НЕКОТОРЫЕ ЗАБЛУЖДЕНИЯ И МИФЫ О НАДЕЖНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННОМ ТЕХНИЧЕСКОМ ОБСЛУЖИВАНИИ (RCM)

АНТОНЕНКО И.Н., ООО «НПП «СпецТек», к.т.н.

До недавнего времени в электроэнергетике России для обеспечения безотказности оборудования почти безальтернативно применялась система планово-предупредительного ремонта (ППР) или регламентированное техническое обслуживание и ремонт по ГОСТ 18322-2016. Однако тариф на электрическую энергию в России практически исчерпал потенциал роста и не позволяет финансировать ППР в полном объеме. В этой связи Стратегией развития электросетевого комплекса Российской Федерации намечен переход к риск-ориентированному подходу к управлению производственными активами. Он состоит в выборе целевого воздействия на активы на основе оценки риска их отказа с учетом прогнозируемых последствий отказа и их значимости для достижения установленных показателей эффективности. Таким образом, вместо жестко регламентированного ППР перед энергокомпанией стоит задача рационального выбора. Примером методологии выбора целевого воздействия на производственные активы, проверенной на практике сотнями организаций по всему миру, является RCM (Reliability-Centered Maintenance).

В 2018 году исполнилось 40 лет с тех пор, как Стэнли Ноулан и Говард Хип в своем основополагающем исследовании [1] представили методологию RCM (Reliability Centered Maintenance). Их основная идея состояла в том, что правила обслуживания оборудования должны определяться последствиями отказа, а не только природой и параметрами самого отказа. Аналогичную идею мы находим у отечественных специалистов по надежности, в публикациях того времени [2].

Игорь Николаевич Антоненко

Затем существенный вклад в развитие и популяризацию RCM внес Джон Маубрей [3]. К настоящему времени накопился значительный массив публикаций, посвященных RCM, включая книги [4–6]. Разработаны соответствующие международные и национальные стандарты, как за рубежом [7–9], так и в России [10, 11]. В России развивается практика успешного применения RCM в энергетике, нефтепереработке и нефтехимии, в металлургии и других отраслях [12–16]. В работе [17] подробно описаны этапы становления и развития RCM.

Из русскоязычной нормативно-технической документации известно несколько определений RCM, которые помогают понять ее суть. Так, согласно ГОСТ 18322-2016, это техническое обслуживание, основанное на методологии определения оптимального набора операций ТО и частоты их применения, с учетом вероятностей и последствий отказов на любом уровне разукрупнения.

Согласно ГОСТ Р 27.002-2009 (в настоящее время не действует), это систематизированный метод, определяющий соответствующие задачи и частоту повторения операций технического обслуживания, в основу которого положены вероятности и последствия отказов.

Более удачным представляется определение в стандарте [10], где определено, что надежностно-ориентированное техническое обслуживание (RCM) представляет собой методологию выявления и выбора политик управления отказами (рис. 1). Политика управления отказами, в свою очередь, может включать в себя как действия по техническому обслуживанию, так и изменения правил эксплуатации, конструктивные доработки и другие действия, которые в стандарте [11] названы разовыми преобразованиями, и нацелены на ослабление риска отказов. К ним также относятся изменение методов технического обслуживания и ремонта (ТОиР) и обучение персонала.

Рис. 1. Комплексное применение политик управления отказами при RCM

Основные принципы RCM:

- внимание должно быть сфокусировано на вопросе «как избежать последствий отказов?», а не на вопросе «как избежать отказов?»;
- отказы имеют разную значимость, которая определяется их последствиями. Отказы, не влекущие значимых последствий, не требуют мер по их предупреждению. Целесообразно позволить этим отказам произойти. Такую политику управления отказом называют «корректирующим обслуживанием»;
- для каждого отказа со значимыми последствиями необходимо выбрать применимую и эффективную политику предупреждения отказа. Применимость определяется характеристиками самого отказа и оборудования. Например, если отказ не имеет устойчивого и достаточно длительного P-F-интервала, обслуживание по состоянию не будет применимой политикой. Эффективность определяется способностью предупредить отказ и соотношением затрат на предупреждение отказа и цены предупреждаемых последствий: затраты на предупреждение должны быть меньше. Последний критерий применяется только если отказ не влияет на экологию и безопасность, имеет чисто экономические последствия (недовыпуск продукции + снижение качества + затраты на ремонт после отказа);
- главное – работоспособность системы в целом, а не каждой единицы оборудования в отдельности. Необходимо определить оптимальный набор и частоту действий, которые должны быть выполнены для того, чтобы система продолжала делать то, что от нее требуется в заданных условиях;
- одинаковое оборудование не означает одинаковое обслуживание. Например, два одинаковых насоса могут иметь совершенно разную значимость для производства: один работает в системе охлаждения оборудования, а другой в системе водоотведения. Кроме того, два одинаковых насоса могут иметь различную интенсивность эксплуатации. Это должно учитываться при определении состава и частоты повторения операций по их обслуживанию.

