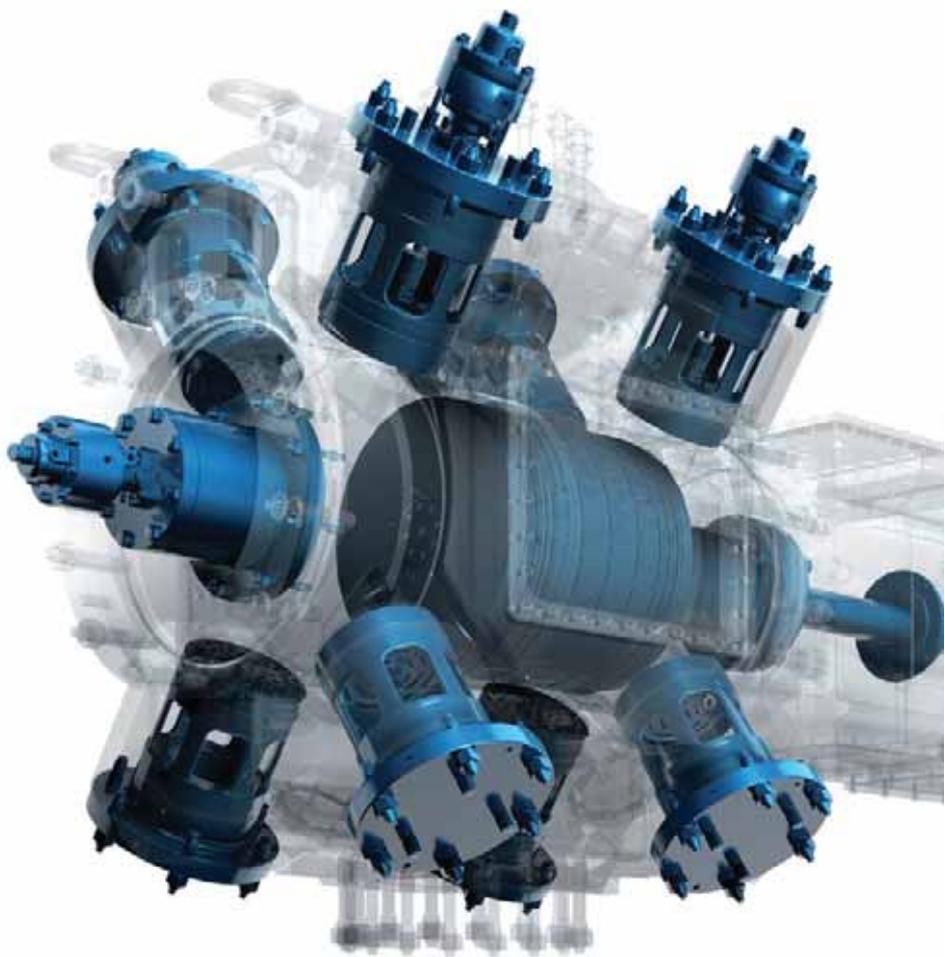


Содержание

Введение	4
Доказано опытом	5
PROGNOST®-NT Обзор системы и возможностей	6
Система управления эффективностью производственных активов PROGNOST®-NT	6
PROGNOST®-NT Обзор модулей	7
Масштабируемость системы	8
Функции диагностики	9
PROGNOST®-Silver	10
Визуализация состояния машины (VISU)	11
Противоаварийный анализ	12
Раннее обнаружение неисправностей	13
Мониторинг износа	14
Оптимизация производительности	14
Мониторинг смазки	14
Анализ технологических параметров	15
Отслеживание компонентов	15
Tech Corner – Передовые технологии	16
Зачем нужен мониторинг вибрации?	16
Автоматическая диагностика PV-диаграмм	17
Мониторинг компонентов компрессора	18
Шток поршня и плунжер	19
Крейцкопф	20
Подшипники коленчатого вала	20
Смазка цилиндра и уплотнений	20
Коленчатый вал	20
Проблемы технологического процесса	21
Направляющие и уплотнительные кольца поршня	21
Нагнетательные и всасывающие клапана	21
Уплотнение	22
Гильза цилиндра и камера сжатия	22



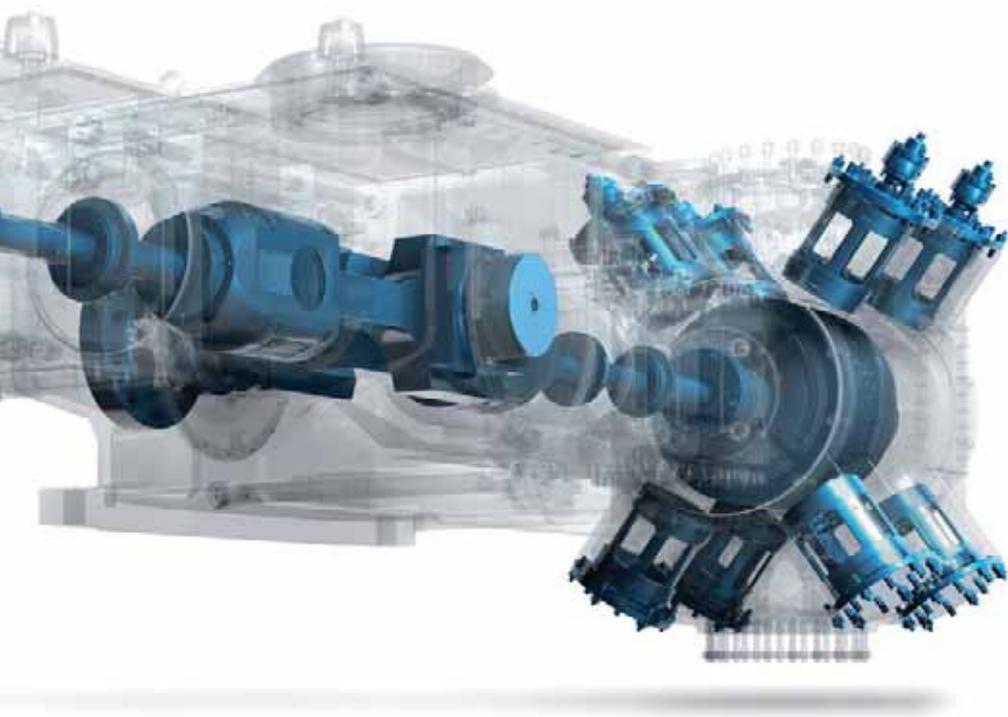
Введение

Компания PROGNOST Systems начала заниматься вопросами мониторинга поршневых компрессоров более 20 лет назад. Первая коммерческая установка была выполнена в 1992 г. Сегодня системы PROGNOST®-NT осуществляют мониторинг более 600 вращающихся машин по всему миру, что делает нас неоспоримым лидером рынка интерактивной онлайн-диагностики компрессоров.

С годами компания PROGNOST Systems выработала принцип ориентации на заказчиков, который находит выражение в постоянном диалоге с нашими заказчиками, которые оказывают большое влияние на развитие наших

продуктов и услуг. Кроме того, наша служба поддержки клиентов в ходе ежегодных исследований степени удовлетворенности клиентов, в соответствии с сертификацией ISO 9001, получает весьма высокие отзывы за компетентность, быстроту отклика и готовность к оказанию поддержки.

Мы продолжим укреплять наши позиции на рынке и удерживать наш бренд на первом месте в списке поставщиков систем управления эффективностью производственных активов для критически важного вращающегося оборудования.



