

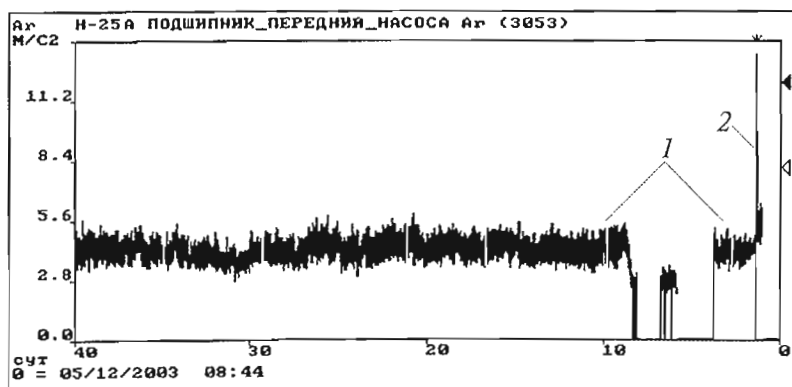
# Опыт внедрения и эксплуатации систем мониторинга технического состояния оборудования опасных производств

В.Н. Костюков, А.П. Науменко, Ал.В. Костюков, Ан.В. Костюков, С.Н. Бойченко (НПЦ «Динамика»),  
О.Г. Белявский, С.Ф. Самков (ОАО «Газпромнефть-ОНПЗ»)

Решением проблем, связанных с безопасной эксплуатацией оборудования опасных производственных объектов (ОПО), является обеспечение наблюдаемости технического состояния (ТС) этих объектов, существенным образом влияющих на технико-экономические показатели производства и возникновение техногенных инцидентов (рис. 1). Наблюдаемость ТС производственного комплекса обеспечивается с помощью мониторинга входящих в него объектов мониторинга (ОМ) с целью определения их текущего технического состояния и предсказания момента их перехода в предельное состояние [1–4]. Результат мониторинга представляет совокупность диагнозов ОМ, составляющих производственный комплекс, получаемых на неразрывно примыкающих друг к другу интервалах времени, в течение которых состояние ОМ существенно не изменяется.

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

КОМПЛЕКС 6.03 (С) НПЦ "ДИНАМИКА"	БУРОВАЯ МЕХАНИКА-ЭЛЕКТРИКА	ОАО "Сургут ГПЗ"
Тренды состояния агрегатов установки "21-12-3М"		на 05-12-2003 10 ч. 17 мин.
		Дата пуска системы 04-12-2003 00 ч. 19 мин.



Канал: 3053  
Курсор: 04/12/2003 02:00  
Максимальное - 13.31 Минимальное - 0.00 Текущее = 7.56

Рис. 1. Тренд деградации подшипника насоса в течение 40 суток с большой дисперсией вибрации (1) и быстрый тренд разрушения из-за непринятия компенсирующих мер (2)

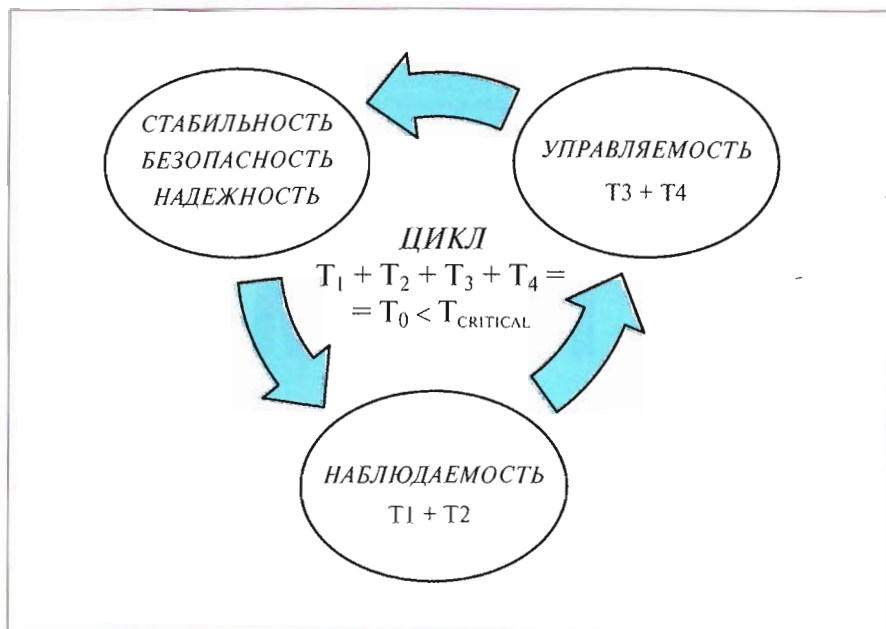


Рис. 2 Наблюдаемость и Управляемость состояния оборудования – основа Стабильности и Безопасности производства

ческого и важнейшего статического оборудования основных технологических установок на единой программно-аппаратной платформе с передачей результатов мониторинга в единую диагностическую сеть предприятия.

