

Подходы к оценке технического состояния оборудования

Д. В. Федоров¹, Ю. И. Михайлов²

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет
«ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)
vfedorovd@bk.ru¹, yuim@yandex.ru²

Аннотация. Производители зачастую ограничиваются разработкой системы планово-предупредительного ремонта. В мире сейчас наблюдается тенденция к внедрению инструментов бережливого производства. Современные организации при всех своих возможностях не уделяют должного внимания оценке технического состояния оборудования с дальнейшей целью его обслуживания по факту необходимости. Вся система обслуживания строится на планово-предупредительном ремонте и обслуживании по факту отказа оборудования. Статья посвящена подходам к оценке технического состояния оборудования, процессу оценки технического состояния и возможностям, которые есть у организаций для оценки технического состояния оборудования.

Ключевые слова: всеобщий уход за оборудованием; наработка на отказ; планово-предупредительный ремонт; контрольные карты шухарта; техническое состояние; оборудование

I. СПОСОБЫ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ

Техническое состояние оборудование – состояние оборудование, при котором оно может поддерживать заданные регламентационной документацией параметры [1].

Производители по-разному подходят к оценке технического состояния оборудования. Современный инструментарий очень широк и позволяет производителям учитывать особенности организации при организации системы оценки технического состояния оборудования.

Рассматривая техническое состояние оборудования, можно выделить основные составляющие: физический износ оборудования (появление ржавчины, коррозии и т.д.), моральный износ оборудования (устаревание), базовое состояние. Выделенные составляющие технического состояния оборудования позволяют обратить внимание лишь на один из факторов, который требует глобальной оценки – базовое состояние. Физический и моральный износ оборудования – проблема времени, на которую не могут воздействовать производители. Физическому износу подвержено любое оборудование, которое находится в эксплуатации. Моральный износ – проблема технического прогресса общества.

Базовое состояние оборудования – состояние, при котором оборудование в полной степени способно выполнять предписанные ему задачи. Оценка текущего и базового состояния позволяет производителю принимать решение о необходимости обслуживания и приведения оборудования к исходному состоянию.

В современном мире существуют следующие способы оценки технического состояния оборудования:

- наработка на отказ;
- планово-предупредительный ремонт;
- всеобщий уход за оборудованием (TPM);
- обслуживание по факту отказа;
- остаточный полезный срок службы;
- система предсказательного обслуживания.

Наработка на отказ

Согласно ГОСТ 27.002-2015, отказ – событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния объекта. В соответствии с ГОСТ 27.002-2015 выделяют следующие виды наработки: наработка до отказа и наработка между отказами (частный случай наработки до отказа, применимый к восстанавливаемым объектам) [2]. Сама идея данного подхода заключается в том, что у организации есть определенный массив статистических данных, на основании которого разрабатывается система обслуживания оборудования. То есть, организация знает, что оборудование отказывает каждый 360 часов, значит каждые 360 часов его необходимо обслуживать. Данный подход не является эффективным, потому что по сути ложится в основу планово-предупредительного ремонта, система которого является очень дорогостоящей. Сам наработка на отказ в организации считается, как частное от суммы часов, которое оборудование проработало до отказа, на количество отказов оборудования.

Планово-предупредительный ремонт

Планово-предупредительный ремонт – система, при которой организация разрабатывает комплекс мероприятий, которые должны предупреждать износ и поддерживать работоспособное состояние оборудования [3]. Отличие от статистического показателя «наработка на отказ» заключается в том, что система планово-предупредительного ремонта применяется ко всему парку оборудования в организации, а наработка на отказ может применяться к отдельным единицам оборудования. Сама идея системы планово-предупредительного ремонта является очень дорогостоящим мероприятием, при котором организация в выбранный промежуток времени обслуживает свой парк оборудования. Рассматриваемая система сопровождается внеплановым обслуживанием, которое необходимо для оперативного устранения возникающих отказов. Система планово-предупредительного ремонта исключает возможность ускоренного физического износа оборудования, предусматривает предварительную и своевременную замену узлов, деталей. Положения о планово-предупредительных ремонтах разрабатываются и утверждаются отраслевыми министерствами и

ведомствами. Планово-предупредительный ремонт является обязательным для выполнения.