Доказано опытом

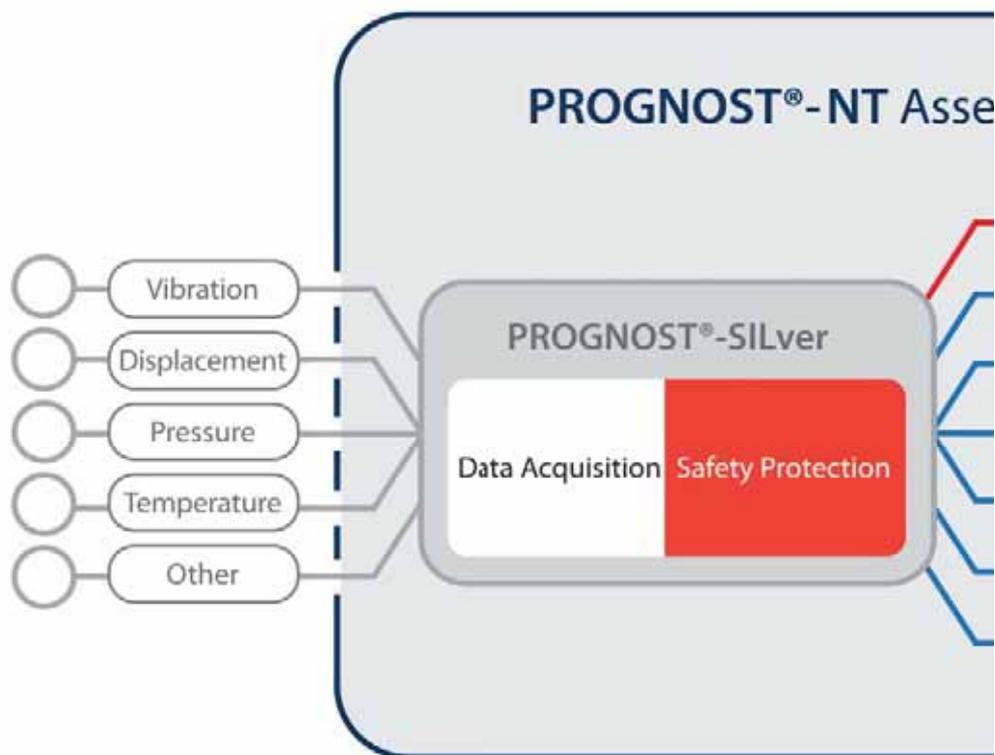
Для надежной полнофункциональной системы мониторинга требуется большое число реализаций и многие годы опыта работы. Никакие лабораторные тесты не могут смоделировать реальные условия эксплуатации, и в еще меньшей степени они способны охватить многообразие условий эксплуатации на протяжении длительных периодов времени. Какова гарантия того, что система мониторинга будет работать так, как обещано? Насколько можно доверять точности диагнозов, выдаваемых системой?

Настаивайте, чтобы поставщик указывал, сколько времени его система фактически использовалась на местах

эксплуатации. Определите количество времени, в течение которого поставщик разрешал проблемы и внедрял предложения пользователей, чтобы усовершенствовать эффективность системы мониторинга. Попросите указать лиц, которые могли бы дать рекомендации. Обратитесь к как можно большему числу таких лиц. Еще лучше было бы посетить пользователей, производственные среды которых наиболее сходны с вашими. Полезно также общаться с представителями поставщика. Кроме того, не подвергшиеся цензуре комментарии пользователей являются бесценными при принятии решения о перспективной системе, которая бы отвечала вашим ожиданиям.

PROGNOST®-NT

Обзор системы и возможностей



Система управления эффективностью производственных активов

Комплексная система управления эффективностью производственных активов реализует глобальный подход с точки зрения мониторинга состояния оборудования с акцентом на обеспечение безопасности и раннее обнаружение неисправностей. Адекватное обнаружение неисправностей осуществляется благодаря сбору комбинации различных сигналов и их анализу, позволяющему распознать даже небольшие изменения. Выявление незначительных изменений и анализ их последствий дает возможность обнаружить неисправности на ранней стадии, а также избежать ложных сигналов тревоги. Для реализации такого интеллектуального подхода требуется длительная практическая эксплуатация и постоянное совершенствование систем.

Дополнительные функции, в частности, постоянный мониторинг изнашиваемых деталей, таких как опорно-направляющие кольца, или интеграция в систему значений, получаемых из PCS (например, температур), помогают максимизировать время работы оборудования и минимизировать затраты на техническое обслуживание.

PROGNOST®-NT

PROGNOST-NT является системой автоматической диагностики оборудования, включающей систему защиты и онлайн-мониторинг состояния. Она разработана специально для поршневых компрессоров, но применяется для различных видов ротационного оборудования. Она выявляет зарождающиеся отказы на ранних стадиях и указывает компоненты, находящиеся под угрозой. Это позволяет избежать серьезных повреждений и проводить ремонтные мероприятия наиболее эффективно.

Performance Management



Обзор модулей PROGNOST®-NT

Data Acquisition & Safety Protection
(Сбор данных и противоаварийная защита)

PROGNOST®-SILver – аппаратные средства защиты с сертификацией SIL 2

Safety Analyses

(Анализ безопасности)

Регистрация и визуализация онлайн-сигналов и трендов

Early Failure Detection

(Раннее обнаружение неисправностей)

Мониторинг критически важных компонентов, автоматическое распознавание моделей неисправностей

Wear Monitoring

(Мониторинг износа)

Мониторинг изнашиваемых деталей, основанный на трендах

Performance Optimization

(Оптимизация производительности)

Автоматический анализ PV-диаграмм

Lubrication Monitoring

(Мониторинг смазки)

Постоянный мониторинг расхода смазки

Process Data Analyses

(Анализ технологических параметров)

Анализ данных, собранных модулем сбора данных, ведение трендов и диаграмма P&I

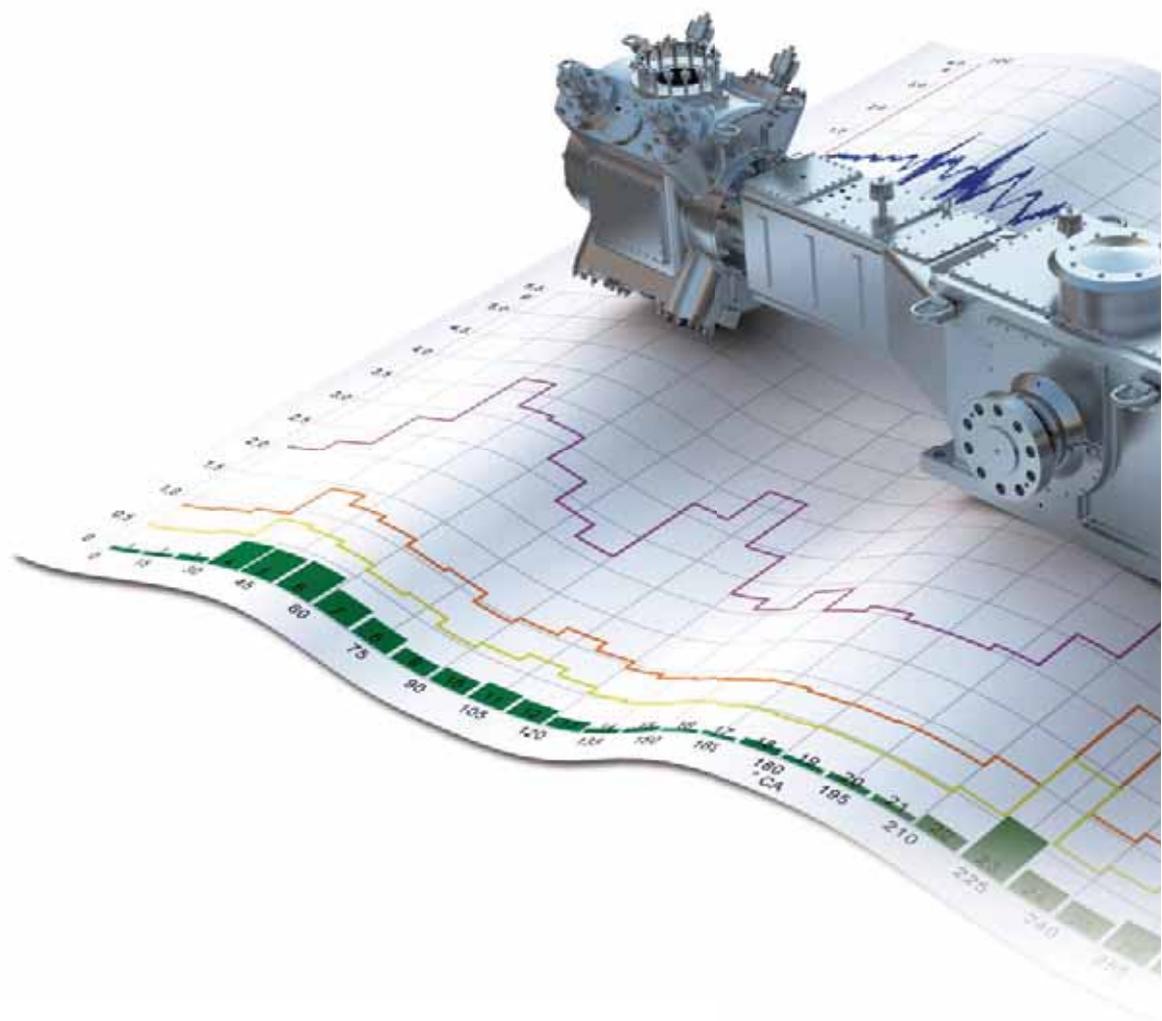
Component Tracking

(Отслеживание компонентов)

