# Об одной надежностной задаче и ее решении в информационной системе

**И.Н. Антоненко (НПП «СпецТек»)**

**М.И. Беляков (MC-Bauchemie)**

*Повышение надежности производственного оборудования является комплексной проблемой. На практике ее решение связано с измерением и анализом различных характеристик надежности, что само по себе является нетривиальной задачей. Представлен практический результат использования информационной системы для анализа и снижения повреждаемости оборудования.*

*Ключевые слова: дефект, предупредительное обслуживание, техобслуживание, ориентированное на надежность.*

Предприятие «Эм-Си Баухеми» создано в 2001 г. с участием немецкого концерна MC-Bauchemie, одного из мировых лидеров по производству продуктов строительной химии в таких областях, как «защита поверхностей» и «защита бетонов».

Массовому российскому потребителю хорошо известны сухие строительные смеси, впускаемые «Эм-Си Баухеми» под маркой «ПЛИТОНИТ». Широкий спектр продукции предприятия используется в промышленном и гражданском строительстве. Сегодня «Эм-Си Баухеми» — один из ведущих производителей строительной химии в России, суммарная производственная мощность пяти российских заводов составляет более 500 тыс. т. сухих строительных смесей, добавок в бетоны, грунтов и пастообразных продуктов в год.

Обеспечение надежной работы технологического оборудования является актуальной задачей «Эм-Си Баухеми». На первый взгляд существует простое решение — планово-предупредительное обслуживание и плановые восстановительные ремонты (ППР), направленные на предупреждение отказов. Существуют регламенты, разработанные производителями оборудования, исполнение которых должно вести к цели. Однако на этом пути имеются препятствия.

Во-первых, это бюджетные ограничения, которые диктуют пределы реализации ППР. Тотальный ППР стоит очень дорого, а затраты на его проведение включаются в себестоимость продукции. Во-вторых, показатели надежности, которые фиксируются 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.

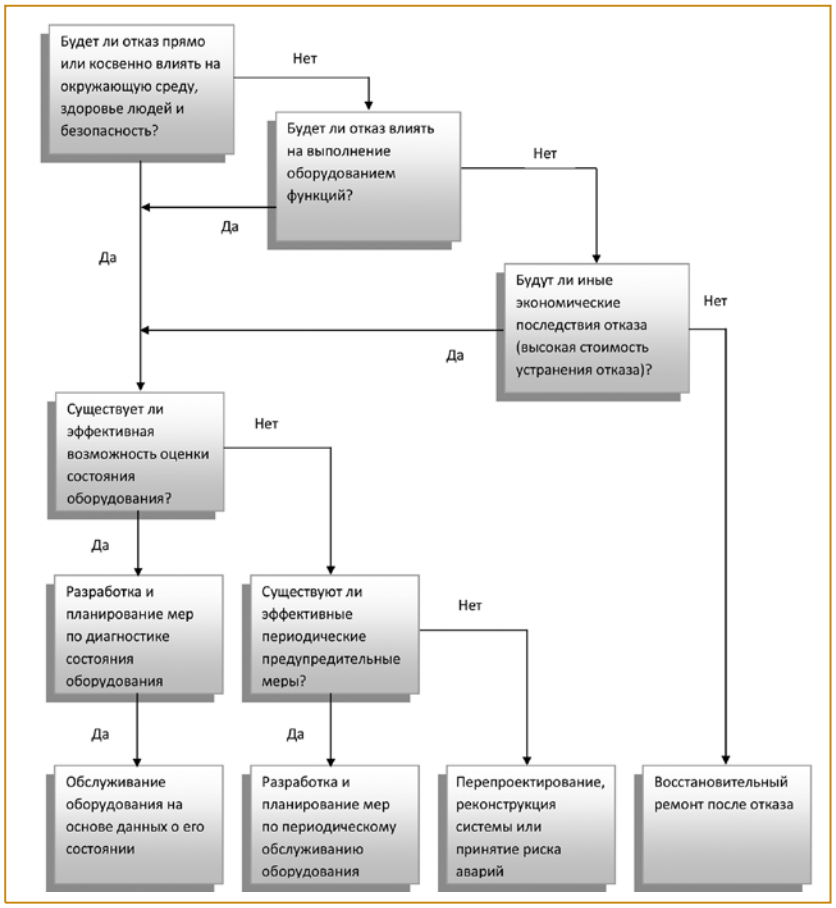


*Рис. 1. Упрощенная диаграмма принятия решений согласно методологии RCM*

Поиск путей решения данной проблемы привел инженеров «Эм-Си Баухеми» к методологии RCM (Reliability-Centered Maintenance — техобслуживание, ориентированное на надежность). В данном 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. RCM требовалось применить для анализа и пересмотра этих программ с целью повышения надежности. В такой постановке эта задача актуальна для очень многих российских предприятий.

