

Сервис электродвигателей. Мониторинг и диагностика.

Ваш эксперт
в электродвигателях и приводах



Распределение отказов по основным узлам двигателей

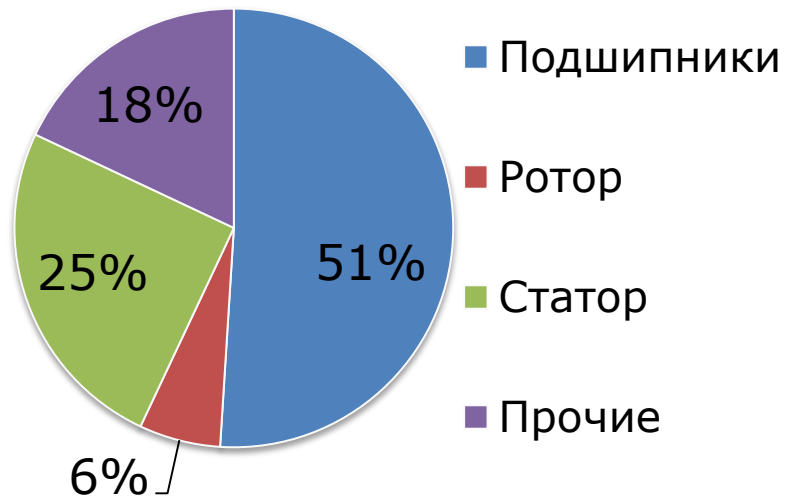
Ваш эксперт
в электродвигателях и приводах



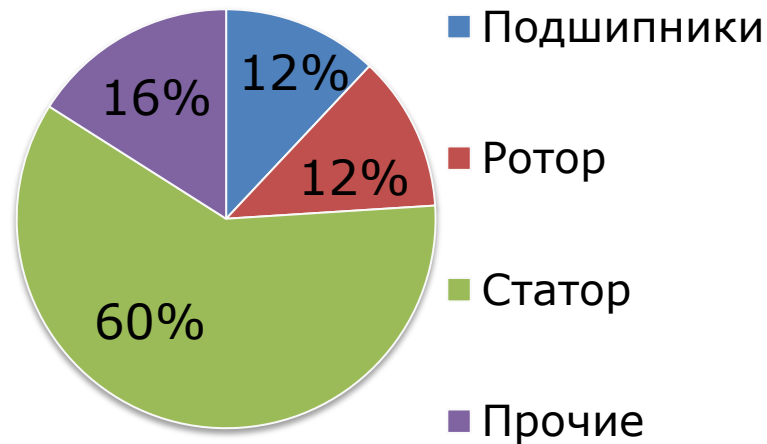
Распределение отказов по основным узлам двигателей

Распределение отказов по основным узлам двигателей

Менее 3,3 кВ



Более 3,3 кВ



Причины повреждения статора



Механические силы:

- Пусковые токи и токи нагрузки создают силы, которые вызывают вибрацию катушек
- Перемещение катушек обмотки

Старение изоляции обмотки статора:

- Нагрузка/Изменение нагрузки
- Повышенное/Пониженное напряжение
- Несимметричное напряжение
- Высшие гармоники/Искажение напряжения
- Работа с низким коэффициентом мощности
- Окружающая среда

Пробой изоляции:

- Пробой пазовой изоляции на корпус
- Повреждение изоляции обмотки
- Скачки напряжения

Загрязнение:

- Окружающая среда
- Охлаждающий воздух (очищенный/загрязнённый)
- Нарушение герметичности подшипникового узла
- Течи в линиях подачи/слива масла
- Крышки и уплотнения
- Избыточное количество смазки



Трещины и разрывы в стержнях беличьей клетки и в коротко-замкнутых кольцах :

Коротко-замкнутый ротор

- Трещины в стержнях или незакреплённые в пазах стержни

Коротко-замкнутые кольца

- Дефекты пайки и трещины

Диагностика:

