

ЕДИНАЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ПРОГРАММНАЯ ПЛАТФОРМА SAFE PLANT ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ЭФФЕКТИВНОЙ СТРАТЕГИИ ТОиР

Организация технического диагностирования основного и вспомогательного технологического оборудования является одной из важнейших составляющих стратегии технического обслуживания и ремонта (ТОиР) любого современного промышленного предприятия.

Андрей Сушко,

к.т.н., зам. директора НТЦ

«Завод Балансировочных машин»

В условиях ужесточения требований промышленной и экологической безопасности на фоне накопленного усталостного износа агрегатов, необходимости сокращения затрат на ТОиР, снижения уровня аварийности и увеличения производительности в рамках повышения общей эффективности управления производством методы и средства технической диагностики становятся незаменимым инструментом.

Действительно, квалифицированное внедрение различных видов аппаратно-программных решений неразрушающего контроля обеспечивает достоверную оценку текущего технического состояния оборудования в процессе его эксплуатации и своевременно сигнализирует о возникновении неисправностей. На сегодняшний день на предприятиях различных отраслей промышленности в России и за рубежом накоплен колоссальный опыт успешного внедрения методов и средств технического диагностирования. По различным оценкам, даже годовой экономический эффект их применения за счет сокращения затрат на ТОиР, на содержание склада запасных частей, уменьшения продолжительности внеплановых простоев, исключения аварий, снижения энергопотре-

бления многократно превышает затраты на приобретение этих диагностических средств. В зависимости от отрасли промышленности и размеров производства экономия в денежном эквиваленте составляет от десятков тысяч до десятков миллионов долларов США. Однако для достижения столь высоких показателей недостаточно точечных закупок отдельных приборов, станков или стенов. Требуется комплексная стратегия внедрения широкого спектра диагностических средств в масштабах всего производства, разработанная по результатам технического аудита с учетом особенностей технологического процесса, текущей оснащенности предприятия, действующей системы ТОиР и пр. В большинстве случаев такая стратегия базируется на трех основных принципах.

1. Мониторинг технического состояния всего парка технологического оборудования

Любое промышленное предприятие — это большое количество единиц самого разнообразного оборудования, сгруппированного по отдельным производствам или цехам. Внезапный выход из строя даже одного вспомогательного агрегата при отсутствии дублирования способен привести к вынужденному простоем целой группы машин и нарушению производственного процесса, поэтому практически все оборудование

предприятия нуждается в периодическом контроле. Периодичность такого контроля должна быть достаточной для своевременного выявления любых возникающих неисправностей. На каких-то агрегатах (как правило, это высокоскоростные машины большой мощности) дефекты могут развиваться в течение нескольких секунд. Дефекты других групп оборудования, например, тихоходных редукторов, могут развиваться в течение нескольких недель и даже месяцев.

Очевидно, что в первом случае необходим непрерывный контроль различных параметров, а интервалы между измерениями во втором случае могут составлять до нескольких недель. В зависимости от периодичности контроля, ответственности оборудования, режимов его работы, сложности конструктивного исполнения должны применяться различные технические решения. Непрерывный контроль технического состояния обеспечивается только стационарными системами мониторинга и защиты, которые способны в режиме реального времени проводить измерения, обработку и анализ данных, а также передавать команды на отключение агрегатов. Если дефекты агрегатов развиваются в течение недель и даже месяцев, то их контроль достаточно осуществлять с использованием переносных портативных приборов в рамках периодического мониторинга. В этом случае при помощи одного прибора можно ежедневно контролировать до нескольких десятков агрегатов.

