себя первичную ответственность за ТО и поддержку ТО. Эксплуатирующая организация должна поддерживать связь с заказчиком с целью обеспечения надежности.

5.3 Стратегия технического обслуживания

Организация, ответственная за ТО и обеспечение ТО, должна разработать стратегию ТО в качестве руководства планированием, выполнением, оценкой, анализом и улучшением ТО и обеспечения ТО. Концептуальная стратегия ТО должна быть определена на этапе разработки концепции и определения целей, а затем конкретизирована на этапе проектирования и разработки. На этапе эксплуатации и ТО она может включать в себя изменения и улучшения, так что стратегия ТО периодически должна актуализироваться.

При разработке стратегии можно руководствоваться стандартными организационными методами планирования, включающими, как правило, корпоративные цели, методы и задачи ТО, планы действий и критерии качества работы. В зависимости от ситуации такая разработка должна предусматривать участие изготовителя, пользователя и заказчика.

Задачи ТО разрабатываются на основе корпоративной политики и потребностей заказчика. Такие задачи могут включать в себя готовность, безопасность, качество выполнения работы и расходы на ТО и должны доводиться до сведения всего персонала, участвующего в ТО и обеспечении ТО, включая внешних партнеров.

Планы действий, разработанные на основе этих задач, гарантируют выполнение требований заказчика. В основу улучшений могут быть положены меры, принятые в интересах заказчиков, делового сотрудничества и технического обслуживания, проводимого по принятым мерам. Планы могут включать такие улучшения, как новые методы и механизмы мониторинга условий, более эффективный информационный менеджмент и более эффективные процессы менеджмента выполняемой работы.

5.4 Планирование ТО и обеспечения ТО

При планировании ТО и обеспечения ТО следует учитывать:

- задачи надежности и цели, относящиеся к выполнению требований заказчика, безопасности и законодательства;
- применяемую концепцию ТО;
- методологию оптимизации ТО;
- вспомогательные ресурсы, необходимые для реализации установленной концепции ТО;
- ответственность руководства и организационную ответственность за действия по ТО;
- интеграцию рекомендаций по ТО индивидуальной продукции в более крупную систему;
- влияние на существующие ресурсы и возможности их использования.

5.5 Ответственность, права и связь

Руководство должно гарантировать, что планирование ТО и обеспечения ТО являются частью общей программы обеспечения надежности. Конкретные функции и ответственность должны быть определены, распределены и доведены до сведения заказчиков, пользователей и соответствующих подразделений организации и внешних участников.

6 Реализация процесса технического обслуживания

6.1 Общие положения

Пользователь должен определить процессы и последовательность применения ТО и обеспечения ТО как при планировании, так и при выполнении. Описание основных процессов приведено на рисунке 3. Каждая организация должна разрабатывать свои процессы, основываясь на требованиях заказчика и в контексте применения ТО и обеспечения ТО.

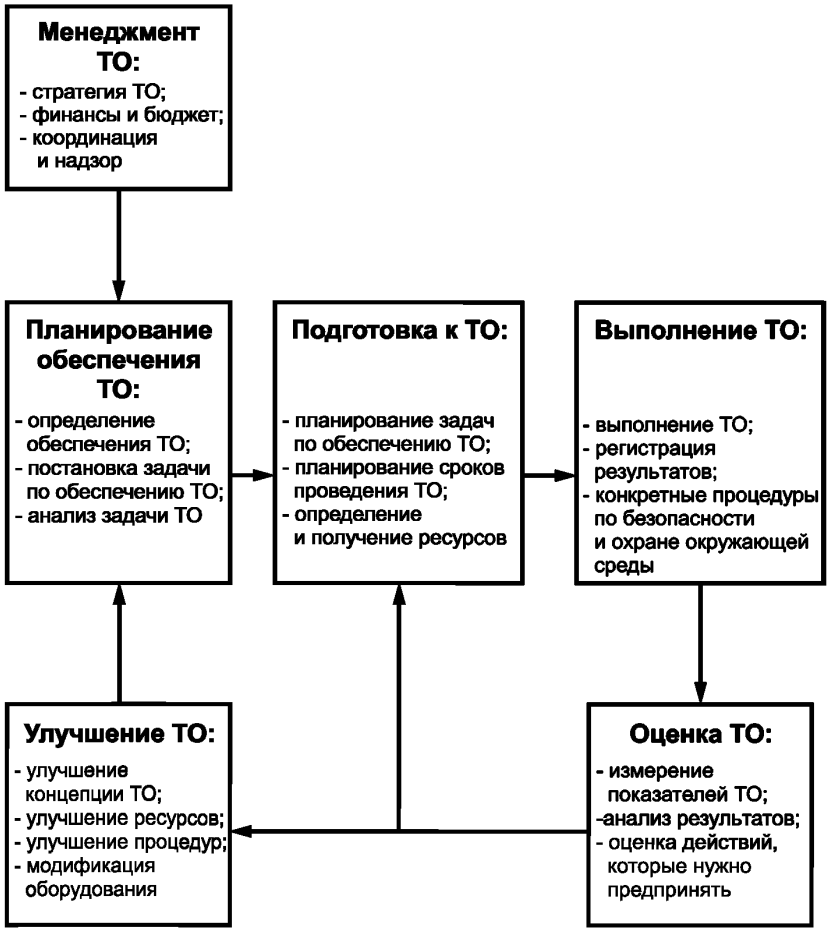


Рисунок 3 — Процессы технического обслуживания

6.2 Менеджмент ТО

Менеджмент мероприятий по ТО и обеспечению ТО включает в себя:

- разработку и актуализацию стратегии ТО;
- обеспечение финансами для выполнения ТО;
- координацию и надзор за ТО.

Стратегия ТО разрабатывается руководством, ответственным за ТО и поддержку ТО, совместно со всеми подразделениями, участвующими в ТО. Она должна быть официально документально оформлена, а также регулярно пересматриваться и обновляться. Должна обеспечиваться надлежащая финансовая поддержка с применением финансовых методов и отчетности по ним.

Руководство должно определять организационные структуры, позволяющие обеспечивать работы по ТО и эффективно сотрудничать с подразделениями, предоставляющими ресурсы для выполнения ТО, как внутренними, так и внешними.

6.3 Планирование ТО и обеспечения ТО

6.3.1 Общие положения

Целью планирования ТО и обеспечения ТО является выработка концепции ТО для изделий, требующих ТО, обеспечение необходимых ресурсов для ТО и сбор необходимой информации в процессе выполнения ТО.

Планирование ТО и обеспечения ТО может проводиться на этапах проектирования и разработки, эксплуатации и проведения ТО в течение жизненного цикла. Для некоторых изделий такое планирова-

ние почти полностью проводится до этапа эксплуатации и технического обслуживания, после чего выполняются только мероприятия по улучшению.

В других случаях конечный пользователь и оператор несут ответственность за планирование и разработку ТО и обеспечение ТО, которые проводятся на начальных стадиях этапа эксплуатации и ТО. Такая ситуация зачастую возникает при производстве и установке коммерческого готового оборудования в такие более крупные системы, как производственное предприятие или нефтехимический перерабатывающий завод. Изготовитель изделий обычно устанавливает рекомендации по обеспечению ТО и ресурсы. Они должны пересматриваться и корректироваться в определенных ситуациях и условиях. В приложении А описываются факторы, которые необходимо при этом учитывать.

Пользователи могут заключать долгосрочное соглашение с третьей стороной на предоставление услуг по ТО и обеспечению ТО, как, например, снабжение запасными частями или оказание услуг по обеспечению ТО, или нести полную ответственность за ТО и обеспечение ТО с гарантией их выполнения и необходимой готовностью. Крайне важным является четкое определение задач и ответственности за ТО и обеспечение ТО. Элементы планирования ТО и обеспечения ТО приведены на рисунке 4 и рассмотрены в последующих пунктах.