- Бороскоп-инспекция
- Анализ гармоник тока
- Инфракрасное сканирование



Неправильный режим смазки

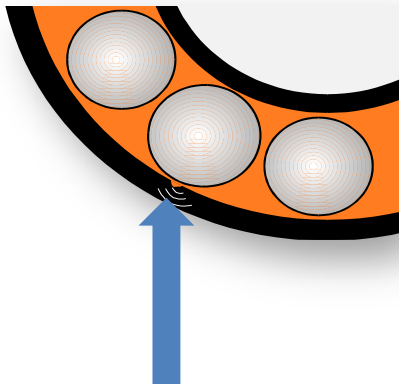
- Слишком много
- Слишком мало
- Загрязнение

Чрезмерная нагрузка

- Несоосность (нарушенная центровка)
- Небаланс
- Изгиб/прогиб вала
- Прочие причины

Электрическая эрозия

- Неправильное обслуживание
- Неправильная установка
- Износ



Дефекты на поверхности

Стратегия технического обслуживания

Ваш эксперт
в электродвигателях и приводах



Классификация методов обслуживания



Ремонт по состоянию оборудования снижает эксплуатационные затраты до 30%



Особенности конструкции двигателей:

Конструкция системы изоляции

- Низковольтная/Высоковольтная
- С вакуумной пропиткой (VPI)
- Термореактивная на основе пропитанных лент с последующим запеканием (resin rich)

Конструкция подшипников

- Подшипники качения
- Подшипники скольжения
- Изолированный подшипник
- Смазка консистентная/картерная/принудительная

Конструкция ротора

- Медная клетка
- Алюминиевая клетка
- Латунная клетка

Мониторинг состояния/прогноз

Этап 1

Сбор данных о критических параметрах двигателя

- Вибрация
- Температура
- Наличие масла, влаги
- Загрязнение
- Электрические параметры

Этап 2

Анализ данных

- Изменение параметров в зависимости от времени показывает, что состояние двигателя начинает ухудшаться



Визуальная инспекция на месте установки:



Низкий уровень масла

Ослабленный/ Отсутствующий крепёж

Повреждение/протечки в арматуре

Плохое крепление к фундаменту

Повреждение уплотнений



Контроль вибрационного состояния:

С помощью вибрационного контроля обнаруживаются:

- Проблемы в подшипниках
- Проблемы в системе смазки
- Нарушения центровки
- Ослабление крепления к фундаменту
- Нарушение балансировки
- Проблемы в роторе

Важные замечания:

Данные вибрационного состояния отдельного двигателя должны фиксироваться в режиме реального времени.

Для каждого двигателя периодичность контроля состояния определяется индивидуально.

Анализ вибрационного состояния:

Обеспечиваемость повторяемости измерений

Точки измерений должны быть однозначно определены для каждого узла контролируемого оборудования

Частота измерений

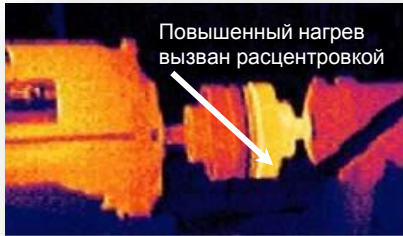
- Периодический контроль
Для каждого двигателя частота определяется индивидуально
Наиболее рекомендуемая – раз в месяц
- Непрерывный и дистанционный контроль
Беспроводные датчики позволяют вести дистанционный контроль 24 часа 7 дней в неделю.



Инфракрасное сканирование:

Обнаруживается:

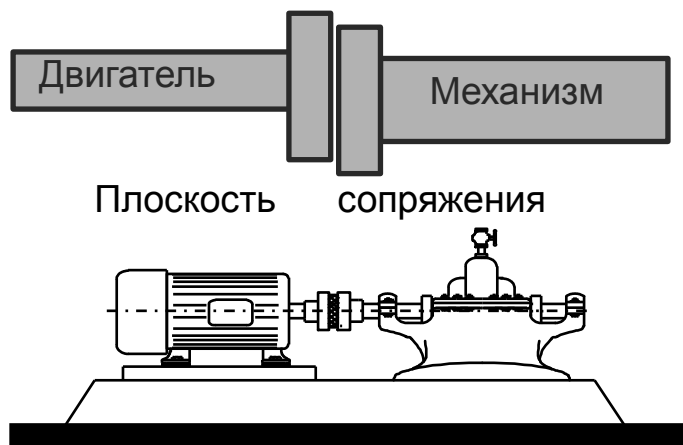
- Тепло, выделяемое при трении
 - Дефекты в подшипниках
 - Нарушение центровки
 - Нарушение режима смазки
- Повреждения контактов в силовых цепях
- Повреждения в цепях управления
- Обрывы/коррозия электрических соединений