Всеобщий уход за оборудованием (TPM)

Всеобщий уход за оборудованием, всеобщее обслуживание оборудования – инструмент бережливого производства. Является комплексным подходом к уходу за оборудованием, целью которого является достижение уровня производства, при котором отсутствуют поломки, остановки, брак. В основе TPM лежит проактивный и превентивный подходы, при которых операторы оборудования самостоятельно устраняют поломки, если они происходят и заботятся об оборудовании, чтобы предотвратить поломки. TPM складывается из трех составляющих: профилактическое обслуживание, всеобщий контроль качества и вовлеченность всего персонала [4]. Основное отличие TPM от традиционных способов оценки состояния оборудования заключается в том, что ответственность за оценку возлагается на оператора, а не на сервисное подразделение, которое занимается обслуживанием. Оператор, как конечный потребитель оборудования, первым замечает ухудшение технического состояния, поэтому может самостоятельно принимать решение об обслуживании оборудования. Недостатки данного способа оценки технического состояния оборудования заключаются в том, что оператор должен не только оценить состояние, но и принять меры по устранению ухудшения состояния. Оператор, будучи рабочим, может не обладать достаточными компетенциями для устранения неисправности и предупреждения отказа, следовательно, необходимо обучение и повышение квалификации, а при повышении квалификации повышается ценность работника на трудовом рынке, что в свою очередь ведет к повышению заработной платы. Подобные затраты зачастую не воспринимаются организациями, что приводит к возврату к системе планово-предупредительного ремонта, наработке на отказ.

Обслуживание по факту отказа

Данный способ неизбежно используют все производители, которые считают, что отремонтировать дешевле, чем купить что-то новое. Недостаток данного способа оценки технического состояния оборудования заключается в том, что оборудование уже отказало, техническое состояние оценивать смысла нет, нужно действовать и приводить оборудование в базовое состояние. Ключевой проблемой при данном способе оценки является остановка потока создания ценности. В момент отказа оборудования производитель не может создавать ценность для потребителя, пока не перераспределит поток создания ценности или не проведет восстановительные работы оборудования. Возвращаясь к терминологии бережливого производства – затраты из-за простоя оборудования, затраты на восстановление, которые мы могли предотвратить, но не сделали этого.

Остаточный полезный срок службы

При данном способе производитель ориентируется не на техническое состояние оборудования, а на общее время эксплуатации оборудования и заявленный полезный срок использования оборудования в соответствии с документацией [5]. Сама идея способа заключается в том, что производитель знает, сколько уже работает оборудование и сколько оно может проработать еще. Далее производитель, условно, расставляет определенные

маркеры, в которых он будет обслуживать оборудование. Подобная система напоминает планово-предупредительный ремонт, но данную систему можно настроить на отдельную единицу оборудования, а не на весь парк. Ключевое отличие от системы планово-предупредительного ремонта заключается в том, что при переходе рубежа полезного срока использования оборудования – используемое оборудование заменяется на новое, потому что дальнейшее использование оборудования, исчерпавшее свой полезный временной ресурс, не является целесообразным.

II. ПРОЦЕСС ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ

Рассмотренные в первой главе способы демонстрируют, что оценка технического состояния оборудования является широкоформатным направлением. Организации самостоятельно подходят к решению вопросов, связанных с оценкой технического состояния оборудования. В общем виде процесс оценки технического состояния оборудования выглядит следующим образом (рис. 1).



Рис. 1. Процесс оценки технического состояния оборудования

Проблема рассматриваемого процесса заключается в том, что техническое состояние оборудование по сути своей оценивается исключительно при внедренной системе предсказательно обслуживания. Можно было бы сослаться на идею TPM, но сама идея TPM заключается не в оценке, а в обслуживании, хотя оценка и является прямой частью обслуживания.

Идея предсказательного обслуживания заключается в том, чтобы проводить непрерывный мониторинг технического состояния оборудования, прогнозировать отказы и обслуживать оборудование по мере необходимости. В основе предсказательного обслуживания лежат процессные параметры (характеристики) оборудования, которые оцениваются в текущий момент времени.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что рассматриваемые способы не позволяют в необходимой степени проводить оценку технического состояния оборудования и направлены в первую очередь на планово-предупредительный ремонт, который является требованием отраслевых министерств и ведомств.

III. ВОЗМОЖНОСТИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ

Современные организации должны стремиться к совершенству, повышению качества своей продукции, повышению эффективности своей деятельности и сокращению потерь. Если современное оборудование выходит из строя, то организация несет дополнительные затраты, срываются сроки поставки продукции, поэтому организации должны производить оценку технического состояния оборудования с целью минимизации простоев, затрат и оперативного перераспределения потока создания ценности.

Чтобы оценивать техническое состояние оборудования, организации необходимо оперативно получать с него данные, производить анализ этих данных и делать вывод о состоянии оборудования. Одним из способов оценки технического состояния оборудования являются контрольные карты Шухарта, которые являются одним из инструментов качества.