Средство планирования технического обслуживания, журнал срока службы компонентов

Visualization (Визуализация)

Визуализация сигналов, состояния оборудования, оперативных данных и данных трендов, журнал

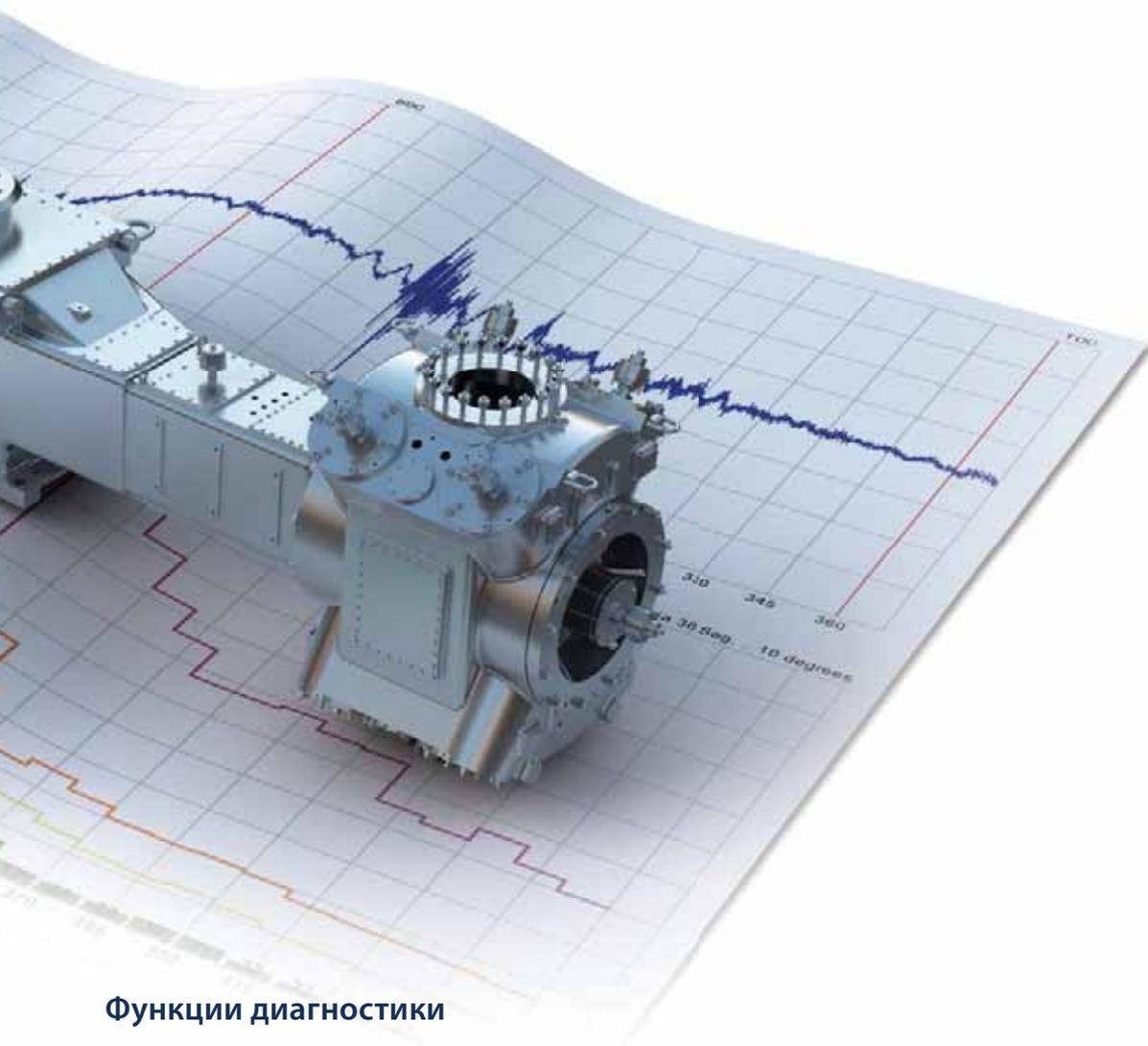


Масштабируемость системы

PROGNOST®-NT допускает масштабирование двух видов: во-первых, система является функционально масштабируемой, т.е. позволяет легко добавлять в установленную систему новые или дополнительные функции (например, измерительные каналы или модули диагностики). Во-вторых, система PROGNOST®-NT является масштабируемой по размеру. Иными словами, это позволяет расширить систему для мониторинга дополнительных единиц оборудования. По мере изменения потребностей и роста опыта эксплуатации вместе с расширением системы, вы можете захотеть увеличить сферу охвата, включив в нее другие типы оборудования. Наша система предоставляет простой и недорогой путь для такого расширения.



Готовая к работе система PROGNOST®-NT, полностью собранная, настроенная, протестированная и подготовленная для поставки

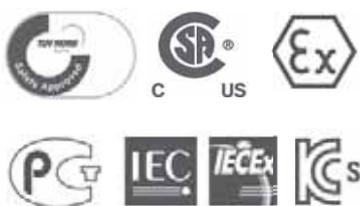


Функции диагностики

Выявление неисправности - это одна сторона вопроса. Другая сторона — в точном определении ее местоположения. PROGNOST®-NT не только обнаруживает проблемы, но и предоставляет точную диагностику с указанием конкретного компонента, местоположения и масштаба неисправности. На базе этой информации можно принять обоснованные решения относительно процедур технического обслуживания, которые требуется выполнить, и времени, когда их требуется выполнить.



PROGNOST®-NT Swift для временного пользования, например, для первичного запуска машины или запуска после капитального ремонта



PROGNOST®-SILver, аппаратное шасси (размер 19") с подключением кабелей от датчиков на передней или задней панелях для различных вариантов компоновки, например, монтаж в шкаф, монтаж на панель, монтаж в корпус

PROGNOST®-SILver

Сбор данных и система защиты, соответствующая SIL 2

PROGNOST®-SILver выполняет жизненно важную функцию защиты оборудования с целью уменьшения риска серьезных аварий и повреждений. Эта технология доказала свою эффективность и надежность благодаря ежедневной эксплуатации по всему миру в различных технологических условиях. PROGNOST®-SILver является единственной системой защиты поршневых компрессоров с сертификатом SIL 2 для всех подключенных измерительных контуров (до 68). Интеллектуальное сочетание анализа сигналов вибрации, данных о динамическом положении штока поршня, о давлении и температуре в цилиндре дает наиболее надежные в отрасли параметры противоаварийной защиты. Изобретение компанией PROGNOST Systems "сегментированного анализа вибрации" и уникальный алгоритм обеспечивают быстрый и надежный аварийный останов компрессора при отсутствии ложных срабатываний.

PROGNOST®-SILver является автономной системой защиты, а также предоставляет возможности удобного подключения для сбора данных системой PROGNOST®-NT.

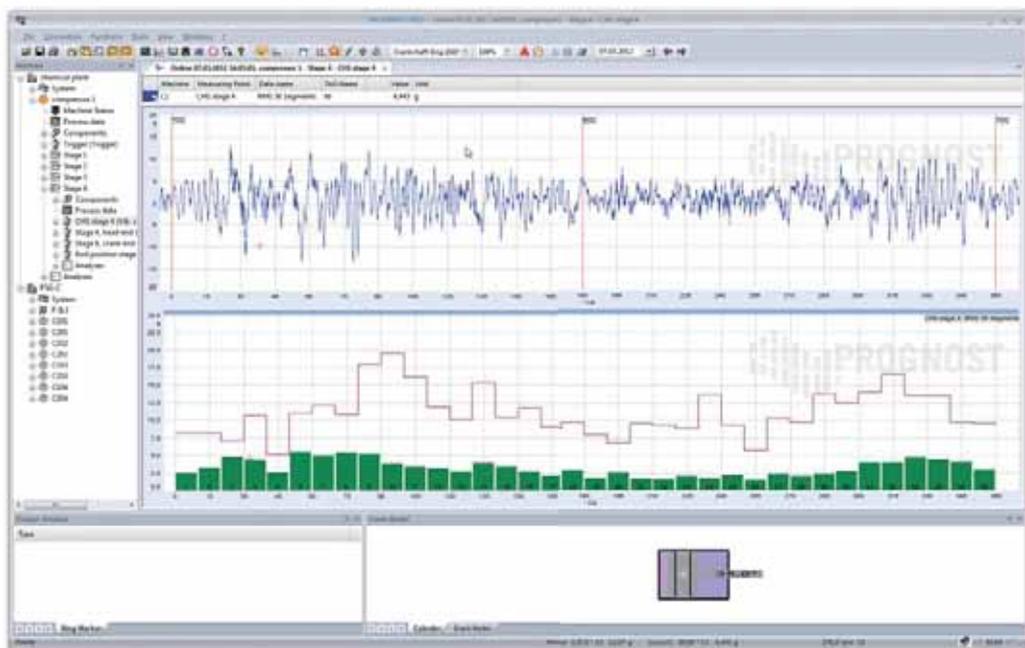
Проверка достоверности сигнала

PROGNOST® использует специальную обработку сигналов, чтобы избежать ложных тревог, вызванных повреждениями

электрической цепи или аппаратных средств, например, обрывами проводов, короткими замыканиями или сломанными клеммами. Даже сигналы, выходящие за пределы диапазона, идентифицируются как "UNSAFE" (небезопасные). Пользователи незамедлительно получают сообщения о любом канале измерения в состоянии "UNSAFE".