## Кратко о «классической» RCM

Классическая методология RCM известна давно, и хорошо описана в литературе. Приоритет отдается работам американских разработчиков [1, 2]. Однако принципы, которые были положены в ее основу, содержатся и в более ранних работах отечествен-

ных корифеев теории надежности [3]. Краткий обзор методологии RCM приведен 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 ТП, 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) непериодические 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 (рисунок).

### Идея оптимизации программы обслуживания

Оптимизация программы обслуживания в «Эм-Си Баухеми» проводилась в целях:

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

Оптимизация программы предупредительного обслуживания проводилась поэтапно:

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

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

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

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

5) удаление из программы дублирующих работ, направленных на предупреждение одного и того же дефекта, а также работ, проведение которых не влияет на предупреждение каких-либо дефектов (отказов), даже если эти работы рекомендует поставщик оборудования; дополнение программы предупредительными работами, соответствующими вновь зарегистрированным дефектам,

6) выявление работ, которые оказались неэффективными (не приводили к снижению вероятности отказа), проведение по ним углубленного анализа корневых причин дефектов (отказов), проведение разовых изменений: замена работы на эффективную, изменение характеристик работы.

### 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 числа оборудования, возможно только в информационной системе.

В этой связи в «Эм-Си Баухеми» был развернут проект внедрения информационной системы управления техническим обслуживанием и ремонтами оборудования (ИСУ ТОиР). Эта система была создана на EAM/MRO-платформе TRIM разработки НПП СпецТек. Система введена в эксплуатацию с мая 2011 г.

Помимо возможности реализовать указанный выше алгоритм оптимизации программы работ, с внедрением ИСУ ТОиР предприятие получило ряд следующих 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 товарно-материальных ценностей (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, времени простоя единицы оборудования, неустраненных дефектов;
• быстрое определение 20% оборудования, дающего 80% дефектов( анализ Парето) и 80% затрат на ТОиР;
• хранение 100% истории работ на оборудовании и т. д.

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.

*Таблица 1*

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

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, специалистам« Эм-Си Баухеми» удалось выделить 20% оборудования, дающего 80% отказов, и 20% оборудования, дающего 80% затрат на ремонт. По отношению к этому оборудованию на предприятии была проведена оптимизация программы работ.

Прежде всего, были исключены ненужные работы, выполнение которых никак не влияло на появление дефектов, и конкретизированы нужные работы.

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

Анализ числа дефектов позволил выявить неэффективные предупредительные работы. По каждому такому случаю на предприятии был проведен анализ корневых причин дефектов, и выработаны соответствующие меры. В каких-то случаях инженеры «Эм-Си Баухеми» изменили дизайн

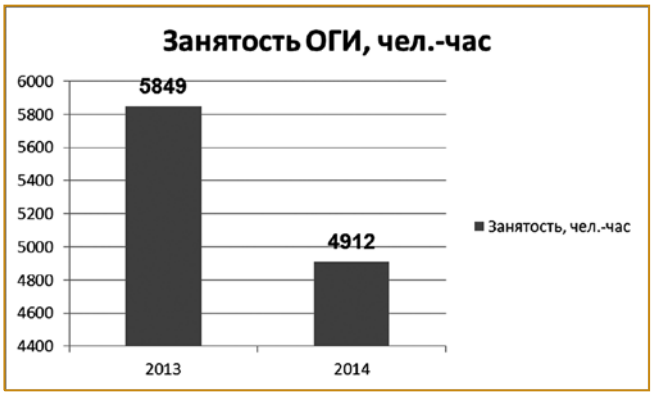


*Рис. 2. Снижение занятости в результате оптимизации программы работ*

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

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. 1.

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 сушки песка).

В итоге, принятые меры позволили существенно снизить число дефектов (рис. 3). Внедрение системы и проведенная с ее использованием оптимизация программы предупредительного обслуживания, позволили «Эм-Си Баухеми» сократить число дефектов на 18% и уменьшить занятость персонала отдела главного инженера на 16%. Число отказов также снизилось, на предприятии даже изменили ключевой показатель эффективности отдела главного инженера — уменьшили коэффициент простоя оборудования с 1,5 до 1,25.

**Список литературы**

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.

***Антоненко Игорь Николаевич*** *– канд. техн. наук, начальник отдела маркетинга НПП «СпецТек» Контактный телефон (812) 329-4560*
*Http://www.trim.ru*
***Беляков Михаил Иванович*** *– главный инженер ООО «Эм-Си Баухеми»*
*Контактный телефон (812) 331-8185*