Выбор и обоснование номенклатуры объектов, мониторинг которых необходимо осуществлять, производится путем анализа технологической схемы производства с учетом их влияния на технологический процесс и техногенную опасность производства с помощью специальной методики. В результате, определяются категории опасности объектов [4]. Конечным итогом анализа производства является разработка программы оснащения предприятия системами мониторинга и перехода на эксплуатацию оборудования по фактическому ТС [3]. Анализ надежности технологических установок современных нефтеперерабатывающих и нефтехимических производств показывает, что более трех четвертей отказов оборудования составляют отказы машинных агрегатов, высокая концентрация которых на установках нередко служит причиной аварий и производственных неполадок, простоев технологических установок и производств [1, 2, 5].

Таким образом, у служб предприятия, отвечающих за поддержание производства в работоспособном состоянии, основными являются следующие цели:

- максимальное увеличение межремонтного пробега технологических установок;
- исключение аварий и простоев из-за отказов оборудования;
- снижение эксплуатационных затрат и потерь путем исключения неэффективных внеплановых и планово-предупредительных ремонтов.

Фундаментальными причинами существующих на предприятиях нефтехимического комплекса проблем эксплуатации оборудования являются:

- отсутствие наблюдаемости реально протекающих процессов эксплуатации;
- отсутствие контроля качества агрегатов и их узлов при производстве и ремонте;
- наличие проектных ошибок при расчете необходимой мощности агрегатов;

- отсутствие оперативного контроля над действиями персонала, ответственного за ведение технологического процесса и работоспособность оборудования.

Технологическое оборудование современных ОПО, как правило, включает динамическое оборудование (центробежное и поршневое насосно-компрессорное оборудование, воздухо- и газодувки, вентиляторы и аппараты воздушного охлаждения и т.п.) и статическое оборудование (колонны, резервуары, трубопроводы и т.п.). Для диагностики и мониторинга состояния этого оборудования сегодня часто используются различные технические средства. Мировая тенденция к узкопрофильной специализации организаций по разработке технологий и стационарных и переносных средств диагностики конкретного типа оборудования приводит к появлению на ОПО систем, которые произведены различными фирмами и практически оказываются несовместимыми между собой ни по электрическим, ни по информационным параметрам, что не позволяет интегрировать их в единое информационное пространство автоматизированной системы управления (АСУ) предприятия.

Следует отличать системы мониторинга параметров оборудования (condition monitoring) от систем мониторинга технического состояния (здоровья) – health monitoring. Системы мониторинга параметров измеряют параметры физических процессов, однако они не определяют причины изменения ТС. Системы мониторинга состояния (здоровья) определяют не только изменение ТС объекта мониторинга, но и причины его изменения. Эти системы используют алгоритмы экспертной системы поддержки принятия решений реального времени с автоматическим диагностированием неисправностей узлов оборудования. При этом системы автоматически определяют степень опасности неисправностей, автоматически указывают персоналу, какие действия он должен произвести, чтобы устранить неисправности. Иногда такие системы в России называют системами диагностического мониторинга. Эти системы, как правило, являются системами 1 класса согласно ГОСТ Р 53564 [4].

Термин «реальное время» (real time) при мониторинге состояния означает, что темп измерения определяющих параметров, распознавание состояния и отображение результатов диагностики объекта должен быть согласован с темпом его деградации и в несколько раз опережать его для устранения выбросов и повышения достоверности диагноза, создавая резерв времени на принятие управленческих решений и выполнение компенсирующих мероприятий.

Системы мониторинга ТС первого класса, реализованные согласно принципам, определенным в работах [2–4], и удовлетворяющие требованиям работы [4], позволяют достаточно просто конфигурировать их программно-аппаратные средства для мониторинга ТС как динамического, так и статического оборудования, а также интегрировать с известными системами АСУ ТП предприятия.

