

# УПРАВЛЕНИЕ НАДЕЖНОСТЬЮ В КОНТЕКСТЕ ТРЕБОВАНИЙ СТАНДАРТОВ ISO 55000

Антоненко И. Н., к. т. н., начальник отдела ООО «НПП «СпецТек», antonenko@spectec.ru

В журнале ТПА 6 (123) 2022 была инициирована дискуссия [1] о проблеме подготовки инженеров по эксплуатационной надежности, которая затем нашла продолжение в последующих номерах. Весьма дискуссионным оказался вопрос о роли и месте управления надежностью в обеспечении эффективности предприятия. Между тем, если управление надежностью поместить в контекст стандартов ISO 55000, то он не кажется таким уж дискуссионным.

**П**реимущественная область применения этих стандартов – управление физическими активами, такими как оборудование, машины, здания. Именно в этом смысле далее используется термин «активы». В России действует серия ГОСТ Р 55.0.00, идентичная ISO 55000, которая закреплена за Техническим комитетом по стандартизации «Управление активами» (секретариат ведет НПП «СпецТек»).

Если окинуть взглядом эти стандарты, то можно выделить основные идеи, принципы, элементы, требования. **Но если существует некий краеугольный камень, на котором стоит все здание, то вот он:** управление активами преобразует цели организации в относящиеся к активам решения, планы и виды деятельности, используя подход, основанный на оценке рисков [2, п. 2.1].

Таким образом, стандарты устанавливают риск-ориентированный подход к управлению активами, и для принятия решений, связанных с активами, организация должна оценить риски. А, оценив риски, она должна найти баланс между затратами и рисками, с одной стороны, и требуемой производительностью, с другой стороны [2, п. 2.4.1]. С этим балансом стандарты связывают эффективность и результативность организации [2, п. 2.2].

Общее представление об управлении активами признает изменчивость указанного баланса и декларирует необходимость его нахождения в разные периоды времени, в том числе на этапе эксплуатации [2, п. 2.4.1]. Следовательно, эксплуатирующая организация (эксплуатант) должна на постоянной основе оценивать риски, связанные с активами, и принимать решения с учетом оценки рисков.

Для этого эксплуатант должен определить и использовать критерии принятия решений [3, п. 4.2], основанные на оценке риска и величины потерь, связанных с отказом актива [4, п. 10.3.1]. Разработать и внедрить процессы для упреждающего обнаружения потенциальных отказов и

оценивать необходимость предупреждающих действий [3, п. 10.2]. Разработать, внедрить и поддерживать в рабочем состоянии процессы для инициирования предупреждающих действий и диагностики, выполняемых для воздействия на коренные причины потенциальных отказов до того, как риски станут неприемлемыми. Эти процессы должны учитывать выявление потенциальных отказов, тенденций их развития и рисков, использование технологий, соразмерных с риском, величиной потерь и ожидаемым эффектом, изменения в планах управления активами с учетом предупреждающих действий и так далее [4, п. 10.3.1].

Может возникнуть вопрос: почему эксплуатант должен всем этим заниматься? Ведь есть регламент, предоставленный изготовителем, и там все определено. Как говорил известный персонаж фильма «Покровские ворота», «живи, радуйся и делай что тебе говорят». Попробуем прояснить суть послания стандартов ISO 55000.

