



Совет главных механиков  
нефтеперерабатывающих  
и нефтехимических предприятий  
России и стран СНГ



26 – 30 ноября 2012 г.  
МОСКВА

Проблемы эксплуатации оборудования  
и пути повышения надежности  
технологических установок риформинга,  
гидроочистки и гидрокрекинга



Совет главных механиков  
нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий  
России и стран СНГ

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

Материалы совещания

**Проблемы эксплуатации оборудования  
и пути повышения надежности  
технологических установок риформинга,  
гидроочистки и гидрокрекинга**

Москва  
2013 г.

## Автоматизированные системы управления безопасной ресурсосберегающей эксплуатацией на основе мониторинга состояния оборудования в реальном времени



В.Н. Костюков, А.В. Костюков,  
А.А. СИНИЦЫН (на фото)

ООО «НПЦ «Динамика»», Омск

Решением проблем, связанных с безопасной эксплуатацией оборудования опасных производственных объектов, является обеспечение наблюдаемости технического состояния этих объектов, существенным образом влияющих на технико-

экономические показатели производства и возникновение техногенных инцидентов. Наблюдаемость технического состояния производственного комплекса обеспечивается с помощью мониторинга, т.е. наблюдения за техническим состоянием входящих в него объектов мониторинга с целью определения текущего технического состояния объектов и предсказания момента их перехода в предельное состояние [1—3]. Результат мониторинга представляет собой совокупность диагнозов объектов мониторинга, составляющих производственный комплекс, получаемых на непрерывно примыкающих друг к другу интервалах времени, в течение которых состояние объектов мониторинга существенно не изменяется.

Более 20 лет НПЦ «Динамика» разрабатывает и внедряет технологию безопасной ресурсосберегающей эксплуатации оборудования, основанную на комплексных системах мониторинга технического состояния оборудования КОМПАКС<sup>®</sup>, которые осуществляют мониторинг в реальном времени и обладают автоматической экспертной системой поддержки принятия решений, автоматически ставят диагноз контролируемого объекта и проверяют исполнение выданного предписания без участия специалистов-диагностов, поэтому влияние человеческого фактора сводится лишь к нерасторопности персонала либо к отсутствию запчастей.

Ядром автоматизированных систем управления безопасной ресурсосберегающей эксплуатацией АСУ БЭР<sup>™</sup> является комплексная система мониторинга технического состояния оборудования КОМПАКС<sup>®</sup>.

Из представленной на рис. 1 структуры видно, что система КОМПАКС® состоит из оборудования распределенной полевой сети CoRNet®, включающего периферийные модули, датчики и диагностическую станцию.

К системе могут быть подключены датчики любых физических величин, имеющие как специальный протокол связи с измерительными модулями, так и стандартный интерфейс 4—20 мА. В модулях производится предварительная обработка сигналов и их передача в диагностическую станцию. В последней осуществляются обработка измеренных сигналов, расчет уровней диагностических параметров, автоматическое определение дефектов оборудования и его технического состояния, необходимые для постановки диагноза о техническом состоянии оборудования.

Диагностическая станция системы выполнена в промышленном исполнении, а в качестве диагностического контроллера используется защищенный патентами промышленный безвентиляторный, отказоус-

