

Влияние высокоточной диагностики состояния оборудования на экономику промышленных предприятий

О. Ю. Правда, Н. А. Яроцкая

Рассмотрены современные инструменты и методы диагностирования технического состояния производственного оборудования.

Произведена оценка потенциальных экономических выгод от применения высокоточной диагностики производственного оборудования и ее влияние на экономику предприятия в целом.

Ключевые слова: диагностика оборудования, вибродиагностика, оценка технического состояния оборудования, простои оборудования, финансовые потери предприятия, экономические выгоды предприятия, сокращение затрат, повышение производительности

DOI: 10.22184/2499-9407.2022.27.2.78.81

Экономические выгоды, как основа для внедрения изменений

В современных условиях необходимость автоматизации производственных бизнес-процессов и внедрения ИТ систем на производстве обязательно требует технико-экономического обоснования. Именно те решения, экономический эффект которых очевиден, завоевывают место в авангарде научной и практической парадигмы развития. Естественно, процессы ТОиР (технического обслуживания и ремонта), всегда являвшиеся одними из ключевых для обеспечения производства, не являются исключением.

Влияние системы ТОиР на ключевые потери предприятия

Если рассмотреть ключевые операционные потери промышленных предприятий, то выяснится, что неэффективная организация системы ТОиР влияет на каждую из них (табл. 1). Наибольшее влияние на простои производства и излишние затраты оказывает система ремонтов (ТО остается «по регламенту», как по срокам выполнения, так и по составу работ). Исходя из обозначенных ниже связей можно сделать вывод, что первые руководители предприятий заинтересованы в повышении эффективности системы ТОиР,

Таблица 1. Ключевые операционные потери промышленных предприятий

| Ключевые потери, влияющие на прибыль | Влияние ТОиР | Степень влияния |
|--------------------------------------|---|-----------------|
| 1. Сниженная производительность | Простои оборудования в ремонтах и ожидании ремонтов | Очень высокая |
| 2. Излишние затраты | Дорогие ремонты | Высокая |
| 3. Излишние запасы | Большие страховые запасы | Средняя |
| 4. Брак и некондиция | Брак из-за неполадок и сбоев в работе оборудования | Средняя |

в первую очередь, из-за возможности сокращения потерь и повышения финансового результата всего предприятия. Именно формулирование данного определения является одной из главных целей данной статьи, так как это определение существенно расширяет классическое понимание влияния ТОиР исключительно на затраты.

Место диагностики в процессах ТОиР

Прежде чем перейти к описанию конкретных экономических выгод для промышленных предприятий от эффективного процесса ТОиР, есть смысл обозначить ключевой под-процесс, качество которого долгое время оставалось недооцененным, но который оказывает самое сильное влияние на качество всего процесса ТОиР (от момента планирования ремонтов, до момента выполнения работ). Речь идет о диагностике (рис. 1).

Именно точность диагностики задает основу всему процессу ремонтов. Качество диагностики позволяет определить следующие параметры, важные для эффективного исполнения ремонта оборудования:

- заблаговременное планирование вида / типа и объемов ремонтных работ и состав требуемых специалистов – упрощает работу ремонтных служб;
- заблаговременное планирование состава и сроков закупок запасных частей – упрощает процесс закупок и финансирования;
- заблаговременное планирование остановки производства для ППР – упрощает работу производственных и коммерческих служб.

Эффективная диагностика

Эффективная диагностика состояния промышленного оборудования позволяет точно, заблаговременно и информативно оценить текущее состояние ключевых узлов и агрегатов оборудования. Именно такая диагностика позволяет максимально влиять на сокращение обозначенных ранее ключевых потерь предприятия при выполнении ремонтов.

Именно высокоточная диагностика позволяет промышленным предприятиям переходить на наиболее эффективный метод организации планово-предупредительных ремонтов (ППР) «по состоянию» и минимизировать количество регламентных ППР «по наработке». Данный метод организации ППР широко применен в индустриально развитых странах. Например, в NASA стандарт введен с 1996 года, что позволило существенно сократить

бюджеты на ТОиР и количество внеплановых отказов оборудования. NASA послужил наглядным положительным примером для множества мировых лидеров промышленности, а также для многих производителей промышленного и диагностического оборудования. В настоящее время наиболее эффективным методом высокоточной диагностики является «глубокая вибродиагностика» на основе разработанных математических моделей различного типа оборудования.