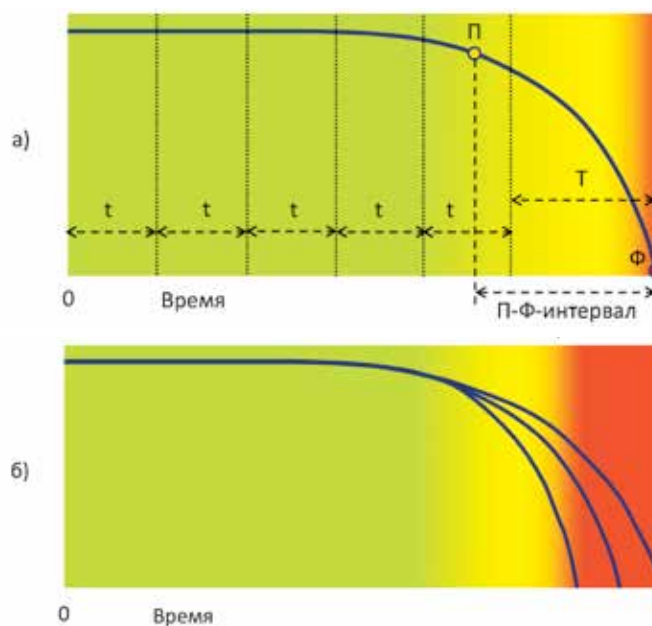


Рисунок 1 – Кривая П-Ф и ее вариабельность

## КТО ДОЛЖЕН УПРАВЛЯТЬ РИСКАМИ?

Исторически сложились три метода технической эксплуатации, которые могут также комбинироваться. Им соответствуют виды технического обслуживания (ТО):

1. Эксплуатация до отказа – корректирующее ТО.
2. Эксплуатация по ресурсу – профилактическое ТО.
3. Эксплуатация до предотказного состояния – ТО по техническому состоянию.

Метод технической эксплуатации, стратегию, концепцию и виды ТО, а также конкретные задачи ТО первоначально определяет изготовитель актива.

При эксплуатации до отказа предупреждающее обслуживание не выполняется, а после отказа следует корректирующее ТО (внеплановый ремонт).

При эксплуатации по ресурсу исходят из того, что по достижении некоторой наработки начинает расти вероятность отказа. Чтобы ее снизить, нужно выполнить профилактику, которая будет упреждать отказ с вероятностью 0,95, если начать ее по достижении наработки, равной средней наработке на отказ (MTBF), уменьшенной на 1,645 ее среднеквадратического отклонения.

Эксплуатация до предотказного состояния основана на П-Ф-кривой (P-F). Она представляет собой (рис. 1, а) модель изменения состояния актива от предотказного состояния (точка П), которое может быть обнаружено методами диагностики, до неработоспособного состояния – отказа (точка Ф, Failure).

Предотказное состояние характеризуется повышенной вероятностью отказа. Чтобы не пропустить точку П, необходимо выполнять контроль состояния с периодом повторения  $t < П-Ф$ . Сам П-Ф-интервал должен быть достаточно длительным, чтобы после обнаружения П осталось время Т, за которое можно успеть заказать и получить необходимые ресурсы, назначить исполнителей и начать ТО.

Изготовитель актива располагает лишь приблизительной оценкой MTBF, полученной в итоге испытаний в упрощенных условиях.

А кривая П-Ф имеет высокую вариабельность (рис. 1, б), поэтому изготовитель имеет дело с усредненной оценкой П-Ф-интервала. Поэтому, разрабатывая регламент обслуживания, изготовитель актива поступает консервативно: существенно занижает MTBF или П-Ф-интервал и нагружает регламент избыточным обслуживанием и контролем состояния. При этом он управляет исключительно своими рисками, руководствуясь следующими мотивами:

- обеспечить репутацию своего оборудования как очень надежного;
- увеличить свою выгоду от продажи запчастей, занижая срок их службы;

• сократить объем затрат на гарантийные работы по устранению отказов.

Изготовитель, как правило, не способен прогнозировать производственные последствия отказов с учетом внешней и внутренней среды эксплуатанта. Поэтому он исходит из ошибочной оценки рисков. Даже если последствия отказа учтены на момент поставки актива, со временем они могут измениться. Например, изменились требования к производительности и безотказности в связи с изменением плана производства, изменилась цена недовыпуска продукции из-за изменения конъюнктуры. Нормативная среда постоянно меняется, и соответствующие риски также эволюционируют.

Таким образом, регламент обслуживания, предоставляемый изготовителем, часто имеет ограниченную связь с критериями риска эксплуатанта, а иногда может не иметь никакой связи. Он, скорее всего, не будет учитывать уровень приемлемого риска, выраженный в системе управления рисками эксплуатанта. Такие регламенты вряд ли приведут к балансу рисков, затрат и производительности, о котором говорится в стандартах ISO 55000.