В России системы компьютерного real-time мониторинга ТС для предупреждения аварий и контроля состояния оборудования, отвечающие требованиям [2, 3, 4, 6], типа КОМПАКС®, предложенные НПЦ «Динамика» (г. Омск) в начале 90-х годов, эксплуатируются в 12 отраслях промышленности, в том числе на более чем 200 производствах топливоэнергетического комплекса (ТЭК) таких компаний, как Газпром, Газпромнефть, Роснефть, Лукойл, Сибур, Славнефть, Таиф-НК, «Энел ОГК-5», Альянс и др., а также на восьми предприятиях ТЭК Украины, Казахстана, Беларуси, Узбекистана, Болгарии.

В настоящее время на производствах ТЭК в эксплуатации находится более 400 систем компьютерного real-time мониторинга технического состояния для предупреждения аварий и контроля состояния, стационарные, стендовые, персональные системы автоматической диагностики и системы диагностической сети.

Системы мониторинга проводят измерения более чем по 19 000 измерительных каналов, осуществляют мониторинг почти по 60 000 основных параметров сигналов. Всего под контролем систем мониторинга находится более 12 000 машин и агрегатов более 1 700 типов.

Мониторинг и анализ ТС оборудования производится по множе-

ству параметров (вибрация [7–9], температура, ток и мощность потребления энергопотребителями, температура обмоток электродвигателя, осевое и радиальное смещение валов, частота вращения, давление на приеме продукта агрегата, уровень, температура в системе торцового уплотнения, сигналы с ультразвукового и акустико-эмиссионного датчиков, оптических и механических датчиков локальной и интегральной деформации корпусов объектов мониторинга, коксовых камер, расход продуктов и др.).

Примерами комплексного подхода к мониторингу состояния оборудования ОПО являются системы комплексного компьютерного real-time мониторинга технического состояния для предупреждения аварий и контроля состояния, обеспечивающие наблюдаемость динамического и важнейшего статического оборудования, установки 21-10/3М Омского НПЗ, установки «Изомеризация» Ачинского НПЗ, установки замедленного коксования УЗК-1000 «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка».

Наибольший опыт внедрения и использования мониторинга ТС накоплен службами и специалистами ООО «Газпромнефть-Омский НПЗ», на производствах которого внедрение первой системы мониторинга началось в 1989 г. Сегодня на предприятии мониторинг ТС самого разнообразного оборудования осуществляют 104 системы, в числе которых стационарные системы 28 основных технологических установок, функционирующих на производствах первичной и вторичной переработки смазочных масел, на комплексе «Ароматика», а также товарном производстве (см. 4-ю полосу обложки). Состояние оборудования первой и второй категории контролируют стационарные системы, мониторинг состояния вспомогательного и оборудования третьей категории осуществляют персональные системы автоматической диагностики. Данные из персональных систем передаются в диагностические станции стационарных систем на каждой технологической установке и в сервер диагностической сети. В результате под контролем систем мониторинга находится около 5 000 машин и агрегатов, что обеспечивает наблюдаемость состояния оборудования не только обслуживающим персона-

лом, но и руководством производств, службой главного механика предприятия, а также службой технического надзора.

В 1995 г. на комплексе «Ароматика», по-видимому, впервые в России система мониторинга была установлена на два импортных поршневых компрессора. По параметрам вибрации, давлению на всасывании и нагнетании, уровню конденсата система обеспечила безопасную эксплуатацию компрессоров, на которых в предшествующие годы произошло несколько аварийных остановок. За прошедшие 17 лет инцидентов и аварий с этими компрессорами зафиксировано не было.

С внедрением системы комплексного компьютерного real-time мониторинга ТС на установке 21-10/3М ООО «Газпром нефть» Омского НПЗ впервые в мире были объединены в единый комплекс средства, обычно выполняемые в виде отдельных систем и решающие следующие задачи [6, 10]: мониторинг состояния НКО по параметрам вибрации, температуры, тока потребления центробежных насосных агрегатов; мониторинг состояния коксовых камер по технологическим параметрам (давление, температура), параметрам линейного расширения коксовых камер, тепловых полей коксовых камер, их градиентов, скоростей изменения, локальных деформаций в двух координатах в шести точках и акустико-эмиссионным (АЭ) методом с обнаружением процессов трещинообразования.

