

# Концепция «Технологии надежности» — комплексный подход для обеспечения надежности промышленного оборудования

**Р.А. Романов**

к.т.н., директор по маркетингу и сбыту<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ООО «Балтех», Санкт-Петербург, Россия

**Надежность и безопасность являются ключевыми факторами любого промышленного предприятия. Компания «Балтех» разработала новую стратегию комплексного подхода при эксплуатации, ремонте и диагностики разных типов промышленного оборудования. Концепция «Технологии надежности» это результат нашей пятнадцатилетней деятельности, и очередной этап в развитии нашей компании.**

**Данная концепция поможет обратить внимание специалистов всех уровней любого предприятия на основные проблемы и задачи, которые ежедневно являются камнем преткновения для нормальной и безаварийной работы технических подразделений всех индустриальных компаний.**

## Ключевые слова

надежность, безопасность, оптимизация, технический аудит, надежное оборудование

В свете последних событий и неустойчивости экономических показателей на рынке, для каждого предприятия остро стоит вопрос оптимизации всех своих промышленных активов, оптимизации и повышению уровня рентабельности. Руководители высшего звена постоянно думают о повышении рентабельности своего производства с минимальными финансовыми издержками. Оптимизация промышленного предприятия возможно по двум направлениям:

- 1) Повышение производительности труда всех подразделений. Проще говоря, тот же коллектив сотрудников должен выпустить больше продукции и оказать больше услуг (проведение ремонтов) за стандартный отчетный период;
- 2) Снижение затрат на обслуживание основных фондов и поддержку ресурсов (оборудование, заработная плата, ремонты). Этот путь предполагает, что при выпуске постоянного количества продукции мы снижаем и оптимизируем издержки на эксплуатацию и ремонт технологического оборудования, тем самым увеличивая рентабельность за отчетный период.

Компания «Балтех» имея пятнадцатилетний опыт в проведении технических аудитов механических и энергетических служб промышленных предприятий разработала вторую концепцию, помогающую снизить затраты на ремонт и эксплуатацию широкого спектра оборудования не снижая коэффициент надежности и не ухудшая требования промышленной безопасности. Новую комплексную стратегию мы назвали «Технологии надежности» — Reliability technologies. Многие предприятия знакомы с первой версией нашего стандарта, который назывался «Надежное оборудование» или «НО:2010» и развивался с нами до 2013 г.

Новая концепция основана на больших статистических данных по видам дефектов роторного (динамического) энергомеханического промышленного оборудования (рис. 1). В нашей клиентской базе находится более 1500 предприятий России, Казахстана, Белоруссии и Украины сегмента В2В. Статистика накапливалась нашими специалистами во время обучения и поставок диагностической аппаратуры в отделы главного механика и главного энергетика, а также виброналадочных работ с оборудованием нашим отделом технического сервиса. Основные задачи ставились нам предприятиями химического и нефтехимического комплекса, энергетике, металлургии, машиностроения, бумажной отрасли, трубопроводного транспорта и многих других отраслей нашей экономики.

Во всех отраслях, независимо от специфики эксплуатируемого вращающегося (динамического) оборудования, его «болезни»

и виды дефектов механизмов очень похожи.

Из нашей статистики мы определили только ключевые и весомые в процентном соотношении виды дефектов на различных типах машин и механизмов: насосы, компрессоры, вентиляторы, электродвигатели, турбины и редукторы.

На рис. 1, представлена статистика наиболее часто возникающих дефектов:

- Дефекты в подшипниковых узлах (качения и скольжения) — 31%;
- Расцентровка (несоосность) — 26%;
- Дисбаланс (неуравновешенность роторов) — 17%;
- Старение и износ смазочных материалов — 14%;
- Неточность сборки узлов и деталей (несоответствие геометрии) — 7%;
- Ослабления, вызванные износом, выработкой ресурса или человеческим фактором — 5%;
- Прочие виды дефектов, связанные со спецификой технологической машины — 3%.

Данные для анализа по статистическим параметрам мы использовали на базе 20 отделов надежности из разных отраслей и 20 предприятий, периодически обслуживаемых отделом технического сервиса компании «Балтех».

Базы статистических данных формировались с помощью портативных измерительных средств технической диагностики при ежемесячных обследованиях механического и энергетического оборудования:

- 1) Вибродиагностика выполнялась с помощью виброанализаторов CSI 2130 и CSI 2140;
- 2) Термография (контроль температуры) производилась с помощью многофункциональных тепловизионных камер BALTECH TR-01500 и новой камеры с матрицей 640x480 пикселей модели BALTECH TR-01800;
- 3) Трибодиагностика (анализ состояния масел и смазок) осуществлялась по параметрам вязкости и химическому составу с помощью портативной минилаборатории BALTECH OA-5100.

