

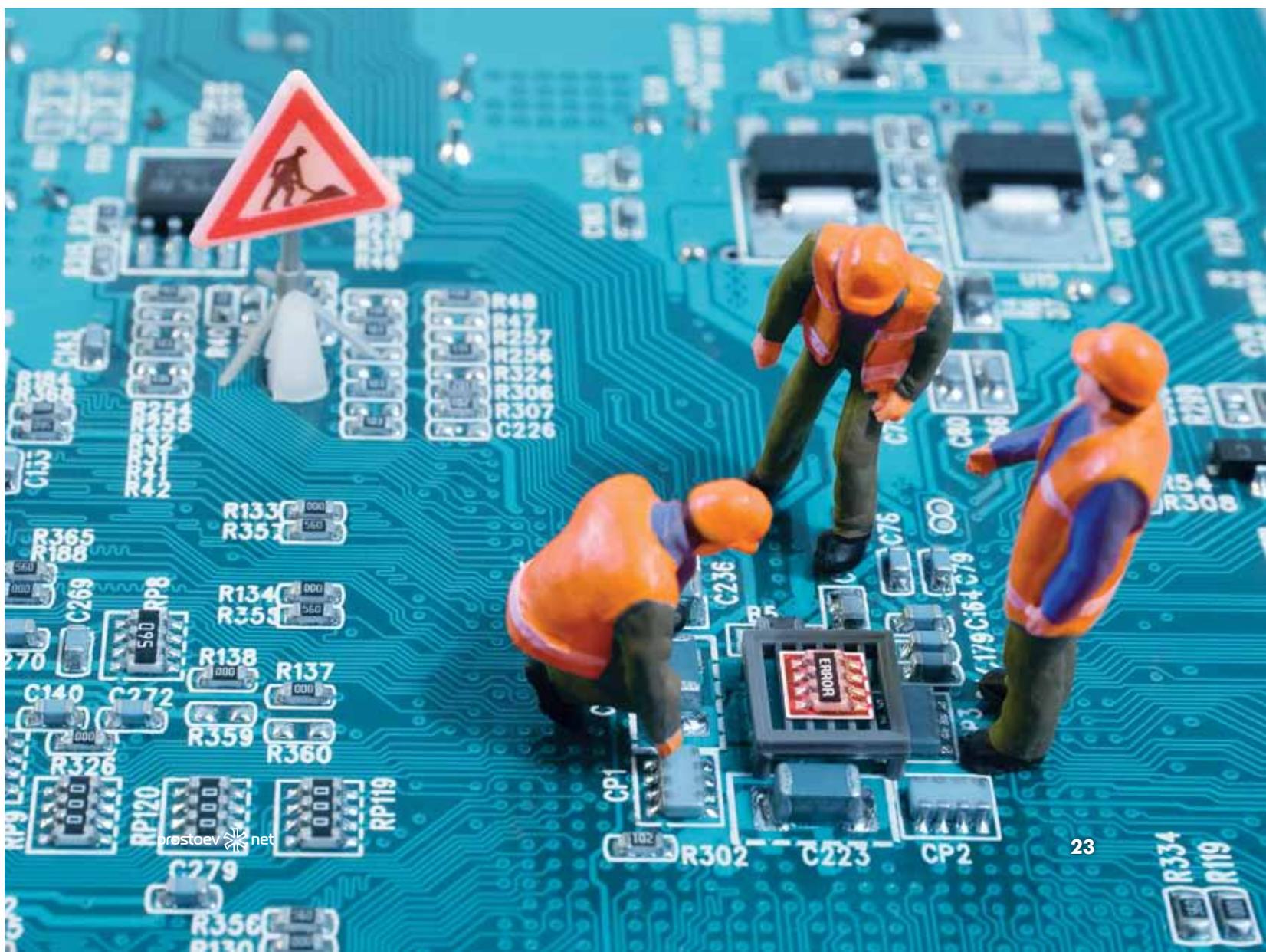
По материалам зарубежных публикаций

## 9 ПРИНЦИПОВ ПЕРЕДОВОГО ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

**Сначала вкратце расскажем историю развития технического обслуживания, ориентированного на безотказность (Reliability Centered Maintenance – RCM), а затем рассмотрим 9 передовых принципов технического обслуживания. Как практик в области технического обслуживания и надежности вы должны знать эти принципы и жить по ним.**

### Ремонтировать, когда сломается

На протяжении большей части человеческой истории у нас был очень простой подход к техническому обслуживанию: мы ремонтировали предметы, когда они ломались. Это хорошо служило человечеству с его первых дней, когда люди еще сидели вокруг



костров – и вплоть до Второй мировой войны.