Рис. 2. Семь шагов RCM2

Процесс RCM, описанный в стандарте [7], включает в себя семь этапов, или семь шагов (рис. 2).

МИФЫ И ЗАБЛУЖДЕНИЯ

Несмотря на весьма зрелый возраст, методология RCM остается покрытой завесой сложности. Возникли некоторые заблуждения и мифы. Рассмотрим наиболее распространенные из них.

RCM – это стратегия ТОиР

Стратегия ТОиР – это система принципов организации и проведения технического обслуживания и ремонта (МЭК 60050 (191):1990-12, пункт 191-07-02). Некоторые авторы считают, что существует всего три стратегии ТОиР: регламентированное обслуживание и ремонт (ППР), ремонт и обслуживание по техническому состоянию, корректирующее обслуживание (ремонт после отказа). Другие добавляют к ним работы по поиску скрытых отказов и проверки резервного оборудования на функциональные отказы.

В любом случае, RCM не сводится к стратегии ТОиР. Из определения стандарта [10] следует, что RCM – это методология выявления и выбора политик управления отказами и формирования из них программы работ, сочетающей различные стратегии ТОиР и разовые преобразования, и отвечающей профилю рисков, связанных с отказами (рис. 1).

RCM – это неподъемный труд

Конечно, полный RCM-анализ в отношении всего технологического оборудования – очень трудоемкий и длительный процесс. Он откладывает внедрение оптимальных программ работ и получение эффекта. Далеко не каждый руководитель готов к длительному проекту, со значительной загрузкой персонала и туманными перспективами.

Однако, совсем не требуется объять необъятное. Классики RCM говорят [1], что необходимо разбиение оборудования по категориям для сокращения объема анализа до разумных и управляемых размеров. То есть, проведению RCM должна предшествовать приоритизация оборудования. Она позволяет выявить наиболее критичные активы, сосредоточить на них внимание и ограниченные ресурсы, и быстрее достичь значимого эффекта от RCM.

Чтобы приоритизировать оборудование необходимо отранжировать его в порядке убывания риска отказов, а потом идентифицировать объекты, вошедшие в верхнюю часть списка. Для этих наиболее приоритетных объектов выбрать соответствующие политики управления отказами, нацеленные на снижение риска. Типичный проект RCM-анализа выполняется в течение недели группой из 4 или 5 человек.

Затем, когда риск отказов этих объектов будет уменьшен, необходимо провести повторно приоритизацию, повторить RCM-анализ на более низком уровне рисков. Не существует принципиальных ограничений количества таких циклов.

RCM приводит к росту трудоемкости обслуживания

Это не так. Результаты RCM-проектов показывают снижение занятости персонала до 16 % [16], сокращение затрат на ТОиР от 10 до 30 %. Экономия происходит за счет устранения избыточного обслуживания, а также работ, выполнение которых не влияет на предупреждение каких-либо отказов. Также из программы работ удаляется предупредительное обслуживание некритичного оборудования, в отношении которого выбрана политика управления отказами «корректирующее обслуживание».

Классики [1] приводят в качестве примера программу обслуживания Boeing-747. В этой программе предусмотрено 66 000 человеко-часов на инспекции конструкций самолета, позволяющие обеспечить интервал между проверками в 20 000 часов. До анализа на избыточность программа предполагала более 4 миллионов человеко-часов для достижения того же интервала между инспекциями на меньшем и менее сложном Douglas DC-8.

Необходимо проводить RCM на всем оборудовании

Неверно. Как уже было сказано, проведению RCM должна предшествовать приоритизация. И если верхняя часть ранжированного списка активов потребует RCM-анализа, то самая нижняя часть, то есть некритичные активы, должна быть выведена за пределы RCM.

Джон Маубрей приводит статистику из своего опыта [3], согласно которой около 65 % его клиентов проанализировали часть своего оборудования по RCM и в большинстве своем планировали дальнейший анализ если не всех своих активов, то основной их части, и около 10 % организаций применили RCM ко всему оборудованию.

Обучение RCM является излишним

Особенность RCM состоит в том, что эта задача предусматривает реорганизацию технических служб, трансформацию культуры ТОиР на предприятии, глубокий реинжиниринг и стандартизацию процессов управления активами, разработку нормативно-методических документов, создание центров компетенций по видам оборудования, введение новых профессий, таких как инженер-надежник. Весьма важным является организационное обеспечение взаимодействия и координации различных служб, занятых в процессах ТОиР, поскольку это взаимодействие значительно усложняется.