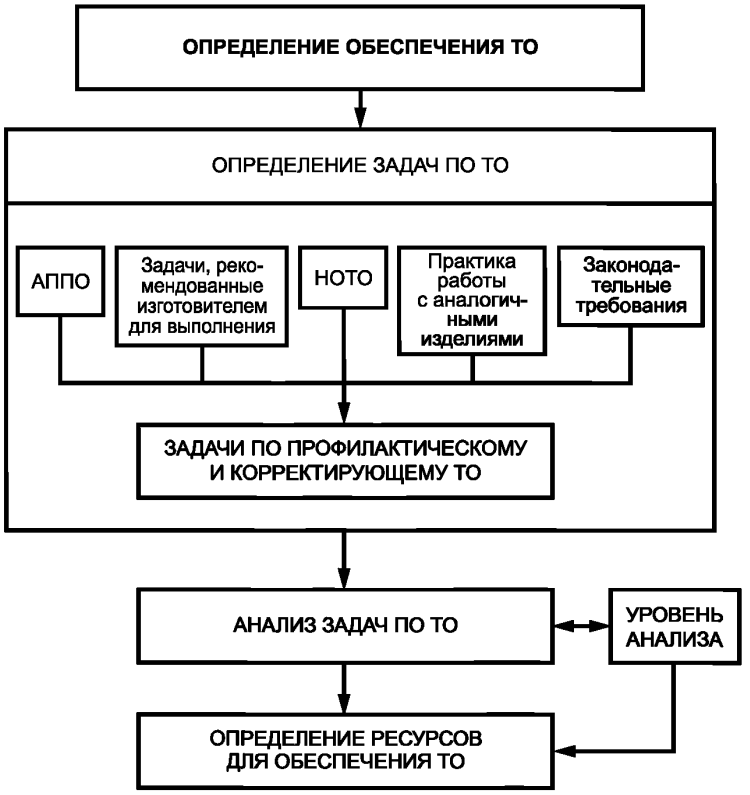


Рисунок 4 — Элементы планирования ТО и обеспечения ТО

6.3.2 Определение обеспечения (поддержки) ТО

Вначале необходимо определить общие положения по планированию ТО и обеспечению ТО на основе стратегии ТО и условий применения изделий при эксплуатации.

Стратегия ТО должна определять общие руководящие положения, касающиеся целей, задач и направлений деятельности, относящихся к:

- процессу и качественным показателям изделия или его эффективности;
- процессу готовности и безотказности изделия;
- использованию внешних ресурсов и контрактов на услуги по ТО;
- организационной структуре и ответственности;
- применению методов мониторинга техники и инструмент;
- стоимости и другим ограничениям.

Кроме того, при исследовании применения в условиях эксплуатации необходимо определить:

- изделия и системы, являющиеся важными для выполнения задач процесса;
- изделия и системы, требующие обеспечения безопасности;
- условия эксплуатации;
- условия окружающей среды;
- предполагаемый срок обслуживания.

Должны быть определены и документально оформлены факторы, относящиеся к поддержке ТО и предполагаемому использованию. Посещения мест эксплуатации должны предусматривать проверку тех эксплуатационных подразделений и тех действий по поддержке ТО, которые более всего соответствуют запланированным условиям эксплуатации и обеспечения ТО. Факторы, относящиеся к поддержке ТО и предполагаемой эксплуатации нового изделия, количественным данным и посещению места эксплуатации, должны быть документально оформлены.

Опыт эксплуатации аналогичных систем должен рассматриваться с учетом прошлого опыта с требованиями по ТО и обеспечению ТО для новых поставок.

Такой анализ должен предусматривать использование информации от функционирующих систем по снабжению, ТО и эксплуатации. Необходимо использовать системы, обеспечивающие сбор данных, а также другую соответствующую документацию параллельно с посещениями мест эксплуатации. Такая информация будет использоваться для улучшения и обеспечения ТО.

6.3.3 Определение задач ТО

Задачи ТО определяются посредством одного или комбинацией следующих подходов:

- принятие рекомендаций изготовителя;
- анализ изделий, использующих такой структурированный метод подхода, как надежностно ориентированное ТО (НОТО), основанное на АВППКО;
- использование фактического опыта эксплуатации объекта.

При определении задач ТО можно полагаться только на рекомендации изготовителя, однако пользователи должны подтвердить их пригодность для применения в условиях эксплуатации. Изготовитель, как правило, неспособен прогнозировать такие факторы, как последствия отказов, связанные с производством, требования к безопасности, законодательные требования, применение методов мониторинга, готовность ресурсов и неординарные условия окружающей среды.

Для ситуаций, когда задачи ТО не устанавливаются изготовителем или являются неприемлемыми, а изделия являются крайне важными, должен применяться такой структурированный анализ, как НОТО. НОТО основывается на АВППКО, который позволяет систематически определять вероятные виды отказов, частоту их появления, возможные последствия каждого отказа и исключительную важность каждого последствия для работоспособности, готовности, безотказности, безопасности или других определяющих показателей. АВППКО может включаться в программу обеспечения безотказности на этапе проектирования или выполняться до обеспечения НОТО. АВППКО может обеспечивать максимальную эффективность при его применении как части НОТО, хотя АППО может выполняться и самостоятельно для определения корректирующего ТО.

Анализ НОТО заключается в систематическом подходе к анализу данных по безотказности и безопасности с целью определения возможности и целесообразности выполнения задач профилактического ТО, выделения проблемных областей ТО с целью пересмотра проекта и разработки наиболее эффективной программы профилактического ТО. Логика НОТО применяется к отдельным видам отказов каждого изделия, идентифицированным в процессе АВППКО, через последовательное определение методов обнаружения и корректировки предполагаемых отказов с целью сохранения установленных уровней безотказности и безопасности.

Анализ НОТО основывается на данных АВППКО и определяет задачи профилактического ТО для:

- обнаружения и корректировки предполагаемых отказов до их появления или развития в серьезные дефекты;
- сокращения вероятности отказов;
- выявления скрытых отказов, которые уже произошли;
- повышения эффективности затрат на программу обеспечения ТО.

Если последствия отказов допустимы, а расходы на корректирующее ТО меньше, чем расходы на профилактическое ТО, то наиболее эффективным подходом может оказаться отказ от проведения запланированного ТО.

Для изделий с достаточным эксплуатационным опытом и опытом технического обслуживания представляется возможным полагаться на действующие методы ТО и опыт. Однако все же необходимо анализировать и учитывать факторы, рассмотренные в 6.3.2.

При выполнении различных типов задач по ТО (например, при мониторинге условий или систематической замене) может возникнуть необходимость в рассмотрении и оценке компромиссов между такими факторами, как готовность изделия, сроки обеспечения ТО и расходы.

6.3.4 Анализ задачи ТО

Анализ задачи ТО определяет конкретную информацию и ресурсы для каждого изделия, требующего ТО, включая следующее:

- описание задачи ТО настолько подробно, насколько это необходимо для квалифицированного специалиста по ТО;
- частоту возникновения задачи на основе измерения таких данных, как истекшее время, время эксплуатации, число рабочих циклов или расстояние;
- число персонала, уровень квалификации и время, необходимое для выполнения задачи;
- процедуры ТО при демонтаже и повторном монтаже;
- процедуры безопасности, которые необходимо соблюдать;
- процедуры погрузочно-разгрузочных работ, транспортирования и утилизации опасных материалов;
- необходимы специальный инструмент, испытательное оборудование и вспомогательное оборудование;
- используемые или заменяемые запасные части, материалы и комплектующие изделия;
- необходимые наблюдения и измерения;
- процедуры проверки, позволяющие определить надлежащее выполнение и успешное завершение задачи ТО.

Затем задачи анализируют и корректируют с учетом их частоты и таких ограничений, как простои, необходимость максимизации готовности или оптимизации ресурсов.

По возможности необходимо использовать существующие источники данных для проведения анализа задачи ТО (например, существующие руководства, инструкции или отчеты по ТО). Однако при использовании этих источников данных необходимо учитывать, что данные могут быть получены при различных применениях или различных условиях окружающей среды.

6.3.5 Определение ресурсов обеспечения (поддержки) ТО

При установлении подробной концепции ТО необходимо определить, в каком эшелоне ТО изделия следует ремонтировать или заменять. Изделия могут обслуживаться на рабочем месте, в местном ремонтном цехе или на внешнем ремонтном предприятии. Цель — определение соответствующих линий ТО и эшелонов ТО для минимизации расходов с учетом ограничений по готовности.