На основании показаний комплексного real-time компьютерного мониторинга ТС для предупреждения аварий и контроля состояния разработаны мероприятия, которые позволили без увеличения всего цикла работы камеры устранить влияние нежелательных факторов на ее ТС, разработан новый технологический процесс. Сберегающая технология на основе мониторинга ТС резко снижает температурные перегрузки стенок камер. За эти годы проведен ряд конструктивных модернизаций коксовых камер, позволивших существенно снизить накопление усталостных повреждений и облегчить температурный и напряженно-деформированный режим камер.

Важнейшей составляющей безопасной ресурсосберегающей экс-

плуатации оборудования опасных производств является качество его ремонта. Каждый цех ремонтно-механического завода имеет системы вибродиагностики подшипников качения, диагностики высоко- и низковольтных электродвигателей, системы диагностики и балансировки роторов консольных насосов, системы балансировки роторов электродвигателей. Кроме того, завод успешно использует систему ультразвукового контроля вкладышей подшипников скольжения.

Внедрение на установках «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка» началось в 1996 г. Сегодня на 16 технологических установках под постоянным мониторингом находится 900 объектов, включая две коксовые камеры. Состояние каждой камеры контролируется с помощью 16 датчиков АЭ, шести датчиков температуры, шести датчиков локальных деформаций в двух направлениях, трех датчиков общей деформации корпуса камеры. Около 800 насосно-компрессорных агрегатов 2-й категории контролируются с помощью трех персональных систем автоматической диагностики. Кроме того, в ремонтном производстве эксплуатируются три стендовые системы входной вибродиагностики подшипников качения, вибродиагностики, динамической балансировки роторов консольных насосов в собственных подшипниках, а также электродвигателей на обкатке и испытаниях после ремонта.

С 1995 по 2012 г. на нефтегазохимических комплексах и производствах (города Омск, Ангарск, Астрахань, Ачинск, Бургас, Волгоград, Саратов, Сызрань, Ухта и др.) внедрены и эксплуатируются системы диагностирования и мониторинга более 50 поршневых компрессоров единичной мощностью 0,02...2 МВт по параметрам вибрации [8], температуры, давления, относительного смещения штока [11].

Уникальным примером внедрения системы мониторинга является колесопрокатный стан пресспрокатного участка колесопрокатного комплекса ОАО «Выксунский металлургический завод». Колесопрокатный стан является уникальной механической системой, состоящей из нескольких механизмов, синхронно функционирующих в едином механико-технологическом цикле.

Система мониторинга стана обеспечивает мониторинг ТС его узлов и механизмов по 22 каналам вибрации, по четырем – температуры, по двум – частоты вращения, по трем каналам – давления жидкости в гидравлической системе колесо-прокатного стана, а также осуществляет контроль температуры заготовки колеса с помощью пирометра. Система включена в диагностическую сеть предприятия, посредством которой информация о состоянии стана получают специалисты колесо-прокатного комплекса (механики, технологи), а также лаборатория технической диагностики завода. Дополнительными преимуществами автоматической системы диагностики являются:

- экспертная система диагностики низкооборотного оборудования основанная на запатентованном методе SPD-фильтрации [2];
- новые алгоритмы диагностирования технического состояния стана как на холостом ходу (т.е. в режиме системы мониторинга, предназначенном для контроля качества ремонтных работ) так и на технологическом режиме в условиях переменных нагрузок и скоростей;
- алгоритмы диагностирования стана в старт-стопном режиме работы;
- модуль оперативной замены подшипников (так как в одних и тех же узлах могут быть установлены подшипники различных типов).

В результате мониторинг ТС в реальном времени позволил перевести возникающие отказы колесо-прокатного стана из категории внезапных в категорию постепенных за счет раннего их обнаружения и оповещения персонала о развивающейся неисправности.

Кроме того, приемка колесо-прокатного стана из ремонта осуществляется только под наблюдением системы мониторинга. Это позволяет до выхода стана на технологический режим работы выявлять и устранять все возникающие дефекты непосредственно на технологической позиции путем технического обслуживания либо ремонта.