Поэтому вам потребуются знания и соответствующее обучение. Начинать надо с анализа «пробелов» знаний в области управления активами. В качестве критериев мы используем требования к компетенции, разработанные GFMAM [18]. Такой подход позволяет гарантировать систематический охват требуемых ролей и соответствующих элементов компетенций.

Невозможно одновременно решить все проблемы по формированию системных знаний и компенсировать все пробелы в квалификации. Поэтому важно сформировать дорожную карту обучения с ранжированием рассматриваемых тем по их ценности для данного предприятия. Нужно включать в нее требования к компетенции применительно к конкретным ролям и бизнес процессам. План развития компетенций должен учитывать ценность, которую несут физические активы, операционный контекст и реальные ограничения функционирования организации. Это гарантирует концентрацию усилий на

наиболее проблемных местах, проведение осознанного найма персонала и целенаправленного обучения.

Оптимизация программы предупредительного обслуживания – это RCM

Нет, но это может быть частью RCM, и может принести большую пользу. Оптимизация программы предупредительного обслуживания (ОППО) проводится на основе принципов RCM, представленных выше. Как правило, при ОППО решаются следующие задачи:

- выявление и удаление из программы дублирующих работ, направленных на предупреждение одного и того же отказа;
- выявление и удаление работ, которые не могут влиять на риск какого-либо отказа, даже если эти работы рекомендует поставщик оборудования;
- дополнение программы работами, направленными на предупреждение отказов, пропущенных в действующей программе работ;
- выявление неэффективных работ, которые не приводят к снижению риска отказов, изменение дизайна этих работ (например, периодичности) или замена их эффективными работами;
- выявление отказов, для которых не найдено эффективных предупредительных работ, анализ корневых причин этих отказов, и разработка разовых изменений, направленных на устранение этих причин (например, реконструкция или модернизация оборудования, замена поставщика запчастей).

RCFA так же хорош, как RCM

Нет. Анализ корневых причин отказов (Root Cause Failure Analysis – RCFA) может быть самостоятельным бизнес-процессом, который выполняется по факту произошедшего отказа и наступления значимых последствий. В этом случае проводится расследование, выявляются причины отказа, и разрабатываются корректирующие мероприятия, направленные на предупреждение этого отказа в будущем. Например, в программу обслуживания вносится новая предупредительная работа, выполняется реконструкция оборудования, проводится обучение персонала, низкая компетентность которого стала причиной отказа.

Таким образом, RCFA – это в принципе реактивная деятельность, которая начинается, когда нежелательные последствия отказа уже наступили, в то время как RCM-процесс изначально направлен на предупреждение. В то же время, RCFA может быть частью RCM. В этом случае RCFA выполняется, когда не удалось найти применимую и эффективную предупредительную политику управления отказом.

Я могу выполнить RCM самостоятельно

Нет. Выполнение RCM – это командная работа. Очевидно, что в ней должны участвовать эксперты по видам оборудования (опытные механики и энергетики). Менее очевидно, но не менее необходимо, чтобы в ней участвовал производственный персонал, который со своей стороны может выдвинуть идеи о причинах тех или

Рис. 3. Восемь шагов RCM3

иных отказов, а также знает их последствия для производства. Так же необходимо, чтобы в ней участвовали специалисты финансовой и экологической службы предприятия, а также службы безопасности труда, которые компетентны в оценке последствий отказов, включая штрафы и иную ответственность.

Таким образом, RCM-процесс – это горизонтальный бизнес-процесс, который должен объединять различные службы предприятия.

Мы пригласим консультантов, и они проведут нам RCM

Ни один консультант, даже самый опытный, не знает контекста, в котором эксплуатируется то или иное оборудование, выпускается та или иная продукция на конкретном предприятии.

Ни один консультант, сколь талантлив бы он ни был, не может обладать всеми специальными знаниями, которыми обладают десятки или сотни инженеров различных специальностей на предприятии.

Консультант окажет методическую помощь, но он не сможет заменить всех участников RCM-процесса, о которых сказано выше.

RCM это проект в области технического обслуживания

Изначально методология RCM была разработана для потребностей авиации [1], и тогда в ее название вошло слово «maintenance», т.е. техническое обслуживание. Однако уже тогда многих интересовало применение RCM в других отраслях. В версии RCM2 (рис. 2), адаптированной для применения в промышленности, введены в рассмотрение экологические последствия отказов и более строго рассматриваются производственные последствия [3]. Следующая версия, RCM3 (рис. 3), перешла к логике принятия решений, основанной на оценке рисков [19].