Контрольные карты Шухарта

Контрольные карты позволяют выявить влияние особых причин на исследуемую систему и сделать вывод о том, сможем ли мы предсказать поведение исследуемой системы в достаточной степени достоверно.

Для того, чтобы оперативно принимать решение, необходимо в первую очередь автоматизировать процесс построения контрольных карт. Контрольные карты должны строиться в режиме «онлайн» и потребитель контрольных карт должен опираться на сигналы, которые демонстрирует контрольная карта. Влияние особых причин, которые не присущи системе, может быть выражено в виде выхода исследуемой характеристики за контрольные пределы или в виде сигнала критерия серии [6]:

- выход хотя бы двух из трех последовательных точек, лежащих по одну сторону от центральной линии, за двухсигмовые пределы;
- выход по меньшей мере четырех из пяти последовательных точек, лежащих по одну сторону от центральной линии, за пределы одной сигмы;
- расположение по меньшей мере восьми последовательных точек по одну сторону от центральной линии.

Система предсказательного обслуживания

Предсказательное обслуживание оборудования является инструментом оценки технического состояния оборудования и обслуживания оборудования «точно вовремя». Любое предсказание построено на статистических данных, которые обрабатываются человеком или программным продуктом. Предсказательное обслуживание является принципиально-новой отраслью исследования и еще не получило достаточного развития в современном мире.

Предсказательное обслуживание, как инструмент своевременного перераспределения потока создания ценности позволяет организации вовремя предсказать отказ и направить поток создания ценности на свободное оборудование, пока вышедшее из строя оборудование, будет проходить восстановление, приведение в базовое состояние.

Сравнение подходов с возможностями

Сравнение современных подходов с возможностями провести не так просто. Сравнивая подходы и возможности сильно выделяется факт того, что возможности направлены в первую очередь на оценку технического состояния оборудования в «моменте», а рассмотренные подходы направлены на долгосрочное планирование и создание тяжелой, дорогой системы, которая направлена на планирование. То есть, если в случае возможностями, организации в действительности оценивают состояние оборудования и принимают решение о необходимости проведения восстановительных работ, обслуживания, приведения оборудования в базовое состояние, то в случае с подходами организации не уделяют должного внимания состоянию и проводят восстановительные работы даже тогда, когда оборудование работает еще исправно. Сами подходы построены на идеи, которая не позволяет потребителю оценивать техническое состояние оборудования (исключение: всеобщий уход за оборудованием (TPM)).

IV. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Современное оборудование позволяет организациями отказаться от системы планового ремонта и перейти к системе оценки технического состояния оборудования и обслуживанию оборудования по мере необходимости. Данный переход обусловлен развитием современного оборудования, техническим прогрессом и развитием современных производственных систем.

Оценка технического состояния оборудования позволит производителям вовремя перераспределять поток создания ценности, снизить затраты и простои производства из-за обслуживания оборудования, также возможности оценки технического состояния оборудования позволят организациям централизованно следить за оборудованием и вовремя принимать решение о необходимости его обслуживания.

Данная статья носит теоретический характер, но ставит перед научным сообществом новые вопросы, а именно: каким образом с помощью контрольных карт шухарта можно предсказать отказ оборудования?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Ассоциация EAM. Методы оценки технического состояния оборудования. [Электронный ресурс]. URL: <https://eam.su/5-metody-ocenki-texnicheskogo-sostoyaniya-oborudovaniya.html>. (Дата обращения: 23.11.2021).
- [2] ГОСТ 27.002-2015 Межгосударственный стандарт. Надежность в технике. Термины и определения. [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200136419>. (Дата обращения: 23.11.2021)
- [3] Neftegaz.RU. Планово-предупредительный ремонт (ППР). [Электронный ресурс]. URL: <https://neftgaz.ru/tech-library/remont/141440-planovo-predupreditelnyy-remont-ppr/>. (Дата обращения: 23.11.2021)
- [4] WS блог. Total Productive Maintenance (TPM). Ремонт и реставрация производства. [Электронный ресурс]. URL: <https://worksection.com/blog/total-productive-maintenance.html>. (Дата обращения: 23.11.2021).
- [5] Он-лайн библиотека оценщиков LABRATE.RU. Определение остаточного срока службы машин и оборудования на основе вероятностных моделей. [Электронный ресурс]. URL: http://www.labrate.ru/leifer/leifer_kashnikova_article_2007-1_residual_service_life.htm. (Дата обращения: 23.11.2021).
- [6] Дональд Уилер, Дэвид Чамберс. Статистическое управление процессами. Оптимизация бизнеса с использованием контрольных карт / Пер. с англ. М: Альпина Бизнес Букс, 2009. 409 с.