Анализ статистических данных за несколько лет показал, что дефекты подшипников качения на сегодняшний день все еще остаются одними из самых часто повторяющихся проблем. При детальном анализе и проведенном техническом аудите узлов были выявлены следующие причины появления дефектов в подшипниковых узлах: приобретение некачественных новых подшипников 50% случаев, не соответствующие условия хранения, не правильный монтаж подшипников при ремонтах, повышенные нагрузки при эксплуатации.

В качестве рекомендаций для локализации в будущем данных проблем и повышения

надежности подшипниковых узлов роторного оборудования были следующие: на этапе закупки подшипников отобрать надежных поставщиков, которые поставляют подшипниковую продукцию согласно требованиям ГОСТ 520-2011 или организовать участок входного контроля на базе комплекса «ПРОТОН СПП-УВХ». Чтобы избежать перекосов внутренних и наружных колец подшипников, а также обеспечить правильные допуски и посадки в узел, применять индукционные нагреватели и специализированный монтажный инструмент.

Второй сегмент дефектов (расцентровка и дисбаланс) чаще всего связан либо с изначальным применением не точных методов для наладки и ремонта оборудования, либо с развитием данных дефектов при эксплуатации (например, налипание частиц или износ рабочего колеса) механизма. В качестве рекомендаций и решений будет применение лазерных систем центровки с калиброванными пластинами и портативные приборы для балансировки в собственных опорах, а также балансировочные станки. В требованиях ГОСТ ИСО 1940-1-2007 требования по остаточному дисбалансу написаны для разных механизмов по классам точности G0.4, G1, G2.5, G6.3, ..., G4000. Для балансировки жестких роторов рекомендуется применять горизонтальные балансировочные станки серии VALTECH HBM (рис. 2).

Третий сегмент, обеспечивающий надежность и долговечность работы промышленного оборудования, это качество смазочных материалов. Только применением качественных масел и смазок можно увеличить работоспособность и безаварийность энергомеханического и гидравлического оборудования. Анализ причин показал, что проблема лежит в области неправильного смазывания, неверной периодичности смазывания или применения не тех типов масел и смазок. В качестве рекомендации был сформирован новый график проведения диагностических измерений портативными мини лабораториями, перейти на другой тип мазок, заменить типы уплотнений и установить стационарную систему автоматической смазки, которая позволяет в 3–4 раза сократить годовой объем используемых смазочных материалов за счет точного дозирования.

Контроль уровня температур и периодическое наблюдение за развитием температурных пятен с помощью тепловизоров выявил тенденции перегрева электродвигателей. Развитие дефектов в электромагнитных системах электрических машинах, появлялись как следствие первичных, и были классифицированы вторичным дефектом. Первичными дефектами являлись механические проблемы, а также дефекты смазок и масел. Температурный параметр всегда более инертный, и проявляется позже других параметров (например, вибрационного или трибологического). Термография применяется для диагностики электрооборудования, теплотехнического оборудования, а также для энергоаудита, как основной метод технической диагностики. Для механического оборудования методы обследования с помощью тепловизионных камер являются дополнительными, с помощью которых подтверждается тот или иной дефект, выявленный другой аппаратурой.



Рис. 1 — Виды дефектов динамического оборудования



Рис. 2 — Горизонтальный балансировочный станок VALTECH HBM



Рис. 3 — Комплекс мероприятий обеспечения надежности согласно концепции Технологии надежности

К последнему сегменту группы дефектов мы отнесли проблемы износа и выработки узлов, ослабление механических связей на выработавшем свой ресурс оборудовании, дефекты опор и фундаментов, а также трубные обвязки.

Причина появления этих дефектов лежала в области несовершенства технологии ремонта и периодической метрологической аттестации станочного оборудования. Например, с помощью лазерных систем выверки геометрии была проверена плоскостность фундаментов. По требованиям СНИП отклонение от горизонта должно быть не более 0,4 мм/м. Не везде данная величина была в допуске, в связи с тем, что фундаменты были залиты более 20 лет назад и их никто не проверял.

Контроль геометрии (прямолинейность, плоскостность, перпендикулярность, параллельность) очень важная метрологическая задача для станочного оборудования и машин и механизмов, которые выработали свой ресурс (обычно это срок эксплуатации более 15 лет). Требования стандартов ГОСТ 27843-2006 (ISO 230-2-1997) и ГОСТ Р 53442-2009 (ISO 1101-2004) регламентируют точности сопряженных деталей.

