

# Организация предиктивного обслуживания динамического оборудования



Автоматизированные системы диагностики оборудования позволяют зафиксировать отклонения в работе механизмов и предсказать их выход из строя. Это дает возможность выполнять обслуживание и ремонт не по заранее запланированному графику, а когда в нем возникает необходимость, а также избежать «внезапных» аварийных ситуаций. В статье представлены решения для предиктивной диагностики от компании «Промсервис»: стационарная система вибродиагностирования «САДКО» и экспертная система автоматического диагностирования «ДИЭС».

АО «Промсервис», г. Дмитровград, Ульяновская обл.

Обслуживание промышленного оборудования, требующего регулярного контроля без остановки технологического процесса (газотурбинных установок, паровых и гидротурбин, насосов и т. п.), базируется, как правило, на применении системы планово-предупредительных ремонтов (ППР). Существенным недостатком ППР является, во-первых, вероятность «неожиданного» отказа оборудования, которое может произойти задолго до срока запланированного ремонта, а во-вторых, наоборот, преждевременный вывод оборудования в ремонт, когда ресурс его элементов еще не выработан (каждая машина имеет специфические особенности конструкции и эксплуатации).

Настоящая статья посвящена теме организации эксплуатации, диагностирования и ремонта динамического оборудования крупных промышленных предприятий по фактическому техническому состоянию, а также вопросу внедрения предиктивного обслуживания во исполнение требований и рекомендаций ГОСТ Р 55.0.01-2014/ ИСО 55000:2014 в части разработки, внедрения, поддержания в работоспособном состоянии и улучшения системы управления активами.

Ремонт по техническому состоянию — это плановый ремонт, при котором контроль технического состояния выполняется с периодичностью и в объеме, установленными нормативно-технической документацией или производственными инструкциями, а объем и момент начала ремонта определяются техническим состоянием оборудования.

В отличие от ППР и ремонта по техническому состоянию предик-

тивное (прогнозное) обслуживание позволяет выполнять ТОиР не по заранее запланированной программе, а когда в нем возникает необходимость. Благодаря такой системе, с одной стороны, не тратятся средства на избыточные ремонтные работы, а с другой — снижается вероятность внепланового простоя, вызванного неожиданным отказом.

Применение на предприятии стационарных и мобильных средств контроля и диагностирования позволяет проводить систематическую оценку технического состояния динамического оборудования, что дает возможность поэтапно перейти от системы ППР к системе эксплуатации и ремонта по фактическому техническому состоянию (ОФС) и предиктивному обслуживанию.

## Решения АО «Промсервис»

Группа компаний АО «Промсервис» является ведущим отечественным разработчиком и поставщиком интеллектуальных систем вибродиагностики, более 25 лет производит средства диагностирования, обеспечивает их внедрение и техническое сопровождение, разрабатывает и адаптирует методики диагностирования, а также выполняет оценку зрелости промышленного предприятия в части диагностирования. Далее будут рассмотрены разработки и методы компании, позволяющие перевести предприятие к системе ремонта оборудования по фактическому состоянию.

Каждое предприятие имеет свои особенности и требует специального подхода. Перед началом планирования мероприятий по развитию технического диагностирования це-

лесообразно выполнить оценку зрелости предприятия в части развития технического диагностирования.

Модели организации ТОиР различаются количеством измеренных на оборудовании характеристик, их качеством и степенью использования в период эксплуатации. С учетом уровня использования данных можно определить уровень развития технического обслуживания на предприятии:

- ▶ мониторинг позволяет по измеренным данным определить момент превышения параметрами их пороговых значений, принять меры по предотвращению отказа оборудования;

- ▶ диагностирование дает возможность производить обслуживание по фактическому техническому состоянию, учитывать техническое состояние оборудования для корректировки сроков и объемов ТОиР;

- ▶ прогнозирование и моделирование позволяют внедрить предиктивное обслуживание с его преимуществами.

Казалось бы, для безаварийной эксплуатации оборудования можно ограничиться мониторингом, который предоставляет исчерпывающую информацию. Но гораздо эффективнее будет использовать автоматическое определение технического состояния оборудования по данным, полученным как стационарными, так и мобильными средствами измерения.