PROGNOST®-SILver во взрывонепроницаемом корпусе (без крышки) для полевой установки (во взрывоопасной зоне)

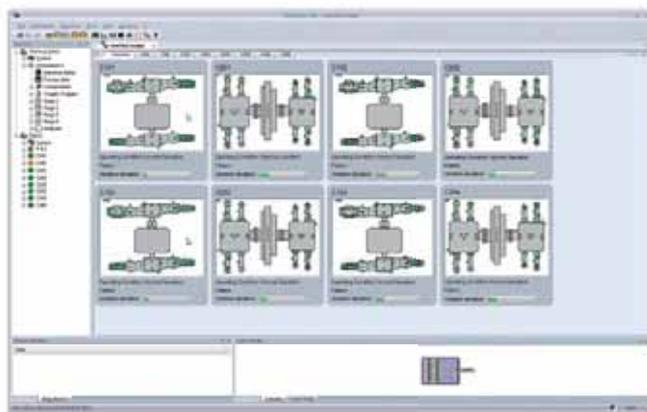


Сегментация сигналов вибрации

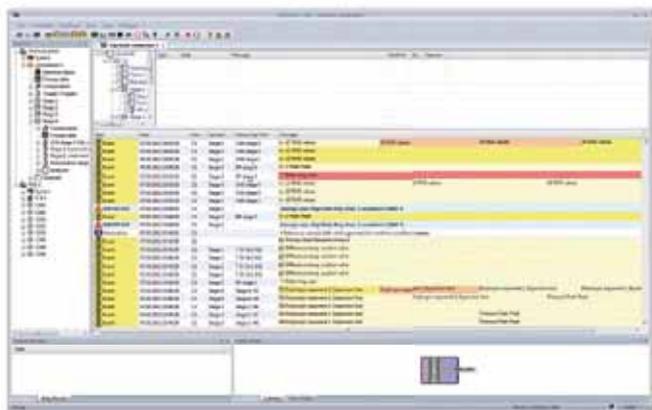
Визуализация состояния машины (VISU)

Визуализация сигналов: состояние машины, онлайн-сигналы и тренды, журнал событий

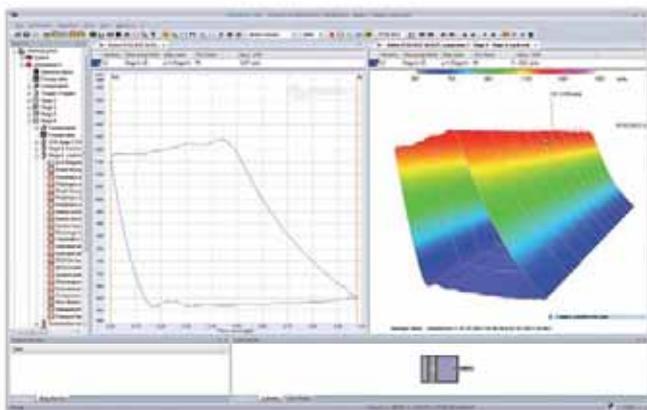
Модуль визуализации PROGNOST®-NT Visualization - больше, чем просто ПО для отображения данных. Он позволяет осуществлять активный доступ ко всем видам сигналов, к данным анализов и к записям журнала. Удобный для пользователя интерфейс функций, представлений и доступа к данным позволяет даже неопытным пользователям получать информацию о состоянии машин с помощью всего нескольких щелчков мышью. Все наши клиенты используют логичный и простой способ анализа каскадных диаграмм, журналов тревожных сообщений и трендов. Такие функции, как воспроизведение звука для измерений вибрации и удобный экспорт данных в стандартные офисные приложения, предоставляют наиболее комплексный набор инструментов для диагностики.



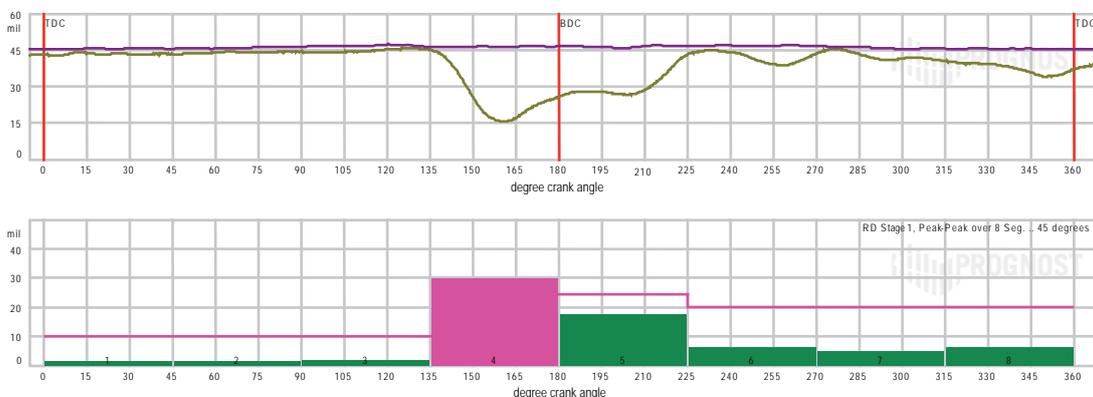
Отображение состояния машин на панели "OneClick Cockpit" ("Панель быстрой проверки")



Журнал со всеми тревожными сообщениями, информацией о запусках и остановках компрессора



Трехмерная PV-диаграмма с автоматическим анализом эффективности



Анализ положения штока поршня пик-пик (колебания штока)

Противоаварийный анализ

Визуализирует результаты анализов противоаварийной защиты, выполненных системой PROGNOST®-SILver, например, онлайн-сигналы, тренды, превышения уставок.

Надежный аппаратный модуль противоаварийной защиты – это только часть системы. Ответ на вопрос о том, почему произошло превышение уставок, является следующим шагом. PROGNOST®-NT Safety Analyses представляет собой модуль для визуализации и сохранения оперативных данных и данных трендов с целью предоставления всей информации, необходимой для анализа причин неисправностей.