Количество агрегатов, требующих контроля, на современном промышленном предприятии может достигать сотен единиц, а число измерительных точек — превышать несколько десятков тысяч. Помимо периодического планового контроля необходимо проводить внеплановые измерения в случае ухудшения технического состояния оборудования, а также перед выводом его в ремонт и после ремонта. Таким образом, общее ежемесячное количество измерений может превышать несколько тысяч. Для своевременного выполнения подобных объемов требуется увеличение штата диагностов (до 20-30 человек) и приобретение большого количества переносных приборов, что приводит к существенному росту затрат. Наилуч-

шим выходом в данной ситуации является внедрение распределенного мониторинга, при котором основной парк агрегатов контролируется службами цехов при помощи простейших тестеров, а часть особо ответственных машин оснащается автоматизированными стационарными системами. Диагносты в этом случае занимаются только выявлением дефектов и оценкой остаточного ресурса проблемных машин в случае изменения их состояния на основании заявок цехов или показаний стационарных систем. Большую часть рутинных действий по обработке огромных массивов диагностической информации и поиску диагностических признаков целесообразно выполнять с применением экспертных систем, адаптированных под конкретные виды агрегатов.

2. Контроль агрегатов на всех этапах жизненного цикла

Мониторинг технического состояния оборудования в процессе эксплуатации является важной составляющей внедрения эффективной стратегии ТОиР, однако для решения всего спектра задач, связанных с повышением надежности и сокращением затрат на обслуживание и ремонт, его недостаточно. Крайне важно организовать систему входного контроля и проверки качества после монтажа или ремонта оборудования. По статистике, более половины дефектов возникает именно в процессе ремонта, поэтому «заградительная» система входного контроля наряду с процедурами наладки — балансировки в собственных подшипниках и центровки — помогает снизить вероятность последующего отказа и увеличить межремонтный интервал. Существенно сократить сроки и объемы ремонтных работ позволяет организация предремонтного диагностирования. В ходе расширенного обследования производится оценка технического состояния отдельных узлов и механизмов агрегата, а по результатам анализа фактического состояния может быть принято решение о продлении его ресурса или точечной замене изношенных деталей. Современные средства технической диагностики — стенды входного контроля отдельных узлов (в пер-

вую очередь, подшипников), механизмов (электродвигателей, насосов, редукторов) и высокоточные станки для динамической балансировки вращающихся узлов — необходимо применять и в процессе ремонта.

3. Переход к стратегии «оптимального» технического обслуживания

Реализация описанных выше подходов позволяет существенно повысить надежность эксплуатации оборудования, качество проведения ремонтов, достичь значительного экономического эффекта от сокращения затрат на ТОиР и создает все необходимые предпосылки для перехода на более современные стратегии обслуживания. Долгое время считалось, что минимизировать расходы позволяет переход на систему обслуживания по фактическому состоянию. Однако ряд исследований показал, что выбор наилучшей стратегии должен осуществляться на основании расчетов с учетом стоимости технических обслуживаний, ремонтов и восстановления работоспособности агрегатов после аварийных отказов. Какое-то оборудование целесообразно обслуживать по фактическому состоянию, другие агрегаты — в системе планово-предупредительных ремонтов, а некоторые вспомогательные машины можно обслуживать в рамках реактивной стратегии — по факту отказа. Таким образом, максимальный экономический эффект достигается при переходе на «оптимальную» стратегию технического обслуживания и ремонта, при которой для каждой группы агрегатов выбирается своя наилучшая стратегия [6].

Описанные подходы к эффективному внедрению широкого спектра диагностических средств в масштабах всего предприятия основаны на анализе огромного количества разнородной информации всеми участниками системы ТОиР. К такой информации относятся результаты диагностирования, полученные с использованием различных аппаратных средств (виброанализаторов, многоканальных комплексов, тепловизоров), данные цехового контроля с применением тестеров, показания стационарных систем, протоколы стендового контроля,

сведения о центровках и балансировках. Кроме того, для постановки точного диагноза и оценки возможности дальнейшей эксплуатации агрегата требуются дополнительные сведения о различных эксплуатационных параметрах (частоте вращения, токе потребления, нагрузке и пр.), данные о проводимых обслуживаниях и ремонтах, информация о технологических режимах. Персонал цехов заинтересован в оперативной передаче результатов контроля и получении обратной связи от диагностических служб. Департамент планирования ремонтов остро нуждается в информации о текущем фактическом состоянии оборудования для организации своевременного обслуживания и закупки необходимых узлов.

