

УДК 621.797

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОГРАММЫ ОБСЛУЖИВАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ НА ОСНОВЕ МЕТОДОЛОГИИ RCM

Беляков М. И., главный инженер,
компания MC-Bauchemie, г. Санкт-Петербург
E-mail: www.mc-bauchemie.ru

Аннотация. Задача оптимизации программы предупредительного обслуживания оборудования является актуальной для многих российских предприятий. Для ее решения необходимы методология и инструмент. На предприятии MC-Bauchemie такой методологией стала RCM, а инструментом — информационная система управления техническим обслуживанием и ремонтами на основе программного обеспечения TRIM. Результатом оптимизации, проведенной на MC-Bauchemie, стало снижение количества дефектов на 18 % и занятости персонала отдела главного инженера на 16 %.

Ключевые слова: RCM, оптимизация, предупредительное обслуживание, программы работ, дефекты, надежность.

OPTIMISATION OF EQUIPMENT MAINTENANCE HARDWARE ON THE BASIS IF RCM METHODOLOGY

Beliakov M.I., chief engineer,
«MC-Bauchemie» company, city of St. Petersburg

Lead. The issue of optimizing the program of equipment preventing maintenance is the important one for many Russian production companies. To resolve it, the methodology and the tools are required. The company MC-Bauchemie accepted RCM as methodology, and information control system of maintenance and repairs based on software TRIM - as a tool. The result of optimisation conducted in MC-Bauchemie became reduced quantity of defects by 18% and personnel occupancy in the chief engineer department — by 16 %.

Key words: RCM, optimisation, preventive maintenance, works programs, defects, reliability

Наше предприятие создано в 2001 г. с участием германского концерна MC-Bauchemie, одного из мировых лидеров по производству продуктов строительной химии в таких областях, как защита поверхностей и защита бетонов. Обеспечение надежной работы технологического оборудования является актуальной задачей нашего предприятия. На первый взгляд существует про-

стое решение — плано-предупредительное обслуживание и плановые восстановительные ремонты (ППР), направленные на предупреждение отказов. Существуют регламенты, разработанные производителями оборудования, исполнение которых должно вести нас к цели. Однако на этом пути мы сталкиваемся с препятствиями.

Во-первых, это бюджетные ограничения, которые диктуют нам пределы реализации ППР. Тотальный ППР стоит очень дорого, а затраты на его проведение включаются в себестоимость продукции. Во-вторых, показатели надежности, которые мы фиксируем постфактум, возбуждают сомнения, что затраты на ППР дали эффект. А если эффект и достигнут, то возникает вопрос, насколько оправданы затраты на его достижение.

Таким образом, в рыночных условиях обеспечение надежности неразрывно связано с контролем и оптимизацией связанных с ней затрат. Неоправданно дорогостоящая надежность также неприемлема, как и потери из-за недостаточной надежности.

Поиск путей решения данной проблемы привел нас к методологии RCM (Reliability-Centered Maintenance). В нашем случае стояла задача применения RCM на давно работающем предприятии, на котором полностью определен состав и технические характеристики оборудования и где уже существуют устоявшиеся программы обслуживания. Надо было применить RCM на таком предприятии для анализа и пересмотра этих программ с целью повышения надежности. Уверен, в такой постановке эта задача актуальна для очень многих российских предприятий.

КРАТКО О КЛАССИЧЕСКОЙ RCM

Классическая методология RCM известна достаточно давно и хорошо описана в литературе. Приоритет отдается работам американских разработчиков [1, 2]. Однако принципы, которые были положены в ее основу, мы находим в более ранних работах отечественных корифеев теории надежности [3]. Краткий обзор методологии RCM дан в работе [4].

Понятию RCM соответствует термин «надежностно-ориентированное техническое обслуживание» из ГОСТ Р 27.606–2013 — это процесс выработки и принятия решений, направленных на выявление подходящих и эффективных требований к системе и операциям предупредительного ТО, отвечающих последствиям выявляемых отказов в части их влияния на безопасность, техническую

эффективность и экономичность эксплуатации изделия и вызывающих указанные отказы механизмов.

Методология RCM основана на нескольких принципах:

1. Ранжирование оборудования. Критерии для ранжирования — влияние на безопасность, роль в технологическом процессе, затраты на устранение отказов и ликвидацию последствий аварий. Таким образом, выделяется критичное оборудование.

2. Ранжирование отказов критичного оборудования. Инструмент ранжирования — анализ видов, последствий и критичности отказов (АВПКО).

3. Выбор эффективной работы по предупреждению каждого отказа. При этом работа является эффективной, если она соответствует механизму отказа, ее выполнение приводит к снижению вероятности отказа, а затраты на нее оправданы последствиями, к которым может привести отказ.