Рассмотрим пример. В паросиловом цехе металлургического комбината имеется проблема: на нагнетателях газоочистки продукты сгорания налипают на лопасти рабочего колеса, из-за чего даже после частых текущих ремонтных и виброналадочных работ вибрация довольно быстро до-

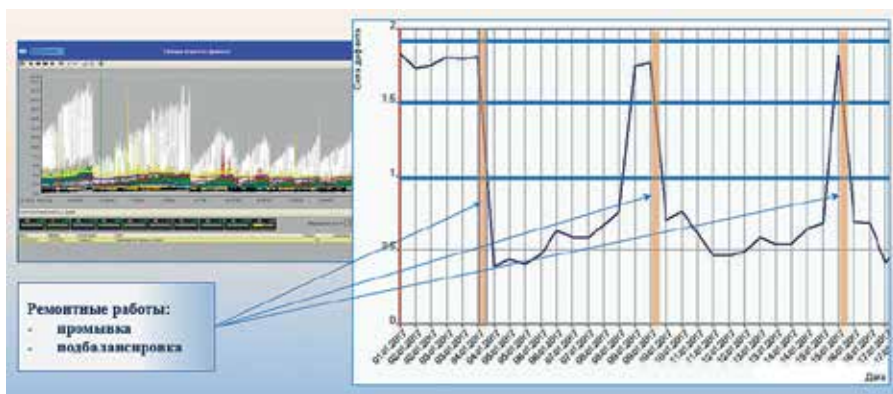


Рис. 1. Тренды технологических параметров и тренд развития дефекта «Дисбаланс рабочего колеса»

стигает аварийных показателей и оборудование приходится останавливать. В декабре 2016 года нагнетатель был оснащен стационарной системой вибродиагностирования «САДКО» (АО «Промсервис»), и сразу же система начала указывать на развитие дефекта «Дисбаланс рабочего колеса» (тренд на рис. 1).

Оперативный персонал, контролируя развитие дисбаланса рабочего колеса и рост общего уровня вибра-

ции, подобрал оптимальную периодичность промывки, позволяющую не доводить вибрационное состояние нагнетателя до аварийно опасных показателей. Особенно важно, что диагностирование выполняется автоматически, с заданной периодичностью по показаниям стационарной системы, а результат выдается своевременно. Специалист НК выполняет плановые обследования значительно реже, а для постановки диагноза без средств

автоматизации ему требуется существенно больше времени.

Все элементы стационарной системы «САДКО» (рис. 2), начиная от датчиков и заканчивая средствами комплексного диагностирования и интеллектуальной защиты, поставлены в варианте, наиболее приемлемом и полезном для заказчика. В том числе предлагаются дополнительные опции: балансировка валов в собственных опорах по показаниям стационарной системы, анализ режима «разгон-выбег», подсчет наработки разных типов, автоматизация процессов ТОиР и т. п.

Система «САДКО» имеет дружелюбный, интуитивно понятный интерфейс и предоставляет понятные, полностью русифицированные и удобные в использовании инструменты (от графического представления до речевых сообщений), которые позволяют управлять процессом контроля текущего состояния оборудования и прогнозирования, оптимизировать режимы технологического процесса, предотвращать внеплановые и аварийные остановки (рис. 3).

Открытая архитектура баз данных позволяет легко экспортировать данные, полученные «САДКО», во внешние информационные и управляющие системы предприятия-заказчика с помощью стандартных средств. Любые данные, полученные прочими измерительными системами, принимаются напрямую или с использованием шлюзов, хранятся и анализируются по диагностическим методикам «САДКО».

Другой пример демонстрирует, как с помощью автоматизированных систем можно предотвратить «неожиданные» аварийные ситуации. Практически каждый специалист, занимающийся эксплуатацией динамического оборудования, может вспомнить случай, когда данные мониторинга не показывали развития дефекта, а инцидент происходил «внезапно». Такое происшествие имело место на одной из ТЭЦ России.

Даже за час до остановки штатные средства мониторинга параметров вибрации и температуры не фиксировали превышения уставок — не только аварийных, но и предупредительных. Резкий скачок вибрации произошел около 5 часов утра 4 августа 2019 года, тогда же начался быстрый рост тем-