Анализ ремонта может служить для определения оптимальных эшелонов ТО. Проведение анализа обеспечивает следующая информация:

- данные по эксплуатации изделия, их число и местоположение;
- возможные альтернативы ремонта;
- стоимостные факторы;
- персонал и ресурсы для проведения ремонта;
- данные по безотказности и ремонтопригодности изделия;
- межремонтный срок и время транспортирования в ремонтные предприятия и из ремонтных предприятий;
- политика потребителя и ограничения.

Информация по подробному анализу ремонта позволяет установить уровень ТО для каждого изделия, обеспечивает проведение анализа задачи ТО и определение ресурсов для поддержки ТО.

На основе информации по анализу ремонта представляется возможным доработать концепцию ТО для каждого изделия и принять следующие решения:

- выделяется персонал, обеспечивающий ТО, организацией или из других внешних источников;
- кто обеспечивает поставку запасных частей, материалов и комплектующих изделий, например, поставки со склада, местными или внешними организациями;
- откуда поступают специальные механизмы, транспортное, подъемное, испытательное и вспомогательное оборудование;
- какое оборудование для мониторинга условий эксплуатации и программное обеспечение необходимо получить;
- какая инфраструктура необходима для реализации стратегии ТО.

6.4 Подготовка к ТО

Конкретные задачи ТО должны планироваться с учетом времени, необходимого для составления плана и поставки необходимых ресурсов. Это включает в себя:

- определение и назначение персонала,
- закупку материалов и запчастей из внешних источников или со склада;
- обеспечение наличия механизмов, транспортного, подъемного и вспомогательного оборудования;
- подготовку необходимых процедур по эксплуатации, техническому обслуживанию, безопасности и охране окружающей среды и подготовку рабочих планов;
- определение и заказ внешних ресурсов;
- определение ресурсов связи;
- обеспечение необходимого обучения персонала.

Мероприятия планируют на основе системы приоритетов для выполнения вначале наиболее срочных и важных работ и эффективного использования ресурсов.

Поставка ресурсов для ТО может быть осуществлена через центры, специализирующиеся на процедурах запроса посредством дистанционного автоматического диагностирования операторами или пользователями оборудования или другими способами.

6.5 Выполнение ТО

Задачи ТО должны выполняться с должным вниманием и учетом технических аспектов изоляции, демонтажа, очистки, ремонта, восстановления, замены, повторной сборки и проверки оборудования и компонентов. Такие специальные процедуры обеспечения безопасности и охраны окружающей среды, как утилизация опасных материалов, должны соблюдаться в соответствии с установленными требованиями. Информация, относящаяся к наблюдениям, показаниям, необходимым измерениям, выполненным задачам, использованным ресурсам, должна регистрироваться.

Профилактическое ТО может состоять из:

- сбора технических данных и описания задачи;
- получения запчастей, механизмов и вспомогательного оборудования;
- прихода на рабочее место;
- подготовки рабочего места, например выключения оборудования, выполнения процедур изоляции и защиты;
- активного времени выполнения ТО;
- наблюдения и измерения;
- испытания и проверки;
- уборки рабочего места;
- регистрации необходимой информации.

Корректирующее ТО включает те же шаги, что и профилактическое ТО, однако требует выполнения дополнительной задачи диагностирования для определения места и характера отказа, необходимого восстановления или замены компонентов. В случае серьезного отказа необходимо выяснить причину и собрать доказательства до выполнения ремонта.

Может понадобиться провести сертификацию задачи ТО, если она устанавливается законодательными требованиями, требованиями контракта или компании.

7 Управление ресурсами

7.1 Обеспечение ресурсов

Основные ресурсы для ТО и поддержки ТО следующие:

- человеческие ресурсы, включая внутренний и внешний персонал, выполняющий ТО и обеспечивающий ТО;
- материалы и запчасти, используемые для ремонта или восстановления изделий;
- инфраструктура, включающая в себя средства, используемые для ТО инструменты, оборудование для обеспечения ТО, транспорт и подъемное оборудование;
- информационные ресурсы, необходимые для управления и выполнения ТО и обеспечения ТО;
- финансовые ресурсы для оплаты ТО и поддержки ТО.

Ресурсы, необходимые для ТО и обеспечения ТО, первоначально определяются в процессе планирования обеспечения ТО на стадии разработки и проектирования. По мере изменения условий на стадии эксплуатации и ТО тип и объем таких ресурсов необходимо постоянно пересматривать и актуализировать. На ресурсы ТО влияют многие факторы, в том числе такие как:

- местоположение средств и изделий, подлежащих ТО;
- местоположение вспомогательных ресурсов;
- уровень необходимой надежности;
- тип изделия, подлежащего ТО;
- важность работоспособности продукции;
- экономические факторы;
- корпоративные цели;
- законодательные требования.

7.2 Человеческие ресурсы

7.2.1 Общие положения

Для достижения эксплуатационных целей с наименьшими общими затратами в течение всего жизненного цикла необходимо наличие квалифицированного и подготовленного персонала. Для большинства систем персонал, обеспечивающий ТО, является наиболее дорогостоящей составляющей ТО. Тщательный подбор персонала и его эффективная подготовка сводят такие расходы к минимуму.

Для сложных систем, использующих перспективные современные проекты, число персонала, уровень его профессиональных навыков и подготовки следует определять путем анализа требований к ТО. Специализация персонала, уровни профессиональных навыков (например, основной, средний и высокий), а также необходимое число можно определять посредством оценки сложности и частоты выполняемых задач как часть анализа обеспечения ТО. Специализацию и уровни профессиональных навыков необходимо устанавливать для каждого рабочего места, где эксплуатируется изделие и выполняется ТО.

Персонал, назначенный для выполнения ТО и обеспечения ТО, должен быть компетентным, иметь соответствующее образование, необходимую подготовку, профессиональные навыки и опыт. Квалификация должна соответствовать требованиям времени, с тем чтобы реагировать на изменения требований, предъявляемых к ТО и технологии. Для выполнения некоторых задач ТО может потребоваться специальная сертификация.

7.2.2 Обучение

Обучение должно проводиться одновременно с проектированием системы, концепцией ТО, определением вспомогательного оборудования и процедур и имеющегося уровня профессиональных навыков персонала, обеспечивающего ТО. Может возникнуть необходимость в разработке учебных пособий и документации для обучающегося персонала. Последний должен отбираться и обучаться для приобретения знаний и компетенции, необходимых при эксплуатации изделия на рабочем месте. Обучение персонала должно включать как начальное, так и непрерывное обучение с учетом утечки кадров, замены персонала и влияния изменений изделия или его модификаций.

План обучения и подготовки персонала должен включать в себя:

- тип обучения, основные начальные требования и изложение краткого курса;
- подготовку в области ТО на всех линиях обеспечения ТО, включая тип обучения, основные начальные требования и изложение краткого курса;
- изучение оборудования, устройств, пособий и информации, необходимых для обеспечения подготовки персонала, осуществляющего ТО;
- подготовку графика для начальной подготовки персонала, обеспечивающего ТО;
- подготовку дальнейшего обучения в течение всего жизненного цикла системы.

Программа обучения должна включать в себя основные составляющие:

- средства анализа работы персонала для определения потребностей в обучении;
- разработку конкретных задач обучения;
- разработку критериев оценки;
- выбор методов для доставки инструкций;
- выполнение процесса обучения;
- средства для оценки результатов обучения и подготовки.

При передаче отдельных функций ТО другим организациям план обучения должен быть составлен таким образом, чтобы он относился к тем функциям, за которые несет ответственность организация, обеспечивающая ТО, и к любым взаимодействиям с другими организациями.

7.3 Инфраструктура

7.3.1 Общие положения

Инфраструктура включает в себя вспомогательное оборудование и средства обслуживания и является важным элементом надлежащего ТО и поддержки ТО.

Она состоит из:

- вспомогательного оборудования;
- внутренних и внешних средств обслуживания;
- административных и технических средств;
- компьютеризированных информационных систем для обеспечения ТО.

7.3.2 Вспомогательное оборудование

7.3.2.1 Общие положения

Все оборудование, необходимое для обеспечения ТО, обслуживания и контроля изделия, но не существенно важное для его эксплуатации, называется вспомогательным оборудованием. Типы и число такого оборудования зависят от вида необходимой работы по обслуживанию.