В числе таких работ выделяют:

а) периодические воздействия:

- работы по состоянию,
- плановая замена элементов оборудования,
- плановое восстановление характеристик оборудования,
- проверки на скрытый отказ;

б) неперіодические воздействия:

- изменения конструкции оборудования,
- изменения правил обслуживания и ремонта,
- улучшение условий эксплуатации,
- повышение квалификации персонала,
- работы по устранению отказа.

4. Формирование программы работ как совокупности работ по предупреждению каждого отказа.

Наглядно классическая методология RCM иллюстрируется диаграммой принятия решений (рис. 1).

ИДЕЯ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ ОБСЛУЖИВАНИЯ

Оптимизацию программы обслуживания мы проводили в целях:

- повышения надежности оборудования,

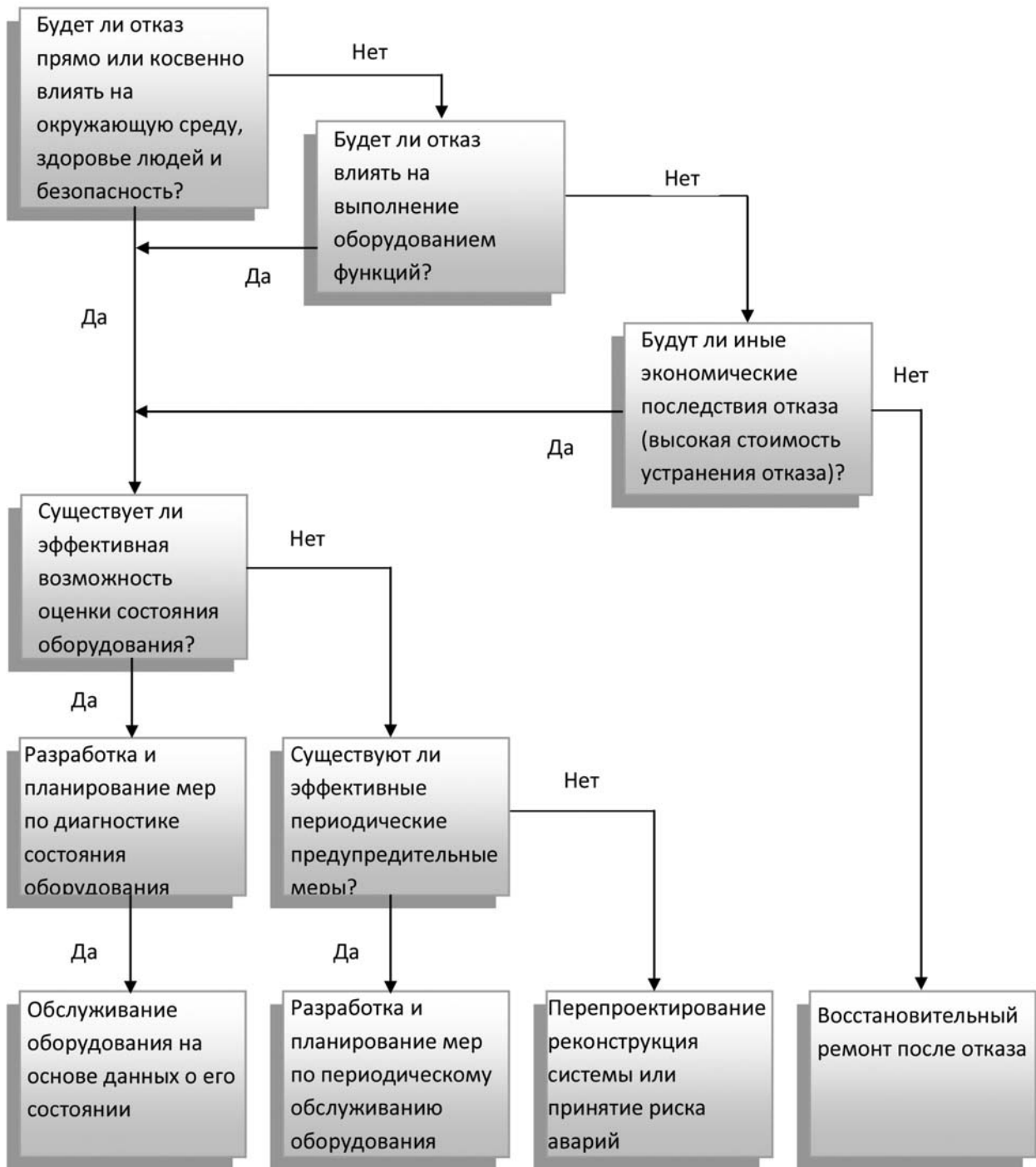


Рис. 1. Упрощенная диаграмма принятия решений согласно RCM

- сокращения внеплановых простоев оборудования,
- снижения трудозатрат на содержание оборудования.

