

АСУ БЭР™ Компакс® – основа перехода на увеличенный межремонтный пробег технологических установок НПЗ



В.Н. Костюков, А.В. Костюков (на фото)
ООО «НПЦ “Динамика”», Омск

Перед нефтеперерабатывающими (далее – НПЗ) и нефтехимическими (НХЗ) предприятиями остро стоит задача обеспечения гарантированного уровня безопасности производства с получением запланированного результата при минимальных издержках. В ее решении эксплуатация и ремонт оборудования играют ведущую роль, так как данные виды расходов являются по сути ситуационными и составляют более 40 % в цене процессинга.

Эффективность НПЗ и НХЗ в наибольшей степени обусловлена объемом затрат материальных и трудовых ресурсов на ремонт оборудования и объемом потерь от аварий и простоев. Скорость износа оборудования в значительной степени определяется адекватностью воздействия на него производственного и обслуживающего персонала. Если другие статьи расходов предприятия, например на электроэнергию, определяются прежде всего технологией производства и без коренной модернизации и значительных инвестиций не могут быть существенно изменены, то эксплуатационными расходами и ресурсом оборудования необходимо управлять. Для этого необходимо обеспечить наблюдаемость технического состояния производственного комплекса путем его мониторинга, т.е. наблюдения за техническим состоянием эксплуатируемого оборудования с целью определения текущего технического состояния и предсказания момента его перехода в предельное состояние.

Результат мониторинга представляет собой совокупность диагнозов объектов мониторинга, составляющих производственный комплекс, получаемых на неразрывно примыкающих друг к другу интервалах времени, в течение которых состояние оборудования существенно не изменяется. Выбор и обоснование объектов мониторинга осуществляются путем анализа технологической схемы завода и схемы работы технологических установок с учетом влияния их отказа (останов или снижение мощнос-

ти) на технологический процесс и взрывопожароопасность всего предприятия. В результате определяются категории опасности объектов [1], которые подлежат оснащению системами мониторинга технического состояния в соответствии с разработанной программой оснащения предприятия системами мониторинга и перехода на эксплуатацию оборудования по фактическому техническому состоянию.

Технологическое оборудование НПЗ и НХЗ включает в себя динамическое (насосы, компрессоры, воздуходувки, АВО и т.п.) и статическое оборудование (колонны, резервуары, трубопроводы и т.п.), для диагностики и мониторинга которого часто используются различные технические средства. Мировая тенденция к узкопрофильной специализации технологий, стационарных и переносных средств диагностики конкретного типа оборудования привела к появлению большого многообразия систем, произведенных различными фирмами и практически не совместимых между собой, что не позволяет интегрировать их в единое информационное пространство АСУ предприятия.

Примером же комплексного подхода к мониторингу состояния оборудования технологических установок НПЗ является система Компакс[®] [2, 3], обеспечивающая наблюдаемость динамического и важнейшего статического оборудования основных технологических установок на единой программно-аппаратной платформе с передачей результатов мониторинга в единую диагностическую сеть предприятия Compacs[®]-Net.

Краткая историческая справка

В настоящее время основным методом неразрушающего контроля, используемым для оценки технического состояния наиболее проблематичного вида оборудования — динамического — является вибродиагностика. Как наука, она возникла в середине прошлого века, когда в России вышли первые труды Б.В. Павлова, М.Д. Генкина и др. (1957, 1959 гг.) и выпущены первые приборы вибродиагностики двигателей, трансмиссий, подшипников качения и зубчатых передач по огибающей ультразвуковой вибрации (1964 г.). Аналогичные работы проводились и на Западе, в частности фирмой SPM в 1968 г. был запатентован метод ударных импульсов (shock pulse method), основанный также на анализе огибающей ультразвуковой вибрации.

Начало 70-х годов прошлого века ознаменовалось появлением в России первых систем вибродиагностики — приборов вибродиагностики компрессоров ДХ — ПАРК-1 по ВЧ-огибающей виброакустического сигнала с автоматическим указанием 10 дефектов, которые оце-

нивали качество выпускаемых компрессоров — до 1 млн агрегатов в год (1972 г.). В западных странах в этот же период развитие получили системы противоаварийной защиты, срабатывавшие на превышение общего уровня вибрации, которые начали внедрять исключительно на наиболее ответственных агрегатах опасных производств по причине их дороговизны.

В 1980-х годах в России широко внедрялись приборы и системы серии РАПИД для оценки состояния оборудования на всех этапах его жизненного цикла — для автоматической диагностики агрегатов в серийном производстве, при испытаниях и эксплуатации (мониторинг состояния агрегатов самолетов ЯК-40 и Л-29). Однако наиболее важным событием явилось появление первой автоматической экспертной системы на основе псевдокогерентной селекции шумовых и периодических составляющих (ШПС)гибающей виброакустического сигнала (1986 г.). В США и странах Западной Европы этот период отмечен внедрением компьютеров (базы данных, виртуальные приборы), первых систем мониторинга параметров вибрации (вибромониторинга), объединением мониторинга и автоматики.

В 1990 г. в России была внедрена первая стационарная система мониторинга состояния насосных агрегатов СВК-1 в нефтегазовой отрасли с автоматической диагностикой 5 основных неисправностей: подшипников, кавитации, центровки, балансировки и качества крепления. В 1991 г. на базе IBM-компьютера АТ-286 на Омском НПЗ внедрена первая стационарная система компьютерного мониторинга насосных агрегатов СВИП-64 (26 агрегатов) со встроенным анализатором вибрации, а в 1993 г. на 118 агрегатах 6 производств того же предприятия внедрена первая система компьютерного мониторинга состояния насосно-компрессорного оборудования со встроенной автоматической экспертной системой оценки технического состояния агрегатов Компакс®. Полный охват мониторингом состояния в реальном времени всего машинного оборудования технологических установок НПЗ показал колossalную эффективность по сравнению с контрольно-сигнальной аппаратурой, устанавливаемой исключительно на центробежные компрессорные агрегаты. Вплоть до конца 1990-х годов внедрение стационарных систем компьютерного мониторинга состояния (вибродиагностики в реальном времени) оборудования шло исключительно в России, так как в странах Запада подход к комплексному оснащению установок стационарными системами считался неприемлемым, а бизнес по периодической вибродиагностике оборудования приносил экспертам-диагностам серьезный доход.

И лишь с приходом ХХI века ведущие западные компании начали изучать русский опыт в области безопасной ресурсосберегающей эксплуатации оборудования опасных производств, что привело к появлению на рынке ряда предложений. Однако, лишь автоматизировав процесс изменения вибрации, невозможно построить систему мониторинга состояния оборудования, для этого требуется наличие встроенной автоматической экспертной системы поддержки принятия решений по ближайшим неотложным действиям с оборудованием, над созданием которой ведущие западные компании работают до сих пор, лишь декларируя ее наличие в составе своих систем, но не предъявляя конкретных свидетельств успешного внедрения таковых.

Система Компакс[®]

Наблюдаемость процесса деградации оборудования позволяет исключить аварийные ремонты и выполнять все ремонты агрегатов по фактическому техническому состоянию в плановом порядке, что обеспечивает 100 %-ное исключение аварийных ситуаций. Под ресурсосбережением необходимо понимать снижение не только расхода материальных ресурсов, но и затрат трудовых и финансовых ресурсов предприятия на устранение последствий аварий, поломок оборудования, а также убытков от простоя производства. Реальное увеличение межремонтного периода эксплуатации технологических установок до 2—5 лет, что в настоящее время требуют все компании от своих заводов, невозможно без внедрения систем мониторинга Компакс[®] — базового элемента безопасной ресурсосберегающей эксплуатации нефтеперерабатывающих и нефтехимических производств.