Вспомогательное оборудование включает инструмент, необходимый для выполнения задач ТО, стенды и приспособления, обеспечивающие безопасное выполнение работ, а также измерительное оборудование для испытания механических, электрических и электронных рабочих параметров. Кроме того, оно может включать в себя средства и оборудование, позволяющие испытывать изделие отдельно от оборудования или узла, частью которого оно является.

7.3.2.2 Типы вспомогательного оборудования

Вспомогательное оборудование классифицируется по методам использования, готовности и источникам информации и подразделяется на две такие основные категории, как общее или вспомогательное оборудование общего назначения и специальное испытательное оборудование для изделий данного типа:

- общее вспомогательное оборудование включает в себя любое оборудование общей поставки, такое, как инструмент, приспособления и измерители общего назначения, которое может быть куплено как готовое оборудование и которое, как правило, есть в наличии и используется для обслуживания данного изделия;
- специальное испытательное оборудование необходимо для выполнения определенной задачи применительно к определенному изделию, например, специальные приспособления для выполнения измерений механических параметров или специальный электронный анализатор, или испытательный прибор, изготовленный или приспособленный для обслуживания данного изделия.

Такое основное оборудование, как краны и автопогрузчики с вилочным захватом, рассматривается, как «средства», если они специально не модифицированы или не спроектированы для обслуживания данного изделия.

7.3.2.3 Выбор вспомогательного оборудования

Прежде чем окажется возможным выбрать вспомогательное оборудование, необходимо знать основные проектные характеристики изделия. Большинство вспомогательного оборудования общего назначения можно выбрать после завершения концептуальной разработки данного изделия и установления концепции ТО.

Для определения необходимого вспомогательного оборудования должна быть рассмотрена каждая задача ТО данного изделия. На ранних этапах разработки такие требования могут быть совершенно общими и становятся более конкретными по мере получения информации о более подробных технических требованиях разработки. Для минимизации объема вспомогательного оборудования и гарантии использования как можно бóльшего числа стандартных изделий, в процессе выбора необходимы координация и стандартизация. Вспомогательное оборудование может рассматриваться по следующим категориям, позволяющим уточнить требование и связанную с ним ответственность при поставке:

- коммерческое готовое оборудование: к данной категории принадлежит бóльшая часть вспомогательного оборудования общего назначения;
- промышленное оборудование: оборудование, используемое, как правило, в конкретной отрасли промышленности с учетом необходимости его возможной модификации;
- специальное испытательное оборудование для изделий данного типа: оборудование, спроектированное и изготовленное по заказу для обеспечения соответствия конкретному требованию ТО или контроля.

При выполнении ТО на более чем одном уровне распределение вспомогательного оборудования зависит от задач, поставленных на данном уровне. Как правило, более сложное вспомогательное оборудование используется на более глубоких эшелонах, хотя иногда оно может использоваться и на эксплуатационном уровне для экономии времени и потребности в профессиональном персонале ТО.

7.3.2.4 Данные, относящиеся к вспомогательному оборудованию

Некоторые отрасли промышленности имеют информационные базы данных по испытательному оборудованию, которое готово для выполнения определенных задач обеспечения и которое можно использовать в рамках данной отрасли промышленности. Если такого оборудования нет, его необходимо искать, и только при отсутствии вспомогательного оборудования общего назначения необходимо разрабатывать специальное испытательное оборудование.

По мере совершенствования проектирования системы данные, относящиеся к вспомогательному оборудованию, актуализируют и включают дополнительные изделия и подробную информацию о существующих изделиях. Требования к вспомогательному оборудованию и данные следует анализировать по мере включения изменений в разработку изделия и соответственно пересматривать.

7.3.2.5 Автоматическое испытательное оборудование

Автоматическое испытательное оборудование является, как правило, внешним оборудованием, контролируемым компьютером, представляющим моделированные характеристики фактической эксплуатации изделия. Оно спроектировано для проведения испытаний ряда выбранных параметров или как часть программы мониторинга условий, или как диагностический инструмент и может использоваться для испытаний определенного изделия или его части, или нескольких относящихся к нему изделий.

Наиболее эффективное проектирование оборудования достигается при начальной концепции, обеспечивающей автоматическое диагностирование отказа и/или его локализацию. Автоматическое испытательное оборудование может быть очень сложным и дорогостоящим, что должно быть оправданным с точки зрения факторов, учитываемых в стратегии ТО, включая экономию за счет уменьшения числа квалифицированных специалистов, требований к возможности его использования, сложности и количество оборудования, требующего ремонта.

7.3.2.6 Калибровка

В зависимости от вида изделия большая часть вспомогательного оборудования может использоваться для измерения значений таких установленных параметров, как давление, частота и напряжение. Эффективность таких измерений определяется их точностью. Для обеспечения точности измерительное оборудование проверяется на соответствие эталону или калибруется на плановой основе или после важного ТО на измерительном оборудовании. Калибровка автоматического испытательного оборудования делает его более сложным, поскольку все измерительные устройства, являющиеся автоматическим испытательным оборудованием, должны работать в пределах допусков их калибровки, в противном случае они могут дать ошибочные показания, воспринимаемые как отказ.

Требования к калибровке основываются на изучении требований к измерениям, выполняемым для контроля, локализации отказа и регулировки изделий. Калибровочное оборудование необходимо правильно выбирать и закупать.

7.3.2.7 Ремонт вспомогательного оборудования

При анализе задач, требуемых для обеспечения ТО изделия, необходимо также рассматривать ТО любого вспомогательного оборудования. В дополнение к упомянутой выше калибровке само вспомогательное оборудование может потребовать как профилактического, так и корректирующего ТО для поддержания его в рабочем состоянии.

7.3.3 Встроенное тестовое оборудование

Под встроенным тестовым оборудованием (ВТО) понимается оборудование, встроенное в изделие. Оно не является вспомогательным оборудованием, поскольку составляет неотъемлемую часть изделия, однако оно выполняет функцию, аналогичную вспомогательному оборудованию.

ВТО позволяет оперативно выявлять отказы в работе, проводить их диагностику, локализацию и неплановый ремонт без применения внешнего испытательного оборудования. ВТО облегчает выполнение диагностики отказов при необходимости проведения оперативного ремонта системы и нецелесообразности проведения испытаний вручную в связи с их сложностью. ВТО, как правило, применяется в электронном оборудовании, однако использование микропроцессоров и компьютеров в механическом оборудовании значительно расширило возможности применения ВТО.

ВТО предназначено для мониторинга оборудования в трех основных рабочих режимах:

- Питание включено

При включении электропитания его самотестирование реализуется, как правило, компьютерами и другим оборудованием. Компьютеры выполняют самоконтроль, включающий проверку наличия пери-

ферийного оборудования, безобрывности путей, а другое оборудование часто может выполнять самопроверку на обслуживаемость.

- Постоянный встроенный контроль

Постоянный встроенный контроль выполняет диагностические проверки состояния оборудования на постоянной основе в процессе эксплуатации оборудования в обычном режиме. Оно может быть основным диагностическим инструментом для мониторинга системы и предназначаться для определения любой предполагаемой неисправности.

- Периодический встроенный контроль

Периодический встроенный контроль предусматривает более глубокий уровень испытаний и может применяться как на постоянной основе для выполнения более глубоких проверок, чем при использовании постоянного встроенного контроля, так и на основе принципа «по обстоятельствам» для определения большего объема информации об отказе, выявленном другими методами. При применении периодического встроенного контроля часто возникает необходимость в прерывании нормальной работы оборудования. Периодический встроенный контроль может приводиться в действие автоматически или вручную с помощью оборудования.

Разработка ВТО должна основываться на тщательном анализе видов отказов и их последствий для разработки процедур испытаний и мониторинга функций.

7.3.4 Средства ТО

Внутренние и внешние средства ТО часто требуются для технического обслуживания и ремонта или обслуживания изделия после его изъятия из эксплуатации. К таким средствам относятся ремонтные центры, центры капитального ремонта и пункты обслуживания, которые могут быть:

- предоставлены первоначальным изготовителем изделия для использования заказчиками;
- предоставлены и эксплуатироваться сервисными организациями по ТО, являющимися независимыми от первоначального изготовителя или пользователя;
- предоставлены самим пользователем для обеспечения ТО своего оборудования.