В те дни промышленность была не слишком сложной или механизированной. Простои не были серьезной проблемой, а предотвращение отказов не вызывало большой озабоченности. В то же время большая часть используемого оборудования была простой и, что более важно, оборудование было с большим запасом прочности. Это делало его безотказным и легко ремонтируемым. И большинство заводов работали без какого-либо превентивного технического обслуживания оборудования. Может быть, какая-то очистка, небольшое обслуживание и смазка, но это все.

Этот простой подход к техническому обслуживанию – «ремонтировать, когда сломается», часто называют техническим обслуживанием «первого поколения».

### **Все изменилось во время Второй мировой войны**

Военное время повысило спрос на самую разнообразную продукцию. Однако в то же время предложение объема рабочей силы в промышленности сократилось. В центре внимания оказалась производительность. Также выросла механизация работ. К пятидесятым годам прошлого столетия все более сложные машины использовались практически во всех отраслях промышленности. Промышленность в целом стала зависима от машин.

И по мере роста этой зависимости все более важным становился вопрос сокращения простоев оборудования. Подход «ремонтировать, когда сломается» уже больше не устраивал промышленность. Возник акцент на предотвращении от-

казов оборудования. Умами стала овладевать идея, что отказы могут быть предотвращены с помощью правильного технического обслуживания в правильное время. Иными словами, промышленность двинулась от ремонтов по факту поломки (отказа) к превентивному календарному техническому обслуживанию. Ремонты и замены, выполняемые через фиксированные временные интервалы, стали нормой.

Этот подход к превентивному техническому обслуживанию известен как «второе поколение» технического обслуживания.

### **Больше технического обслуживания – больше отказов**

В период между пятидесятыми и семидесятыми годами прошлого столетия в авиационной промышленности родилось «третье поколение» технического обслуживания.

После Второй мировой войны авиаперелеты стали широко доступными. Количество пассажиров быстро росло. К 1958 году Федеральное авиационное управление США (FAA) стало беспокоиться о надежности летательных аппаратов. А также о безопасности пассажиров.

В те годы преобладало мнение, что компоненты имеют конкретный фиксированный срок службы. И что эти компоненты выйдут из строя по достижении ими определенного «возраста». Замена компонентов до достижения ими этого «возраста», таким образом, предотвратит отказ. Именно так обеспечивали безотказность летательных аппаратов и безопасность пассажиров.

В пятидесятые-шестидеся-

тые годы производился каждый 8000 часов налета. Поэтому, когда отрасль столкнулась с растущим числом отказов, вывод был простым. Очевидно, что срок службы компонента должен быть меньше 8000 часов – меньше, чем полагали ранее. Таким образом, техническое обслуживание стали выполнять чаще. Время между плановыми ремонтами было сокращено.

Просто, не правда ли?

Однако увеличение объема превентивных работ привело к трем весьма неожиданным результатам, которые в конечном счете перевернули мир технического обслуживания с ног на голову.

Во-первых, сократилось возникновение некоторых отказов. Это было именно то, чего все ожидали. Все в порядке.

Второй результат заключался в том, что большее количество отказов происходило так же часто, как и раньше. Этого не ожидали и были немного обескуражены.

Третий результат состоял в том, что большинство отказов стало происходить чаще. Другими словами, больший объем технического обслуживания приводил к большему количеству отказов. Но это противоречило здравому смыслу. И было шоком для системы.

### **Рождение технического обслуживания, ориентированного на безотказность (Reliability Centered Maintenance – RCM)**

Сказать, что результаты просто разочаровали как Федеральное управление гражданской авиации США (УГА), так и авиакомпания, было бы преу-

меньшением. Управление было обеспокоено, что безотказность не повысилась. А авиакомпании были обеспокоены постоянно растущими затратами на техническое обслуживание.

Поэтому в шестидесятые годы авиакомпании и УГА создали совместную целевую группу, чтобы выяснить, что же происходит на самом деле. После анализа данных за 12 лет целевая группа пришла к выводу, что плановые ремонты практически не влияют на общую безотказность или безопасность.

На протяжении многих лет инженеры считали, что все оборудование имеет некоторую форму модели износа. Другими словами, что по мере старения оборудования вероятность отказа увеличивается. Но проведенные исследования показали, что эта общепринятая концепция не подтверждается.