Совокупный объем затрат и потерь напрямую зависит от своевременного обнаружения неисправностей и адекватности действий персонала при разных скоростях износа оборудования (рис. 1).

Чем позже персонал установки реагирует на ухудшение состояния оборудования, тем больший объем затрат необходим для его восстановления, а в случае критической ситуации они могут превышать стоимость постройки новой установки. В свою очередь, скорость реакции персонала обусловлена двумя основными причинами — наблюдаемостью состояния оборудования и адекватной реакцией на ухудшение его технического состояния. Оба этих ключевых фактора обеспечиваются системой Компакс[®], которая ведет мониторинг состояния оборудования и представляет его результаты на все уровни управления производством, что гарантирует контроль руко-

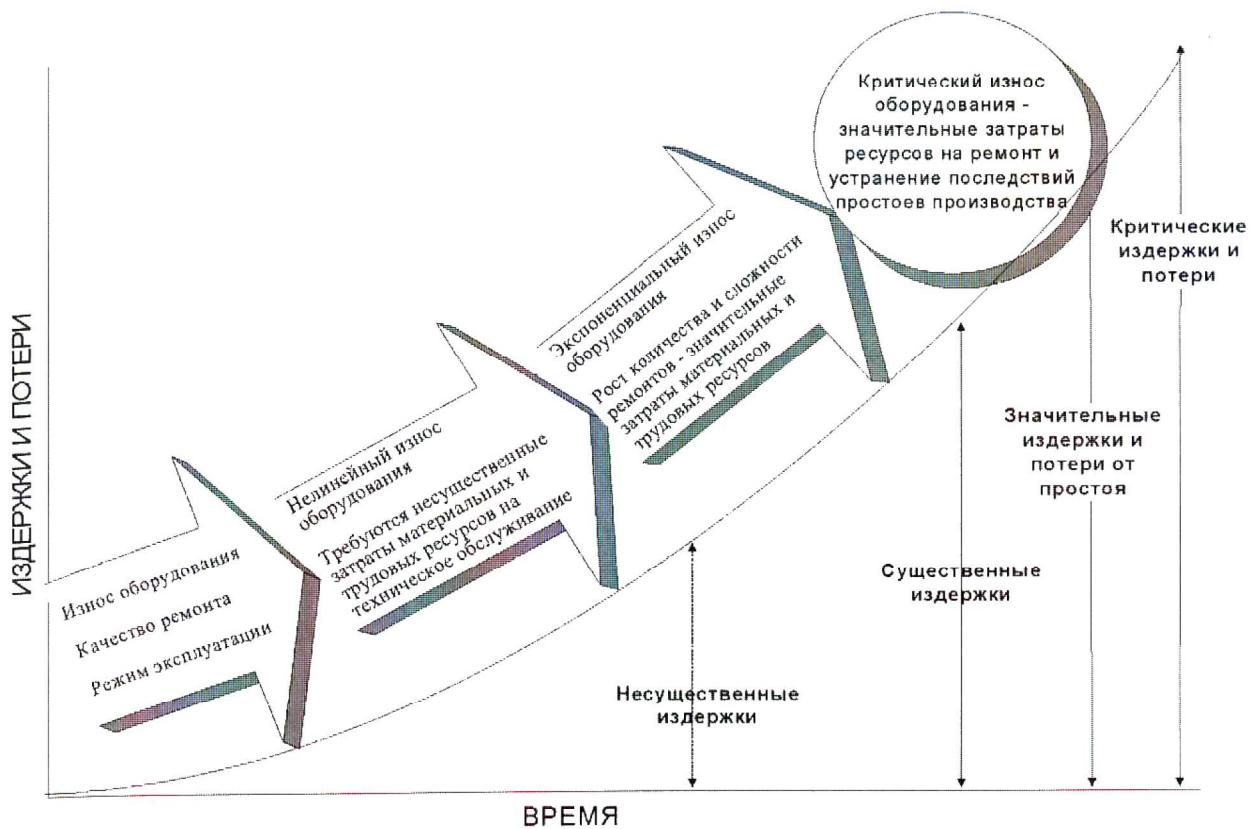


Рис. 1. Зависимость уровня издержек и потерь от своевременности обнаружения неисправностей оборудования

водством исполнительской дисциплины персонала в реальном времени.

На предприятиях, эксплуатирующих десятки тысяч единиц разнообразного оборудования, конкретизация внимания на наиболее проблемных активах позволяет проводить целенаправленные, своевременные, а поэтому низкобюджетные мероприятия, обеспечивая не только техногенную безопасность производства, но и экономичность расходования ремонтного фонда завода. Совокупность разработанных и внедренных программно-аппаратных средств и методических материалов по их применению позволила организовать автоматизированную систему управления безопасной ресурсосберегающей эксплуатацией оборудования в реальном времени — АСУ БЭР™ Компакс® — новый класс исполнительных производственных систем (MES-систем) [2]. Причем на единой программно-аппаратной платформе осуществляется мониторинг всего спектра оборудования технологических комплексов НПЗ и НХЗ, включая центробежные и поршневые компрессоры, насосные агрегаты и воздуходувки, аппараты воздушного охлаждения, коксовые реакторы и другое статическое оборудование (рис. 2).