Но стоит учесть, что применение высокоточной вибродиагностики на всем имеющемся оборудовании может быть затратным для предприятий с большим станочным парком и требуется предварительная фокусировка на наиболее проблемном оборудовании, которую, в свою очередь, позволяет сделать предварительная оценка технического состояния станочного парка.

Из известных применяемых методов оценки технического состояния станочного оборудования отметим методику оценки технического состояния металлообрабатывающего оборудования (ОТС МОО), которая позволяет получить оперативную, единовременную, сопоставимую сводную информацию о техническом состоянии станочного парка предприятия. Методика позволяет посредством заполнения понятных и простых анкетных форм по каждой единице оборудования определить коэффициент оценки технического состояния ($K_{отс}$) и сфокусировать высокоточную вибродиагностику на оборудовании, требующем первоочередных процедур ТОиР.

Методы ОТС МОО и методы инструментальной безразборной диагностики, в первую очередь вибродиагностики, дополняют друг друга, давая исчерпывающую информацию для качественного планирования процессов ТОиР.

Детализация экономических эффектов от эффективной организации системы ТОиР, основанной на высокоточной диагностике дорогостоящего оборудования

Влияние эффективности системы ТОиР на производительность

Анализ причин возникновения простоев производственного оборудования показывает, что одной из главных причин возникновения простоев являются поломки оборудования. Именно поломками наиболее часто обосновывают срывы производственных планов и срывы сроков производства. Практически все директора по производству

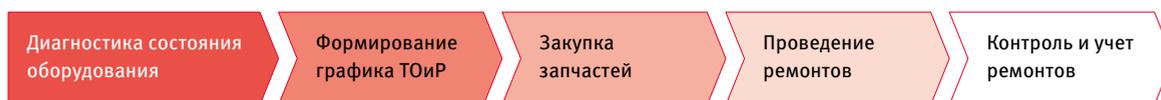


Рис. 1. Структура процесса планирования ремонтов



Рис. 2. Экономические выгоды предприятия от применения диагностики

крупных промышленных предприятий называют ТОиР одним из ключевых процессов, влияющих на производительность (табл. 2).

Таблица 2. Факторы влияния ТОиР на производительность

| Выгоды | Влияние ТОиР и высокоточной диагностики | Экспертная оценка выгод |
|--|--|---|
| Повышение производительности за счет снижения простоев оборудования в ремонтах | Сокращение времени в ремонтах за счет сокращения работ при регламентных ППР | Повышение производительности оборудования на 15–20% |
| | Сокращение времени в ремонтах за счет сокращения количества аварийных и внеплановых ремонтов | |
| | Сокращение времени простоя в неисправном состоянии в ожидании срочных поставок запчастей | |

Таблица 3. Влияние повышения производительности оборудования при различном уровне загрузки

| Производство с высокой загрузкой | Производство с низкой загрузкой |
|---|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Повышение объемов выпуска на 15–20% 2. Увеличение оборота на 15–20% 3. Повышение прибыли на 15–50% 4. Сокращение случаев срыва производственных планов на 50% | <ol style="list-style-type: none"> 1. Сокращение времени производственного цикла на 10–20% 2. Сокращение случаев срыва сроков заказов на 50% |

Таблица 4. Факторы влияния ТОиР на затраты

| Выгоды | Влияние высокоточной диагностики | Экспертная оценка выгод |
|----------------------------|--|---|
| Снижение затрат на ремонты | Сокращение стоимости запчастей из-за повышения плановости закупок | <ol style="list-style-type: none"> 1. Сокращение затрат на ремонты на 25–50% 2. Сокращение себестоимости выпускаемой продукции на 3–10% |
| | Сокращение количества используемых запчастей и составляющих за счет максимального использования доремонтного и межремонтного ресурса | |
| | Сокращение объема ремонтных работ и трудозатрат на их выполнение (включая сторонние сервисные контракты) | |
| | Повышение срока службы оборудования | |

Повышение производительности оборудования может приводить к экономическим выгодам для всего предприятия (табл. 3).