К сожалению, на сегодняшний день на подавляющем большинстве отечественных промышленных предприятий отсутствуют эффективные механизмы обмена данной информацией. Несмотря на массовое внедрение дорогостоящих информационных систем управления основными фондами (EAM/ERP/CMMS и пр.), важнейшая диагностическая информация до сих пор фиксируется только в виде кратких табличных отчетов, составляемых вручную силами специалистов служб диагностики. С одной стороны, диагносты тратят драгоценные часы на кропотливый просмотр результатов измерений и составление таких отчетов, с другой — данные документы малоприменимы для решения большинства задач, связанных с эффективным управлением производственными активами, и не представляют какого-либо значимого интереса для большинства участников системы ТОиР. Получается абсурдная ситуация, при которой важнейшая диагностическая информация существует, но изолирована, находится в разрозненном виде и практически не используется при планировании сроков и объемов ремонтных работ, закупке запасных частей, выборе стратегии обслуживания и пр.

Основная причина подобной несогласованности кроется в отсутствии эффективного механизма взаимодействия между участниками процесса диагностирования (диагностов, ремонтников, персонала цехов) и службами, вовлеченными в организацию

системы ТОиР с использованием глобальных информационных систем (руководством, отделом закупок, департаментом планирования). Важнейшим связующим звеном, объединяющим различные подразделения предприятия, обеспечивающим централизованное хранение всей необходимой диагностической информации и поддерживающим обмен данными с внешними общезаводскими системами управления, являются многопользовательские программные комплексы. Требования к подобным комплексам крайне высоки: помимо надежности, функциональности, удобства использования, гибкости настройки и адаптации, большое значение имеют такие критерии, как глобальность, масштабируемость, интегрируемость, распределенность и совместимость.

Глобальность. Для достоверного контроля текущего состояния всего парка технологического оборудования и своевременного планирования ТОиР необходима организация единого информационного пространства, обеспечивающего эффективный обмен данными между различными подразделениями предприятия: службой диагностики, производственными цехами, ремонтными участками, технологами, АСУ, отделами главного механика, главного энергетика, департаментом закупок, руководством.

Масштабируемость. Область применения программного комплекса должна расширяться по мере необходимости с сохранением всей накопленной ранее базы данных. Могут добавляться новые технологические позиции, участки, производства, а также дополнительные структурные подразделения предприятия, участвующие в организации обмена данными в рамках единого диагностического пространства.

Интегрируемость. Для повышения эффективности управления существующими на предприятии процессами (производственными, технологическими, ремонтными и др.) в программном комплексе должны быть организованы гибкие механизмы взаимодействия с внешними аппаратными и программными системами. В единую базу данных должна импортироваться необходимая информация из АСУ и SCADA систем, а результаты диагностики оборудования с перечнем узлов для замены — экспортироваться в ремонтные модули EAM/ERP.

Распределенность. Для эффективного обмена информацией между различными структурными подразделениями предприятия программный комплекс должен поддерживать современные технологии построения многопользовательской распределенной сетевой архитектуры с ограниченным набором прав доступа для различных групп.

