

## ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ К УПРАВЛЕНИЮ АКТИВАМИ ДЛЯ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

А.В. Ефремов (Компания Schneider Electric)

Показано, что современные инновации, такие как мониторинг состояния, предиктивная аналитика, машинное обучение, периферийные вычисления и пр. позволяют горнодобывающим предприятиям оптимизировать стратегию технического обслуживания активов и увеличить производительность.

Ключевые слова: управление производственными активами, прогнозное техническое обслуживание, аналитика, средства измерения, периферийные вычисления, мобильные технологии.

### Ведение

В настоящее время в горнодобывающей промышленности отмечается падение производительности по сравнению с показателями десятилетней давности в связи с увеличением интенсивности технологического процесса, вызванным постоянным снижением качества руды, а также ростом расходов на энергию, расходные материалы и оплату труда. В сложившейся ситуации горнодобывающие компании ищут способы наиболее полного использования своих основных фондов для повышения производственной эффективности.

На производственную эффективность оказывают влияние, в том числе управление активами, оборудованием, цепочками поставок и др.

Под управлением активами будем понимать мероприятия по техническому обслуживанию и эффективному использованию подвижного или стационарного оборудования.

### Управление производственными активами

Представление об иерархии активов связано с пониманием связи между высшим уровнем оборудования в рамках производства и нижестоящими уровнями, представленными его деталями и вспомогательными частями. Иерархия активов (рис. 1) критически важна для понимания расходов и производительности оборудования, а также определения точек приложения усилий для ее улучшения. Она также позволяет организациям, проводящим техническое обслуживание, планировать мероприятия в более глобальном масштабе по сравнению с их выполнением в виде небольших отдельных действий, направленных на разные детали одного и того же оборудования. Она также способствует пониманию распределения расходов и облегчению сравнительного анализа технологических операций.

Управление активами представляет собой сочетание мероприятий по поддержанию производительности

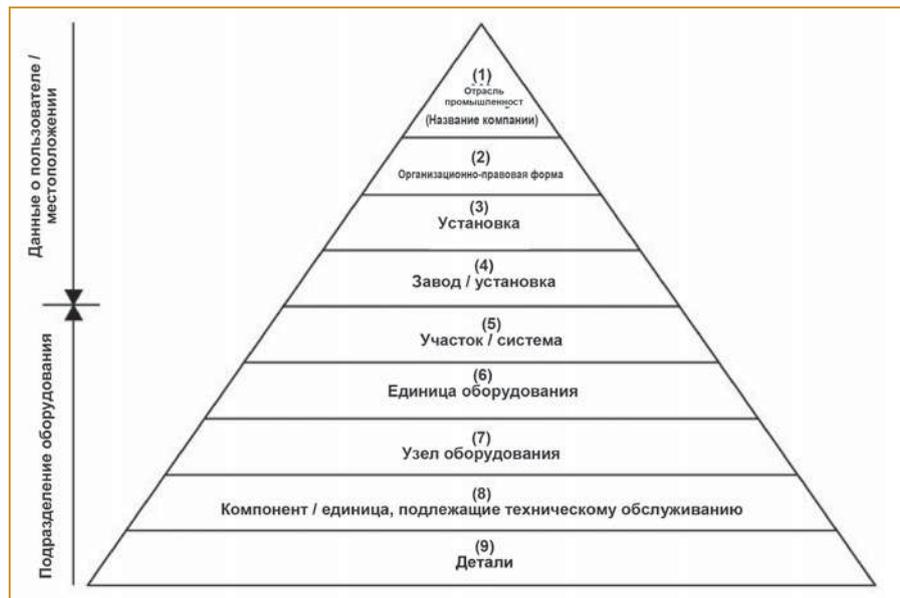


Рис. 1. Классификация активов на основании стандарта ISO/DIS 14224

и техническому обслуживанию активов, которые выполняются параллельно (рис. 2). Целостный подход к управлению активами является залогом непрерывного повышения эффективности производства (рис. 3).

Рассмотрим мероприятия, которые необходимо реализовать на предприятии в рамках методологии непрерывного совершенствования: анализировать, действовать и визуализировать.

### Анализировать

**Контроль состояния.** Технологическое обслуживание по состоянию ориентируется на физическое состояние оборудования и его функционирование. Данный подход применим, когда измеряемый параметр является хорошим индикатором возможной неисправности. Состояние должно определяться при помощи логики, основанной на правилах, в рамках которой правило не меняется в зависимости от загрузки, условий окружающей среды или эксплуатации.

**Предиктивная аналитика** (машинное обучение/усовершенствованное распознавание образов). Решения для прогнозной аналитики активов обеспечивают раннее оповещение об отказе оборудования и нештатных условиях эксплуатации, которые могут пройти незамеченными при использовании традиционных способов технического обслуживания [1].