Центровка:

Проблема: расцентровка

- Нарушение центровки двух сопряженных механизмов.
Например: двигатель и насос.
- Одна из самых распространённых причин повышенной вибрации.



Вариант решения: центровка с помощью лазера

- Используя оборудование, показанное на рисунке, мы выравшиваем оси валов сопрягаемых механизмов.
- Должно быть учтено тепловое расширение.

Анализ масла:

Производится:

- отбор проб в определённых местах
- допускать квалифицированный персонал
- поддерживать целостность проб
- анализ проводить в сертифицированной лаборатории
- правильно интерпретировать результаты анализа.

Определяются по результатам анализа масла:

- Проблемы в подшипниках
- Проблемы в системе смазки

Важные замечания

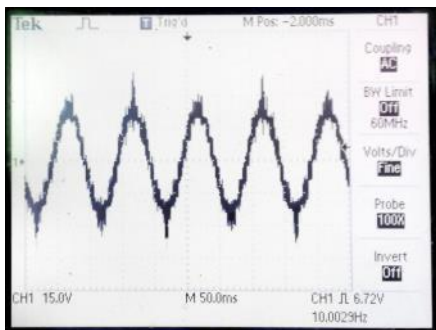
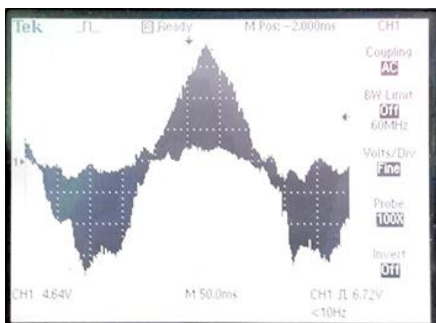
- Результаты следует отслеживать периодически, чтобы зафиксировать изменения.
- Отбор проб должен производиться с целью точного определения момента замены масла.
- Как правило, периодичность замены составляет 3 месяца. Каждый двигатель должен иметь свою собственную периодичность отбора проб масла, которая определяется режимом работы двигателя, сортом масла, конструкцией подшипников, размерами маслобака и условиями окружающей среды.



Анализ качества электроэнергии на работающем двигателе:

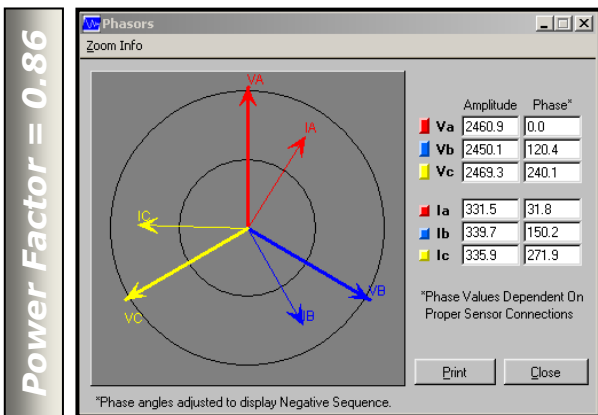
Цель анализа параметров питающей сети - выявление проблем качества электроэнергии, которые могут негативно повлиять на срок службы изоляции двигателя.