Более того, целевая группа выявила 6 моделей, описывающих взаимосвязь срока службы оборудования и отказа. И обнаружила, что большинство отказов происходят случайно и не связаны со сроком службы (возрастом) оборудования.

Выводы целевой группы были использованы для выпуска серии руководств по разработке календарных графиков безотказного технического обслуживания самолетов для авиакомпаний и производителей летательных аппаратов.

Первое руководство вышло в 1968 году под названием «Оценка технического обслуживания и разработка программ» (Maintenance Evaluation and Program Development). Это руководство часто упоминается под названием MSG-1 (Maintenance Steering Group – MSG, Координационная группа по техническому обслуживанию) и было специально

создано для самолета Boeing 747-100.

График ТО самолета 747-100 был первым, в котором, используя MSG-1, были применены принципы технического обслуживания, ориентированного на безотказность. Было достигнуто сокращение затрат на техническое обслуживание на 25–35% по сравнению с предыдущими практиками.

Вскоре авиакомпании стали настаивать на удалении конкретного указания самолета 747-100 из документа MSG-1. Они хотели, чтобы графики обслуживания всех новых коммерческих самолетов разрабатывались с использованием того же процесса.

В результате был создан документ MSG-2, выпущенный в 1970 году под названием «Планирование программы технического обслуживания авиакомпаний/производителей» (Airline/Manufacturer Maintenance Program Planning).

### **Потрясающие результаты первых применений технического обслуживания, ориентированного на безотказность (RCM)**

Переход к «третьему поколению», или на техническое обслуживание, ориентированное на безотказность, как указывалось в MSG-1 и MSG-2, был крайне важным.

Календарный график технического обслуживания самолета DC-8 использовал традиционные концепции «второго поколения» технического обслуживания. Он требовал ремонта 339 компонентов и устанавливал более 4000000 часов затрат до достижения 20000 часов эксплуатации.

Сравните его с графиком технического обслуживания для самолета Boeing 747-100, разработанного с использованием MSG-1. Он требовал только 66000 часов трудозатрат до достижения тех же 20000 часов эксплуатации!

Еще одно интересное сравнение – количество компонентов, требующих ремонта в заданное время. Техническое обслуживание самолета DC-10, разработанное на основе MSG-2, требовало ремонта только 7 позиций против 339 позиций для DC-8.

И оба самолета, как DC-10, так и Boeing 747-100, были больше и гораздо сложнее самолета DC-8.

Впечатляющие результаты. И министерство обороны США тогда думало так же.

### **Министерство обороны США включается в процесс**

В 1974 году министерство обороны попросило компанию United Airlines написать отчет о процессах, используемых для создания программ безотказного технического обслуживания гражданских самолетов. И в 1978 году Стенли Нолан (Stanley Nowlan) и Ховард Хип (Howard Hear) опубликовали свой отчет. Он именовался «Reliability Centered Maintenance» – согласно ГОСТ-53480-2009 по-русски это звучит как «Техническое обслуживание, ориентированное на безотказность».

С тех пор было сделано очень многое для продвижения этой стратегии технического обслуживания. Авиационная отрасль перешла на MSG-3. В 90-х годах Джон Моубрей (John Moubray) опубликовал свою книгу RCM2, представляя концепцию обслуживания, ориентированного на безотказ-

ность, для промышленности в целом.

В настоящее время техническое обслуживание, ориентированное на безотказность (RCM), определяется международными стандартами. Это была работа, проделанная в 60-х и 70-х годах, и она достигла своей высшей точки в докладе Нолана и Хипа в 1978-м, в котором можно проследить все современные подходы к техническому обслуживанию RCM.

Это было более 40 лет назад. Поэтому любой специалист по техническому обслуживанию и надежности должен быть знаком с этими работами. Это продолжалось достаточно долго. Это хорошо задокументировано. И широко доступно.

К сожалению, мы находим, что все не так хорошо, как бы нам хотелось. Принципы современного технического обслуживания, разработанные в ходе движения к RCM, не всегда известны или понятны. Не говоря уже о практическом применении.

В оставшейся части этой статьи будут изложены эти принципы. Они должны лежать в основе любой логичной программы технического обслуживания.

Одно из лучших изложений этих принципов можно найти в руководстве «NAVSEA RCM Handbook», опубликованном Управлением по разработке морских систем ВМФ США. Оно хорошо написано и доступно для понимания. И следующие принципы передового технического обслуживания в значительной степени построены на «Основах инженерного обеспечения технического обслуживания», описанных в руководстве Управления по разработке морских систем ВМФ США (NAVSEA).