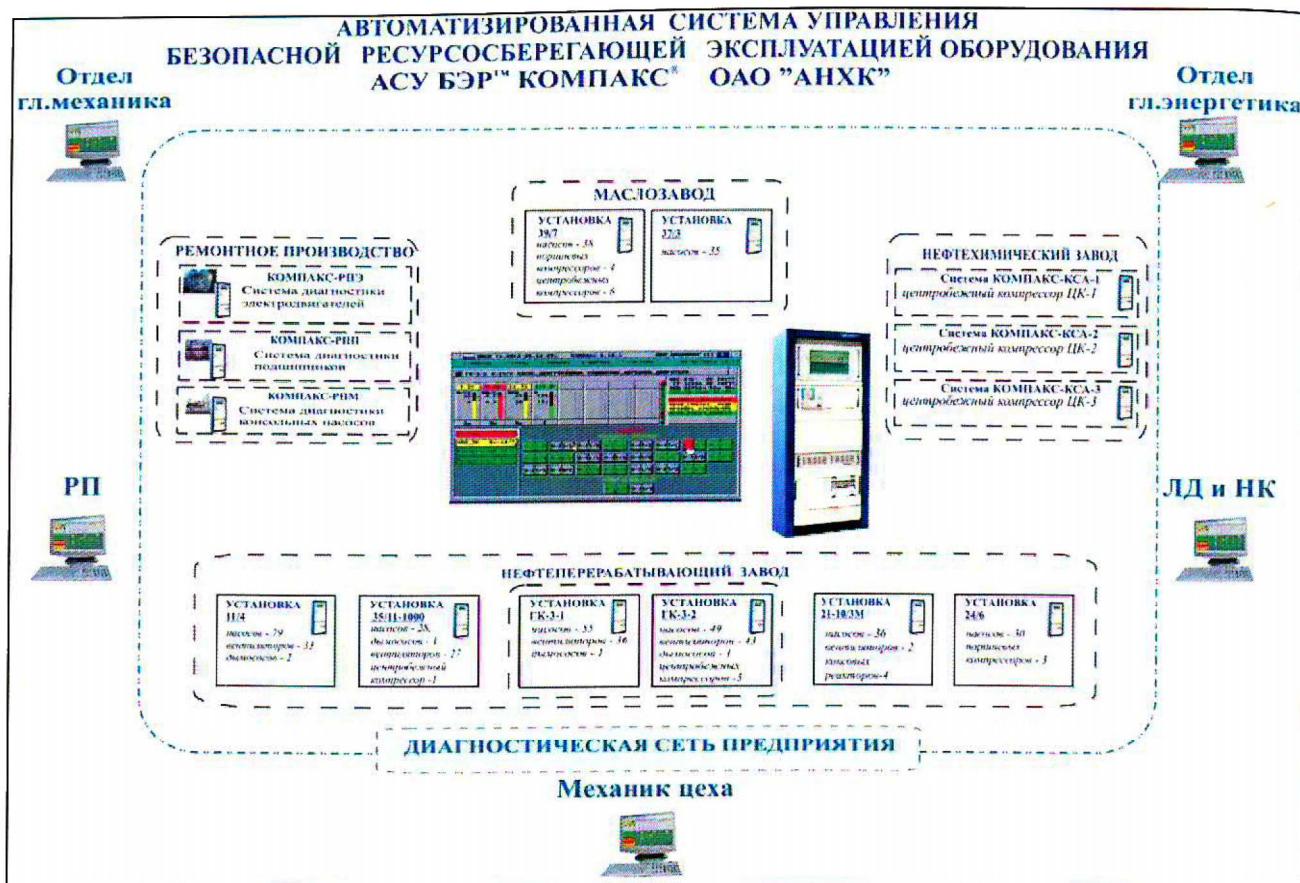


Рис. 2. Единый программно-аппаратный комплекс систем мониторинга АСУ БЭР™ Компакс® ОАО «АНХК»

Система Компакс[®] включает распределенную полевую сеть модулей и датчиков, сигналы с которых после предварительной обработки передаются по единой кабельной линии на диагностическую станцию, расположенную в операторской, где осуществляются обработка измеренных сигналов, автоматическая вибродиагностика машинных агрегатов, локация зон трещинообразования в статическом оборудовании и другие виды анализа, необходимые для постановки диагноза. Системой Компакс[®] автоматически, без участия специалистов-диагностов определяются все основные классы неисправностей динамического оборудования. По каждому из них система выдает целый ряд сообщений, в частности автоматически определяет все дефекты подшипников — внешней и внутренней обойм, тел качения, сепаратора. Система Компакс[®] автоматически диагностирует дефекты поршневых компрессоров, при этом вибоналадка таких сложных машин может осуществляться прямо в процессе эксплуатации в реальном времени непосредственно персоналом установки на основании предписаний системы. Всего система выявляет около 40 различных неисправностей в поршневых компрессорах (ПК), например: возникновение дефектов в клапанах ПК диагностируется системой за 2–3 недели до их выхода из строя, что позволяет заранее подготовиться

и провести оперативный ремонт. Все это позволяет персоналу установки самостоятельно принимать решение о ближайших неотложных действиях с оборудованием.

На экране «Монитора» системы (рис. 3), схематично представляющем эксплуатируемое оборудование, в интуитивно понятной любому человеку форме — цветом от зеленого (допустимо) до красного (недопустимо) — показано общее состояние агрегатов, основные измеряемые параметры по ГОСТ Р 53565-2009 [4], представленные в левой верхней части экрана, но самое главное — предписания автоматической экспертной системы в правой верхней части экрана, которые в соответствии с действующими нормативными документами технологический персонал обязан беспрекословно выполнять, а система, опять же в автоматическом режиме, контролирует оперативность и качество их выполнения по изменению состояния агрегатов и их узлов. В частности, на рис. 3 в состоянии, требующем принятия мер (желтый), находятся одновременно три агрегата, однако система Компакс[®] автоматически указала на агрегат XB3/14-2, скорость развития неисправностей в котором наибольшая из всех (курсор в виде указательного пальца) и выдала предписание «Проверь крепление».

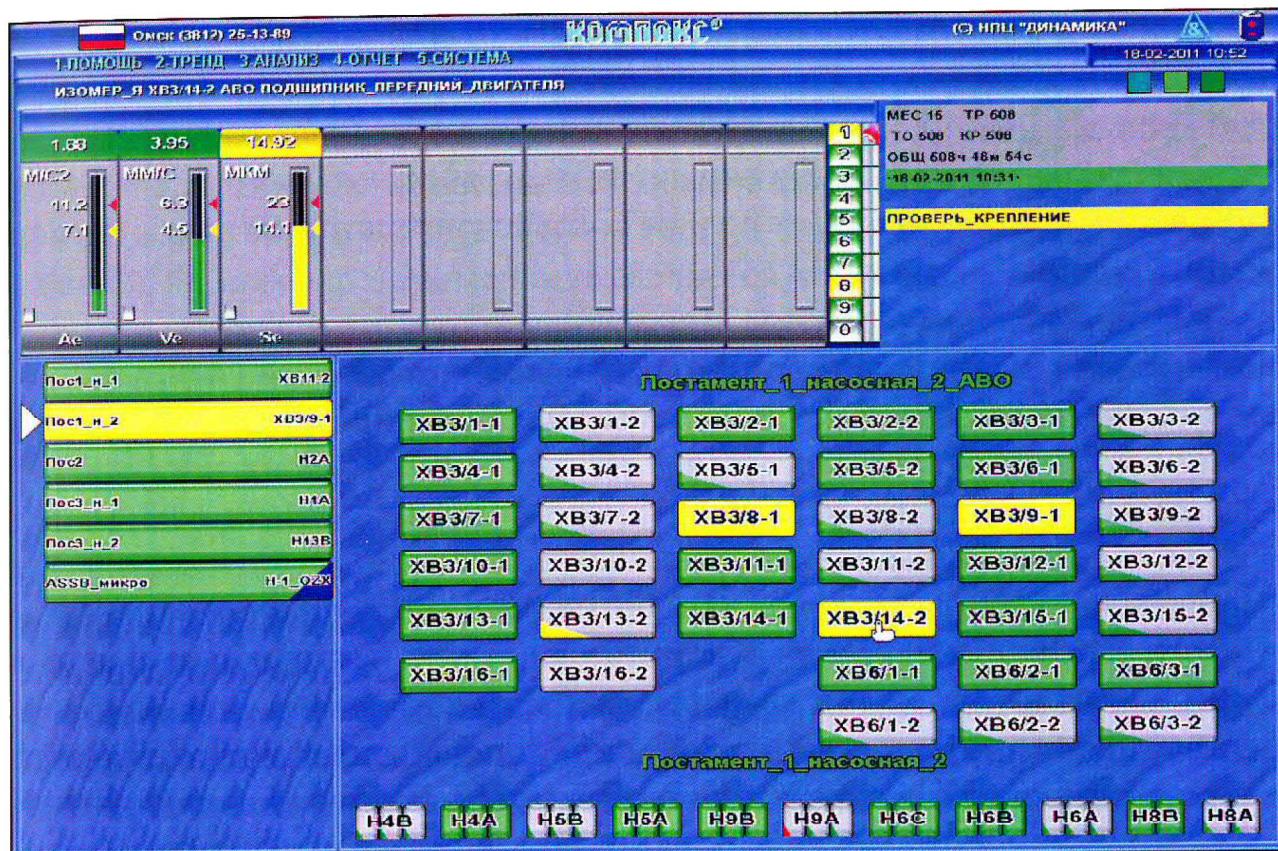


Рис. 3. Экран «Монитора» системы Компакс[®]-Изомалк-2
ОАО «Газпромнефть–ОНПЗ»