Хорошие регламенты обслуживания основаны на текущей оценке риска – таково послание стандартов ISO 55000. Тем самым стандарты ISO 55000 поддерживают эволюцию методов эксплуатации и обслуживания (рис. 2).

Эксплуатант должен сам управлять своими рисками с учетом внешней и внутренней среды, в том числе требований органов технического надзора. Однако стандарты ISO 55000 не говорят, как это делать. В этой связи следует применять выработанный практикой подход.



Рисунок 2 – Эволюция методов эксплуатации и обслуживания

## КАК ВОЗДЕЙСТВОВАТЬ НА РИСК?

В основу подхода RBM (Risk-Based Maintenance, обслуживание на основе оценки риска) положена идея о списках активов, ранжированных по убыванию риска отказа [5].

Для ранжирования (приоритизации) активов проводится первоначальный скрининг рисков с использованием накопленной статистики отказов (частота, последствия). Для каждого элемента списка рассчитывается ранг приоритетности риска (RPN). Эксплуатант, как правило, не имеет доступа к результатам АВПКО изготовителя. Поэтому скрининг рисков дополняется АВПКО, по итогам которого RPN может быть увеличен.

Полученный ранжированный список делится на зоны высокого, среднего и низкого риска. В зоне низкого риска управление

надежностью сводится к отмене предупредительных мер (даже если они рекомендованы изготовителем) и выбирается «эксплуатация до отказа» – т. е. эксплуатант принимает риск отказа для использования возможности снизить затраты.

В зоне среднего риска регламент изготовителя либо применяется без изменений, либо подвергается экономической оптимизации путем удаления:

- ненужных задач ТО, не предупреждающих ни один вид отказа;
- дублирующих задач ТО, предупреждающих один и тот же отказ;
- избыточных задач ТО, выполняемых чаще, чем это необходимо.

Наиболее проблемные активы из зоны высокого риска включают в программу управления надежностью. Анализируются причины их отказов, выявляются первопричины, проводится «редизайн» регламента их обслуживания: корректируются вид, объем и периодичность воздействий на активы с целью снижения риска.

Пересмотр регламента может включать такие действия, как:

- замена неприменимых задач ТО, не соответствующих механизмам отказа;
- замена неэффективных задач ТО, неспособных снизить риск;
- увеличение частоты выполнения задач ТО;
- добавление задач ТО, связанных с новыми видами отказов;
- разовые изменения, если применимые и эффективные задачи ТО не найдены: обучение персонала, изменение процессов, доработка инструкций, реконструкция.

На практике применяют также упрощенный подход, когда исключается АВПКО, не проводится редизайн регламента, а выполняется, в конечном счете, ранжирование predetermined регламентом задач ТО. Суть в том, чтобы запланировать работы, исходя из приоритетности задач ТО, и сконцентрировать ресурсы на выполнении наиболее приоритетных работ, добившись максимального эффекта в рамках ресурсных ограничений [6, 7]. Приоритетность задачи тем выше, чем выше риск, реализацию которого она должна предотвратить.

Эффективность такого упрощенного риск-ориентированного подхода (РОП) в сравнении с профилактическим ТО (ПТО) иллюстрируется на рис. 3.

Здесь отражена нарастающая функция затрат на предупреждающие работы и убывающие функции остаточного риска, связанного с отказами, в зависимости от объема предупреждающих работ. Если задан некоторый бюджет  $B_1$ , то при ПТО и РОП остаточный риск составляет, соответственно,  $RP$  и  $PP$ . Кривая риска при РОП имеет большую крутизну на начальном участке, потому ресурсы в первую очередь расходуются на предупреждение отказов с наибольшим риском, и поэтому  $PP < RP$ .