Выбор соответствующих средств ТО должен определяться требованиями к готовности, числу ремонтируемых изделий и необходимым межремонтным срокам. Такой выбор рассматривается, как правило, как исследование, основанное на учете расходов и различных вариантов ТО.

7.3.5 Административные и технические средства

Средства обслуживания необходимы для:

- обеспечения места для содержания инструмента и вспомогательного оборудования;
- хранения запасных частей;
- выполнения соответствующих административных функций и функций, связанных с обучением и подготовкой кадров.

Средства включают в себя такие бытовые потребности, как электроэнергия, сжатый воздух, вода, управление окружающей средой (вентиляция, отопление и кондиционирование воздуха), освещение, компьютерное оборудование, средства связи, а также противопожарное и подъемное оборудование.

Необходимо разработать план для обслуживания новых изделий, в котором следует предусмотреть достаточный объем информации, относящейся к качественным и количественным показателям, для:

- оценки и установления требований;
- анализа существующих средств для определения их соответствия;
- определения потребности в новых средствах или в модификации существующих средств.

При разработке таких планов следует учитывать:

- межремонтный срок;
- экономическое обоснование;
- применение средств;
- суммарные расходы на средства (закупка и эксплуатация).

7.3.6 Компьютеризированные информационные системы для ТО

Компьютеризированные информационные системы для ТО могут значительно повысить его эффективность, обеспечивая наличие информации и управление информацией. Однако они требуют обеспечения их аппаратными и программными средствами для использования персоналом при выполнении ТО, а также в офисах и административных помещениях. Это может также потребовать специальных средств связи, устанавливаемых в различных местах. Аппаратные средства и программное обеспечение должны поддерживаться в рабочем состоянии и актуализироваться, а персонал, обеспечивающий ТО, должен проходить соответствующие подготовку и обучение. Расходы на обеспечение и эксплуатацию такой системы должны рассматриваться, исходя из ожидаемого экономического эффекта.

7.4 Информационные ресурсы

7.4.1 Общие положения

Информационные ресурсы имеют решающее значение для ТО и его обеспечения. Для основных изделий информация необходима для определения и анализа выполнения ТО, а иногда и для обеспечения законодательных требований.

Они включают как руководства, так и прочую документацию по обеспечению ТО, а также компьютеризированные информационные системы.

7.4.2 Документация

7.4.2.1 Общие положения

Технические руководства и техническая документация для аппаратных средств, а также программное обеспечение должны содержать информацию и процедуры, которые потребуются операторам и специалистам по ТО для правильного, безопасного, эффективного и экономичного выполнения своей работы. Они также должны использоваться как пособия для обучения с учетом необходимости проведения обучения на основе документации, которая применяется на практике. Они должны отвечать требованиям пользователя и быть легкодоступными. В идеальных случаях поставщики должны предоставлять документацию, написанную на языке, указанном заказчиком и понятном для пользователя. Если это невозможно, на языке пользователя должны быть предоставлены наиболее важные указания и инструкции по безопасности.

Техническое руководство для изделия может содержать общее описание, соответствующие теоретические положения и процедуры, касающиеся изделия, такие как:

- эксплуатация;
- диагностика неисправностей;
- ремонт;
- профилактическое ТО;
- испытания;
- каталог запасных частей (перечень запчастей с иллюстрациями);
- схемы или монтажные схемы;
- инструмент и специальное вспомогательное оборудование;
- информация по средствам (например, по требуемому напряжению);
- описание применяемых программ программного обеспечения.

Степень подробного представления информации в документации по ТО должна соответствовать совокупности мероприятий по ТО, приемлемой для пользователя. Слишком большой объем информации может дезориентировать и привести к ненужным попыткам выполнить ТО за пределами возможностей персонала, ответственного за ТО, и использования вспомогательного оборудования.

Специалист, ответственный за документацию, должен ориентироваться на пользователя и знать возможности персонала. Необходимо учитывать:

- характеристики, требования и форматы документации;
- характеристики изделия;
- условия окружающей среды;
- эргономику;
- план обучения;
- уровень ТО.

В зависимости от пожеланий пользователя документация может представляться с использованием таких физических средств, как руководства в бумажном, аудио- либо видеоформате, или в электронном виде на компьютерных средствах, или в Интернете.

7.4.2.2 Разработка документации

При разработке технического руководства особое внимание должно уделяться проблемам, которые:

- трудны для выполнения;
- часто возникают;
- влияют на функциональные возможности изделия, его готовность и безотказность;
- имеют последствия для безопасности.

Наиболее эффективным форматом технического руководства является тот, который наиболее понятен пользователю, хотя в зависимости от ситуации он может заменяться другим. На практике эффективное техническое руководство может быть составлено следующим образом:

- в обычном порядке (эксплуатационные характеристики/местонахождение);
- от более важного к менее важному;
- от более необходимого к менее необходимому;

- размещение/расстояние/готовность;
- требования для поддержания характеристик;
- четкое различие между уведомлением (информация, облегчающая выполнение задачи), предупреждением (информация о том, что может нанести ущерб оборудованию) и предостережением (информация о последствиях для безопасности).

Существующая техническая информация должна использоваться в максимальной степени. Это достигается следующими способами:

- оценкой существующей технической информации на адекватность при обеспечении соответствия требованиям технических условий;
- определением наиболее эффективного по стоимости подхода, такого как:
  а) использование существующей информации,
  б) внесение изменений в существующую информацию,
  в) подготовка новой информации.

Все требования к технической информации должны быть включены в контракт на изделие. Они могут включать в себя следующее:

- исходные данные;
- данные, являющиеся собственностью предприятия;
- права на воспроизводство;
- данные по изменениям, модификациям или заменам.

При применении существующей документации в различных областях деятельности (например, коммерческих готовых руководств для изделий общего назначения) необходимо включать информацию по применению этого руководства в данной конкретной области, по конфигурации изделия и обеспечиваемым условиям.

Технические руководства должны разрабатываться в форматах, удобных для чтения и понимания. Необходимо руководствоваться следующими принципами:

- использование простых, знакомых терминов;
- включение текста и иллюстраций;
- хороший стиль и язык;
- техническая информация, соответствующая имеющимся условиям.

7.4.2.3 Обучение по применению документации

Разработчик технического руководства должен подготовить руководство, смысл которого ясен без пояснения, или гарантировать включение в него положений, предусматривающих обучение пользователя по его применению. При отсутствии таких положений техническое руководство может использоваться неэффективно.

Обучение, данные, относящиеся к обучению, и техническое руководство являются взаимозависимыми. Необходимо установить требования к обучению в области применения документации на основе имеющихся квалификационных данных, требования к качеству выполнения работы и техническому руководству. Компромиссы между техническим руководством, материалами, необходимыми для обучения, оборудованием и вспомогательными средствами должны достигаться на основе общей программы экономической эффективности.

7.4.2.4 Оценка

Эффективность технического руководства может быть наилучшим образом оценена при его практическом применении, если пользователь может выполнить свою работу эффективно. Общими критериями являются следующие:

- могут ли наиболее важные пользователи выполнять работу в соответствии с требуемым стандартом?
- можно ли улучшить общую производительность системы (предположение: улучшение качества ТО улучшает производительность системы)?

Кроме того, предлагаемые пользователями предложения по улучшению очень важны для повышения эффективности технического руководства.

7.4.2.5 Включение изменений в документацию

Необходимо разработать и выполнять процедуры, обеспечивающие возможность включения изменений в информацию об изделии, задачах ТО, процедурах, запасных частях и другую информацию, включенную в информационные системы ТО и документацию по ТО смежников с целью их актуализации.

7.4.3 Информация о техническом обслуживании

7.4.3.1 Информационные системы обеспечения технического обслуживания

Информационная система ТО содержит:

- данные по описанию изделия и его местонахождению;

- описание задач профилактического и корректирующего ТО;
- историю профилактического и корректирующего ТО;
- отчетность по отказам и дефектам, включая условия эксплуатации, при которых обнаружен отказ;
- изменения, внесенные в изделия;
- информация о материалах и запчастях;
- рабочий план и график выполнения работы;
- данные по условиям мониторинга условий;
- данные по экономическим показателям и характеристикам ТО;
- информацию и рекомендации по ТО с учетом новых знаний или опыта;
- статус конфигурации изделия и данные по статусу;
- сервисные информационные листки, выпущенные изготовителями.