Оптимизация программы предупредительного обслуживания проводилась нами поэтапно:

1) сформировали полную базу данных по эксплуатируемому оборудованию с паспортными характеристиками, данными наработки, техническими параметрами, находящимися под контролем, каталогами запчастей, ремонтной и эксплуатационной документацией;

2) сформировали список плановых предупредительных работ, проводимых на оборудовании, с указанием исполнителей, периодичности, требуемых запчастей, поставщиков запчастей, трудоемкости, затрат на их выполнение;

3) собрали статистику по зарегистрированным дефектам (отказам) и работам по их устранению, включая затраты и время на выполнение этих работ;

4) по принципу Парето выделили часть оборудования, на котором будет проводиться оптимизация программы обслуживания;

5) удалили из программы дублирующие работы, направленные на предупреждение одного и того же дефекта, а также работы, проведение которых не влияет на предупреждение каких-либо дефектов (отказов), даже если эти работы рекомендует поставщик оборудования; дополнили программу предупредительными работами, соответствующими вновь зарегистрированным дефектам;

6) выявили работы, которые оказались неэффективными (не приводили к снижению вероятности отказа), по ним выполнили углубленный анализ корневых причин дефектов (отказов) и на этой основе провели разовые изменения: заменили работу на эффективную, изменили характеристики работы.

TRIM — ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ОПТИМИЗАЦИИ

Описанный выше алгоритм было бы невозможно реализовать без достоверных и полных данных по оборудованию, выполняемым работам, возникающим дефектам. При этом источники данных находятся непосредственно у оборудования, а группа анализа и принятия решений была организована на уровне менеджмента предприятия с привлечением сотрудников, непосредственно выполняющих работы на оборудовании. Кроме того, критически важной в данном случае является надежная информационная связь «единица оборудования — работа — дефект». Обеспечить эту связь при децентрализованном сборе данных и централизованном анализе и при условии большого количества оборудования возможно только в информационной системе.

В этой связи у нас на предприятии был развернут проект внедрения информационной системы управления техническим обслуживанием и ремонтами оборудования (ИСУ ТОиР). Эта система была создана на основе специализированного программного обеспечения TRIM разработки НПП «СпецТек». Специалисты «АйТиЭм» выполнили работы по внедрению ИСУ ТОиР, система введена в эксплуатацию с мая 2011 г.

Помимо возможности реализовать указанный выше алгоритм оптимизации программы работ, с внедрением ИСУ ТОиР мы получили ряд других полезных возможностей:

- единая кодировка оборудования в базе данных;
- автоматизированное ведение паспортов и формуляров с выводом на печать;
- автоматизированное объемно-календарное планирование работ;
- удаленный контроль статуса выполнения работ через индикацию в электронном плане-графике;
- электронный каталог запчастей;
- автоматизированное формирование заявок на запчасти и материалы на основе единых наименований ТМЦ;
- единые нормативы на выполнение работ;
- единые шаблоны работ на обслуживание однотипного оборудования и отчетов об их выполнении;
- доступность ремонтной и эксплуатационной документации в электронном виде непосредственно в местах ее использования;
- электронные журналы работ, дефектов, технических параметров;
- автоматическое ведение остатков склада, благодаря чему любой сотрудник может легко определить их наличие на складе и найти их по коду местоположения;
- автоматизированная инвентаризация склада с формированием ведомости по местам хранения;
- определение в один клик необходимого перечня ТМЦ для закупки;
- определение в один клик времени простоя единицы оборудования;
- выявление в один клик неустранимых дефектов;

- быстрое определение 20% оборудования, дающего 80% дефектов (анализ Парето);
- быстрое определение 20% оборудования, дающего 80% затрат на ТОиР;
- хранение 100% истории работ на оборудовании;
- и мн. др.

Данные о дефектах, используемые при оптимизации программы работ, должны быть унифицированными, иметь одинаковую структуру. Порядок действий всех специалистов, задействованных в регистрации дефектов, должен быть организованным и систематизированным для возможности получения достоверных результатов анализа. Такая систематическая процедура была нами реализована в ИСУ ТОиР.

Для надежной и однозначной привязки дефекта к оборудованию используется уникальный идентификатор единицы оборудования. Удобство и наглядность выбора оборудования, к которому привязывается дефект, обеспечивается использованием мыши в древовидной структуре оборудования.

Для классификации обнаруженного дефекта используются унифицированные справочники видов и причин дефектов, выбор варианта классификации из выпадающего списка. Все поля реквизитов регистрируемого дефекта единообразны и заранее определены:

- код оборудования (берется автоматически из базы данных);
- дата обнаружения дефекта (выбирается из календаря);
- категория дефекта (выбирается из справочника);
- метод обнаружения (выбирается из справочника);
- текстовое описание дефекта (вводится вручную в специальное поле);
- вид дефекта (выбирается из справочника);
- группа дефектов (выбирается из справочника);
- последствия дефекта (выбирается из справочника).