Опыт внедрения и эксплуатации комплексных систем компьютерного real-time мониторинга ТС для предупреждения аварий и контроля состояния [1– 4, 6] в различных отраслях промышленности показывает, следующее:

- методология real-time мониторинга и диагностирования основана на измерении параметров косвенных процессов (виброакустических колебаний), предусмотрено также измерение прямых структурных и термодинамических параметров [2, 4, 11];
- реализованы алгоритмы экспертной системы поддержки принятия решений реального времени с автоматическим определением (постановка диагноза в темпе измерения диагностических сигналов) неисправностей узлов оборудования, степени их опасности и выдачи целеуказующих предписаний персоналу по приведению компенсирующих мероприятий;
- научно обоснованный период постановки диагноза позволил получить величину статической и динамической ошибок распознавания состояния оборудования менее 5%, что дает возможность осуществлять мониторинг состояния ответственного оборудования всех категорий и производственного объекта в целом [3, 4];
- системы имеют распределенную параллельно-последовательную структуру, требуют во много раз меньше датчиков и кабеля и, соответственно, затрат на монтаж и обслуживание, обеспечивают низкую стоимость владения, перевод оборудования на эксплуатацию по фактическом ТС и высокую экономическую эффективность внедрения [6].

Практические данные, полученные при эксплуатации систем компьютерного real-time мониторинга ТС для предупреждения аварий и контроля состояния, показывают, что используемые системы обеспечивают надежное диагностирование дефектов подшипников, нарушения режимов смазки, кавитационных режимов работы насосов, нарушения центровки валов и балансировки вращающихся частей, ослабления креплений насосов и электродвигателей, отказов торцовых уплотнений, более 70% которых вызвано недопустимо высокими уровнями вибрации насосов и электродвигателей. Системы КОМПАКС®, повышая производительность диагностики в миллионы раз по сравнению с «ручными» приборами, обеспечивают экономический эффект потребителю за счет:

- увеличения техногенной безопасности и межаварийного пробега оборудования в десятки и сотни раз;
- увеличения межремонтного пробега оборудования в 4–6 раз, в том числе торцовых уплотнений насосов в 6–8 раз;
- снижения объемов ремонтов в 8 и более раз;
- снижения сложности ремонтов и числа заменяемых деталей в 1,5 и более раз;
- сокращения потерь электроэнергии на 10–15%;
- повышения производственной и технологической дисциплины персонала путем непрерывного объективного контроля адекватности его действий в работе с оборудованием;
- рационального подбора, размещения и загрузки оборудования по минимуму динамических нагрузок и максимуму эксплуатационной надежности;
- увеличения коэффициента готовности и коэффициента использования основных производственных фондов в целом.

Автоматизированные системы управления безопасной ресурсосберегающей эксплуатацией КОМПАКС® и созданная на их основе безопасная ресурсосберегающая технология эксплуатации оборудования в реальном времени (Safe Maintenance – берегающее обслуживание – SM-технология) обеспечивают решение важнейшей народнохозяйственной задачи – повышение безопасности и эффективности непрерывных производств при достижении минимума затрат на поддержание технологических комплексов в надлежащем техническом состоянии. Все это достигается без реконструкции производственно-технологической базы и связанных с этим огромных затрат благодаря тому, что стоимость предложенных систем мониторинга, реализующих безопасную ресурсосберегающую технологию эксплуатации оборудования, в десятки и сотни раз ниже стоимости диагностируемых процессов и оборудования, что особенно актуально для отечественной экономики на современном этапе, и обеспечивает перевооружение предприятий на экологически чистой ресурсосберегающей основе.

Недавно были проведены мероприятия, согласованные с Министерством природных ресурсов и экологии Российской Федерации, посвященные торжественному старту инициативы Президента РФ В.В. Путина об объявлении 2013 г. Годом охраны окружающей среды. При непосредственном содействии президента Году был дан торжественный старт, который состоялся 29 ноября 2012 г. в Москве в РИА «Новости». В рамках мероприятия компании – разработчику технологии безопасной ресурсосберегающей эксплуатации оборудования опасных производственных объектов на основе систем компьютерного мониторинга для предупреждения аварий и контроля состояния в реальном времени КОМПАКС® был вручен Золотой Знак «International Ecologists Initiative 100% eco quality», Международный Экологический Сертификат и Главная награда международных экологов Премия «GLOBAL ECO BRAND».