Для выполнения конкретных задач ТО, их контроля и документального оформления используется система последовательности выполнения работ. Запрос на выполнение работы осуществляется автоматически информационной системой ТО на основе таких предварительно установленных показателей, как календарный срок, время, прошедшее после выполнения последней задачи, время (период) эксплуатации изделия, или работа выполняется вручную. Порядок выполнения работ используется для определения и планирования необходимых ресурсов и составления графика выполнения работы. И, наконец, он используется для регистрации результатов, наблюдений и фактически используемых ресурсов, обеспечивающих основу для оценки и улучшения.

Основная цель компьютеризированной информационной системы — обеспечение оценки эффективности ТО в соответствии с разделом 8.

7.4.3.2 Отчетность по дефектам

Важным аспектом ТО является мониторинг дефектов и контроль за изменениями для их устранения. Серьезные неисправности или дефекты, влияющие на безопасность или готовность, должны тщательно отслеживаться. Необходимо принять процедуру, обеспечивающую определение таких неисправностей, и принимать меры по определению причины и решение по любым последующим действиям, которые необходимы для устранения неисправности. В некоторых случаях выявление серьезного дефекта может потребовать принятия срочных мер по обеспечению рассмотрения проблем безопасности и информирования всех других пользователей оборудования о проблеме.

7.4.3.3 Передача информации по техническому обслуживанию

Многие организации выпускают бюллетени обслуживания, уведомляющие всех пользователей о возможности серьезных отказов и необходимости проведения проверок, обеспечивающих безопасное состояние изделия и сохранение необходимого уровня работоспособности. Такие проверки могут быть дополнительными запланированными проверками ТО или проверками, проводимыми до того, как доработана документация на изделие с целью исправления дефекта. При этом могут быть проведены дополнительные работы по ТО и по проверке изменений, предусматривающие устранение дефекта и возврат изделия в состояние полной работоспособности. Подобные бюллетени обслуживания могут практиковаться при возврате транспортных средств для введения в них важных изменений в области безопасности или при посадке самолета после несчастного случая, или инцидента в ожидании проверки.

Необходимо рассмотреть средства связи по предоставлению информации по ТО для потребителей и специалистов по ТО, если они не существуют. При этом предлагается следующий перечень передаваемой информации:

- дефекты, выявленные потребителями или специалистами по ТО, относящиеся к пользователям;
- включенные изменения и их применяемость;
- изменения в перечнях запчастей для примененных измененных изделий;
- изменения в процедурах ТО, которые будут включены;
- изменения в процедурах эксплуатации для улучшения безопасности или предупреждения ущерба.

7.5 Материалы и запасные части

7.5.1 Общие положения

Для выполнения большинства задач по ТО и ремонту требуются материалы и запасные части.

В процессе обеспечения ТО используются материалы и запасные части, подразделяемые на:

- восстанавливаемые (ремонтируемые);
- невосстанавливаемые.

В идеале, восстанавливаемые запчасти могут быть отремонтированы в любом случае. Изделия признаются негодными и заменяются на новые, когда ремонт экономически нецелесообразен или невоз-

можен технически, либо когда безотказность изделия понизилась из-за ряда предпринятых действий по ремонту.

Невосстанавливаемые запчасти не восстанавливаются по техническим или экономическим соображениям. Их всегда списывают и заменяют новыми.

Типы (виды) запасных частей определяются на этапе разработки концепции ТО, когда определяется, какие изделия должны быть сняты с эксплуатации и заменены в каждом эшелоне ТО. Все запчасти, расходуемые изделия, специальные поставки и соответствующие запасы, необходимые для обеспечения выполнения задач корректирующего и профилактического ТО, являются элементами обеспечения ТО. Тип и число запчастей, которые должны поставляться и складироваться, должны определяться для каждого эшелона ТО.

7.5.2 Определение числа запчастей

Для управления обеспечением запчастями можно использовать различные методы в зависимости от их применения к профилактическому или корректирующему ТО. Определение числа и оптимизация состава запчастей первоначально осуществляются на основе значений средней наработки между отказами, средней наработки до отказа или интенсивности отказов с применением математических и статистических методов. Точность количественного определения оказывает очень важное влияние как на стоимость, так и на готовность продукции.

Средняя наработка между отказами, средняя наработка до отказа или интенсивность отказов первоначально оцениваются расчетным путем, однако по мере накопления опыта использования устанавливается лучшая взаимосвязь с данными эксплуатации. Помимо интенсивности отказов, необходимое число невосстанавливаемых запчастей определяется на основании периода обеспечения (снабжения), который должен быть оптимизирован. Для определения числа восстанавливаемых запчастей необходимо учитывать время возврата из ремонта. Для профилактического ТО число запчастей может определяться на основании существующих методов.

Процесс обеспечения запчастями проиллюстрирован на рисунке 5. Как показано на рисунке, первые вводы информации базируются на концепции ТО, эксплуатационных требованиях и на финансовых аспектах, которые используются для расчета числа запчастей и оптимизации запасов. Зачастую представляется возможным получать экономию расходов посредством заказа запчастей для ремонта в то же самое время, что и основного оборудования. Эти финансовые преимущества должны быть тщательно изучены при оценке предлагаемого состава запчастей.

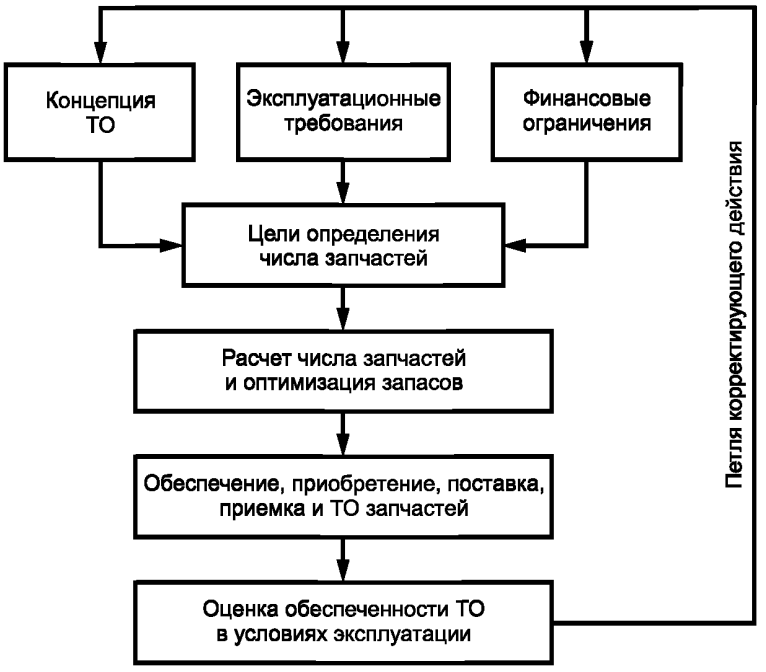


Рисунок 5 — Процесс обеспечения запчастями

Расчет и заказ необходимых запчастей можно подразделить на три четких этапа:

- начальный или предэксплуатационный;
- стабильной эксплуатации;
- продленной эксплуатации (возможно, с дополнительной модификацией).

Необходимо установить баланс между числом имеющихся запчастей, степенью их использования, стоимостью обеспечения и хранения, а также потенциальными расходами, связанными с устареванием оборудования или обслуживанием/модернизацией запчастей на складе.

Для определения числа и оптимизации запчастей можно использовать различные методы.

Число запчастей включает в себя:

- запчасти, необходимые для корректирующего ТО (восстанавливаемые и невосстанавливаемые);
- запчасти, необходимые для профилактического ТО (изделия, которые заменяются периодически);
- запчасти, необходимые для пополнения запасов невосстанавливаемых запчастей;
- запчасти, необходимые для обеспечения эксплуатации в то время, как ремонтируются восстанавливаемые изделия (время оборота);
- запчасти, необходимые для замены восстанавливаемых изделий, которые признаны бракованными (забракованные изделия исключаются из запасов).