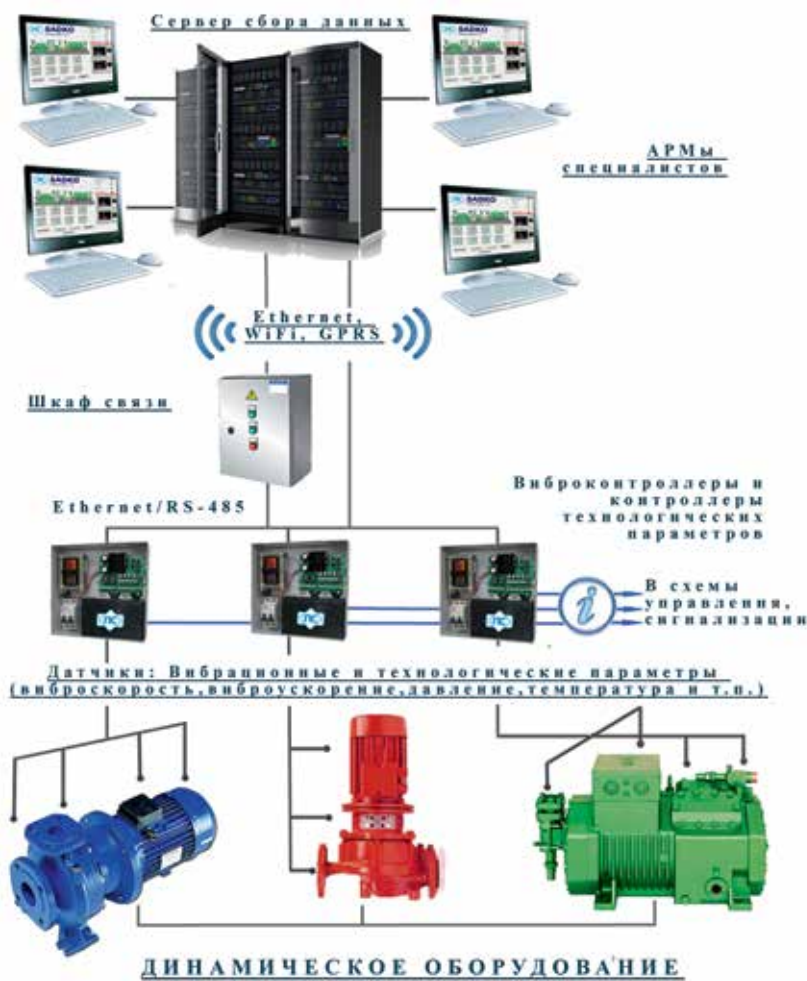


Рис. 2. Схема организации системы «САДКО»

пературы (рис. 4). Останов дутьевого вентилятора ДВ-8 был выполнен в 5:15. По данным диагностирования, выполненного силами установленной на этом агрегате системы «САДКО», нарастание дефекта подшипника просматривалось почти за месяц до достижения им критического уровня (рис. 5). Персонал был готов к возможному отказу, и меры были приняты своевременно.

Конечно, силами «ручного» диагностирования, выполняемого специалистом НК посредством мобильных средств, такие тренды дефектов получить сложно: слишком много усилий требуется потратить на один агрегат, а таких агрегатов на предприятии десятки и сотни. Автоматическое диагностирование по параметрам, измеряемым стационарными системами, дает несоизмеримо больше информации. По этой причине на ответственные агрегаты, переводимые на предиктивное обслуживание, необходимо устанавливать полноценные системы автоматического диагностирования, которые не просто указывают состояние агрегата «хорошо/допустимо/плохо», но и определяют перечень конкретных имеющихся и зарождающихся дефектов, позволяют отследить их развитие, вовремя принять соответствующие меры.

Для выполнения диагностирования в автоматическом режиме требуется иметь развитые математические модели проявления неисправностей динамического оборудования. Однако наряду с ними система автоматического диагностирования должна иметь возможность непрограммной настройки этих моделей на конфигурации агрегатов конкретной конструкции. Программное обеспечение «ДИЭС» (АО «Промсервис») выполняет автоматическую настройку расчетных моделей диагностирования по нескольким конфигурационным параметрам. При диагностировании выполняется автоматизированная адаптация моделей к разным режимам работы оборудования, производится прогнозирование времени безаварийной работы агрегата. Может быть определен остаточный ресурс. Подключаются источники данных разных производителей, стационарные и мобильные.