КОМПАКС 6.10.2 (С) НЦ "ДИНАМИКА"		ЖУРНАЛ МЕХАНИКА-ЭЛЕКТРИКА			ОАО "Газпромнефть-ОНПЗ"		
Протокол состояния агрегата установки "ИЗОМЕР_Я"			на 18-02-2011 11 ч. 08 мин.				
			Дата пуска системы 18-02-2011 10 ч. 58 мин.				
Тех. индекс	Узел агрегата	Нараб.	Состояние узла	Признак	Значение признака	Состояние признака	
ХВ3/8-1	ПОДДІЛНИК_ЦЕРДЧИЙ_ДВІГАТЕЛЯ	2639	Треб пр мер ПРОВ_СМАЗКУ, ПОДІЛ ЖЕЛТ.	Ae (М/С2) Ve (ММ/С) Se (ММ)	7.48 1.02 4.67	Треб пр мер	

Дата пуска/становка: 27/11/2010 04:51 Пуск
Стр. 1 из 1

Рис. 4. Журнал механика-электрика системы Компакс®-Изомалк-2 ОАО «Газпромнефть–ОНПЗ»

Абсолютная объективность системы обеспечивает проведение ремонтных и наладочных работ именно с тем оборудованием, которое этого требует, причем в журналах, которые автоматически формирует система, указан не только технологический индекс агрегата (рис. 4, столбец 1), но и состояние его проблемных узлов (рис. 4, столбцы 2—7), включая выданные системой предписания (рис. 4, столбец 4).

Такая функция системы помогает наиболее эффективно управлять жизненным циклом оборудования. Руководителям и техническим специалистам нет необходимости дополнительно обосновывать проведение ремонтных работ, так как журналы, формируемые системой Компакс® в реальном времени, всегда позволяют сопоставить объем ремонтных работ, требуемый по предписаниям системы, с работами, указанными в наряд-заказе, что обеспечивает полное доверие к представленным объемам ремонтов с обеих сторон.

Диагностическая сеть предприятия позволяет наблюдать в реальном времени не только техническое состояние оборудования и технологических комплексов, но и исполнительскую дисциплину персонала установок (рис. 5). Одного взгляда на экран сервера диагностической сети достаточно, чтобы определить, какому объекту именно сейчас необходимо повышенное внимание технического менеджмента завода, где необходимо усилить контроль за работой обслуживающего и технологического персонала, какое оборудование действительно требует ремонта в данный момент. На экране сервера диагностической сети Compacts®-Net секторами обозначены технологические установки, а внутри секторов на соответствующем фоне отображены агрегаты в технических состояниях «Недопустимо» (красный фон) и «Требует принятия мер» (желтый фон). Чем больше таких объектов в секторе, тем выше риск возникновения аварии или простоя всей технологической установки, а значит, все усилия



Рис. 5. Экран сервера диагностической сети Compacs-Net НПЗ ОАО «АНХК»

обслуживающего персонала необходимо направить на приведение в нормальное техническое состояние именно этого оборудования и именно на этом технологическом объекте.

Благодаря интуитивно понятному интерфейсу персонал технологических установок довольно быстро осваивает системы и учится не только заблаговременно выводить агрегаты в ремонт и контролировать их качество по его окончании, но и вести ресурсосберегающую эксплуатацию, осуществляя целенаправленное и своевременное техническое обслуживание, не доводя оборудование до отказа и максимально продлевая межремонтный период работы. Особенностью систем Компакс[®], обеспечивающей их широкое применение, является то, что они ориентированы на низовой исполнительный персонал, работающий непосредственно с оборудованием, определяющий как безопасность, так и технико-экономические показатели производства. В системах все этапы (измерение, постановка диагноза, доведение его до персонала и руководства, управляющего производственным комплексом, контроль реализации диагностических предписаний) осуществляются автоматически в реальном времени развития неисправностей сотен единиц оборудования, подключенных к системе.

Высокая достоверность диагностирования, которая подтверждается каждый раз после остановки и разборки агрегата персоналом вследствие предупреждения системы, является источником исключения аварий и потерь, роста межремонтного пробега при полном использовании ресурса оборудования, снижения всех видов издержек, существенного ускорения ввода в эксплуатацию новых производств. В то же время принципы пост-

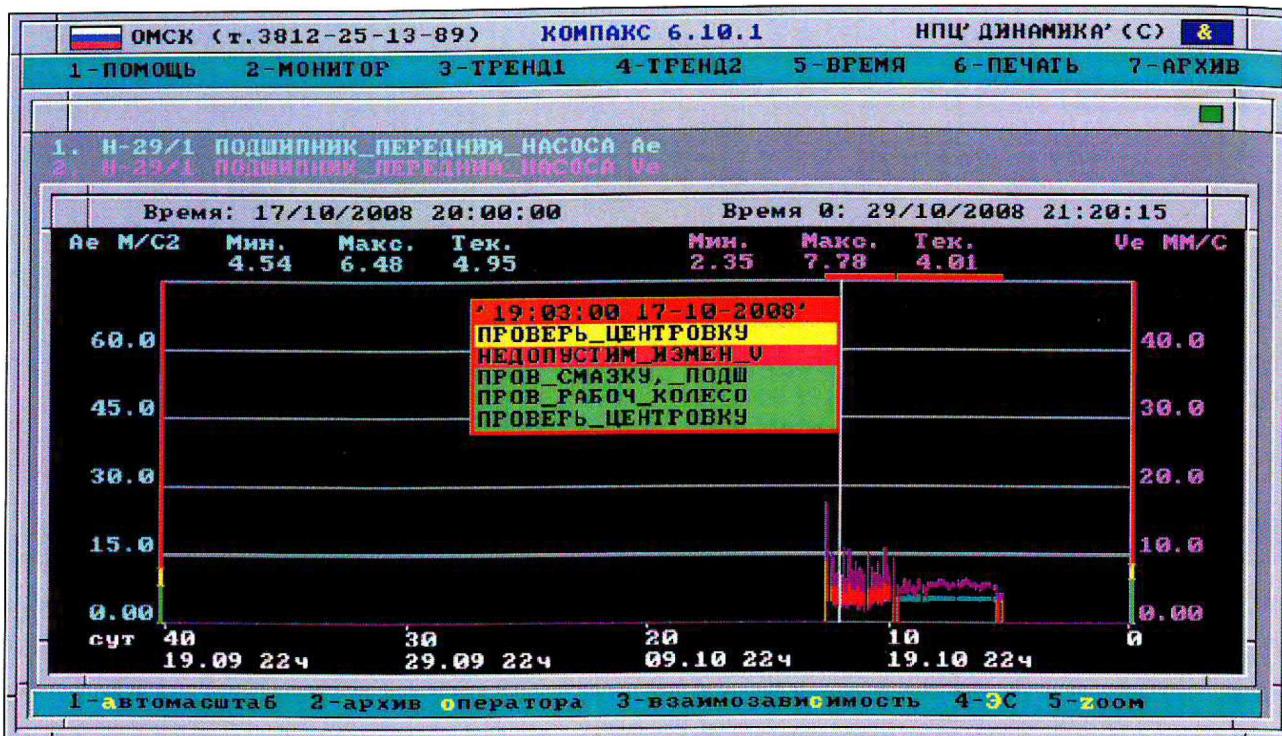


Рис. 6. Экран «Тренд» системы Компакс[®]

ройения системы Компакс[®] позволяют достаточно просто конфигурировать ее программно-аппаратные средства для мониторинга состояния самого разнообразного оборудования — центробежных консольных и двухопорных насосов, воздухо- и газодувок, вентиляторов и аппаратов воздушного охлаждения, центробежных и поршневых компрессоров и т.д.