- Баланс напряжений
- Искажение напряжения
- Величины напряжения
- Состояние беличьей клетки
- КПД двигателя
- Перегрузка по току
- Действительный коэффициент обслуживания (сервис-фактор)
- Пульсации момента
- Изменение нагрузки
- Энергоэффективность
- Величина вращающего момента
- Мощность на валу (полезная мощность)

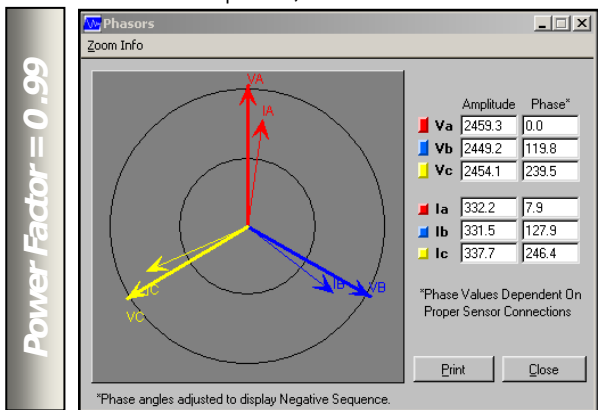


Анализ качества электроэнергии на работающем двигателе (по методике западных фирм):

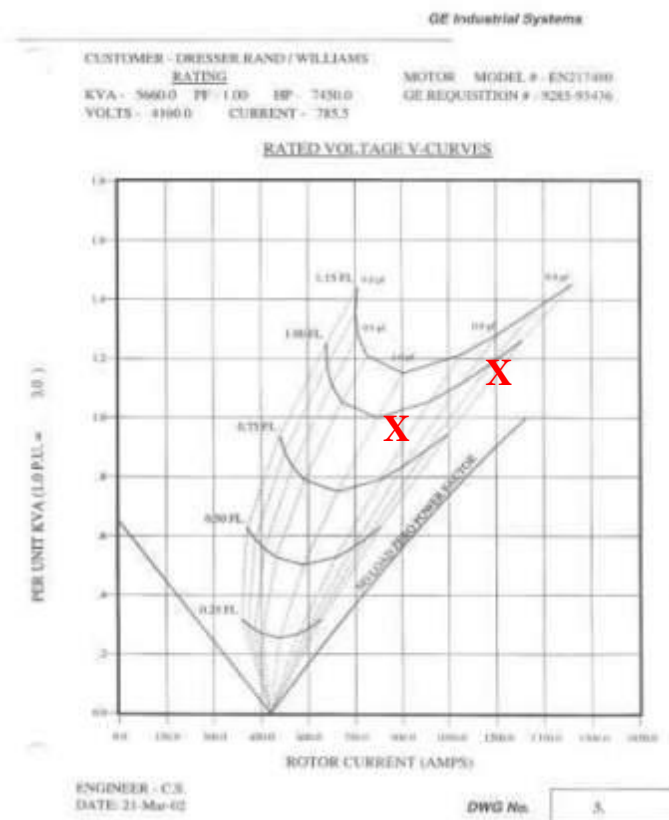
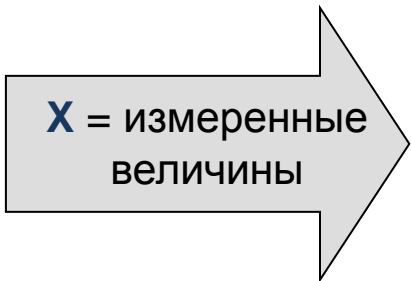
Важно: Сверка результатов с данными на щитке мощности



$\cos \varphi = 0,86$

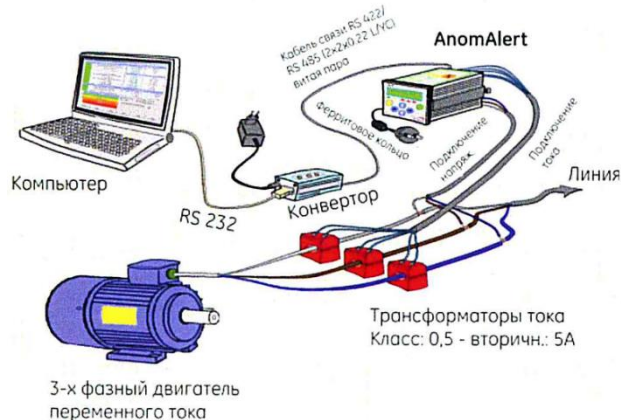
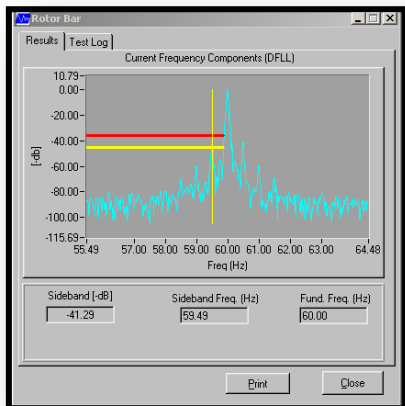