Как профессионал в области технического обслуживания и безотказности вы должны понимать эти принципы. Вы должны использовать их на практике. Вы должны жить в соответствии с ними.

## 1 Допускать возможность отказов

Не все отказы могут быть предотвращены с помощью технического обслуживания. Некоторые отказы являются результатом неподконтрольных нам событий. Подумайте об ударах молний или наводнениях. Для подобных событий не имеет значения, выполняется ли большой объем технического обслуживания и выше ли его уровень. Вместо этого последствия таких событий должны быть смягчены с помощью конструктивных решений. Также техническое обслуживание мало что может сделать в случае отказов, которые являются результатом конструкционных недоработок, некачественного строительства или плохих решений о закупках.

В других случаях влияние отказов невысокое, последствия незначительны, поэтому вы просто принимаете отказ.

Таким образом, хорошие программы технического обслуживания не пытаются предотвратить все отказы. Хорошие планы и программы технического обслуживания допускают некоторый уровень отказов и готовы иметь дело с отказами, которые они допускают (и считают вероятными).

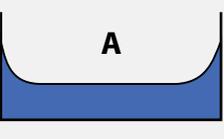
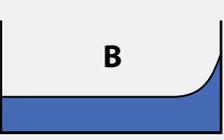
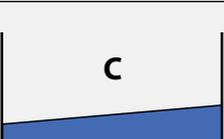
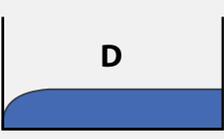
## 2 Большая часть отказов не связана с возрастом оборудования

Как объяснялось выше, исследования, проведенные в авиационной промышленности, показали, что 70–90% видов отказов не связаны с возрастом оборудования. Более того, для большинства видов отказов вероятность их возникновения случайна. Более поздние исследования, проведенные ВМС США и другими организациями, показали очень похожие результаты.

### ПРИНЦИПЫ ПЕРЕДОВОГО ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

- Принцип №1.** Допускать возможность отказов
- Принцип №2.** Большая часть отказов не связана с возрастом оборудования
- Принцип №3.** Некоторые отказы имеют большее значение, чем другие
- Принцип №4.** Части не изношены, но оборудование ломается
- Принцип №5.** Скрытые отказы должны быть выявлены
- Принцип №6.** Одинаковое оборудование не означает одинаковое техническое обслуживание
- Принцип №7.** Вы не можете сделать больше, чем заложено производителем
- Принцип №8.** Хорошая программа технического обслуживания не тратит ваши ресурсы впустую
- Принцип №9.** Хорошие программы технического обслуживания становятся лучшими программами

## МОДЕЛИ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОТКАЗОВ

	МОДЕЛЬ ОТКАЗА	РАСПРЕДЕЛЕНИЕ				ОПИСАНИЕ
		Компания UAL, 1968	Компания Broberg, 1973	ВМС США, 1982	SUB-MERP, 2001	
Связанные с возрастом		4%	3%	3%	2%	Начальный период отказа, за которым следует основной срок службы изделия с постоянной вероятностью отказа. За ней следует зона износа, в которой вероятность отказа резко возрастает
		2%	1%	17%	10%	Как в случае модели «А», но без начального периода раннего отказа
		5%	4%	3%	17%	Вероятность отказа постепенно возрастает, но нет четко идентифицируемого среднего срока службы оборудования
Случайные		7%	11%	6%	9%	Пока оборудование новое, его состояние удовлетворительное, но затем вероятность отказа быстро увеличивается до уровня, который остается постоянным
		14%	15%	42%	56%	Тип оборудования показывает случайную модель отказа и опять-таки не имеет идентифицируемой продолжительности срока службы
		68%	66%	29%	6%	Высокий уровень выхода из строя на начальном этапе (подверженность ранним отказам) сменяется быстрым снижением вероятности отказа, который остается постоянным или постепенно увеличивается
	<b>Связанные с возрастом</b>	11%	8%	23%	29%	
	<b>Случайные</b>	89%	92%	77%	71%	

Эти исследования суммированы в шести различных моделях отказов (см. табл.).

Помимо демонстрации, что большинство видов отказов происходит случайным образом, эти модели отказов также

подчеркивают, что распространен выход из строя в период приработки (в начальный период эксплуатации). И что этот период продолжается достаточно долго. Это означает, что вероятность отказа становится посто-

янной только после продолжительного времени эксплуатации.