Рис. 2. Схема мероприятий по управлению активами

Современная прогнозная аналитика активов использует технологии усовершенствованного распознавания образов и машинного обучения. Программное обеспечение изучает уникальный рабочий профиль оборудования с учетом загрузки, условий окружающей среды и режимов эксплуатации. Существующая эталонная информация об оборудовании используется аналитической системой для сравнения с эксплуатационными параметрами, получаемыми в режиме реального времени. В результате появляется возможность определить малейшие отклонения от ожидаемого поведения оборудования и сгенерировать сигналы тревоги. При выявлении проблемы программное обеспечение анализирует основные причины и выполняет диагностику неполадок.

**Выявление отклонений от нормального состояния.** Для отдельных низкоуровневых устройств функции

прогнозирования или усовершенствованного машинного обучения являются избыточными. Для них необходимо лишь выявление отклонений от нормального состояния, представляющее собой свойство машинного обучения (на основании архивных данных технологического процесса), которое анализирует входящие данные по активам и автоматически обнаруживает их любые нестандартные образы. Инструмент обобщает эти нестандартные данные и посылает пользователю сигнал о наблюдаемых тенденциях и образах данных, которые могут потребовать дальнейшего изучения и анализа.

Преимуществом подхода является его полная автоматизация. Для его запуска требуется только набор эталонных данных. С увеличением накопленных наборов данных усовершенствуется способность инструмента выявлять отклонения от нормального состояния, то есть со временем полезность данного инструмента растет.



Рис. 3. Цикл непрерывного повышения эффективности производства

### Действовать

Инструменты управления процессами и порядком работы оборудования помогают в запуске мероприятий по техническому обслуживанию активов и управлению ими. Они могут также назначать задания персоналу или автоматически выполнять задания, где это применимо. Они помогают пользователям лучше планировать и разрабатывать мероприятия по техническому обслуживанию, увеличивая таким образом период непрерывной эксплуатации оборудова-

дования, уменьшая незапланированные простои, снижая расходы и обеспечивая высокую производительность труда.

#### Визуализировать

*Общая эффективность оборудования в режиме реального времени (OEE)* служит критерием эффективности использования оборудования. Она представляет собой соотношение объемов произведенных продуктов и продуктов, которые могли бы быть произведены при идеальных условиях.

Снижение производительности в процессе эксплуатации может происходить вследствие:

- недостаточного спроса на продукцию;
- неготовности оборудования;
- медленной работы или недостаточной производительности процесса или оборудования;
- низкого качества производства или доводки продукта.

На рис. 4 проиллюстрирована зависимость общей эффективности использования оборудования от применяемой стратегии его технического обслуживания. Из рисунка видны явные преимущества использования проактивного и предиктивного подходов.

Простой активов должен рассматриваться не как отказ оборудования, а как комплексная система в рамках производительности активов и повышения эффективности предприятия. Возможные причины снижения производительности активов:

- вывод оборудования на производственную мощность;
- проблемы при пуске;
- дополнительный износ оборудования;
- дополнительное время, необходимое для восполнения упущенного объема производства;
- потери энергии;
- плата за простои или штрафы за задержку груза.

Использование современных информационных систем управления активами позволяют оперативно собирать производственные данные, а основное внимание уделить анализу данных и решению производственных проблем.

#### Вспомогательные технологии для управления активами

Большая часть технологий, описанных выше, подразумевает использование ПО. Тем не менее, ПО само по себе не может предоставлять результаты, для его работы требуются входные данные и соответствующая инфраструктура для их передачи между различными производственными уровнями. Рассмотрим эти технологии подробнее.

*Подключаемые устройства и датчики.* В некоторых случаях ПО прогнозной аналитики не сможет предоставить объективных результатов по причине отсутствия или неэффективности КИПиА. Эта ситуация демонстрирует ключевой принцип: «невозможно управлять тем, что не измеряется».

Современный уровень развития КИПиА позволяет производителям выпускать приборы требуемой точности по вполне адекватной стоимости. Разумеется, существует риск того, что дешевая технология производства датчиков приведет к избыточному потоку бесполезной информации.

*Мобильные проверки.* Многие зоны на производственной площадке все еще требуют физического присутствия человека для выполнения технического обслуживания или проведения визуальных проверок. Даже при наличии точных датчиков некоторые зоны находятся вне пределов сети и поэтому требуют проверки в ручном режиме и составления отчетов.

Однако проверки, выполняемые в ручном режиме, имеют ряд недостатков. Бумажные технологические карты неэффективны по своей природе и могут привести к ошибкам, таким как пропуск возможных проблем, ввод ошибочных исходных данных или отвлечение в ходе процесса, например, на другие документы. Ошибки могут привести к серьезным проблемам, влекущим за собой повреждение оборудования или небезопасные условия эксплуатации.