Расчет запчастей и оптимизация запчастей основывается на следующем:

- частоте замен;
- частоте ремонтов;
- сроках оборота;
- времени доставки;
- времени возврата из ремонта;
- стоимости приобретения запчастей;
- стоимости складирования и ограничений на складирование.

7.5.3 Обозначение запчастей

Все заказываемые запчасти должны в идеале иметь уникальное обозначение и должны четко указывать оборудование, блок или субблок, к которым они принадлежат. Они должны быть соответствующим образом упакованы для транспортирования и хранения без ущерба, который может быть нанесен как в процессе погрузочно-разгрузочных работ, так и воздействием окружающей среды.

В процессе проектирования необходимо разработать код, который присваивается каждой запчасти. Код является связующим звеном между тем, кто осуществляет анализ обеспечения ТО, и пользователем, для которого предназначен утвержденный план ТО.

Иллюстрированный каталог частей и/или перечень запчастей обеспечивает связь между физическим местонахождением изделия в продукции и уникальной идентификацией, относящейся к ТО и обеспечению ТО.

8 Измерение, анализ и улучшение

8.1 Общие положения

Организация должна определить процессы, облегчающие проведение оценки, анализа и улучшения ТО и обеспечения ТО. Эти процессы обычно являются частью общих процессов надежности.

На этапе проектирования и разработки ТО и обеспечение ТО рассматриваются в сочетании с безотказностью и ремонтопригодностью. Представляется важным включение соответствующих улучшений на как можно более раннем этапе.

Улучшения также необходимы на этапе эксплуатации и ТО по мере накопления опыта, изменения ситуации, старения оборудования и появления возможности применения новых технологий.

8.2 Мониторинг и измерения

8.2.1 Общие положения

Измерение показателей ТО может быть отнесено к результатам деятельности заказчика или может быть связано непосредственно с эффективностью ТО. Оба вида измерения представляются крайне важными для определения эффективности мероприятий по ТО и действий по обеспечению ТО. Измерения могут проводиться в абсолютных или относительных величинах для возможности их сравнения.

Измерение качественных показателей ТО может быть связано со сбором данных по надежности.

8.2.2 Измерение, относящееся к заказчику

Эффективность ТО и обеспечения ТО определяется, по мнению заказчика, характеристикой готовности, включающей аспекты безотказности и ремонтопригодности. Показатели, устанавливаемые заказчиком, могут включать в себя:

- возможности производства;
- готовность оборудования или продукции;
- простой или перебои в работе;
- безопасность и качественные показатели окружающей среды;
- соответствие законодательным нормам;
- эксплуатационные расходы;
- расходы на ТО;
- корпоративную прибыль;
- качество продукции.

Оценка конкретного эффекта, достигнутого применением ТО и обеспечением ТО, может оказаться затруднительной из-за воздействия таких факторов, как ошибки при эксплуатации или принятие сознательных решений по характеристикам эксплуатации, превышающим проектные.

Оптимизация таких факторов зачастую требует поиска компромиссов. Измерения можно сравнивать (по аналогичному оборудованию) с наиболее эффективными методами, применяемыми в промышленности, или с результатами других пользователей при сравнении предоставляемых услуг.

8.2.3 Измерение, относящееся к техническому обслуживанию

Целью измерения, относящегося к ТО, является определение эффективности ТО и обеспечения ТО.

Измерения, относящиеся к конкретному оборудованию или к группам однотипного оборудования, могут включать в себя:

- готовность, безотказность и ремонтопригодность;
- время простоя или перебоя в работе;
- среднее время между отказами;
- среднее время ремонта;
- время до отказа, используя, например, статистический репрезентативный метод, такой как анализ по Вейбуллу;
- запланированные и незапланированные расходы на ТО.

Мониторинг ТО может определять:

- соотношение запланированных и незапланированных задач;
- запланированные работы, не завершенные в срок;
- соотношение между ресурсами запланированными и фактическими;
- готовность запчастей;
- использование рабочей силы и уровня квалификации работников.

8.3 Оценка технического обслуживания

Оценка задач профилактического и корректирующего ТО может осуществляться каждый раз одновременно с выполнением ТО (например, после важного отказа) или периодически для анализа общих технических показателей, например типа оборудования за определенный период времени.

Организация должна определить и использовать стандарт и повторяемый метод для сбора и анализа данных и объяснения результатов, которые могут основываться на корпоративных или промышленных данных. Эти результаты должны использоваться для обеспечения и обоснования улучшений. Может возникнуть необходимость в компьютеризированной информационной системе для реализации этого процесса посредством управления данными и анализа результатов.

Для профилактического ТО такой анализ должен распространяться на эффективность обеспечения ТО, технические аспекты задачи ТО, адекватность ресурсов и процедур эксплуатации, безопасность и соблюдение условий защиты окружающей среды.

Для корректирующего ТО важные отказы должны быть проанализированы в полной степени для определения профилактических и корректирующих действий, и, при важных или дорогостоящих отказах, эти действия должны предусматривать проведение анализа основной причины отказа. Проведение анализа основной причины отказа может включать в себя:

- формирование группы экспертов;
- сбор данных;
- анализ результатов и определение причин отказа возможны посредством АППО, анализа дерева неисправностей или другого метода;

- определение основной причины отказа;
- предложение, проверку и валидацию гипотез;
- рекомендацию профилактических действий;
- реализацию улучшений.

Общий анализ корректирующего ТО позволит выявить повторяющиеся отказы и тенденции, относящиеся к условиям эксплуатации, проблемам продавцов и вопросам обеспечения качества.

8.4 Улучшение ТО

Улучшение в работах по ТО и обеспечению ТО достигается поддержкой руководства, эффективными процессами и обеспечением связи.

Улучшение в работах по ТО и обеспечению ТО может быть достигнуто в результате изменений в:

- концепции ТО;
- уровне ТО;
- процедурах ТО;
- квалификации и подготовке персонала, осуществляющего ТО и эксплуатацию;
- запчастях и материалах;
- инструменте и вспомогательном оборудовании;
- использовании внешних ресурсов;
- процедурах и условиях эксплуатации;
- процедурах обеспечения безопасности и влияния окружающей среды;
- разработке оборудования и системы;
- ремонтопригодности изделия.

Для обеспечения выполнения соответствующих внеплановых или профилактических действий и достижения улучшения может потребоваться процесс валидации.

8.5 Модификации

Модификации оборудования для улучшения как его работоспособности, так и ремонтопригодности должны быть результатом переоценки ТО и обеспечения ТО. Это может привести к изменениям в концепции ТО, ресурсах, документации, относящейся к подготовке кадров и прочей документации.

Документация, выпущенная изготовителями, например сервисные листки продавца, должна тщательно анализироваться с точки зрения изменений в ТО и обеспечении ТО.

Включение модификаций в систему может привести к избыточности некоторых запчастей. По этой причине представляется необходимым относиться с осторожностью к закупке слишком большого числа запчастей.

Модификация может также иметь отношение к запчастям, хранящимся на складе. Модификация может потребовать приобретения новых материалов и запчастей.

Процесс модификации должен быть обеспечен системой управления конфигурацией или какой-либо другой системой управления изменениями, гарантирующей выполнение изменений в ТО и обеспечении ТО, которые являются результатом реализации модификаций и их регистрации с помощью соответствующих процедур управления конфигурацией.

Модификации следует оценивать с целью исключения негативного влияния их на ТО и обеспечение ТО.

Приложение А
(справочное)

Факторы, влияющие на ТО и обеспечение ТО

А.1 Общие положения

Настоящее приложение представляет информацию по факторам, влияющим на ТО и обеспечение ТО. Для сложных систем ТО и обеспечение ТО нельзя полностью и окончательно определить до этапа эксплуатации и ТО из-за факторов, которые могут повлиять на ТО и обеспечение ТО на различных этапах жизненного цикла. Изменения в ТО и обеспечении ТО могут продолжаться до конца жизненного цикла изделия. Эти факторы могут быть результатом изменений в ТО и обеспечении ТО на различных стадиях жизненного цикла, которые осуществляют владельцы, операторы и потребители. Могут потребоваться изменения типа или частоты проведения профилактических работ, или характера обеспечения ТО.