Не интерпретируйте кривые D, E, и F таким образом, будто некоторые изделия никогда не деградируют или не

изнашиваются. Всё деградирует и изнашивается с течением времени, это жизнь. Но многие изделия деградируют настолько медленно, что износ не является реальной проблемой. Эти изделия просто не достигают зоны полного износа в стандартном эксплуатационном сроке службы.

Итак, что же эти модели рассказывают о программах безотказного технического обслуживания?

Исторически техническое обслуживание выполнялось исходя из того, что вероятность отказов увеличивается с течением времени (понимание технического обслуживания 1-ого поколения). Считалось, что своевременное техническое обслуживание может снизить вероятность отказов. Но оказалось, что для по крайней мере 70% оборудования это просто не соответствует действительности.

Для 70% оборудования, которое имеет постоянную вероятность отказов, нет смысла выполнять периодически задачи по продлению срока службы, такие как техническое обслуживание или замены.

Нет смысла тратить ресурсы технического обслуживания на обслуживание или замену изделия, безотказность которого не упала, или на то изделие, безотказность которого не может быть улучшена путем выполнения этой задачи технического обслуживания.

На практике это означает, что от 70 до 90% оборудования выиграли бы от той или иной формы мониторинга состояния. И только 10–30% могут эффективно управляться с помощью периодических календарных замен или ремонтов.

Тем не менее большинство наших программ технического

обслуживания полны календарных замен и ремонтов.

### **3 Некоторые отказы имеют большее значение, чем другие**

При принятии решений о выполнении задачи технического обслуживания рассмотрите последствия ее невыполнения. Каковы будут последствия, если позволить произойти определенному виду отказа?

Недопущение этих последствий является позитивным моментом или положительным следствием вашего технического обслуживания.

Возврат ваших инвестиций.

И именно так следует рассматривать техническое обслуживание – как инвестиции. Вы берете на себя расходы на техническое обслуживание в обмен на преимущества долгосрочной безопасности и безотказности. И, как в случае всех разумных и выгодных капиталовложений, преимущества должны перевесить первоначальные инвестиции.

Таким образом, понимание последствий отказов является ключом к разработке хорошей программы технического обслуживания. С хорошим возвратом инвестиций.

Точно так же, как не все отказы имеют одинаковую вероятность, не все отказы имеют одинаковые последствия.

Даже если это относится к одному типу оборудования.

Рассмотрим негерметичный (протекающий) резервуар. Последствия негерметичности (протечки) резервуара могут быть очень серьезными, если он содержит легковоспламеняющуюся жидкость. Но если резервуар наполнен питьевой водой, последствия могут быть не очень серьезны.

Просто, не правда ли?

Но что, если вода требуется для борьбы с огнем?

Тот же резервуар, тот же отказ, но теперь мы можем быть более озабочены. Мы не хотели бы оказаться в ситуации, когда не можем бороться с огнем из-за пустого по причине протечки резервуара.

Помимо последствий отказа, вам также необходимо подумать о вероятности того, что отказ действительно произойдет.

Задачи технического обслуживания должны разрабатываться только для основных, преобладающих видов отказов. Те отказы, что происходят часто, и те, что имеют серьезные последствия, но происходящие не часто, даже редко. Избегайте назначения задач технического обслуживания недостоверным видам отказа. И не анализируйте недостоверные виды отказов. Это съедает ваши ограниченные ресурсы без возврата.

Программа технического обслуживания должна учитывать как последствия, так и вероятность отказов. И поскольку  $\text{Риск} = \text{Вероятность} \times \text{Последствия}$ , мы можем сделать вывод, что хорошие программы технического обслуживания основаны на оценке рисков.

Хорошие программы технического обслуживания используют концепцию риска для оценки того, где использовать наши ограниченные ресурсы, чтобы получить максимальную выгоду. Самую большую отдачу от наших инвестиций.

### **4 Части не изношены, но оборудование ломается**

Часть изделия, или деталь, обычно представляет собой простой компонент, который имеет относительно малое количество отказов. Некоторые примеры – это зубчатый ремень в автомобиле, роликовый

подшипник приводного вала, трос подъемного крана.

Простые элементы часто посылают ранние сигналы о потенциальном отказе, если вы знаете, куда смотреть. Поэтому мы часто имеем возможность разработать задачу технического обслуживания для раннего обнаружения потенциального отказа и принять меры до возникновения функционального отказа.