Все измеряемые системой параметры накапливаются в базах данных за различные временные интервалы — от 12 ч до 9 лет (12 ч, 4 и 40 сут., 1 год и 9 лет). Для более удобного анализа трендов измеренных параметров при установке курсора на значение параметра в экране системы «Тренд» можно видеть, какие предписания были выданы системой персоналу по данному агрегату в тот момент времени (рис. 6). Это помогает провести более детальный анализ как состояния оборудования, так и действий персонала по приведению конкретной единицы оборудования в удовлетворительное техническое состояние. Так же по трендам системы можно проследить развитие и источник возникновения неисправностей в агрегате, что помогает восстановить объективную картину произошедших событий и однозначно определить причину и ход развития неисправности.

Анализ статистики отказов оборудования технологических комплексов НПЗ показывает, что благодаря внедрению систем не только исключаются внезапные для персонала отказы оборудования, но и в среднем более чем в 8 раз сокращается количество ремонтных работ,

происходит качественное перераспределение структуры ремонтов от капитальных и средних в сторону текущих ремонтов и технического обслуживания.

Примеры из практики

В качестве примера рассмотрим эксплуатацию персоналом установки Л24-6 агрегата Н-3 по данным системы Компакс® (рис. 7). Насос агрегата Н-3 после пуска 14.02.10 г. в течение первых же суток работы перешел в состояние «Требует принятия мер». Вибропараметр заднего подшипника насоса превысил допустимый уровень, и система Компакс® выдала предписание «Проверь подшипник». Технологический персонал, подтвердив выданное системой экспертное сообщение путем нажатия клавиши на диагностической станции, произвел добавление смазки в подшипниковом узле, что вызвало некоторое снижение вибрации заднего подшипника насоса (рис. 7, участок 1). Тем не менее неисправность продолжала разви-

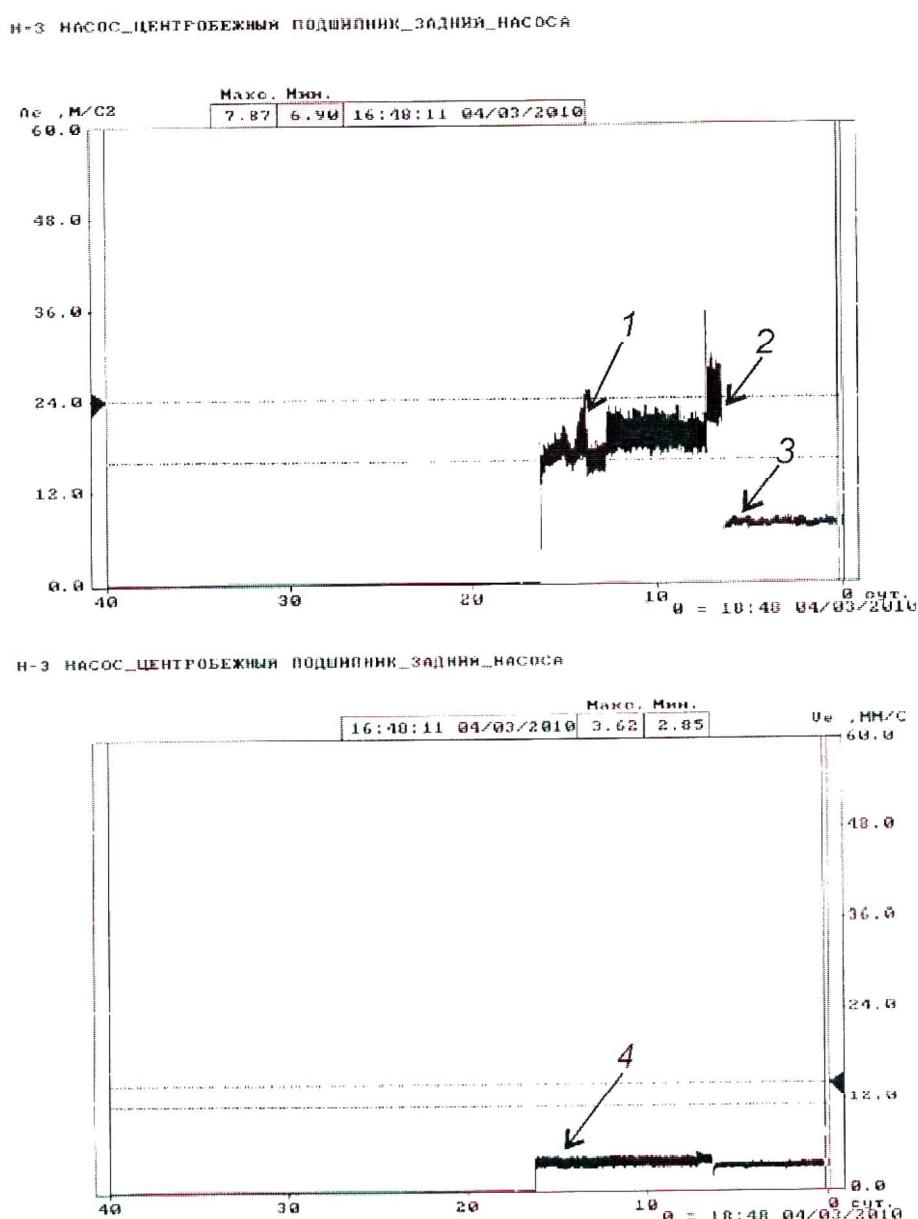


Рис. 7. 40-суточный тренд агрегата Н-3 установки Л24-6

Участок 1 — целенаправленное техническое обслуживание; 2 — своевременный останов агрегата; 3 — качественный ремонт и эксплуатация агрегата в удовлетворительном техническом состоянии; 4 — тренд виброскорости

ваться в течение 9 сут., так как повреждение подшипника уже произошло.

Персонал внимательно наблюдал за развитием неисправности подшипника, продолжая использовать оставшийся ресурс, и, как только произошел резкий рост вибрации, что соответствовало переходу агрегата в техническое состояние «Недопустимо», персонал установки произвел своевременный останов агрегата Н-3, не допустив тем самым аварии и в полной мере использовав заложенный в оборудовании ресурс (рис. 7, участок 2).

После проведения качественного текущего ремонта по замене подшипника агрегат пущен в работу в состоянии «Допустимо» (рис. 7, участок 3). Таким образом, следует констатировать, что персонал технологической установки Л24-6, специалисты службы главного механика предприятия в полной мере освоили технологию безопасной ресурсосберегающей эксплуатации оборудования, проводят весь комплекс своевременных и целенаправленных мероприятий для снижения расходов на ремонт и увеличения межремонтного периода его эксплуатации, ведут эксплуатацию оборудования по фактическому техническому состоянию в реальном времени на основе стационарных систем компьютерного мониторинга Компакс[®] для предупреждения аварий и контроля состояния. Необходимо отметить высокое качество проведения ремонтных работ насоса Н-3, который был сдан в эксплуатацию с первого предъявления в состоянии «Допустимо» (рис. 7, участок 3). Залогом качественного ремонта служат в том числе и стендовые системы вибродиагностики подшипников Компакс[®]-РПП, вибродиагностики и динамической балансировки консольных насосов Компакс[®]-РПМ, диагностики электродвигателей Компакс[®]-РПЭ, устанавливаемые в ремонтных подразделениях предприятия и обеспечивающие выпуск из ремонта оборудования с максимальным потенциальным ресурсом.