### Список литературы

1. Костюков В.Н., Науменко А.П., Костюков А.В., Бойченко С.Н., Костюков Ал.В. Стандарты в области технического состояния оборудования опасных производств//Безопасность труда в промышленности. 2012. №7.
2. Костюков В.Н. Мониторинг безопасности производства. М.: Машиностроение, 2002.
3. ГОСТ Р 53563–2009. Контроль состояния и диагностика машин. Мониторинг состояния оборудования опасных производств. Порядок организации. М.: СТАНДАРТИНФОРМ. 2010.
4. ГОСТ Р 53564–2009. Контроль состояния и диагностика машин. Мониторинг состояния оборудования опасных производств. Требования к системам мониторинга. М.: СТАНДАРТИНФОРМ. 2010.
5. Костюков А.В., Костюков В.Н. Повышение операционной эффективности предприятий на основе мониторинга в реальном времени. М.: Машиностроение, 2009.
6. 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.

7. ГОСТ Р 53565–2009. Контроль состояния и диагностика машин. Мониторинг состояния оборудования опасных производств. Вибрация центробежных насосных и компрессорных агрегатов. М.: СТАНДАРТИНФОРМ, 2010.

8. СТО 03-007–11. Мониторинг оборудования опасных производств. Стационарные поршневые компрессорные установки опасных производств: эксплуатационные нормы вибрации. М.: Изд. «КХТ», 2011.

9. Костюков В.Н., Науменко А.П. Основы виброакустической диагностики и мониторинга машин: Учебное пособие. Омск: Изд. ОмГТУ, 2011.

10. Костюков В.Н., Бойченко С.Н., Науменко А.П., Тарасов Е.В. Комплексный мониторинг технологических объектов опасных производств//Контроль. Диагностика. 2008. №12.

11. Костюков В.Н., Науменко А.П. О базовых принципах технологии диагностирования и мониторинга поршневых машин//Вестник Сиб. отд. Акад. военных наук. 2011. №10.

12. Малов Е.А., Бронфин И.Б., Долгопят В.Н., Микерин Б.И., Костюков В.Н., Бойченко С.Н. Внедрение систем КОМПАКС – обеспечение безаварийной работы непрерывных производств//Безопасность труда в промышленности. 1994. №8.



# NDT<sup>®</sup>

RUSSIA

12-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА

НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ  
И ТЕХНИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА  
В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ВСЁ ПОД  
КОНТРОЛЕМ!

26–28 МАРТА 2013

МОСКВА, СК «ОЛИМПИСКИЙ»

- Техногенная диагностика
- Экологическая диагностика
- Лабораторный контроль
- Антитеррористическая диагностика
- Измерения и испытания
- Разрушающий контроль

[www.ndt-russia.ru](http://www.ndt-russia.ru)

Организаторы:



Генеральный партнер:



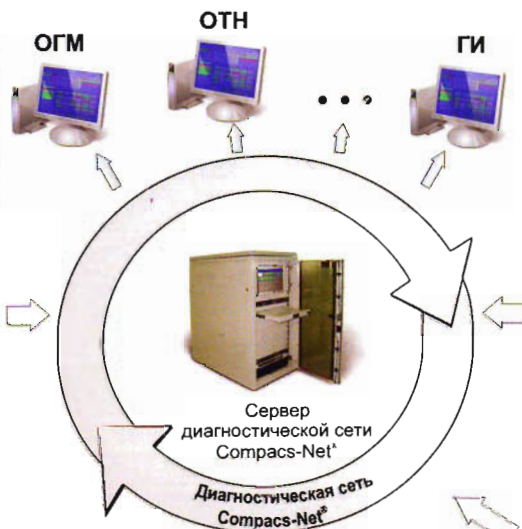
Тел: +7 (812) 380 6002/00  
Факс: +7 (812) 380 6001  
ndt@primexpo.ru

**Внутризаводская оптоволоконная сеть (диагностическая сеть Comprac-Net®)**

Станции пользователей диагностической сети Comprac-Net® - 58 - управляющих эксплуатацией оборудования установок и производств

**Производство первичной переработки**

**АВТ-6, АВТ-7, АВТ-8, АТ-9, АВТ-10, ВТ-10, 21-10-3М, ФСБ**  
насосных агрегатов - 236  
компресс. агрегатов - 4  
аппаратов возд. охл. - 2  
дымососов - 2  
теплообменников - 7  
коксовых камер - 4  
вибрация - 587  
температура - 587  
ток - 212  
давление - 63  
деф-ция кокс. камер - 12  
уровень торц. уплотн. - 46