Для тех простых позиций, которые изнашиваются, будет наблюдаться сильное увеличение вероятности отказа после определенного срока службы. Если мы знаем среднестатистический срок службы компонента до полного износа, то можем запланировать календарную задачу замены компонента до наступления функционального отказа.

Когда дело доходит до сложных изделий, состоящих из ряда простых компонентов, то все выглядит иначе.

Все эти простые компоненты имеют свои собственные модели и виды отказов. Поскольку сложные изделия имеют так много различных видов отказов, они обычно не демонстрируют срока службы до полного износа. Их отказы, как правило, не зависят от срока службы, а происходят случайным образом. Вероятность их отказа обычно постоянная величина, как показано в таблице с кривыми E и F.

Большинство современных машин и механизмов состоит из многих компонентов, и их следует рассматривать как сложные изделия. Это означает отсутствие четко определенного срока службы до полного износа. А без четко определенного срока службы до полного износа выполнение привязанных по времени календарных ремонтов является неэффективной и

бесполезной тратой ограниченных ресурсов.

Только там, где мы можем доказать, что изделие имеет срок службы до полного износа, имеет смысл выполнение привязанных по времени календарных ремонтов и замен.

## 5 Скрытые отказы должны быть выявлены

Скрытые, или неявные, отказы – это отказы, которые остаются необнаруженными во время нормальной эксплуатации. Они становятся очевидными, когда вам необходимо, чтобы изделие выполняло определенную функцию (отказ по запросу). Или когда вы проводите тестирование для выявления отказа – так называемую задачу выявления отказа.

Скрытые отказы чаще всего связаны с оборудованием с функциями защиты. Что-нибудь вроде блокирующего устройства сверхвысокого давления. Защитные функции, подобные этим, обычно неактивны. Они должны срабатывать только в исключительных случаях для защиты людей от серьезного поражения или гибели и для защиты окружающей среды от серьезного воздействия или защиты активов организации от серьезного ущерба. Это означает, что на оборудовании с защитными функциями мы практически всегда выполняем задачи выявления отказов.

Однако уточним: задача выявления отказов не предотвращает отказ. Вместо этого задача выявления отказов делает именно то, что подразумевается под ее названием. Она пытается выявить отказ. Отказ, который уже произошел, но не был нами выявлен. Он остался скрытым (невыявленным).

Нам необходимо выявить скрытые отказы и устранить их

до того, как потребуется запуск оборудования в эксплуатацию.

## 6 Одинаковое оборудование не означает одинаковое техническое обслуживание

Только тот факт, что две единицы оборудования одинаковы, не означает, что им требуется одинаковое техническое обслуживание. На самом деле им могут потребоваться совершенно различные задачи технического обслуживания.

Классическим примером являются два насоса в компоновке «рабочий – резервный». Один производитель, одна модель. Оба насоса перекачивают совершенно одинаковую жидкость в одинаковых условиях эксплуатации. Но насос А – это рабочий насос, а насос В – резервный. Обычно эксплуатируется насос А. Насос В используется только тогда, когда насос А выходит из строя.

Когда дело доходит до видов отказов, насос В имеет важный вид скрытого отказа: он может не запуститься по запросу. Другими словами, когда насос А выходит из строя или же просто находится в процессе технического обслуживания, вы вдруг обнаруживаете, что насос В не запускается. Незадача.

Насос В обычно не эксплуатируется, так что вы не можете знать, что он не запустится, пока не попытаете это сделать. Это классическое определение вида скрытого отказа. И подобные виды скрытых отказов требуют задач выявления отказов, то есть вы идете и проверяете, запустится ли насос В. Но вам нет необходимости делать то же самое для насоса А, так как он всегда работает (если только он не выключен или не вышел из строя).

Таким образом, при построении программы техническо-

го обслуживания необходимо принимать во внимание контекст эксплуатации.

Разница в критичности обслуживания также может привести к различным потребностям в техническом обслуживании. Критичное с точки зрения безопасности или производства оборудование потребует большего мониторинга и проверок, чем такое же, но менее критичное оборудование.

Важно подчеркнуть, что для идентичного оборудования может требоваться различное техническое обслуживание. Это

слишком часто забывается или просто игнорируется по собственному усмотрению. Но, игнорируя эту базовую концепцию, вы можете столкнуться с критическими отказами.

## 7 Вы не можете сделать больше, чем заложено производителем

Техническое обслуживание может только сохранять и поддерживать изначальную конструкционную (проектную) безотказность и эксплуатационные показатели вашего оборудования.