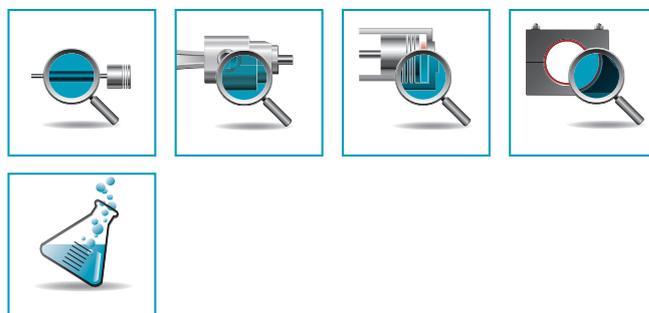
Кольцевой буфер

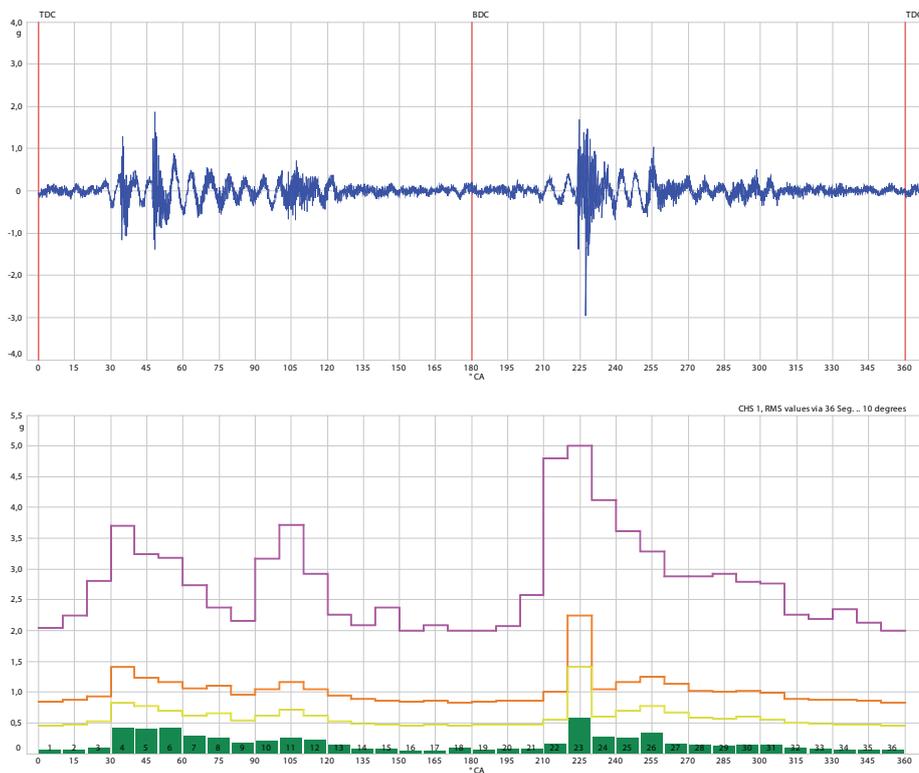
Запись онлайн-сигналов позволяет специалистам технической поддержки воспроизводить ситуацию аварийного останова, срабатывания тревоги или запуска машины, анализируя непрерывную запись всех сигналов в несжатом формате, оборот за оборотом. Кольцевой буфер дает возможность выполнения последующего анализа;

можно тщательно проанализировать интервал времени, включающий семь минут до и три минуты после выдачи тревожных сообщений ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ, ОСТАНОВ или НЕБЕЗОПАСНО, используя все записанные сигналы от динамических датчиков и все технологические параметры, сохраненные в системе PROGNOST®-NT.

Мониторинг следующих компонентов

(обозначения: см. стр. 19 и след.)





Онлайн-сигнал вибрации и сегментированный анализ за один оборот коленчатого вала

Раннее обнаружение неисправностей

- Позволяет избежать дорогостоящих повреждений благодаря идентификации механических дефектов на ранней стадии
- Информация вместо данных: ясные текстовые сообщения с указанием вида и места неисправности

Благодаря специфическим видам анализов сигналов для поршневых компрессоров, PROGNOST®-NT обнаруживает развивающиеся неисправности на ранней стадии, предоставляя пользователям ценное время для упреждающего обслуживания компрессора и эффективного планирования ремонтов.

Автоматическое определение режимов работы

PROGNOST®-NT распознает изменяющиеся условия эксплуатации машины и автоматически переходит к соответствующим предварительно заданным наборам уставок, чтобы избежать выдачи ложных тревог из-за изменения условий эксплуатации.

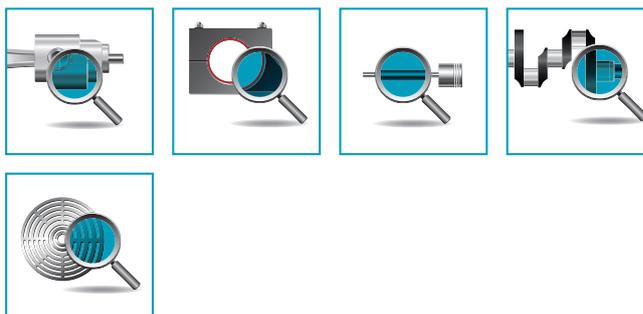
Автоматическая настройка уставок

Использование автоматической настройки уставок позволяет легко настроить систему в соответствии с новыми условиями эксплуатации, чтобы обеспечить высокое качество диагностики.

Распознавание моделей неисправностей с полностью интегрированной диагностической базой данных

Все пользователи PROGNOST®-NT используют опыт, накопленный за более чем 4.25 миллионов часов работы компрессоров в год и за более чем 20 лет работы в сфере диагностики. Все основные причины отказов включены в базу данных моделей неисправностей и могут быть диагностированы автоматически с выдачей ясных текстовых сообщений с указанием вида неисправности и местоположения неисправного компонента. Функции диагностики сочетают наиболее надежные и функциональные методы программных вычислений – от нечеткой логики до анализа на базе правил.

Мониторинг следующих компонентов



Мониторинг износа

- **количественное и точное отображение износа**
- **точное планирование мероприятий техобслуживания облегчается и упрощается**

PROGNOST®-NT Wear Monitoring ведет тренды износа для критически важных компонентов. Таким образом, появляется возможность предопределить переход от нормального износа к угрозе повреждения. Оператор получает уведомления о нарушениях уставок, что позволяет спрогнозировать и предотвратить повреждения, обусловленные износом. В результате этого сокращается количество остановов компрессора, а также количество заменяемых узлов и деталей, так как их эксплуатация возможна в течение всего срока до полного износа.

Можно избежать простоев компрессора для выполнения периодических проверок вручную при постоянном наличии точного средства количественного определения оставшегося ресурса опорно-направляющих колец.

Надежные и важные данные о положении штока поршня

PROGNOST®-NT использует сигнал о положении штока поршня за весь оборот, чтобы выполнить точный расчет износа опорно-направляющих колец. Динамический сигнал о положении штока поршня используется также для мониторинга механического состояния штока поршня и его соединений. Будучи используемым в качестве параметра защиты для автоматического останова, он является единственным способом обнаружить трещины в штоках поршней до их поломки.

Мониторинг следующих компонентов



Оптимизация производительности

- **Повышение эффективности работы и снижение потребляемой мощности**
- **Анализ PV-диаграмм для мониторинга производительности и технического состояния**

Измеряя динамическое давление в цилиндрах, система PROGNOST®-NT оценивает эффективность и состояние компрессора и уплотняющих элементов. Непрерывный

автоматический анализ PV-диаграмм позволяет надежно обнаружить угрозу неисправностей клапанов.

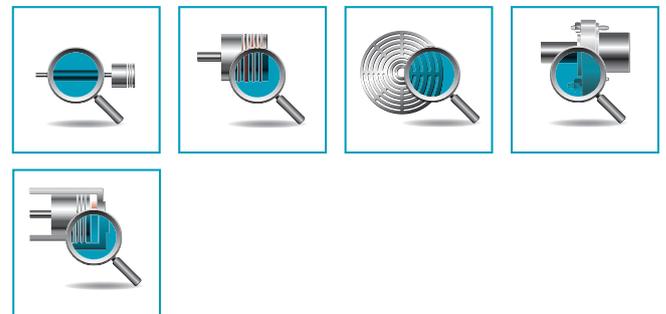
Помимо анализов PV-диаграмм, следующие дополнительные ключевые параметры рассчитываются, контролируются и регистрируются в журнале:

- Анализ цикла сжатия
- Нагрузка на шток поршня
- Реверсивная нагрузка на шток поршня

Анализ этих данных предоставляет операторам и специалистам по техобслуживанию всю информацию, необходимую для оптимизации эксплуатации поршневых компрессоров.

См. также стр. 17.

Мониторинг следующих компонентов



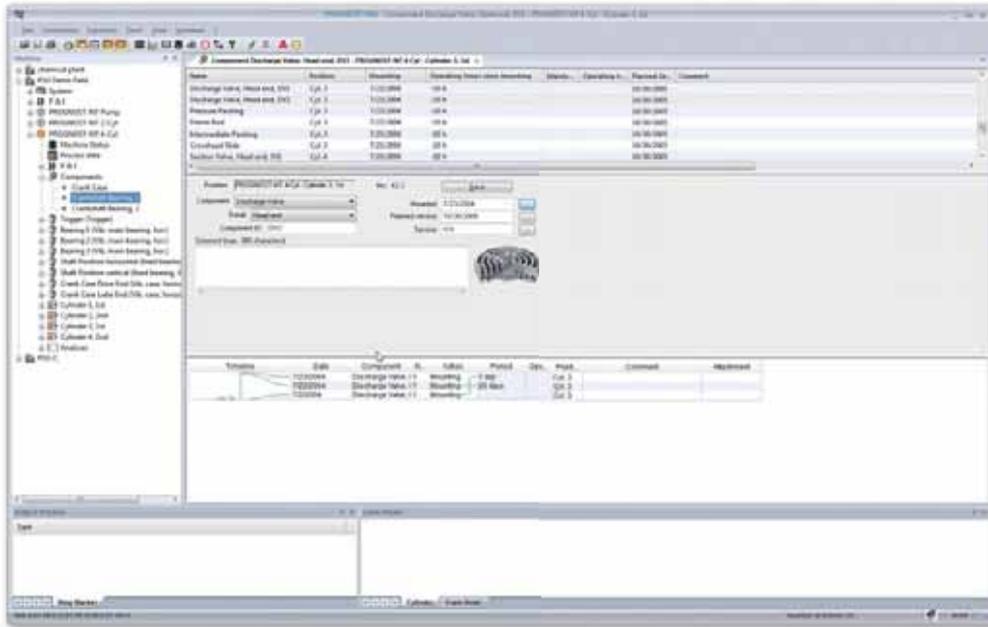
Мониторинг смазки

- **Непрерывное измерение объема смазки в зависимости от расхода**
- **Анализ долгосрочных и краткосрочных трендов отдельных точек подачи смазки**
- **Пассивные измерительные датчики, используемые в опасных зонах**