Современные системы мобильной проверки минимизируют многие из потенциальных проблем, а также предоставляют ряд преимуществ по сравнению с электронной технологической картой. Мобильные системы обеспечивают стандартизацию процедур и соответствие информации, а также предоставляют простой в применении интерфейс для сбора данных от КИПиА, например, от температурных датчиков.

После завершения проверки система автоматически скачивает данные в централизованное приложение для технического обслуживания, и таким образом множество данных, собранных разными сотрудниками, может быть автоматически объединено в один отчет.

Также подобные системы могут генерировать рабочие процессы и запускать работы, необходимые для устранения потенциальных проблем.

*Периферийный сбор данных/управление в режиме реального времени.* В иерархии производственных информационно-управляющих систем выделяют уровень, отвечающий за сбор данных от датчиков, обработку информации и передачу ее на высший уровень приложений и аналитики. На современном этапе эти функции спускаются на уровень полевых приборов. Периферийные вычисления — это обработка данных и управление ими, выполняемые локально в АСУТП, а не на удаленном сервере. Такой подход актуален для критически важных промышленных приложений и оборудования, требующих отслеживания производительности в режиме реального времени и точности операций. Новой тенденцией технологий данного типа является расширенное использование оборудования технологического контроля, осуществляющего как управление в режиме реального времени, так и функцию управления данными.



Рис. 4. Общая эффективность оборудования в соответствии со стандартными мероприятиями по техническому обслуживанию

#### Решение по управлению активами для компании MMG

Компания MMG — мировой лидер горнодобывающей промышленности. Компания занимается управлением и разработкой проектов, связанных с добычей различных металлов в Австралии, Демократической республике Конго, Лаосе, Перу и других странах. Компании MMG требовалось решение для стандартизации процессов управления активами всех горнодобывающих операций. Оно должно было обеспечить глобальное понимание общей эффективности оборудования, чтобы усовершенствовать технологию работы и в конечном итоге повысить производительность.

В рамках решения по управлению активами был применен опережающий индикатор эффективности оборудования. Данное решение получает информацию от существующих КИПиА в реальном времени и представляет данные в доступном для понимания формате операторам и на уровень руководства, позволяя проиграть производственную ситуацию не только на текущий момент, но и на опережение. Улучшенное отображение производственной ситуации позволило операторам оптимизировать технологический процесс в режиме реального времени и устранять недостатки точно перед точкой отказа при сохранении максимально стабильного уровня выработки. Это привело к измеримому повышению общей эффективности оборудования, значительному росту производства и сокращению эксплуатационных расходов.

Одним из ключевых факторов успеха проекта стало определение верного расположения точек измерения. Было важно определить точки ограничения при любых остановках или нарушениях нормального хода производства. Это означало необходимость достижения определенного уровня автоматического считывания данных на уровнях КИПиА и сбора данных. Данная задача была решена до начала проекта автоматизации.

*Ефремов Алексей Владимирович — директор департамента по развитию бизнеса «Промышленная автоматизация» компании Schneider Electric.  
[Http://www.schneider-electric.ru/ru/](http://www.schneider-electric.ru/ru/)*

Также выполнение проекта было подкреплено проактивным подходом к управлению изменениями, включавшим ролевое обучение, что внесло существенный вклад в адаптацию технологии наряду с грамотно составленными отчетами об общей эффективности оборудования, которые ежедневно распространялись среди операторов и руководства.

Решение по использованию активов в настоящее время полностью интегрировано в процессы MMG и продолжает окупать первоначальные расходы на ее внедрение и приносить ощутимые выгоды, которые включают следующее:

- существенное повышение производительности;
- выявление точек ограничения (проблемные места) процесса и показателей роста производительности;
- обеспечение понятного анализа основных причин (встроенная возможность детального изучения);
- обеспечение четкого понимания пути достижения оптимальной производительности;
- улучшение управления активами, ресурсами и процессами;
- повышение эффективности управления активами  $\geq 10\%$  по всем производственным площадкам.

#### Заключение

Выгоды, связанные с использованием технологий управления активами, очевидны и доказаны; пользователи стратегий прогнозного технического обслуживания имеют более высокую производительность по сравнению с теми, кто не применяет данные стратегии. Исследования показывают [2], что компании, лидирующие в своей отрасли, достигают общей эффективности оборудования  $> 90\%$  и сокращения расходов на техническое обслуживание  $\geq 30\%$  по сравнению с компаниями, использующими реактивную стратегию и имеющими общую эффективность оборудования на среднем уровне  $14,8\%$  и нулевое сокращение расходов на техническое обслуживание. Инициативы по повышению эффективности использования активов, как правило, позволяют достигать общего увеличения производительности на  $10...20\%$ .

#### Список литературы

1. Управление активами: применение аналитики в целях диагностического технического обслуживания. Aberdeen Group. 2013.
2. Мобли Р. Кейт. Справочник инженера промышленного предприятия. В 2-х томах. ЗАО "Премиум Инжиниринг". 2007.