Сегодня RCM это процесс, результаты которого могут привести к изменениям не только в техническом обслуживании, но также и в эксплуатации, производственном планировании, материально-техническом снабжении, экологическом менеджменте, риск-менеджменте и других сферах деятельности организации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Согласно результатам исследования Aberdeen Group [20] по выборке из 173 компаний, 60 % из них разработали документированные процедуры обслуживания каждого актива, основанные на RCM и критичности оборудования. При этом 50 % предприятий создали команды непрерывного улучшения в рамках реализации RCM. Лучшие в своем классе компании на 89 % чаще используют RCM в своей программе ТОиР.

Успех RCM проекта во многом зависит от воли руководства предприятия и руководителя этого проекта. Практика показывает, что существует разница между количеством разработанных программ обслуживания по результатам RCM, количеством утвержденных программ и количеством реализованных. Там, где процесс не имеет должного руководства, до внедрения дело не доходит.

После внедрения необходим анализ результативности принятых решений (внедренных программ) и непрерывное циклическое улучшение. Если этого нет, то первоначально достигнутый эффект быстро исчезнет, так как однажды разработанная программа работ не может оставаться оптимальной неограниченно долго.

Для успеха не обойтись и без информационной поддержки, т.е. внедрения информационной системы управления производственными активами. Принятие решений при RCM предполагает наличие информации об активах или накопление этой информации в процессе эксплуатации. Создание такой системы – это особая задача [21], требующая комплексной компетенции в области управления активами, разработки и внедрения программного обеспечения класса EAM (Enterprise Asset Management).

ЛИТЕРАТУРА

1. *Nowlan F.S. Heap H.F.* Reliability-centered Maintenance. San Francisco: Dolby Access Press, 1978. – 466 p.
2. *Нейман В.Г., Шапиро Б.В.* Оценка критичности отказов технических устройств// Надежность и контроль качества. – 1975. – №10. – С. 49–51.
3. *Moubray J.* Reliability-centered Maintenance. Second Edition. NY: Industrial Press Inc, 1997. – 426 p.
4. *Neil B. Bloom.* Reliability Centered Maintenance: Implementation Made Simple. NY: McGraw-Hill, 2005. – 291 p.
5. *Ефремов Л.В.* Проблемы управления надежностно-ориентированной технической эксплуатацией машин. – СПб: Art-Xpress, 2015. – 206 с.
6. *Jesus R. Sifonte, James V. Reyes-Picknell.* Reliability Centered Maintenance – Reengineered: Practical Optimization of the RCM Process with RCM-R. CRC Press, 2017. – 349 p.
7. SAE JA 1011:2009. Evaluation Criteria for Reliability-Centered Maintenance (RCM) Processes.
8. SAE JA 1012:2011. A Guide to the Reliability-Centered Maintenance (RCM) Standard.
9. IEC 60300-3-11:2009. Dependability Management – Part 3–11: Application guide – Reliability centered maintenance.
10. ГОСТ Р 27.606-2013. Надежность в технике. Управление надежностью. Техническое обслуживание, ориентированное на безотказность. М.: Стандартинформ, 2014. – 34 с.
11. ГОСТР 55.0.05-2016. Управление активами. Повышение безопасности и надежности активов. Требования. М.: Стандартинформ, 2016. – 10 с.
12. Диагностика на страже безопасности// Энергетика и промышленность России. – 2017. – № 15–16 (323–324). – С. 12.
13. *Америк А., Микерин О.* Безнадежность результатов без надежности // ITime. – 2007. – № 4. – С. 21–25.
14. *Амиров В.Р.* Управление надежностью и целостностью оборудования – важный инструмент повышения эффективности бизнеса // PROнефть. – 2018. – № 1(7). – С. 77–80.
15. От ППР к АВС и RCM// Новатор. – 2019. – №11(5368). – С. 3.
16. *Антоненко И.Н., Беляков М.И.* Об одной надежностной задаче и ее решении в информационной системе// Автоматизация в промышленности. – 2015. – № 8. – С.18–21.
17. *Антоненко И.Н.* Методология RCM: ретроспектива и перспектива надежностно-ориентированного технического обслуживания // Энергия единой сети. – 2019. – № 1 (43). – С. 34–46.
18. The Asset Management Landscape. Second Edition// Gfmam: Сайт глобального форума по техническому обслуживанию и управлению активами. URL: http://www.gfmam.org/files/ISBN978_0_9871799_2_0_GFMAMLandscape_SecondEdition_English.pdf (дата обращения: 30.07.2019).
19. *Marius Basson, Aladon*. RCM3: Risk-Based Reliability Centered Maintenance. Third Edition. NY: Industrial Press, Inc., 2018. – 500 p.
20. *Cline G.* Asset performance Management: blazing a better path to operational excellence// Aberdeen Group Rep. – November 2017. – 11 p.
21. *Кац Б.А., Молчанов А.Ю.* Управление производственными активами с помощью современных информационных технологий// Автоматизация в промышленности. – 2014. – № 8. – С. 39–45.