Как показано в правой части рис. 7 (участок 4) тренд виброскорости никак не изменился, несмотря на длительный период развития неисправности подшипника (около 10 сут.) и довольно высокий уровень вибрации при его разрушении. Данный факт является ярким свидетельством того, что традиционные системы контроля вибрации, измеряющие исключительно виброскорость и продвигаемые рядом зарубежных и отечественных компаний на предприятия отрасли, в подобных случаях не обеспечат безопасность производства и не предупредят персонал установки даже элементарной звуковой сигнализацией, а следовательно, приобретение и внедрение традиционных систем контроля вибрации не смогут обеспечить техногенную безопасность и переход от системы ППР

к эксплуатации и ремонту оборудования по техническому состоянию в соответствии с [5].

Рассмотрим еще один пример эксплуатации оборудования по фактическому техническому состоянию в реальном времени (рис. 8).

На 4-суточном тренде агрегата Н-30/2 установки ГК-3 видно, что вследствие корректировок технологического процесса 27, 28 февраля прошлого года происходят кратковременные деструктивные воздействия на агрегат (рис. 8, участки 1, 2). Очередная корректировка технологического процесса 01.03.2010 г. привела к расцентровке агрегата, что вызвало увеличение значения виброскорости с 6 до 11 мм/с на передней опоре электродвигателя и переход машины сначала в состояние «Требует принятия мер», а через несколько часов (в 16.40) — в техническое состояние «Недопустимо» по причине резкого роста трения в полумуфте, которое сопровождалось резким ростом виброскорости до 25 мм/с (рис. 8, участок 3). Система выдала пре-

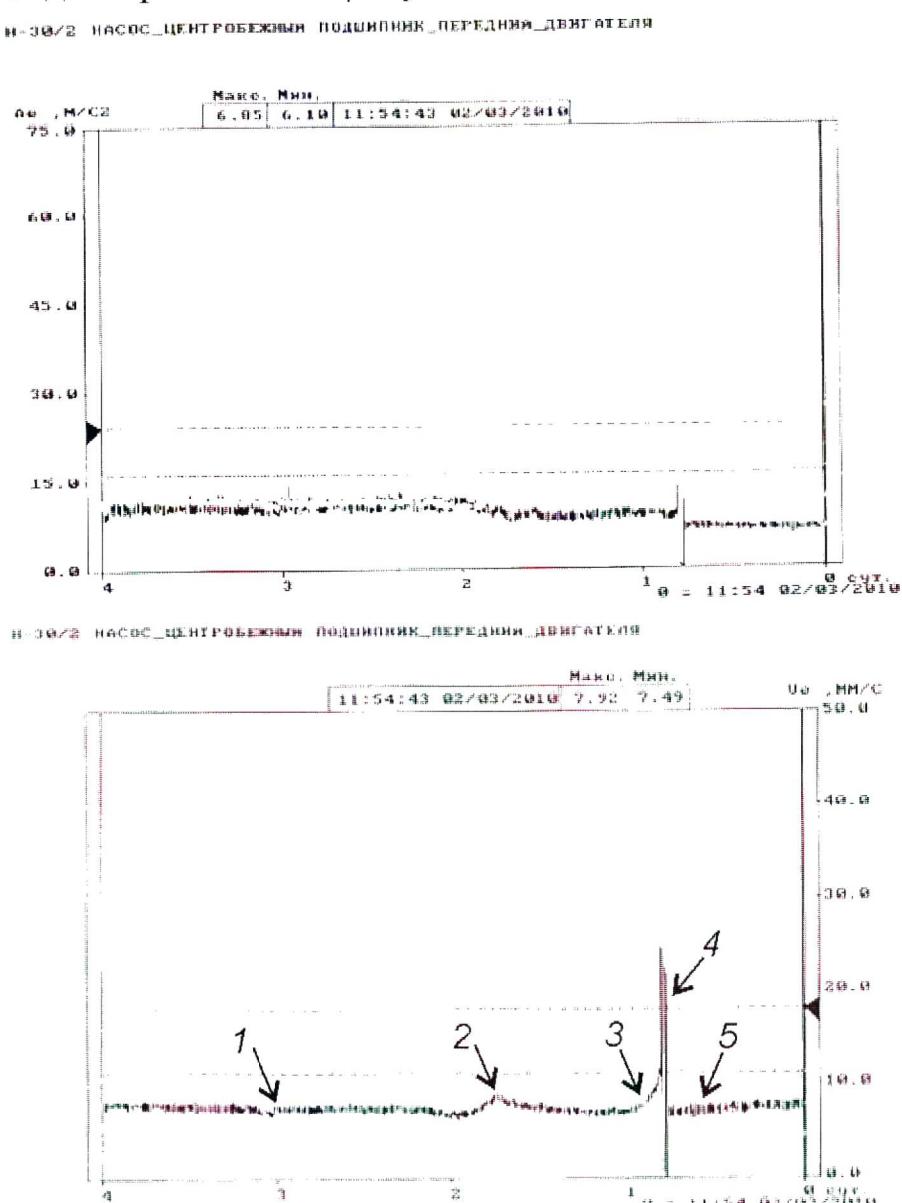


Рис. 8. 4-суточный тренд агрегата Н-30/2 установки ГК-3

участок 1 — слабое деструктивное воздействие на агрегат в ходе корректировки технологического процесса;
 2 — повторное деструктивное воздействие на агрегат в ходе корректировки технологического процесса;
 3 — критическое деструктивное воздействие на агрегат в ходе корректировки технологического процесса, расцентровка и заклинивание полумуфты; 4 — выполнение обтяжки крепления агрегата; 5 — выполнение предписания системы Компакс® — проведение центровки агрегата

дписание «Проверь центровку». Благодаря наблюдаемости технического состояния агрегата персонал технологической установки своевременно остановил агрегат и провел обтяжку его крепления, однако это не привело к улучшению его технического состояния — система вновь показала «Недопустимо», и агрегат был остановлен (рис. 8, участок 4).

Руководствуясь автоматическими экспертными сообщениями системы Компакс[®], ремонтный персонал выполнил центровку агрегата, устранил проблемы полумуфты и продолжил его эксплуатацию в удовлетворительном техническом состоянии (рис. 8, участок 5). Таким образом, проведя своевременный и целенаправленный текущий ремонт агрегата (обтяжку крепления, устранение проблем полумуфты и центровку), в течение 1,5 ч были предотвращены значительные расходы на его капитальный ремонт, который мог бы потребоваться в случае заклинивания полумуфты, последующего разрушения подшипниковых узлов и разуплотнения торцового уплотнения агрегата.

Благодаря бдительности персонала технологических установок, служб главного механика, главного энергетика и главного метролога предприятий, эксплуатирующих наши системы, ежегодно удается сэкономить значительные средства на ремонт и восстановление оборудования, а также принести дополнительный доход компании вследствие увеличения межаварийного и межремонтного пробегов технологических установок.