На рис. 3 представлены рекомендуемые направления, которые помогают обеспечить надежность работы динамического оборудования. Применяя комплексный подход по стратегии «Технологии надежности» — Reliability technologies любое промышленное предприятие может значительно снизить финансовые затраты на обслуживание, сократить время ремонтов, снизить объем необходимого склада запасных частей, а также обеспечить безопасную и безаварийную работу энергомеханического оборудования.

Компания «Балтех» рекомендует всем техническим подразделениям заказать у нашей компании услугу по проведению технического аудита или провести данную процедуру собственными силами, привлекая к анализу статистических данных по видам дефектов и типам машин, собственных опытных аналитиков. Обычно несколько специалистов с определенным складом ума есть на каждом предприятии. Необходимо из них создать временную группу для повышения надежности и определения самых «слабых» звеньев, ведь не секрет, что надежность любого сложного технического объекта равна надежности самого «слабого» узла. Очень важным моментом повышения эффективности работы специалистов является система мотивации и стимулирования. Она должна быть выстроена на основе внедрения итоговых экономически выгодных результатов, выполненных этапов технического аудита.

Последней рекомендацией нашего предприятия является пересмотр экономических и производственных показателей и точный расчет всех ресурсов (людских, инструментальных, коэффициенты изношенности оборудования, паспортизация оборудования, унифицированность применяемого оборудования). Необходимо заранее рассчитать эффективность от внедрения средств технической диагностики и новых технологий ремонта, в противном случае переходить на аутсорсинговые схемы. Если выгоднее привлекать сервисные компании для обслуживания, то надо по этапам произвести реорганизацию предприятия.

#### Итого

Аттестация специалистов и периодическое повышение квалификации персонала должна проводиться в наукоёмких и

зарекомендовавших себя компаниях, которые должны проводить обучение по всем необходимым теоретическим вопросам с практическими занятиями. Наша компания приглашает всех заинтересованных технических специалистов на наши специализированные курсы.

Расписание занятий вы можете увидеть на нашем сайте [www.baltech-center.ru](http://www.baltech-center.ru)

#### Выводы

Концепция «Технологии надежности» является комплексной стратегией для обеспечения надежности промышленного оборудования, но мы не претендуем на совершенство. Если у Вашего предприятия есть большой объем статистических данных по своим типам технологического оборудования, а также имеется положительный опыт применения прочих средств технической диагностики (например, дефектоскопия, акусто-эмиссионные системы, параметрическая диагностика и прочее), то вы можете составить свою карту обеспечения надежности технически сложных объектов.

Любое предприятие, как живой организм постоянно развивается и изменяется и вы должны уметь оперативно реагировать и измерять уровень надежности любого технологического оборудования. Желаем всем удачи в решении интересных инженерных задач.



ООО «Балтех»

194044, РФ, г. СПб, Ул. Чугунная, 40

Тел./факс: +7 (812) 676-70-54,

+7 (812) 335-00-85

E-mail: [info@baltech.ru](mailto:info@baltech.ru)

Internet: [www.baltech.ru](http://www.baltech.ru)

ENGLISH

DIAGNOSTICS

## "Reliability technologies" concept — an integrated approach to ensure the industrial equipment reliability

UDC 620.1

#### Author:

Roman A. Romanov — ph.d., marketing and sales director<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Baltech LLC, St. Petersburg, Russian Federation

#### Abstract

Reliability and safety are key factors in any industrial enterprise. "Baltech" developed a new strategy for an integrated approach in the operation, repair and diagnostics of various types of industrial equipment. "Reliability technologies" is the result of fifteen years of our activity and the next stage in the progress of our company. This concept will help to draw the attention of specialists at all levels of any company on the main issues and challenges that are a stumbling block on a daily basis for normal and trouble-free operation of all technical departments of industrial companies.

#### Results

Certification of specialists and regular staff training should be conducted in high-tech and proven companies that need to train all the necessary theoretical issues with practical exercises.

We invite all interested technicians at our specialized courses. You can check a timetable on our website [www.baltech-center.ru](http://www.baltech-center.ru)

#### Conclusions

"Reliability technologies" concept is an integrated strategy to ensure the reliability of industrial equipment, but we do not claim perfection. If your company has a large amount of statistical data on types your equipment and has a positive

experience of using other means of technical diagnostics (e.g., inspection, acoustic-emission systems, parametric diagnostics, etc.), then you can make your own card to ensure the reliability of technical complex objects.

Any enterprise as a living organism is constantly evolving and changing, and you must be able to respond quickly and estimate the level of reliability of any process equipment. Good luck in solving of interesting engineering challenges.

#### Keywords

reliability, safety, optimization, technical audit, reliable equipment