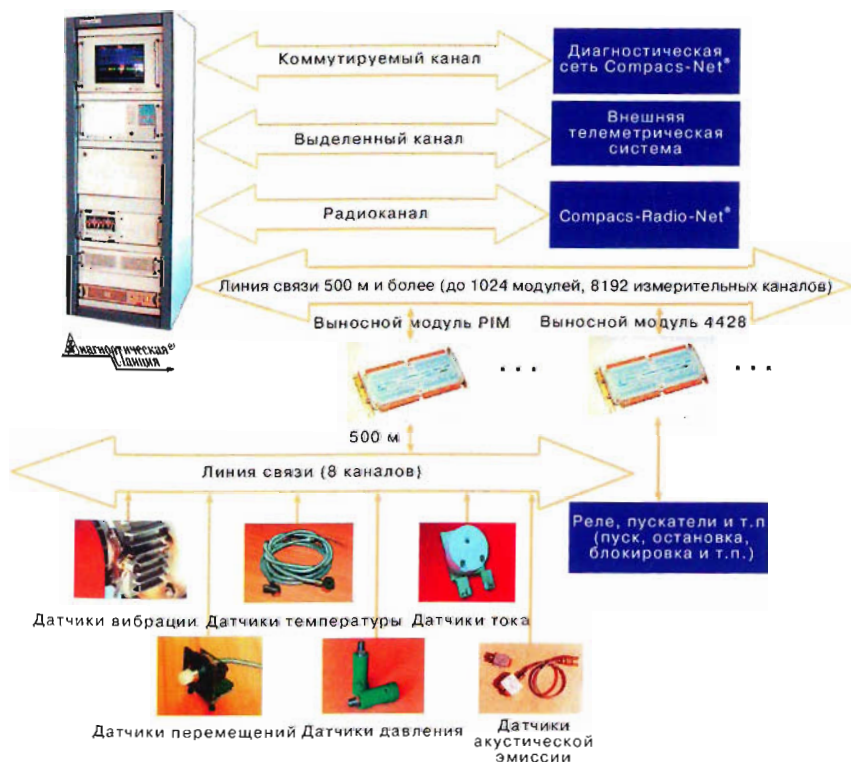


Рис. 1. Структурная схема комплексной стационарной системы мониторинга технического состояния оборудования КОМПАКС®

- Коренной подшипник:
  - износ баббитового слоя;
  - ослабление крепления;
  - недостаток смазки.
- Клапан:
  - поломка пружин, пластин;
  - недостаточная герметичность (пропуск);
  - заброс конденсата (гидроудар);
  - нарушение технологического режима.

Основной экран системы «Монитор» (рис. 2) представляет персоналу состояние оборудования посредством цветowych пиктограмм, текстовых и речевых сообщений, которые повторяются до момента квитирования.

Помимо экрана система КОМПАКС® имеет еще ряд режимов работы:

- «Тренд» дает возможность проследить по любым измеряемым параметрам оборудования их тренды в шести временных шкалах: реального времени, 12 ч, 4 сут, 40 сут, 1 год и 9 лет;
- «Анализ» позволяет опытным специалистам-диагностам провести

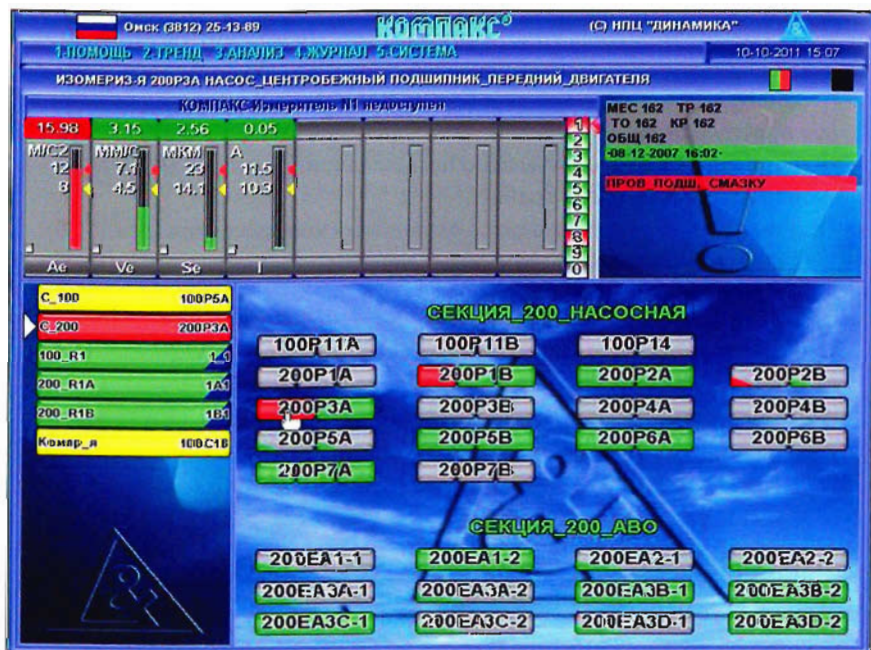
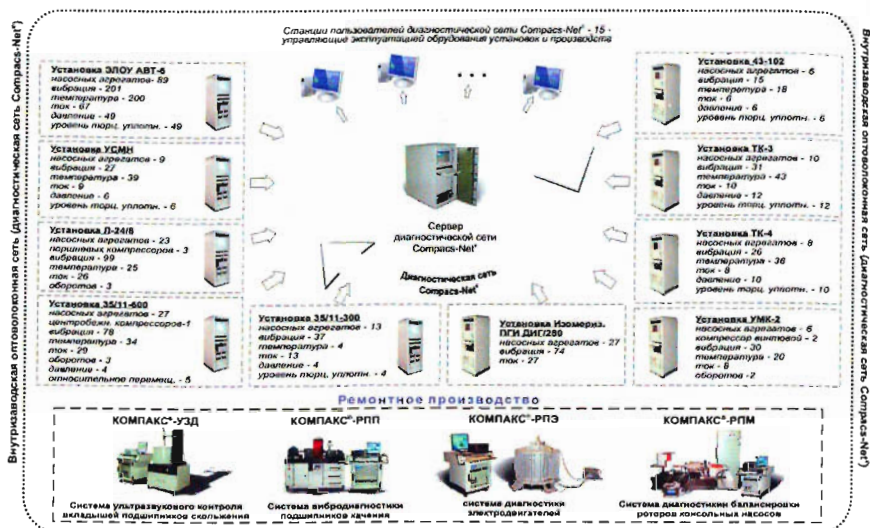