Экономика и управление на основе мониторинга

Благодаря наличию в системах Компакс[®] автоматической экспертной системы технический менеджмент НПЗ и НХЗ имеет возможность не только наблюдать за состоянием оборудования, но и получать значительный экономический эффект от управления по данным мониторинга. Система позволяет классифицировать все виды работ с оборудованием как техническое обслуживание или ремонт, который, в свою очередь, классифицируется по трем основным типам неисправностей машин и распределяется на две категории качества — «полезные» и «неоправданные». Под техническим обслуживанием понимается восстановление ресурса агрегата (добавление смазки, обтяжка крепления, изменение технологического процесса и т.д.) на рабочем режиме, а под ремонтом — восстановление ресурса агрегата, выполненное во время его останова. При этом полезный ремонт — ремонт агрегата при его неблагоприятном или опасном техническом состоянии, после которого его состояние оценивается как удовлетворительное. На рис. 9 и 10 представлены графи-



Рис. 9. Полезные ремонты агрегатов установки ККр

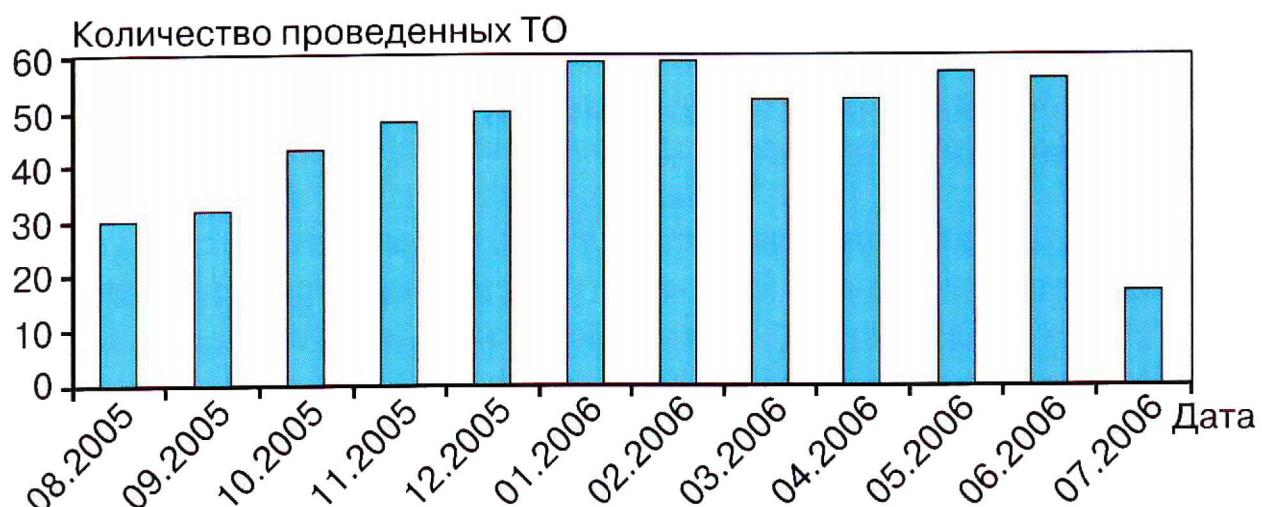


Рис. 10. Техническое обслуживание агрегатов установки ККр

ки выполнения ремонтов и технического обслуживания оборудования установки каталитического крекинга по базам данных системы Компакс[®]—ККр.

Благодаря удвоению с августа по январь работ по техническому обслуживанию оборудования (рис. 10), выполняемому по предписаниям системы, начиная с февраля месяца наблюдается экспоненциальное снижение количества ремонтов оборудования с 14–17 ежемесячно в период с августа по январь до 1 ремонта в июне. Таким образом, их общее количество на установке ККр за год эксплуатации снизилось по сравнению с ремонтами до внедрения системы Компакс[®] более чем в 5 раз. Фактический межремонтный пробег за отчетный период составил 350 сут., что соответствует современному уровню лучших западных НПЗ (≈ 96 –97 % времени в год) при одновременном снижении текущего уровня риска возникновения техногенных аварий на установке с 20–25 до 2–3 %, мониторинг которого также осуществляется системой.

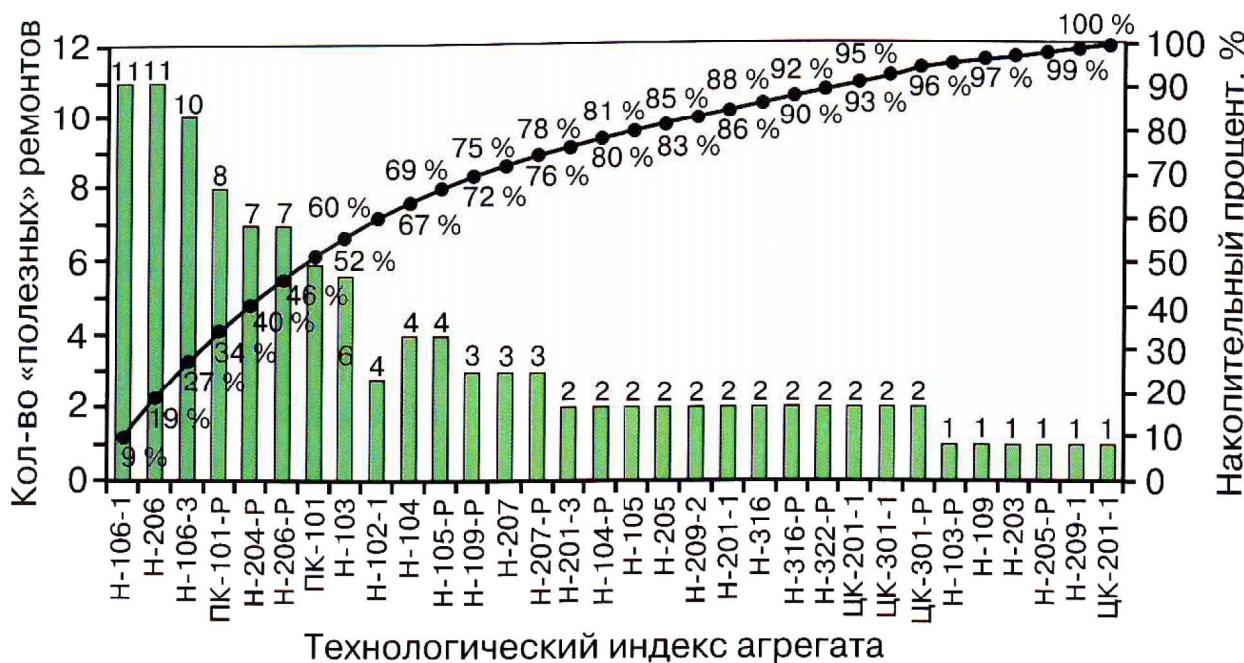


Рис. 11. Распределение полезных ремонтов агрегатов установки ККр по технологическим позициям

Помимо вышеизложенного существенный экономический эффект достигается за счет ликвидации фундаментальных причин недостаточной производительности и отказов оборудования, которые выявляются благодаря наличию на технологических установках систем мониторинга технического состояния оборудования Компакс®. Распределение полезных ремонтных работ агрегатов установки ККр (рис. 11) по технологическим позициям в зависимости от трех основных классов неисправностей показывает, что на 17 агрегатах потребовалось проведение 80 % всех ремонтных работ, а на 8 — 57 % всех неисправностей и действий персонала по их устранению, из которых 60 % вызвано дефектами подшипников и клапанов поршневых компрессоров, 26 % — расцентровкой и дисбалансом агрегатов, 14 % — дефектами крепления. Вывод напрашивается сам собой — устранение проблем 17 наиболее часто отказывающих агрегатов из 200, эксплуатируемых на данной установке, приведет к сокращению затрат на ремонт в 5 раз, а также более чем в 2 раза сократится объем работ по техническому обслуживанию.

Неоднократно опубликованные в открытой печати различными НПЗ и НХЗ данные об экономической эффективности систем Компакс® показывают, что срок окупаемости инвестиций в системы и технологии безопасной ресурсосберегающей эксплуатации оборудования не превышает полугода, а совокупный экономический эффект, полученный за прошедшие 20 лет, от внедрения более 400 систем на более чем 60 предприятиях России, стран СНГ и ЕС, которые контролируют

более 10 тыс. ед. разнообразного оборудования более 1000 типов, превышает 100 млрд руб.