Автоматизированное выполнение измерений и автоматическая постановка диагноза позволяют даже

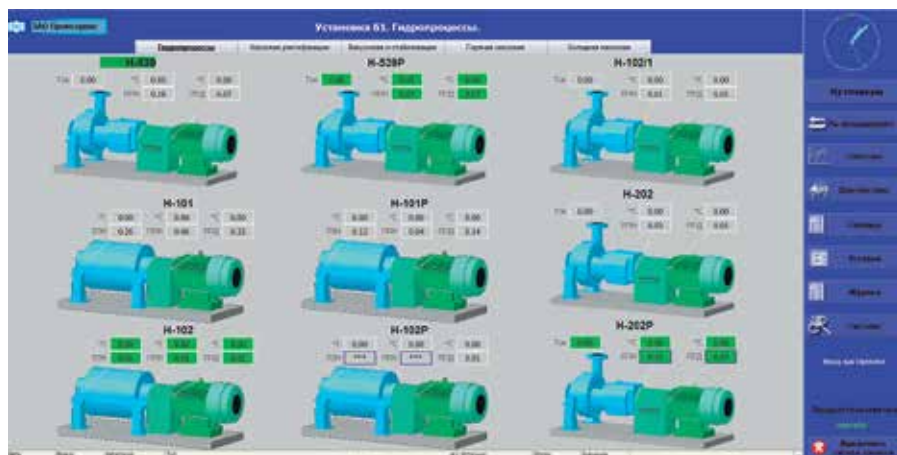


Рис. 3. Общий вид окна «МОНИТОР» в системе «САДКО» на примере установки № 61 нефтеперерабатывающего завода

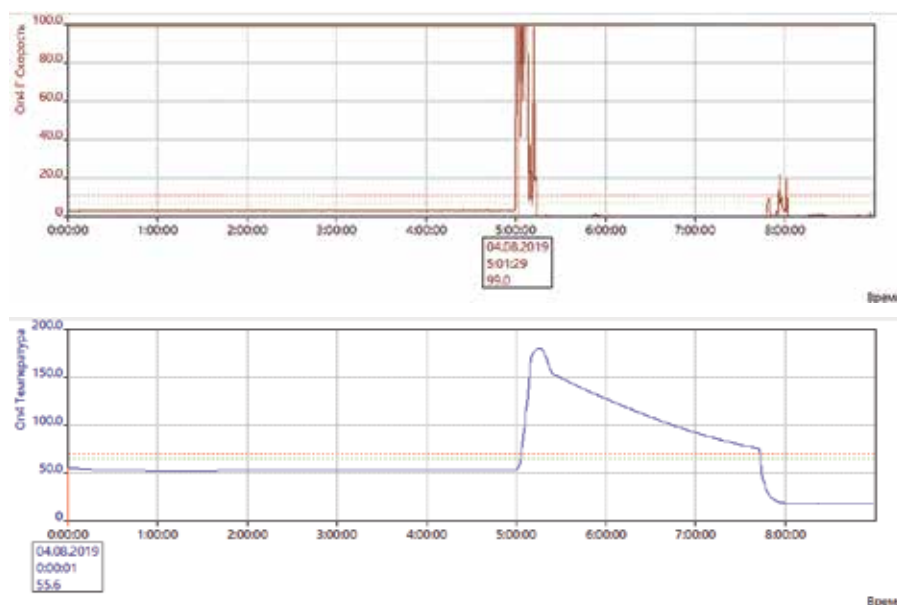


Рис. 4. Тренды виброскорости (вверху) и температуры (внизу)



Рис. 5. Тренд развития дефекта подшипника

неискушенному пользователю сразу же начать работы по определению технического состояния динамического оборудования, развивая навыки диа-

гностирования в процессе освоения многофункционального инструмента — экспертной системы автоматического диагностирования «ДИЭС».

«ДИЭС» – это современный уникальный программный комплекс в сетевом исполнении, объединяющий функции сбора, хранения, анализа, отображения диагностической информации разного рода: измеренной переносными виброанализаторами, полученной от стационарных систем разных производителей, импортированной из сторонних информационных и измерительных систем, например Bentley Nevada 3500, SAP ERP, INFOR, RealMaint и т. п. Кроме того, данное ПО позволяет работать с переносными приборами отечественных и зарубежных производителей (OneproD Falcon; «Агат», «Топаз», «Кварц», «Оникс»; STD-3300, STD-500; VibroVision и т. п.) (рис. 6).



Рис. 6. Переносные виброанализаторы, работающие с ПО «ДИЭС»

Основные задачи платформы «ДИЭС» – аккумуляция и расширение возможностей используемой аппаратуры мониторинга (переносной и стационарной), расширение возможностей пользовательского и экспертного анализа, внедрение передовых методик и технологий обработки данных, развитие эффективного механизма взаимодействия между участниками ТОиР: руководителями эксплуатационного и ремонтного персонала, диагностических служб и т. п. Внедрение этой платформы позволяет повысить надежность эксплуатации, безопасность, эффективность обслуживания и ремонта всего парка оборудования.