Для мониторинга смазки можно оборудовать датчиками PROGNOST®-NT любое количество маслопроводов с целью контроля расхода. Для получения данных о количестве поданной смазки оптимальным местом расположения этих датчиков является вход в масляную магистраль. Расход в отдельных точках подачи смазки регистрируется в виде тренда, и любое изменение становится видимым на ранней стадии. Засорение или утечку можно выявить до того, как они вызовут отказ детали компрессора.

Мониторинг следующих компонентов





История компонента: дата установки и часы работы

Анализ технологических параметров

- Обмен данными по стандартным интерфейсам
- Отображение и мониторинг уставок выбранных технологических параметров в виде трендов
- Определение режимов работы компрессора по технологическим параметрам, позволяющее избежать ложных тревог

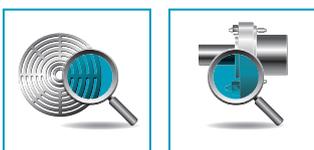
Этот модуль устанавливает прямой канал связи между системой PCY и PROGNOST®-NT. При изменении режимов работы компрессора, например, скорости вращения или давления, эти изменения учитываются в анализах, выполняемых системой PROGNOST®-NT, чтобы избежать ложных тревог. И наоборот, сообщения о техническом состоянии от модулей Safety Protection (Противоаварийная защита) или Early Failure Detection (Раннее обнаружение неисправностей) направляются оператору PCY для принятия дальнейших мер. Обмен информацией реализуется с помощью стандартных интерфейсов Modbus RTU, OPC или Profibus. Модуль также отображает данные PCY в виде трендов и непрерывно сравнивает эти тренды с уставками.

Отслеживание компонентов

- Планирование и учет мероприятий техобслуживания по состоянию компонентов
- Запись в журнал реальной наработки компонента для непосредственного учета срока службы запчастей

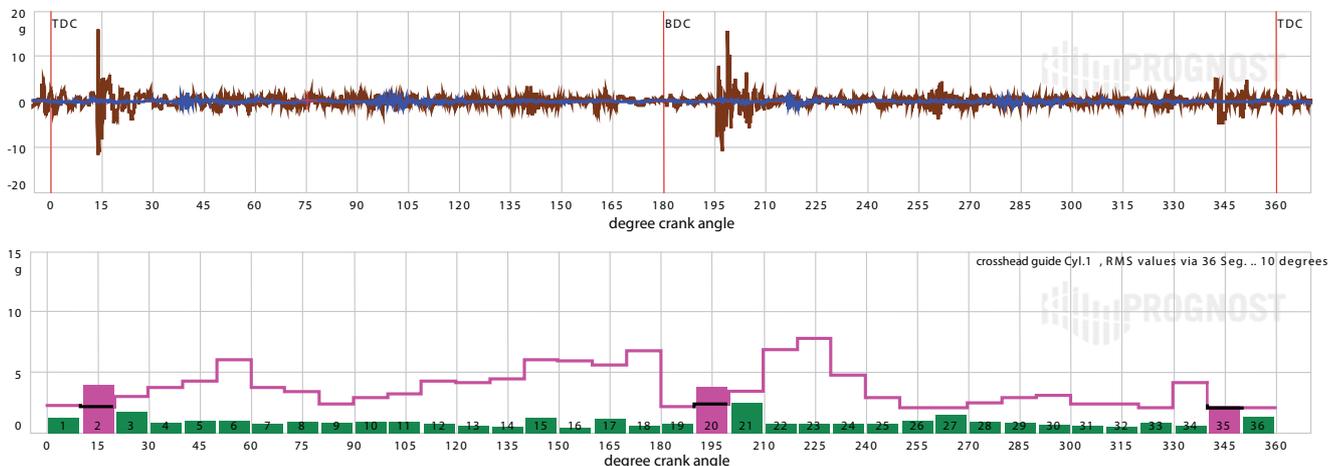
Модуль делает возможной стратегию профилактического техобслуживания и предоставляет эффективный инструмент для планирования и учета мероприятий техобслуживания в течение всего срока службы компонента в режиме реального времени. Пользователи получают всю необходимую информацию: наработка отдельных компонентов (зависящая от реального времени работы машины, а не от даты установки) и план-график, в который включены все запланированные и выполненные мероприятия техобслуживания. Кроме того, можно задать ожидаемые даты замены изношенных деталей.

Мониторинг следующих компонентов



Tech Corner

Технологии



Сигнал вибрации крестовки и его сегментированный анализ

Зачем нужен мониторинг вибрации?

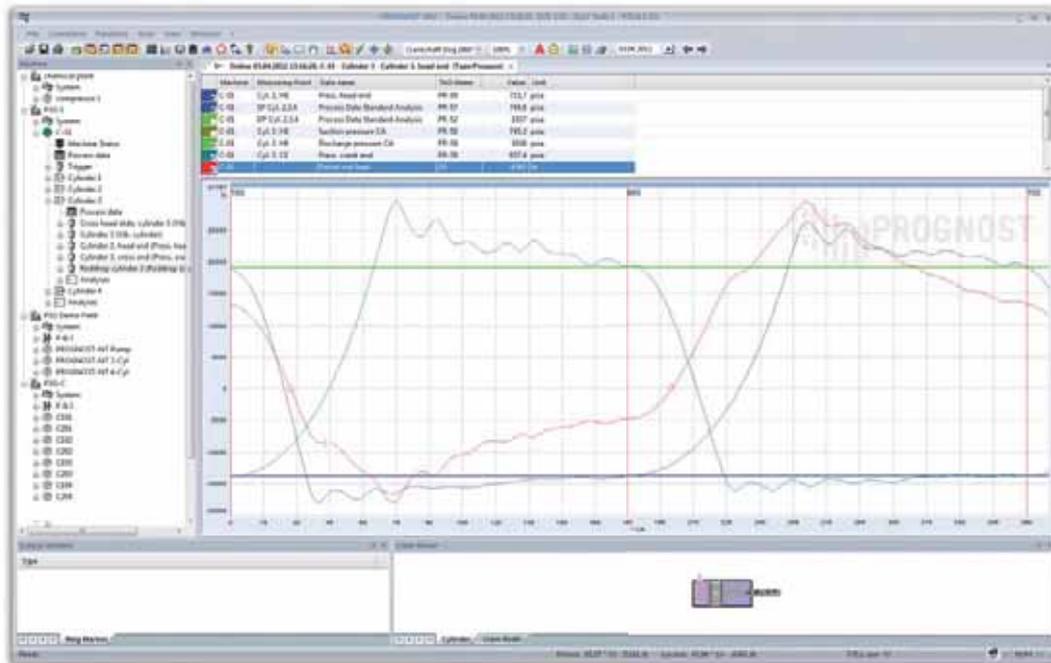
Наиболее важным и хорошо зарекомендовавшим себя методом мониторинга оборудования является анализ вибрации. Однако не все методы анализа вибрации одинаковы. Внешне незначительные отличия в методе сбора и анализа данных могут оказать весьма существенное влияние на качество диагностики сигналов. Выбор подходящего математического метода анализа является ключевым фактором для надежного раннего обнаружения неисправностей и обеспечения безопасности. Каждый поршневой компрессор имеет определенные вибрационные характеристики, например, пики вибрации при открытии или закрытии клапанов, которые необходимо учитывать для предотвращения ложных аварийных тревог.