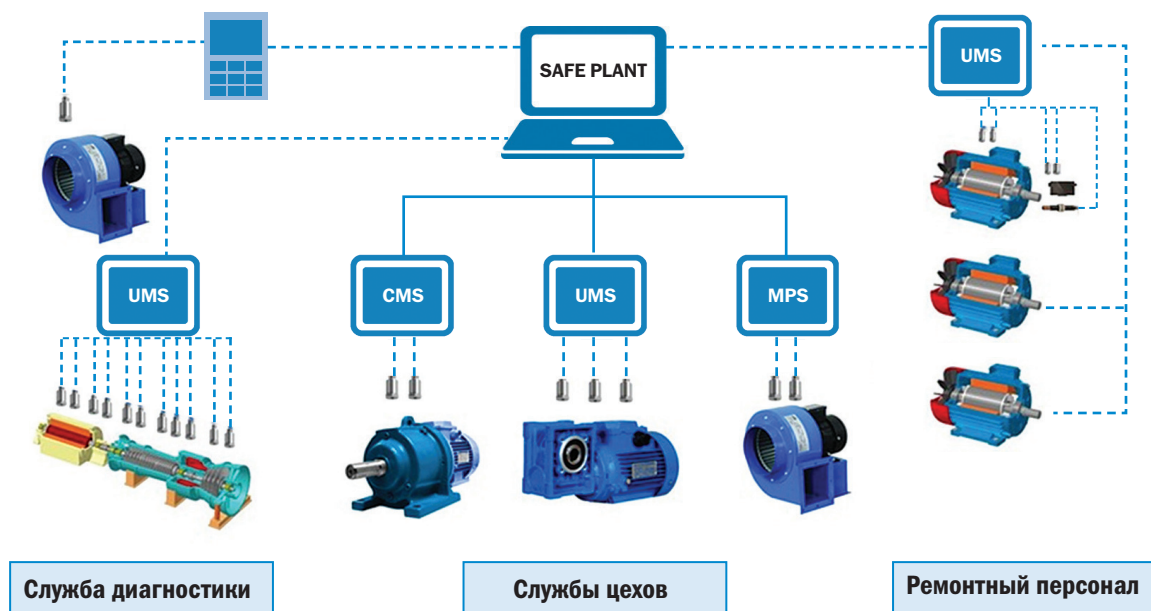


Рис. 1. Архитектура построения общезаводской диагностической системы SAFE PLANT



Рис. 2. Глобальность. Диаграмма взаимодействия различных групп пользователей

Совместимость. Программный комплекс должен поддерживать взаимодействие с различными видами измерительных систем — виброметрами, виброанализаторами, стендовыми комплексами, многоканальными блоками, стационарными системами, а также приборами тепловизионного и иных методов контроля различных производителей. Результаты измерений, получаемые с использованием всех измерительных систем, должны записываться в единую диагностическую базу для последующего просмотра и совместного анализа.

Если за рубежом на протяжении последних десятилетий особое внимание уделялось вопросам совместимости и унификации — разрабатывались открытые протоколы обмена, общие форматы хранения данных, внедрялись единые межотраслевые стандарты, например, MIMOSA, то в России каждый производитель измерительных средств поддерживал собственные закрытые форматы и протоколы. Поэтому до недавнего времени на российских предприятиях отсутствовали программные комплексы, удовлетворяющие всем указанным выше требованиям и в первую очередь совместимости.

Ситуация изменилась в 2015 году, когда несколько ведущих российских и зарубежных производителей открыли свои протоколы обмена и форматы хранения данных и на рынке появился первый отечественный масштабируемый программный продукт — SAFE PLANT, удовлетворяющий всем необходимым требованиям (рис. 1 — 3). Данный комплекс позволяет объединять сведения о состоянии оборудова-

ния, режимах его эксплуатации, производимых обслуживании и ремонтах в единую диагностическую базу данных, выполнять их анализ и осуществлять передачу необходимой информации для планирования сроков и объемов ремонтных работ.

SAFE PLANT представляет собой единую интеллектуальную платформу для сбора, хранения, отображения и анализа различной диагностической информации с целью повышения надежности эксплуатации и эффективности обслуживания и ремонта всего парка технологического оборудования на основании сведений о его фактическом и прогнозируемом техническом состоянии. Комплекс SAFE PLANT обеспечивает:

- сбор, обработку и запись в единую базу данных результатов измерений, полученных с использованием различных аппаратных средств диагностирования;
- импорт дополнительных сведений о режимах эксплуатации оборудования, сроках и объемах ТОиР, включая балансировку и центровку;
- структурированное хранение результатов измерений в сетевой базе данных с возможностью удаленного многопользовательского доступа;
- гибкий инструментарий просмотра и расширенного анализа данных измерений;
- автоматическое поузловое диагностирование оборудования с использованием встроенных экспертных правил;
- формирование различных видов протоколов и отчетных документов;