Рис. 2. Экран «Монитор» диагностической станции системы КОМПАКС®



**Рис. 3.** Структурная схема мониторинга технического состояния насосно-компрессорного оборудования ОАО «Сызранский НПЗ» на основе АСУ БЭР™ КОМПАКС®

вибраакустического сигнала, температуры подшипниковых узлов, оборотов, относительного перемещения, а также технического состояния двойных торцевых уплотнений по показателям уровня, давления и температуры затворной жидкости.

В ремонтном производстве внедрены стендовые системы, которые выпускают из производства узлы и агрегаты с максимальным потенциальным заложенным ресурсом.

Как видно, на Сызранском НПЗ успешно реализована безопасная ресурсосберегающая эксплуатация оборудования на всех стадиях его жизненного цикла — от производства до эксплуатации на технических установках.

Принципы построения системы КОМПАКС® [4, 5] позволяют достаточно просто конфигурировать ее программно-аппаратные средства для мониторинга технического состояния как динамического, так и статического оборудования, а также интегрировать с известными системами АСУ ТП предприятия.

За 20 лет работы нами внедрено более 500 систем компьютерного мониторинга состояния оборудования и предупреждения аварий на десятках предприятий в России и за рубежом 12 отраслей промышленности и

тойчивый компьютер с высокими показателями надежности, который выполняет функции управления системой, измерения, архивирования, анализа, визуализации измеренных параметров и сообщений экспертной системы.

Главным преимуществом системы мониторинга технического состояния КОМПАКС® перед другими аналогами является встроенная автоматическая экспертная система поддержки принятия решений, которая по результатам спектрально-временной и кепстральной обработки сигналов автоматически, без участия специалистов-диагностов, с высокой степенью вероятности (> 99 %) определяет состояние оборудования, выявляя и визуализируя конкретные классы дефектов и выдавая по каждому из них несколько видов диагностических предписаний.

Система КОМПАКС® автоматически определяет основные классы неисправностей **центробежных агрегатов**, такие как:

- нарушение центровки;
- нарушение балансировки, в т.ч. износ рабочего колеса, полумуфты;
- дефекты подшипников качения и скольжения;
- нарушение режима смазки;
- гидро- и газодинамические проблемы в насосах и компрессорах;
- состояние торцовых уплотнений;
- неисправности зубчатых передач;
- ослабление крепления агрегата к фундаменту и присоединенным конструкциям;
- нарушение технологического процесса (гидроудары, помпаж);
- неисправности электродвигателей.