**Комплекс "Ароматика"**

**35-11-1000, П24-9, КПА-18, КПА-19, Изомалк-2, ГО БКК, ГО ДТ**  
насосных агрегатов - 231  
компресс. агрегатов - 12  
аппаратов возд. охл. - 171  
вибрация - 1167  
температура - 232  
ток - 288  
оборотов - 14  
давление - 52  
уровень торц. уплотн. - 46

**Производство вторичной переработки**

**КТ1-1, КТ1-2, КТ1-3, КТ1-4, КТ-Парк, 43-103, 25/12, 212/2п**  
насосных агрегатов - 303  
компресс. агрегатов - 16  
аппаратов возд. охл. - 20  
дымососов - 2  
нагнетателей - 2  
вибрация - 684  
температура - 395  
ток - 288  
давление - 77  
осевое и рад. смещение - 38  
уровень торц. уплотн. - 76

**Завод смазочных материалов**

**36-1, 37/1-5, 39/6-4**  
насосных агрегатов - 54  
компресс. агрегатов - 9  
вакуумных фильтров - 7  
аппаратов возд. охл. - 13  
вибрация - 177  
температура - 160  
ток - 90  
давление - 4  
уровень торц. уплотн. - 4

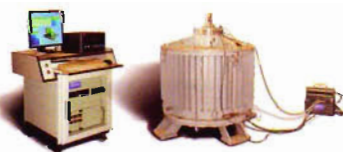
**Товарное производство**

**Титул 1165Р**  
насосных агрегатов - 8  
вибрация - 30  
ток - 8

Под постоянным мониторингом - 1178 агрегатов  
Под периодическим мониторингом - 1375 агрегатов

**Ремонтно-механический завод**

**КОМПАКС®-РПЭ**



Система диагностики электродвигателей

**КОМПАКС®-РЭБ**



Система балансировки роторов электродвигателей

**КОМПАКС®-РМП (2 системы)**



Система вибродиагностики подшипников качения

**КОМПАКС®-РПМ (3 системы)**



Система диагностики и балансировки роторов консольных насосов

**КОМПАКС®-УЗД**



Система ультразвукового контроля вкладышей подшипников скольжения

**Внутризаводская оптоволоконная сеть (диагностическая сеть Comprac-Net®)**

# ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА

✓ Межотраслевой журнал для главных специалистов предприятий

Насосы  
Компрессоры  
Теплообменники  
Резервуары  
Аппаратура  
Фильтры  
Сепараторы  
Уплотнения  
Автоматика  
Судовые  
Шланги  
и другое  
оборудование

12/2012, декабрь

Журналу 10 лет





# ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА

12/2012

✓ Межотраслевой журнал для главных специалистов предприятий

декабрь

## Содержание

### Поздравляем с юбилеем!

Журналу «Химическая техника» 10 лет! . . . . . 4

### Безопасность и надежность

Малинин А.В., Донин С.Н. Итоги пятилетки разработки технических регламентов . . . . . 12

### Диагностика и мониторинг

Романов Р.А. Погрешность оценки вибрационного состояния оборудования . . . . . 18

Ваджпей А., Шаров А., Ковалев А.

Метод электромагнитной диагностики Through Transmission  
для обнаружения коррозии труб под изоляцией . . . . . 20

Костюков В.Н., Науменко А.П., Костюков Ал.В.,  
Костюков Ан.В., Бойченко С.Н., Белявский О.Г., Самков С.Ф.

Опыт внедрения и эксплуатации систем мониторинга  
технического состояния оборудования опасных производств . . . . . 24

### Защита от коррозии

Бурлов В.В.

Современный подход при решении проблем защиты металлов от коррозии . . . . . 29

### Печное оборудование

Жидков А.Б., Логинов И.А., Козлов П.В.

Методы очистки наружной поверхности змеевиков трубчатых печей . . . . . 32

### Тепло- и массообменное оборудование

Пушнов А.С., Масагутов Д.Ф., Кашапов Н.Ф.

Испытания новой регулярной насадки в форме каплевидного профиля из сетчатых элементов . . . . . 35

### Сертификация

Фадеев Н.В. Информация о продукции, прошедшей сертификацию  
на соответствие техническим регламентам в НП «СЦ НАСТХОЛ» . . . . . 41

### Выставки, конференции

Вечная русская беда . . . . . 43

Указатель статей, опубликованных в журнале «Химическая техника» №1–12, 2012 . . . . . 45