Методология мониторинга

Безусловно, такое широкомасштабное внедрение систем не было бы возможно без создания серьезной нормативной и методологической базы, основу которой составил утвержденный Госгортехнадзором РФ в далеком 1994 г. Руководящий документ «Центробежные электроприводные насосные и компрессорные агрегаты, оснащенные системами компьютерного мониторинга для предупреждения аварий и контроля технического состояния типа Компакс. Эксплуатационные нормы вибрации». В данном документе впервые в мире были пронормированы для различных типов агрегатов виброускорение и скорости роста вибропараметров, но главное — этот документ разрешил при внедрении систем Компакс® отказаться от системы ППР и перейти на эксплуатацию оборудования по фактическому техническому состоянию.

За прошедшие с того времени годы учеными русской школы мониторинга было опубликовано более 200 работ, посвященных вопросам методологии и практики разработки и внедрения систем мониторинга состояния оборудования на опасных производственных объектах, изданы три монографии, разработаны стандарты Ассоциации «Ростехэкспертиза», НПС «РИСКОМ», посвященные вопросам организации мониторинга на предприятиях, излагающие требования к системам мониторинга состояния оборудования опасных производств, опубликованы нормы вибрации для постоянно расширяющегося перечня оборудования более 1000 типов.

Благодаря кропотливой и упорной работе в 2010 г. вышли государственные стандарты, регламентирующие вопросы контроля состояния и диагностики машин.

В ГОСТ Р 53563-2009 описан порядок организации мониторинга состояния оборудования опасных производств, в частности указаны правила классификации оборудования по степени риска его отказа и выбора объектов мониторинга, приведена классификация систем мониторинга, применение которых позволяет перейти на эксплуатацию оборудования по фактическому техническому состоянию, изложены цель, задачи и функции службы мониторинга надежности оборудования на предприятиях.

В ГОСТ Р 53564-2009 изложены основные технические требования к системам мониторинга состояния оборудования, степень соответствия которым определяет класс системы мониторинга и допуск применения таковых систем для мониторинга состояния оборудования различных

категорий опасности. Также в данном документе приведены технические требования к комплексным системам мониторинга технологического оборудования и перечень типовых неисправностей оборудования, которые должны выявляться системами мониторинга автоматически для возможности их использования в процессе перехода на эксплуатацию оборудования по фактическому техническому состоянию.

В ГОСТ Р 53565-2009 утверждены перечень и диапазон измеряемых вибропараметров оборудования, приведены критерии оценки вибрационного состояния агрегатов опасных производств и порядок использования результатов мониторинга, а также нормы вибрации центробежных насосных и компрессорных агрегатов.

Заключение

Системы комплексного мониторинга Компакс® обеспечивают безопасную ресурсосберегающую эксплуатацию оборудования технологических комплексов НПЗ и НХЗ путем получения в реальном времени оперативной информации о прошлом, текущем и прогнозируемом техническом состоянии оборудования. Системы в автоматическом режиме выдают экспертные сообщения в виде целеуказующих предписаний, которые используются руководством и специалистами предприятия в системе принятия решений по:

- контролю и оценке технического состояния оборудования при приемочных испытаниях и в процессе эксплуатации различными видами (методами) неразрушающего контроля (виброакустический, акусто-эмиссионный, тепловой и др.);
- выявлению дефектных узлов оборудования и причин возникновения дефектов и неисправностей;
- ведению технологического режима установок с учетом технического состояния оборудования для минимизации деструктивных нагрузок, действующих на оборудование, с целью обеспечения максимального ресурса безопасной эксплуатации технологических установок в целом;
- изменению периодичности проведения регламентных работ (для оборудования, находящегося в эксплуатации);
- эксплуатации оборудования по фактическому состоянию, подразумевающей, что объемы и содержание штатных периодических осмотров и обследований объектов, оснащенных системой мониторинга, могут быть изменены;
- условиям дальнейшей эксплуатации оборудования сверх нормативного срока эксплуатации.

Эксплуатация оборудования по фактическому техническому состоянию в реальном времени на основе систем мониторинга Компакс® не только обеспечивает техногенную безопасность опасных производственных объектов, к которым безусловно относятся нефтепереработка и нефтехимия, но и позволяет радикально снизить расходы на ремонт при одновременном увеличении межаварийного и межремонтного периодов эксплуатации оборудования, сокращении сроков вывода технологических установок на режим после ремонта, повышении производительности труда основного и вспомогательного персонала предприятия.

Литература

1. ГОСТ Р 53563-2009. «Мониторинг состояния оборудования опасных производств. Порядок организации». М.: Стандартинформ, 2010. (Введен в действие с 01.01.2011 г.).
2. Костюков В.Н. Мониторинг безопасности производства. М.: Машиностроение, 2002.
3. Костюков В.Н., Бойченко С.Н., Костюков А.В. Автоматизированные системы управления безопасной ресурсосберегающей эксплуатацией оборудования нефтеперерабатывающих и нефтехимических производств (АСУ БЭР-Компакс®) / Под ред. В.Н. Костюкова. М.: Машиностроение, 1999.
4. ГОСТ Р 53565-2009. «Мониторинг состояния оборудования опасных производств. Вибрация центробежных насосных и компрессорных агрегатов». М.: Стандартинформ, 2010. (Введен в действие с 01.01.2011 г.).
5. ГОСТ Р 53564-2009. «Мониторинг состояния оборудования опасных производств. Требования к системам мониторинга». М.: Стандартинформ, 2010. (Введен в действие с 01.01.2011 г.).
6. Костюков А.В., Костюков В.Н. Повышение операционной эффективности предприятий на основе мониторинга в реальном времени. М.: Машиностроение, 2009.



Совет главных механиков
нефтеперерабатывающих
и нефтехимических предприятий
России и стран СНГ



29 ноября - 3 декабря 2010 г.

МОСКВА

Состояние и перспективы развития систем
мониторинга технического состояния
статического оборудования для обеспечения
безопасной и надежной эксплуатации
нефтеперерабатывающих и нефтехимических
производств.

Опыт работы саморегулируемых организаций в
области строительной деятельности на

УДК 620.1; 62.7/9

Состояние и перспективы развития систем мониторинга технического состояния статического оборудования для обеспечения безопасной и надежной эксплуатации нефтеперерабатывающих и нефтехимических производств. Опыт работы саморегулируемых организаций в области строительной деятельности на предприятиях отрасли: Материалы совещания. — М.: ООО «НТЦ при Совете главных механиков», 2011. — 352 с.

Представлены избранные доклады участников совещания главных механиков нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий России и СНГ «Состояние и перспективы развития систем мониторинга технического состояния статического оборудования для обеспечения безопасной и надежной эксплуатации нефтеперерабатывающих и нефтехимических производств. Опыт работы саморегулируемых организаций в области строительной деятельности на предприятиях отрасли», прошедшего в период с 29 ноября по 3 декабря 2010 г. в Бекасово.

Сборник подготовили:

Составитель Белоусов Ю.Л.

Редактор Кудинова А.А.

Дизайн и верстка Лёгкая Е.А.

© Совет главных механиков предприятий нефтеперерабатывающей
и нефтехимической промышленности, 2011

© ООО «НТЦ при Совете главных механиков», 2011



Совет главных механиков
предприятий нефтеперерабатывающей
и нефтехимической промышленности

Ассоциация нефтепереработчиков и нефтехимиков
ООО «НТЦ при Совете главных механиков»

Материалы совещания

Состояние и перспективы развития систем мониторинга
технического состояния статического оборудования
для обеспечения безопасной
и надежной эксплуатации нефтеперерабатывающих
и нефтехимических производств

Опыт работы саморегулируемых организаций
в области строительной деятельности
на предприятиях отрасли