Влияние эффективности системы ТОиР на затраты и себестоимость продукции

Применение высокоточной диагностики и переход на проведение ремонтов «по техническому состоянию» позволяет существенно сократить потребность в финансировании и необходимости срочного поиска «дорогих» денег на аварийные закупки (табл. 4). Это становится возможным за счет того, что существенно увеличивается горизонт точного планирования потребности в ремонтах и запчастях.

Влияние эффективности системы ТОиР на уровень запасных частей

Практически на всех промышленных предприятиях одним из самых популярных способов борьбы с простоями при аварийных и внеплановых ремонтах является формирование страховых и аварийных запасов запчастей. Это позволяет

Таблица 5. Факторы влияния ТОиР на запасы

| Выгоды | Влияние высокоточной диагностики | Экспертная оценка выгод |
|--|---|--|
| Сокращение потребности в запасах запасных частей | Сокращение страхового уровня запасов, за счет снижения количества внеплановых поломок | 1. Снижение уровня запасов запасных частей на 50% 2. Снижение общего уровня запасов предприятия на 10–20% |
| | Сокращение текущего уровня запасов запасных частей за счет снижения общей потребности запчастей при ППР | |
| | Сокращение случаев возникновения невостробованных и неликвидных ТМЦ | |

Таблица 6. Факторы влияния ТОиР на снижение брака

| Выгоды | Влияние ТОиР и высокоточной диагностики | Экспертная оценка выгод |
|---|---|--|
| Сокращение процента брака из-за неполадок и сбоев в работе оборудования | Высвобождение мощностей производства, затрачиваемых на производство и / или переработку брака | 1. Сокращение до 50% количества брака и некондиции 2. Повышение производительности предприятия на 5% 3. Сокращение производственных затрат и себестоимости на 1–2% |
| | Сокращение материальных затрат на сырье и материалы для бракованных заготовок | |

существенно сократить сроки ожидания поставок при внеплановых поломках, а также снизить стоимость дорогих запчастей, заказываемых в срочном порядке (табл. 5). Такая «волшебная таблетка» имеет обратную сторону – в виде большого количества замороженных средств в запасах запчастей, что может становиться существенной проблемой для бизнеса. Повышение точности планирования потребности и сроков ремонтов позволяет существенно сократить потребность в запасах ТМЦ и высвободить существенную долю финансовых средств предприятия, а также остановить появление большого количества низкооборотимых запасов, зависших на складах ввиду их невостробованности.

Влияние эффективности системы ТОиР на уровень брака и некондиции предприятия

Одним из ключевых факторов возникновения брака в процессе производства (особенно на металлообрабатывающих предприятиях) являются неполадки и сбои в работе оборудования. Известно, что некоторые важные узлы оборудования могут со временем эксплуатации не обеспечивать точность обработки, влияющей на качество изготовления деталей, но при этом не выходить из строя. Данные дефекты очень трудно обнаружить, но еще труднее предсказать заранее. При этом они могут существенным образом влиять на процент брака как готовой, так и незавершенной продукции (табл. 6). Ключевыми потерями предприятия при возникновении брака являются потери производительности (производим брак) и материальные потери на испорченные заготовки.

Заключение

Предлагаемая статья наглядно показывает, каким образом эффективность системы ремонтов влияет на ключевые показатели деятельности промышленных предприятий: производительность, себестоимость, клиентский сервис, брак и запасы, что формирует новое понимание важности системы ремонтов не только для главных инженеров и механиков, но и для владельцев бизнеса и топ-менеджмента.

При этом эффективность самой системы ремонтов обуславливается переходом от ППР «по наработке» к ППР «по состоянию», что становится возможным только с применением высокоточной и информативной диагностики оборудования.

Наиболее эффективным вариантом такой диагностики является вибродиагностика, позволяющая безразборным методом выявлять основные дефекты оборудования, формировать качественные планы ремонтов и закупок и предотвращать дорогостоящие аварийные ремонты.

Для ускорения достижения экономических эффектов предприятиям рекомендуется совмещать высокоточную вибродиагностику и методику оценки технического состояния металлообрабатывающего оборудования (ОТС МОО).

Авторы

Правда Олег Юрьевич –

эксперт по диагностике центра «Промышленная автоматизация» ПАО «Мобильные ТелеСистемы»

Яроцкая Наталья Александровна –

эксперт по экономике центра «Промышленная автоматизация» ПАО «Мобильные ТелеСистемы»