Она также определяет дефекты **поршневых компрессоров** (около 40):

- Цилиндропоршневая группа:
  - износ колец;
  - износ гильзы;
  - ослабление крепления деталей;
  - недостаток смазки;
  - заброс конденсата (гидроудар);
  - нарушение технологического режима.
- Шток:
  - износ сальников;
  - изгиб штока.
- Кривошипно-ползунный механизм:
  - износ баббитового слоя;
  - ослабление крепления деталей;
  - недостаток смазки.

собственный анализ состояния оборудования, уточнить или подтвердить диагноз, поставленный системой;

— «Осциллограф» предназначен для бездемонтажной автоматизированной поверки систем непосредственно на месте эксплуатации;

— «Система» представляет информацию о состоянии программно-аппаратных средств системы КОМПАКС<sup>®</sup>, обладающей встроенной системой полной самодиагностики состояния как датчиков и модулей, так и всех основных элементов диагностической станции, включая монитор.

Система КОМПАКС<sup>®</sup> автоматически ведет в реальном времени журнал событий, в котором по дням, часам и минутам фиксируются все события, происходящие как с оборудованием, так и с самой системой.

В автоматическом режиме система формирует протокол состояния оборудования, в котором отображаются индекс агрегата и наименование контролируемого узла, их техническое состояние с указанием вышедших за допустимые уровни параметров, указаны наработки агрегатов, дата пуска, останова и, наиважнейшая информация — предписания системы, в соответствии с которыми агрегат был выведен в ремонт. Наличие всей этой информации в протоколе, публикуемом в диагностической сети предприятия Compac-Net<sup>®</sup>, позволяет уйти от модели работы по принципу «хочу—не хочу, верю—не верю» и перейти на новую модель «делаем то, что действительно нужно и тогда, когда это нужно», т.е. к эксплуатации оборудования по техническому состоянию в реальном времени.

В системе КОМПАКС<sup>®</sup>, в отличие от других систем мониторинга, интегрированы почти все методы неразрушающего контроля, что позволяет на единой программно-аппаратной платформе осуществлять мониторинг технического состояния разнообразного оборудования в целом — как динамического (вращающегося), так и статического (колонн, резервуаров, трубопроводов, печей и т.д.).

Система КОМПАКС<sup>®</sup> разрабатывается и проектируется под технико-экономические параметры конкретного объекта мониторинга.

В качестве примера безопасной ресурсосберегающей эксплуатации насосно-компрессорного оборудования на основе АСУ БЭР КОМПАКС<sup>®</sup> предлагаем рассмотреть внедрение системы на Сызранском НПЗ (рис. 3).

Начиная с 2001 г. по настоящее время системами мониторинга, объединенными в диагностическую сеть предприятия Compac-Net<sup>®</sup>, оснащено наиболее ответственное динамическое оборудование 10 технологических установок.

Системы ведут мониторинг состояния 224 насосно-компрессорных агрегатов первой категории опасности, в том числе 3 поршневых компрессоров, 2 винтовых компрессоров и 1 турбокомпрессора по параметрам



транспорта, под контролем находится 12000 машин и агрегатов 1700 типов в реальном времени.

Таким образом, внедрение автоматизированной системы управления безопасной ресурсосберегающей эксплуатацией оборудования АСУ БЭР™ КОМПАКС® гарантирует предприятиям экологически чистую технологию экономически эффективной безопасности, которая обеспечивает исключение аварий, рост межремонтных пробегов, эксплуатацию и ремонт оборудования технологических комплексов по фактическому техническому состоянию в реальном времени.

## Литература

1. *Костюков В.Н., Науменко А.П., Костюков А.В.* и др. Стандарты в области технического состояния оборудования опасных производств // Безопасность труда в промышленности. 2012. № 7. С. 30—36.
2. *Костюков В.Н.* Мониторинг безопасности производства. М.: Машиностроение, 2002. 224 с.
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. 163 с.
4. *Костюков В.Н., Науменко А.П.* Основы виброакустической диагностики и мониторинга машин: Учеб. пос. Омск: Изд-во ОмГТУ, 2011. 360 с.
5. ГОСТ Р 53563-2009. Контроль состояния и диагностика машин. Мониторинг состояния оборудования опасных производств. Порядок организации. М.: Стандартиформ, 2010. 8 с.