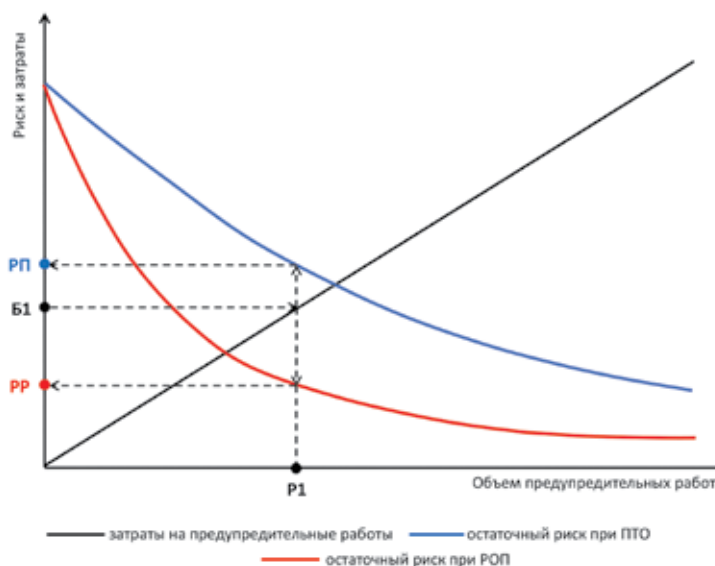


Рисунок 3 – Сравнение ПТО и РОП

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представим, что эксплуатант назначил активу № 1 метод эксплуатации до отказа несмотря на то, что регламент предписывает профилактику, т. е. принял риск отказа.

Активу № 2 уменьшен интервал между профилактиками, поскольку при следовании регламенту отказ происходит до наступления срока профилактики.

В регламент обслуживания актива № 3 внесена дополнительная задача ТО в связи с выявлением нового вида отказа, не предусмотренного регламентом.

В инструкцию по эксплуатации актива № 4 внесены изменения, поскольку коренной причиной отказов оказалась ее двусмысленность, приводившая к ошибкам персонала.

В конструкцию актива № 5 решено внести изменения (например, установить дополнительные уплотнения), т. к. подобрать подходящую и эффективную задачу ТО оказалось невозможно.

Ремонт актива № 6 отложен как менее приоритетный, а ремонт актива № 7 будет выполнен раньше, чем предусмотрено регламентом.

Все перечисленное – это действия по управлению надежностью на стадии эксплуатации [8, п. 3.6]. В контексте ISO 55000 управление надежностью является инструментом воздействия на риск, связанный с отказами (обработка риска) [3, п. 6.2.2 (к)].

Управление надежностью предполагает, что регламент обслуживания постоянно оптимизируется на основе фактических результатов эксплуатации и текущей оценки рисков. Для этой работы, конечно, требуются инженеры по эксплуатационной надежности и подразделение надежности у эксплуатанта.

Санкт-Петербург, апрель 2023 года

### Список литературы:

1. Антоненко И. Н., Белоусова М. В., Булатов В. В., Горобченко С. Л., Гринберг П. Б., Зырянов К. А., Иткин В. Ю., Кац Б. А. и другие. Приглашение к дискуссии в области M&R // Трубопроводная арматура и оборудование. – 2022. – № 6 (123). – С. 34–41.
2. ГОСТ Р 55.0.01-2014/ИСО 55000:2014 Управление активами. Национальная система стандартов. Общее представление, принципы и терминология. – М.: Стандартинформ, 2015. – 24 с.
3. ГОСТ Р 55.0.02-2014/ИСО 55001:2014 Управление активами. Национальная система стандартов. Системы менеджмента. Требования. – М.: Стандартинформ, 2015. – 16 с.
4. ГОСТ Р 55.0.03-2021 Управление активами. Системы менеджмента. Руководство по применению ИСО 55001 – М.: Стандартинформ, 2021. – 58 с.
5. Khan, F. Risk-based maintenance (RBM): a quantitative approach for maintenance/inspection scheduling and planning / F. Khan, – M. Haddara // Journal of Loss Prevention in the Process Industries. – 2003. – Vol. 16. – № 6. – P. 561–573.
6. DNO Common Network Asset Indices Methodology. 01 April 2021, Version 2.1. 233 p.
7. Приказ Минэнерго России от 26.07.2017 № 676 «Об утверждении методики оценки технического состояния основного технологического оборудования и линий электропередачи электрических станций и электрических сетей».
8. ГОСТ Р 27.001-2009 Надежность в технике. Система управления надежностью. Основные положения. – М.: Стандартинформ, 2010. – 12 с.