Если изначальная проектная безотказность или эксплуатационные показатели неудовлетворительны, то добиться большего технического обслуживания не поможет. Никакой объем технического обслуживания не может повысить изначальную проектную безотказность.

Чтобы повысить недостаточную по причине недоработок в конструкции безотказность или производительность, необходимо изменить конструкцию. Все просто.

Когда вы сталкиваетесь с отказами и дефектами, связанными с проблемами конструкции, то вам необходимо их устранить.

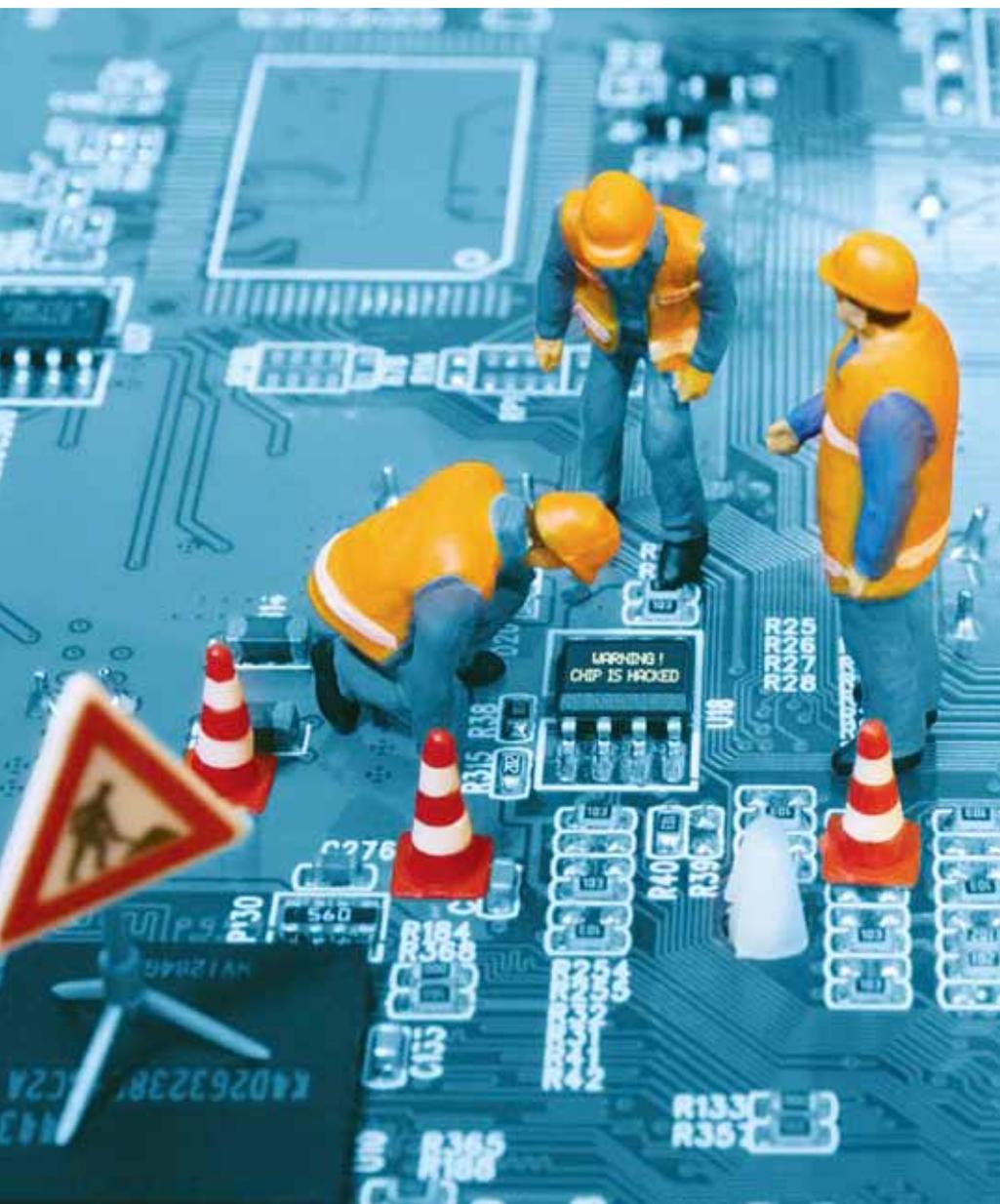
Конечно, более активный и более эффективный подход заключается в том, чтобы гарантировать правильность конструкции с самого начала. Но практически все установки запускаются в эксплуатацию с дефектами в конструкции. Вот почему на самых надежных заводах в мире действует эффективная программа устранения дефектов.