Зарегистрированный дефект получает уникальный идентификатор, благодаря чему становится возможной систематизация и поиск дефектов по коду оборудования или

отказавшего узла, виду дефекта. После регистрации дефекта соответствующий специалист производит проверку и анализ информации о дефекте и планирует мероприятия и сроки его устранения.

РЕЗУЛЬТАТЫ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ ОБСЛУЖИВАНИЯ

Благодаря регистрации в TRIM всех отказов и дефектов, а также учету работ по их устранению, включая затраты на выполнение этих работ, нам удалось выделить 20% оборудования, дающего 80% количества отказов, и 20% оборудования, дающего 80% затрат на ремонт. По отношению к этому оборудованию мы провели оптимизацию программы работ.

Прежде всего мы исключили ненужные работы, выполнение которых никак не влияло на появление дефектов, и конкретизировали нужные работы.



Рис. 2. Снижение занятости в результате оптимизации программы работ



Рис. 3. Снижение количества дефектов в результате оптимизации программы работ

Оптимизация всех выполненных работ

№	Объект ТО	Работы и периодичность	
		до RCM	после RCM
1	Фасовочная машина	ТО всего фасовочного аппарата — 15 дней. В году 26 работ	ТО блока подготовки воздуха, проверка аэроднища и ниппелей продувки — 30 дней. В году 12 работ
2	Виброклассификатор	Осмотр — 30 дней. ТО — 180 дней. В году 14 работ	Смазка и проверка виброузла — 30 дней. Проверка герметичности клапанов — 60 дней. В году 18 работ
3	Дозатор линии розлива	Осмотр — 15 дней. Смазка — 30 дней. В году 36 работ	Смазка — 30 дней. Замена гильз — 365 дней. Замена уплотнений на головке — 365 дней. В году 14 работ
4	Тележка на рельсах	Смазка — 30 дней. ТО — 120 дней. В году 16 работ	Смазка и осмотр приводной шестерни — 60 дней. В году 6 работ
5	Конвейер с толкателем	Смазка — 30 дней. ТО — 120 дней. В году 16 работ	Смазка, осмотр ленты и роликов — 60 дней. В году 6 работ

Такие изменения программы работ позволили снизить занятость персонала отдела главного инженера (рис. 2). Благодаря этому мы безболезненно прошли 15%-ное сокращение сотрудников рабочих профессий отдела главного инженера. Также удалось заменить одного рабочего, ранее занятого на выполнении работ, на инженера. То есть мы стали больше времени тратить на анализ и управление и меньше на сами работы. Ожидаем, что такая замена даст соответствующий эффект в будущем.

Анализ количества дефектов позволил нам выявить неэффективные предупредительные работы. По каждому такому случаю мы провели анализ корневых причин дефектов и выработали соответствующие меры. В каких-то случаях изменили дизайн технического обслуживания (например, уменьшили интервал смазки или добавили новую работу «замена болта крепления редуктора»). В других случаях заменили поставщика запасных частей (например, стали закупать более качественные ролики или дисковые затворы). Примеры изменений программы работ приведены в табл.

В тех случаях, когда дефекты по-другому никак не снизить, провели модернизацию оборудования (например, вынос подшипников барабана элеватора за пределы шахты или установка дополнительных уплотнений) или его замену (например,

замена винтового насоса на мембранный, замена приводного редуктора барабанной сушилки песка).

В итоге эти меры позволили существенно снизить количество дефектов (рис. 3). Таким образом, в цифрах внедрение TRIM и проведенная с его использованием оптимизация программы предупредительного обслуживания позволили нам сократить количество дефектов на 18% и уменьшить занятость персонала отдела главного инженера на 16%. Количество отказов также снизилось, мы даже изменили ключевой КПИ отдела главного инженера — уменьшили коэффициент простоя оборудования с 1,5 до 1,25.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Nowlan F. S., Heap H. F.** Reliability-centered Maintenance. — San Francisco: Dolby Access Press, 1978. — 466 p.
2. **Moubray J.** Reliability-centered Maintenance. Second Edition. — NY: Industrial Press Inc, 1997. — 426 p.
3. **Герцбах И. Б., Кордонский Х. Б.** Модели отказов / Под ред. Б. В. Гнеденко. — М.: Советское радио, 1966. — 165 с.
4. **Иорш В. И., Крюков И. Э., Антоненко И. Н.** Международные стандарты в области управления физическими активами // Вестник качества. — 2012. — № 4. — С. 27–34.