Сегментация

Системы мониторинга должны непрерывно собирать и анализировать вибрации машины на каждом обороте ко-

ленчатого вала, а затем сегментировать сигналы на участки, соответствующие определенным углам поворота вала. Это позволяет правильно идентифицировать нормальное (хотя иногда отличающееся от нормы) поведение машины как 'хорошее состояние' и не выдавать ложных сигналов тревоги.

Компания PROGNOST Systems разработала сегментированный анализ вибрации и установила, что целесообразно разбивать весь оборот (360°) на 36 сегментов, каждый из которых соответствует углу поворота коленчатого вала на 10°. Это наиболее удачное соотношение для средней ширины импульса на один оборот. Для анализа сигналов вибрации необходимо использовать наиболее точные математические методы. Для поршневых компрессоров был признан надежным только анализ среднеквадратичных значений. Анализ среднеквадратичных значений дает хороший результат, поскольку он учитывает не только амплитуду, но и запас энергии импульса.

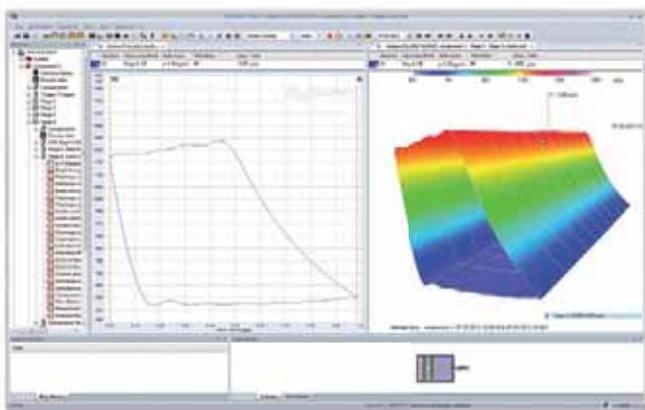


Кривая давления с нагрузкой на шток поршня

Автоматическая диагностика PV-диаграмм

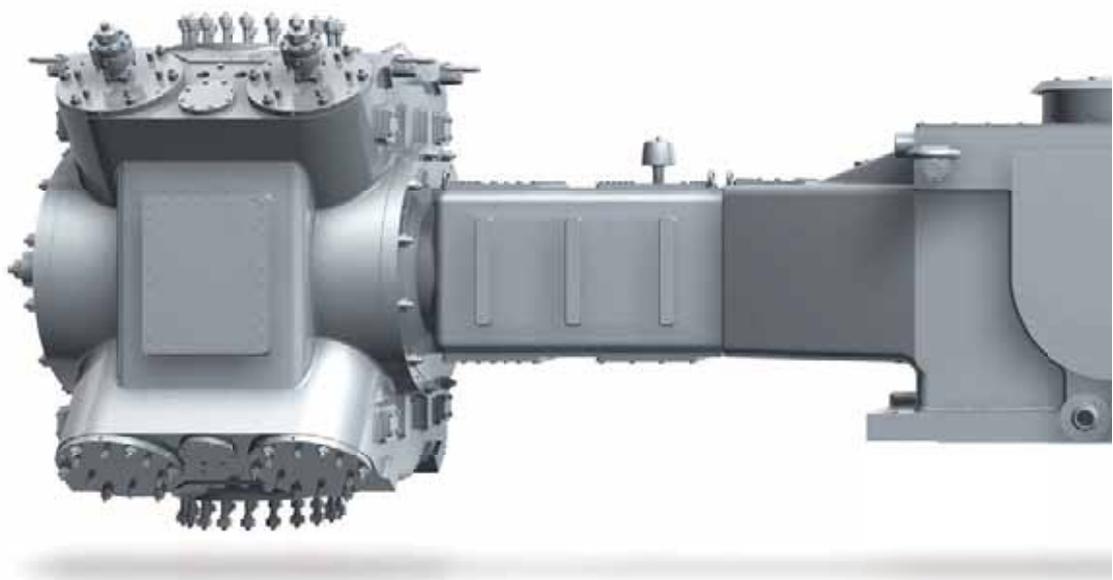
Преимущества оптимизации рабочих характеристик оборудования очевидны: снижение потребления энергии и повышение производительности. Отслеживание эксплуатационных характеристик может дать дополни-

тельные преимущества, например, позволить выявить угрозу утечки газа. К сожалению, многие системы мониторинга, которые сосредотачиваются исключительно на вибрации, положении штока поршня и температуре, не могут обнаружить снижение эффективности. Мониторинг производительности машины – как и других ключевых параметров – необходимо вести непрерывно.

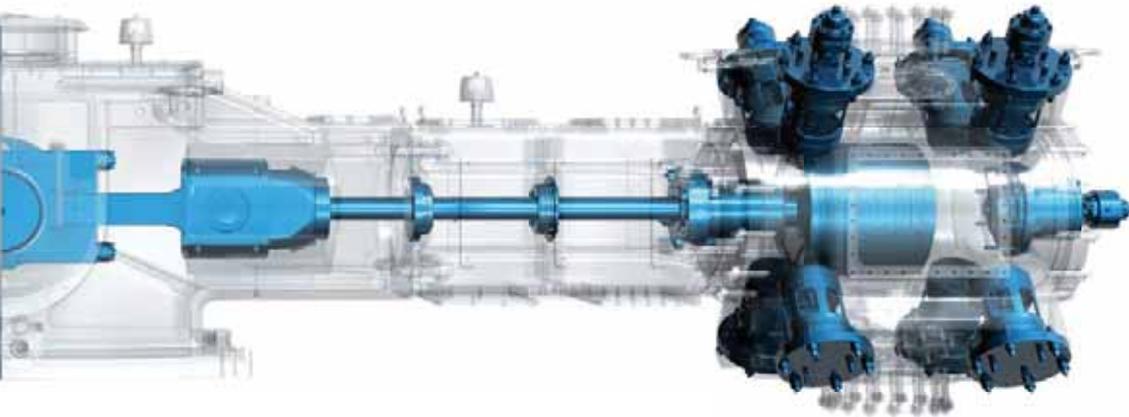


PROGNOST®-NT контролирует производительность машины и предоставляет комплексный анализ, который показывает, как восстановить оптимальные рабочие характеристики. Анализ начинается с выявления изменений динамического давления при эксплуатации и осуществления специального анализа PV-диаграмм с целью идентификации компонентов, из-за которых снижается производительность. Кроме того, анализ учитывает влияние регулирования производительности компрессора. Наконец, проводится анализ других ключевых параметров, например, цикла сжатия, нагрузки на шток поршня и реверсивной нагрузки на шток поршня. Системы мониторинга должны собирать всю эту информацию, чтобы дать пользователю комплексное представление о производительности машины.

Мониторинг компонентов компрессора



Отказы клапанов										29%
Шток поршня										7%
Другое										7%
Отказ датчика										6%
Крейцкопф										5%
Проблемы, связанные с управлением расходом										4%
Поршневые кольца										3%
Плунжер										3%
Опорно-направляющие поршневые кольца										3%
Поршень										2%
Подшипник										2%
Утечки										2%
Гидроудар										2%
Технологический процесс										2%
Пульсации										2%
Уплотнение										1%
Цилиндр										1%



Шток поршня и плунжер

Что касается компрессоров двойного действия, то сменяющие друг друга растягивающие и сжимающие усилия в штоке поршня являются результатом сжатия газа в камерах цилиндра со стороны коленчатого вала (СЕ) и со стороны головки цилиндра (НЕ). Эти силы попеременно действуют на шток поршня в двух противоположных направлениях.

Ослабление соединения

Целостность движущихся частей механизма движения обнаруживается за счет анализа вибрации и мониторинга положения штока поршня. Датчики виброускорения направляющей кресткопфа непрерывно регистрируют вибрации, возникающие в результате роста зазоров. Последующая диагностика идентифицирует фактические отклонения в модели вибрации.

Анализ положения штока поршня на ранней стадии выявляет соединения, которые находятся в процессе разрушения (например, из-за трещины). Постоянное измерение положения штока позволяет выявлять даже ослабшие соединения (например, низкое контактное давление между гайкой поршня и поршнем).

Перегрузка/избыточная нагрузка на шток поршня (сжимающие и растягивающие усилия)

Сжимающие и растягивающие усилия, действующие на поршень, можно рассчитывать непрерывно.

Мониторинг плунжера (гиперкомпрессор)

Для гиперкомпрессоров рекомендуется вести мониторинг орбиты (горизонтальное/вертикальное смещение плунжера, "выбег плунжера"), чтобы выявлять избыточный износ уплотнения. Рост вибрации идентифицируется на ранней стадии, что позволяет предотвратить повреждение хрупкого твердосплавного плунжера. Автоматический останов является ключевым фактором, позволяющим избежать значительных последующих повреждений.