В автоматическом режиме распознаются следующие неисправности:

- ▶ дисбаланс и несоосность валов;
- ▶ дефекты подшипников скольжения (7 видов);

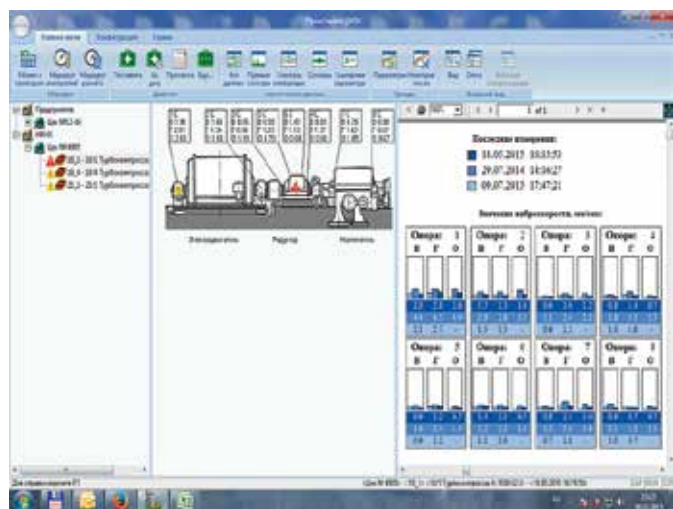
- ▶ дефекты подшипников качения (14 видов);
- ▶ дефекты зацепления зубчатых передач (4 вида);
- ▶ незакрепленность агрегата на фундаменте, отсутствие жесткости отдельной опоры;
- ▶ дефекты муфт, рабочих колес;
- ▶ дефекты электромагнитной системы электрических машин (9 видов).

На рис. 7 представлены два рабочих окна программы «ДИЭС».

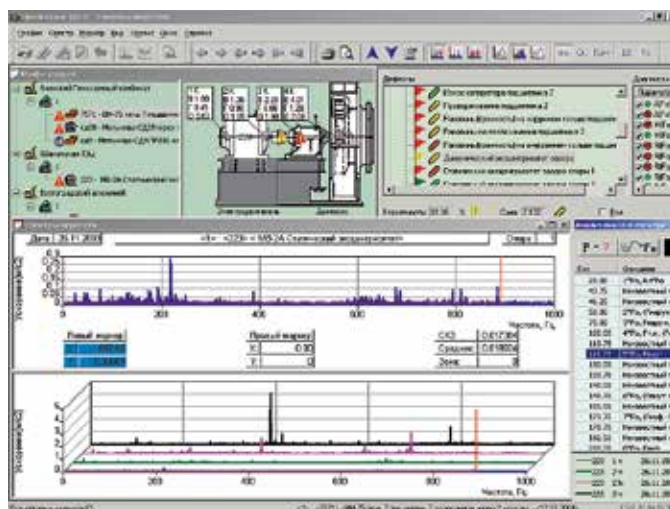
Совершенно ясно, что в условиях непрерывного производства, когда простой рабочей установки вызывает серьезные финансовые потери, значительно выгоднее предвидеть и своевременно предотвратить отказ оборудования. Сегодня существуют эффективные технические решения, позволяющие это сделать. Специалисты АО «Промсервис» в зависимости от реальной ситуации на предприятии

и его оснащенности средствами диагностирования подбирают наиболее подходящий сценарий внедрения технологий проактивного обслуживания оборудования: от замены устаревших локальных диагностических систем до организации многоуровневой и многопользовательской распределенной системы, интегрированной с существующими системами мониторинга и управления. Одновременно разрабатывается и внедряется полный пакет нормативно-методической документации.

А. А. Мынцов, директор по вибродиагностике,  
 О. В. Мынцова, начальник службы рекламы и продаж,  
 АО «Промсервис», г. Димитровград,  
 Ульяновская обл.,  
 тел.: +7 (84235) 44-77-2, +7 (84235) 4-25-00,  
 e-mail: [diagnost@promservis.ru](mailto:diagnost@promservis.ru),  
 сайты: [psvibro.ru](http://psvibro.ru), [www.promservis.ru/vibro.html](http://www.promservis.ru/vibro.html)



а



б

Рис. 7. ПО «ДИЭС»: а – общий вид рабочего окна; б – окно многофункционального анализатора виброакустической информации