А.2 Применение к сложным системам

Для многих сложных систем ТО и обеспечение ТО необходимо определить на стадии проектирования и разработки с учетом конкретных условий эксплуатации и требований сложных систем. Это может потребовать изменения или усиления концепции ТО, установленной изготовителем изделия. Позднее на этапе эксплуатации и ТО могут быть другие причины для изменения ТО и обеспечения ТО или может возникнуть потребность в реализации других факторов для повышения их эффективности.

Примеры сложных систем, требующие рассмотрения изменений концепции ТО в течение жизненного цикла, включают в себя:

- химические перерабатывающие заводы;
- нефте- и газодобывающие и перерабатывающие предприятия;
- предприятия-изготовители;
- основное строительное оборудование (например, отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха), оборудование безопасности и специализированное оборудование;
- сети электросвязи;
- парки автобусов, автомобилей и такси;
- промышленные газовые турбины, используемые для сжатия и производства энергии;
- газовые заправочные станции.

А.3 Факторы на этапе проектирования

А.3.1 Общие положения

Есть факторы, которые необходимо учитывать при проектировании, а первоначальный изготовитель не может их предвидеть. Многие изделия могут использоваться для самых различных вариантов применения и ситуаций, так что соответствующие ТО и обеспечение ТО могут иметь существенные различия. Такие факторы могут стать известными и учитываться только на этапе проектирования сложных систем. На основе этих факторов может оказаться целесообразным и обоснованным обеспечить передовые системы мониторинга или установить дополнительные изделия для минимизации последствий воздействия этих факторов на ТО и обеспечение ТО.

А.3.2 Условия эксплуатации

Такие изделия, как насосы и компрессоры, должны эксплуатироваться в различных условиях с учетом используемого типа жидкости, давления, температур и потоков. Если требовательность к условиям эксплуатации высока, может возникнуть необходимость в более активном ТО. Для минимизации этих эффектов может потребоваться совершенствование материалов или ограничение объемов эксплуатации. Если условия эксплуатации менее сложны или если в проекте есть избыточность, может быть обоснованным более низкий уровень ТО и обеспечения ТО по отношению к уровню, рекомендованному изготовителем.

Для некоторых изделий, требующих источника топлива или энергии, качество топлива или энергии будет влиять на ТО и обеспечение ТО. Например, применение менее дорогостоящего, но более грязного топлива для газовой турбины может увеличить объем и частоту необходимого ТО.

А.3.3 Условия окружающей среды

Условия окружающей среды, влияющие на ТО и обеспечение ТО, включают в себя температуру воздуха и давление, влажность и наличие таких загрязнителей, как песок, соль, сера, или других химических веществ. Сложная система может, при необходимости, функционировать в окружающих условиях, превышающих рекомендованные изготовителем изделий. В таких случаях может возникнуть необходимость в установке изделий, минимизирующих воздействие условий окружающей среды.

А.3.4 Местоположение и тип эксплуатации

Сложная система может располагаться в отдаленном от ресурсов ТО и обеспечения ТО районе. Объект может быть необслуживаемым и управляться и эксплуатироваться дистанционно. Такие факторы могут определять концепцию ТО, предусматривающую более высокую степень мониторинга или замены изделий.

А.3.5 Готовность

Требуемая готовность и эксплуатационные параметры сложной системы имеют большое значение для необходимого ТО и обеспечения ТО. Для систем с максимальной готовностью проектирование должно включать в себя достаточную избыточность, позволяющую выполнять ТО изделий в процессе эксплуатации. Для важных изделий это не всегда представляется возможным из-за их стоимости, и более высокий уровень ТО и обеспечения ТО является оправданным. Представляется также целесообразным установка или обеспечение более широких условий мониторинга. Критичность изделия является также основанием для более высокого уровня ТО и обеспечения ТО.

Требуемая готовность может зависеть от графика эксплуатации. Изделие может эксплуатироваться в определенные периоды времени (корабль в море или поезд в определенные часы в течение дня). Это ограничивает время или условия для возможности выполнения ТО. Такой объект, как газовая турбина, может использоваться на корабле, поезде или наземном объекте. При ситуации с основной нагрузкой необходимая готовность может составлять около 100 %, причем для максимизации готовности будет необходима оперативная замена основных изделий. При максимальных нагрузках или применении резервирования эксплуатация будет носить неустойчивый характер, так что для обеспечения ТО потребуется более гибкий подход.

А.4 Факторы на этапе эксплуатации и ТО

А.4.1 Общие положения

Факторы на этапе эксплуатации и ТО будут зависеть отчасти от того, является ли применяемая сложная система:

- новой системой, требующей достаточных ресурсов, необходимых для ТО и обеспечения ТО;
- дополнением к уже существующей системе, по отношению к которой используется уже выполняемое ТО и поддержка ТО;
- дополнением к уже существующим системам или изменением существующих систем, где используются новые технологии или они расположены в других местах и, следовательно, требуют новых ресурсов для ТО и обеспечения ТО.

А.4.2 Профилактическое и корректирующее ТО

Пользователи и операторы могут выбрать выполнение таких различных задач профилактического ТО, как регулярная замена изделия или компонента, мониторинг условий эксплуатации или проверки выполняемых функций. Если последствия отказа являются приемлемыми, может быть обоснованным применение корректирующего ТО. Если система мониторинга условий эксплуатации уже применяется или есть в наличии, то ее использование представляется экономически целесообразным, однако в других ситуациях она может быть весьма дорогостоящей, так что наиболее разумным является регулярная замена изделий или компонентов. На частоту профилактического ТО могут влиять методы, применяемые к другим изделиям, или ограничения, связанные со сроками выполнения ТО.

Улучшения технологий ТО, например мониторинг условий и использование опыта эксплуатации изделий, могут привести к изменениям содержания профилактических работ.

А.4.3 Обеспечение ТО

Ресурсы, уже используемые для обеспечения ТО, будут влиять на выполненные дополнения или изменения существующих систем. Как правило, если возможно, применяются уже существующие методы ТО и обеспечения ТО. В особенности это относится к случаям, когда существующие системы дополняются другими системами, которые включают специалистов по ТО, материалы и запчасти, инструмент, вспомогательное оборудование, средства ТО, документацию и информационные системы.

Если политика пользователя или оператора предусматривает заключение субконтракта на выполнение части или всей работы по ТО и обеспечению ТО, то она, вероятно, будет распространяться и на любые новые дополнения к системе. Это будет зависеть от типа и доступности имеющихся ресурсов обеспеченности ТО для пользователя или оператора. Кроме того, это будет зависеть от требуемой готовности системы и необходимого объема ТО.

Обеспечение ТО может быть изменено и улучшено на этапе эксплуатации и выполнения ТО посредством таких изменений, как:

- лучшие материалы и запчасти;
- новое вспомогательное оборудование;
- готовность внешних средств обеспечения ТО;

- новая политика заключения контрактов или субконтрактов на выполнение части или всей работы по ТО и обеспечению ТО.

А.4.4 Требования к безопасности и законодательные требования

Любые требования к безопасности или законодательные требования, применяемые к системе, будут определять такие аспекты ТО и обеспечения ТО, как:

- тип и частоту работ по ТО;
- квалификацию персонала, ответственного за ТО;
- средства ТО, сертифицированные для выполнения ТО или ремонта;
- материалы или запчасти, которые могут быть использованы;
- документацию, которая должна вестись или предоставляться.

Библиография

[1] ИСО 9000:2005 Системы менеджмента качества — Основные положения и словарь

УДК 63.192:658.562:006.354 ОКС 21.020 Т59

Ключевые слова: готовность, техническое обслуживание, ресурсы технического обслуживания

Редактор *М.И. Максимова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *Р.А. Ментова*
Компьютерная верстка *И.А. Налейкиной*

Подписано в печать 08.02.2013. Формат 60 × 84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 4,18. Уч.-изд. л. 3,55. Тираж 38 экз. Зак. 144.

ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru
Набрано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» на ПЭВМ.
Отпечатано в филиале ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» — тип. «Московский печатник», 105062 Москва, Лялин пер., 6.

gost.e-ecolog.ru