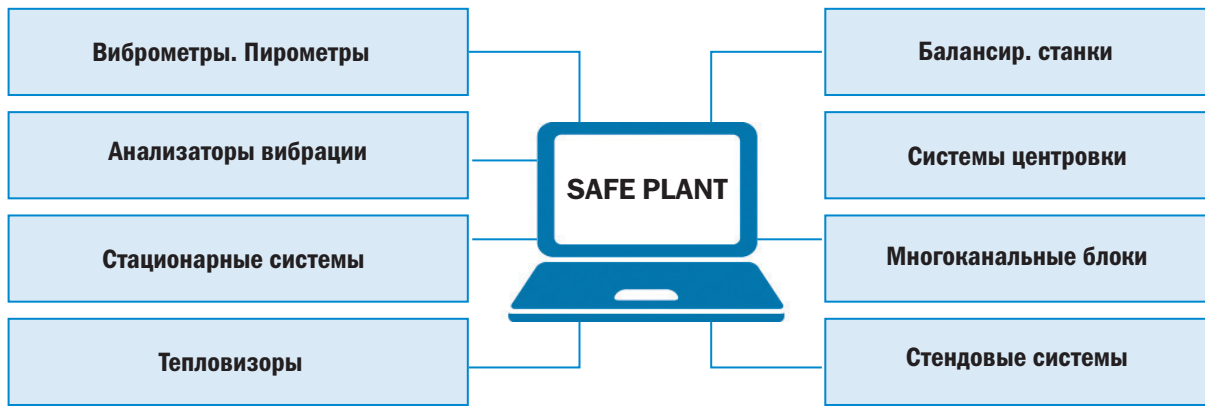


Рис. 3. Совместимость. Диаграмма взаимодействия различных аппаратных средств

- автоматическое создание маршрутов для организации ежедневного мониторинга;
- экспорт информации о состоянии оборудования во внешние информационные системы.

В разработке SAFE PLANT активное участие принимали инженеры-практики и технические руководители предприятий различных отраслей промышленности, отвечающие за эксплуатацию, обслуживание и ремонт роторного оборудования. Благодаря их усилиям и поддержке стало возможным создание уникального универсального адаптированного программного продукта, удовлетворяющего самым высоким отраслевым стандартам.

Внедрение и настройка данного программного комплекса требует выполнения работ по его интеграции в существующие общезаводские системы и адаптации к особенностям организации существующей стратегии ТОиР. В зависимости от объема данных ра-

бот в соответствии с требованиями заказчика, адаптация может занимать от нескольких дней и выполняться бесплатно до нескольких месяцев и проводиться на договорной основе. В настоящее время работы по настройке и адаптации платформы SAFE PLANT и ее интегрированию в общезаводские системы ведутся для ряда предприятий металлургии, энергетики и нефтехимии.

Среди первых пользователей сетевой версии продукта — ПАО «Уралкалий» и АК «Транснефть».

Интерес к продукту со стороны данных компаний не случаен, ведь комплекс SAFE PLANT — первый реальный инструмент, позволяющий существенно повысить надежность эксплуатации оборудования, сократить затраты на его обслуживание и ремонт и на практике реализовать эффективную стратегию ТОиР всего парка технологического оборудования.

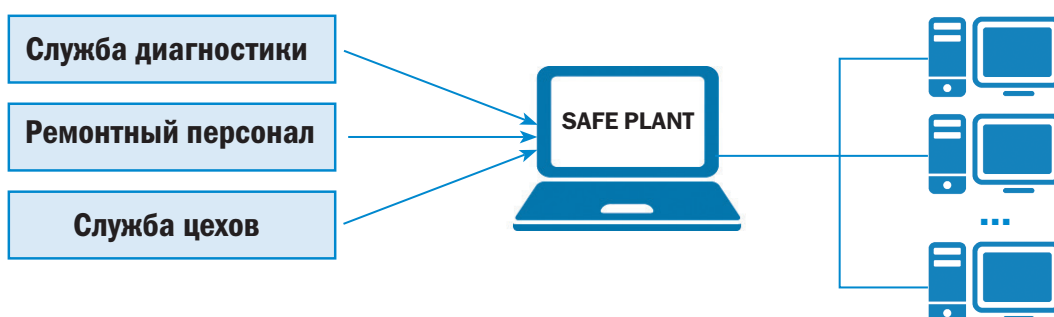


Рис. 4. Распределенная сетевая архитектура SAFE PLANT