## 8 Хорошая программа технического обслуживания не тратит ваши ресурсы впустую

Это кажется очевидным, не так ли? Но когда мы рассматриваем программы превентивного технического обслуживания, то часто обнаруживаем задачи, которые не добавляют вашей организации никакой ценности. Задачи, которые бесполезно расходуют ресурсы и на самом деле снижают безотказность и готовность оборудования.

Очень часто мы можем услышать: «Пока сделаем это, давай проверим вот это... Это займет всего 5 минут».

Но 5 минут там, 5 минут здесь, каждую неделю, каждый



месяц... И мы внезапно понимаем, что бесполезно потратили кучу времени. И не исключено, что заложили ряд дефектов, которые могут в конечном итоге повлиять на безотказность оборудования.

Другой источник ненужных трат ресурсов в наших программах – попытка поддерживать уровень производительности и функциональности, которые нам на самом деле не нужны.

Оборудование часто проектируется таким образом, что может делать больше, чем требуется в реальных условиях эксплуатации. И как специалисты ТОиР мы должны быть очень осторожны в обеспечении проектных мощностей. Вместо этого в большинстве случаев мы должны поддерживать оборудование для обеспечения эксплуатационных требований. Техническое обслуживание, направленное на обеспечение большей, чем фактически необходимо, мощности оборудования, является бесполезной тратой ресурсов.

Точно так же избегайте присвоения нескольких задач ТО одному виду отказа. Это неэкономично и затрудняет определение действительно эффективной задачи технического обслуживания. Придерживайтесь правила одной эффективной задачи ТО для вида отказа.

Большинство организаций имеют большой объем работ ТОиР, чем они могут выполнить в связи с ограниченностью ресурсов. Используя ресурсы на ненужное техническое обслуживание, вы рискуете не выполнить необходимое. А невыполнение требуемого технического обслуживания или его выполнение позже требуемого срока увеличивает риск отказов.

И когда это ненужное техническое обслуживание пред-

## **Техническое обслуживание, направленное на обеспечение большей, чем фактически необходимо, мощности оборудования, является бесполезной тратой ресурсов.**

полагает вмешательство в оборудование (так называемое интрузивное ТО), положение усугубляется. Опыт показывает, что интрузивное обслуживание приводит к увеличению числа отказов из-за человеческой ошибки (это могут быть совсем простые ошибки) или же по причине дефектных запасных частей и материалов, ошибок в технической документации.

Убедитесь, что вы удалили ненужные задачи технического обслуживания из своей системы. Убедитесь, что у вас есть ясная и обоснованная причина для каждой задачи технического обслуживания в вашей программе. Убедитесь, что все задачи привязаны к основным видам отказов. Если вы имеете четкие приоритеты для всех задач технического обслуживания, это позволяет вам устанавливать приоритеты конкретным рабочим заданиям. В реальном мире мы все ограничены в ресурсах.

## **9 Хорошие программы технического обслуживания становятся лучшими**

Самые эффективные программы технического обслуживания являются динамично развивающимися. Они непрерывно изменяются и совершенствуются, все время повышая эффективность использования наших ограниченных ресурсов.

При совершенствовании вашей программы технического обслуживания вам необходимо понять, что не все улучшения

имеют одинаковую силу воздействия.

Во-первых, сосредоточьтесь на устранении ненужных задач технического обслуживания. Это позволяет избавиться от нерациональных трат и затрат на запасные части и материалы. Также это позволяет не тратить дополнительные усилия на планирование, управление работами и создание различной отчетности.

Во-вторых, преобразуйте календарные замены или ремонты в задачи обслуживания по состоянию. Вместо замены компонента через определенное количество часов используйте мониторинг состояния для оценки остаточного ресурса компонента. И заменяйте компонент только тогда, когда это действительно необходимо.

В-третьих, увеличьте интервалы между задачами технического обслуживания. Делайте это на основе анализа данных, знаний и опыта операторов-эксплуатантов и специалистов по ТОиР. Или просто на основании хорошей инженерной оценки. Не забывайте отслеживать результаты.

Чем короче существующий интервал, тем больше эффект при увеличении этого интервала. Например, при преобразовании ежедневной задачи в еженедельную требуемый объем работ по ТОиР для этой задачи уменьшается более чем на 80%.

Часто это самое простое и одно из самых эффективных улучшений, которое вы можете внедрить. ■