Рекомендуемые модули мониторинга PROGNOST®-NT

- Safety Protection (Противоаварийная защита)
- Safety Analyses (Противоаварийный анализ)
- Early Failure Detection (Раннее обнаружение неисправностей)
- Wear Monitoring (Мониторинг износа)
- Performance Optimization (Оптимизация производительности)



Крейцкопф

Сегментированный анализ вибрации (см. стр. 16) позволяет на ранней стадии выявлять механические повреждения движущихся частей механизма движения от шатуна до поршня. Ослабление соединения, например, между шатуном и крейцкопфом, можно обнаружить на ранней стадии, поскольку оно приводит к характерным пикам вибрации в точках изменения направления нагрузки на шток.

Палец крейцкопфа

Неисправности пальца крейцкопфа обычно являются следствием повреждений, связанных с недостатком смазки. С помощью PV-мониторинга можно вычислить периоды реверсирования динамической нагрузки на шток. Если эти периоды слишком малы, то недостаток смазки в пальце крейцкопфа создает критическую ситуацию.

Рекомендуемые модули мониторинга PROGNOST®-NT

- Safety Protection (Противоаварийная защита)
- Safety Analyses (Противоаварийный анализ)
- Early Failure Detection (Раннее обнаружение неисправностей)
- Wear Monitoring (Мониторинг износа)



Смазка цилиндра и уплотнений

Измерение расхода смазки осуществляется с помощью специальных датчиков потока. Засоренные магистрали и утечки часто невозможно выявить с помощью обычного метода мониторинга давления в магистрали, поскольку обратное течение равномерно распределяется в остальных каналах смазки. Датчики расхода, установленные на каждой магистрали смазочного масла, точно регистрируют объем масла и выдают сигнал тревоги в случае чрезмерной или недостаточной смазки. Благодаря комплексным измерениям количества смазки наблюдения через смотровое стекло становятся ненужными, и время, которое специалисты по техобслуживанию должны проводить в опасных зонах рядом с машиной, уменьшается.

Рекомендуемые модули мониторинга PROGNOST®-NT

- Lubrication Monitoring (Мониторинг смазки)



Подшипники коленчатого вала

Анализ вибрации помогает выявлять повреждения механизма движения на ранней стадии. Ввиду низкой рабочей скорости большинства поршневых компрессоров мониторинг температуры подшипников не всегда дает результат. Теплота трения в поврежденном подшипнике часто недостаточна для обеспечения заметного повышения температуры. Напротив, вибрации позволяют сразу выявить повреждения подшипников скольжения. В отличие от аппаратуры для измерения температуры, датчики вибрации можно установить, даже если в крышке подшипника отсутствуют отверстия под датчики, предусмотренные производителем.

Рекомендуемые модули мониторинга PROGNOST®-NT

- Safety Protection (Противоаварийная защита)
- Safety Analyses (Противоаварийный анализ)
- Early Failure Detection (Раннее обнаружение неисправностей)



Коленчатый вал

Во время работы компрессора коленчатый вал подвергается непрерывным крутильным колебаниям. При проектировании машины было рассчитано определенное вибрационное поведение, и размер вала был подобран соответствующим образом. Однако использование устройств управления нагрузкой, например, бесступенчатых устройств разгрузки клапана, создает режим работы, который, возможно, не был учтен при проектировании. В результате могут возникнуть резонансы, что приведет к незапланированным нагрузкам на коленчатый вал и его привод. Чтобы обеспечить бесперебойную работу, несмотря на изменения производительности, рекомендуется осуществлять непрерывный мониторинг крутильных колебаний.

Рекомендуемые модули мониторинга PROGNOST®-NT

- Early Failure Detection (Раннее обнаружение неисправностей)



Проблемы технологического процесса

Наличие жидкости в камере сжатия приводит к кратковременному подъему поршня. Его можно обнаружить путем анализа положения штока поршня пик-пик с помощью датчика положения. Кроме того, выявить перенос жидкости позволяет датчик виброускорения на направляющей крейцкопфа, когда несжимаемая жидкость продавливается через нагнетательные клапаны. Это часто приводит к значительным вибрациям в районах верхней и нижней мертвой точки.

Результаты обоих анализов настоятельно рекомендуется использовать в качестве параметров аварийного останова, чтобы предотвратить серьезные последующие повреждения, например, повреждения штока поршня или поломку головки цилиндра.

Рекомендуемые модули мониторинга PROGNOST®-NT

- Safety Protection (Противоаварийная защита)
- Safety Analyses (Противоаварийный анализ)



Нагнетательные и всасывающие клапана

Автоматический анализ PV-диаграмм (диаграмм давление/объем) является одним из важнейших методов определения состояния клапанов. Утечки в клапанах приводят к характерным изменениям измеренной кривой давления, которые можно распознать с помощью PV-анализа. Измеренная кривая динамического давления преобразуется в PV-диаграмму, для которой рассчитываются конкретные характеристические значения. Этим значениям (например, потери при нагнетании, показатели политроп или угол поворота коленчатого вала при открытии всасывающего клапана) присваиваются уставки, при превышении которых выдаются предупреждения.

Сбор и анализ данных вибрации цилиндров помогает выявить механические повреждения (например, трещины в корпусе или в пластине клапана). Шумы потока через поврежденные клапана, а также смещение точки откры-

тия и закрытия клапанов можно обнаружить с помощью измерений с высоким разрешением с помощью датчиков виброускорения.

Также традиционно используются измерения температуры клапанов. Температура газа в камере клапана измеряется с помощью датчика температуры. Если температура в клапане заметно повышается, то можно предполагать наличие повреждения (например, утечки). Однако если в цилиндре есть несколько клапанов, необходимо учитывать затраты, поскольку датчик температуры требуется для каждого клапана.

Рекомендуемые модули мониторинга PROGNOST®-NT

- Early Failure Detection (Раннее обнаружение неисправностей)
- Performance Optimization (Оптимизация производительности)
- Process Data Analyses (Анализ технологических параметров)



Направляющие и уплотнительные поршневые кольца

Автоматический анализ PV-диаграмм является одним из важнейших методов оценки состояния уплотнительных поршневых колец. Для обнаружения утечек в уплотнительных поршневых кольцах на цилиндре двойного действия проводится параллельный анализ двух противоположных камер сжатия. Если изменения регистрируются в обеих камерах сжатия, то это можно рассматривать как указание на утечку в уплотняющих поршневых кольцах.

Вертикальное положение поршня является важным индикатором износа направляющих поршневых колец. По измеренному вертикальному положению штока поршня можно определить понижение положения центра поршня, которое соответствует износу направляющих поршневых колец. Только мониторинг каждого оборота по сегментам позволяет получить точные значения износа направляющих поршневых колец.

Рекомендуемые модули мониторинга PROGNOST®-NT

- Performance Optimization (Оптимизация производительности)
- Wear Monitoring (Мониторинг износа)



Уплотнение

Автоматический анализ PV-диаграмм: рост утечек приводит к характерным изменениям на кривой давления. Соответствующий анализ может различить утечку в клапане, поршневом кольце или уплотнении. Результаты сравниваются с базой данных моделей неисправностей и выводятся в виде понятных текстовых сообщений.

Рекомендуемые модули мониторинга PROGNOST®-NT

- Performance Optimization (Оптимизация производительности)
- Process Data Analyses (Анализ технологических параметров)



Гильза цилиндра и камера сжатия

Повреждения гильзы цилиндра могут быть вызваны износом поршневых колец и наличием твердого осадка в камере сжатия (например, из-за загрязняющих примесей в газе). Эти виды повреждений выявляются с помощью анализа положения штока поршня пик-пик на базе информации от датчиков положения штока и вибрации кресткопфа. Оба вида анализа рекомендуются в качестве параметров для аварийного останова.

Рекомендуемые модули мониторинга PROGNOST®-NT

- Safety Protection (Противоаварийная защита)
- Safety Analyses (Противоаварийный анализ)
- Wear Monitoring (Мониторинг износа)
- Performance Optimization (Оптимизация производительности)

PROGNOST Systems GmbH
Daimlerstraße 10
48432 Rheine
Germany

 +49 (0)59 71 - 8 08 19 0

 +49 (0)59 71 - 8 08 19 42

 info@prognost.com

PROGNOST Systems, Inc.
1020 Bay Area Blvd. Suite 105
Houston, TX, 77058
USA

 +1 - 281 - 480 - 93 00

 +1 - 281 - 480 - 93 02

 infousa@prognost.com

www.prognost.com