$\cos \varphi = 0,99$

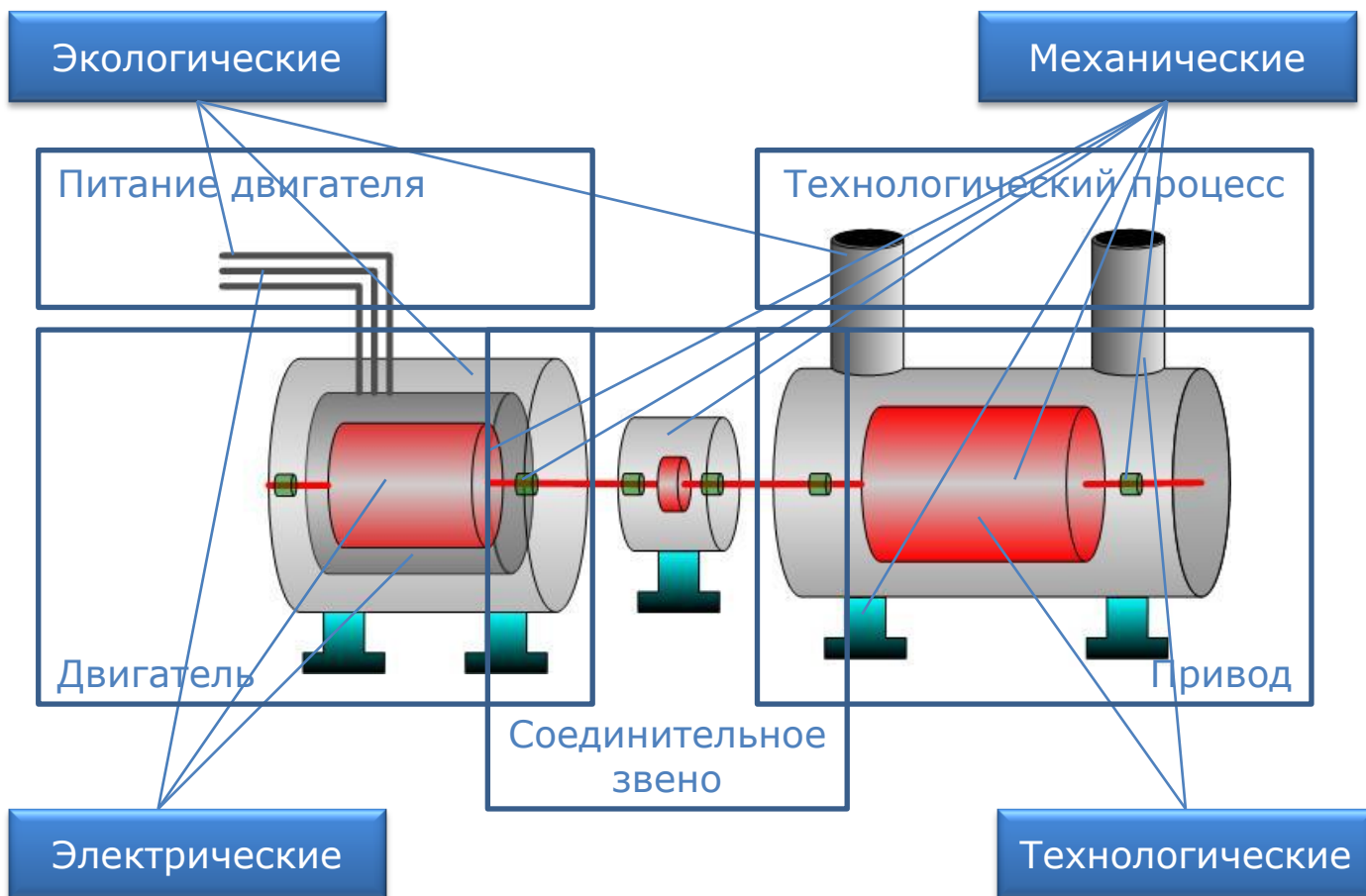


Метод спектрального анализа потребляемого тока:

- В режиме реального времени определяются неисправности двигателя на основании измерения сигналов тока и напряжения, поступающих от источника питания к электродвигателю
- Обнаружение неисправностей двигателя основано на модели двигателя с изученными физическими характеристиками, константы модели рассчитываются на основании данных в режиме реального времени и сопоставляются с предварительно изученными значениями



Проблемы, решаемые с помощью метода спектрального анализа потребляемого тока

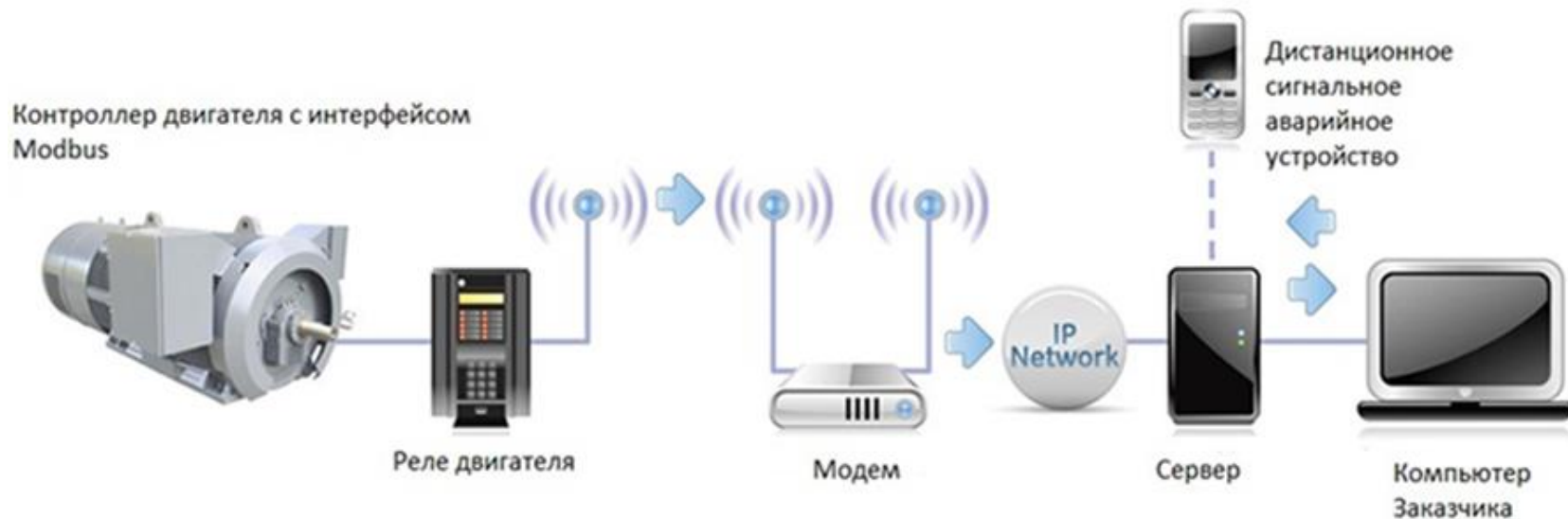


Анализ состояния выключенного двигателя

Испытания изоляции на выключенном двигателе:

- Проверка симметрии сопротивлений фаз обмотки.
- Измерение сопротивления изоляции (показывает уровень загрязнения корпусной изоляции)
- Индекс поляризации (ИП - PI) (показывает степень увлажнения и целостности изоляции)
- Испытание повышенным напряжением (выявляет витковые замыкания)
- Высоковольтные испытания по стандартной методике

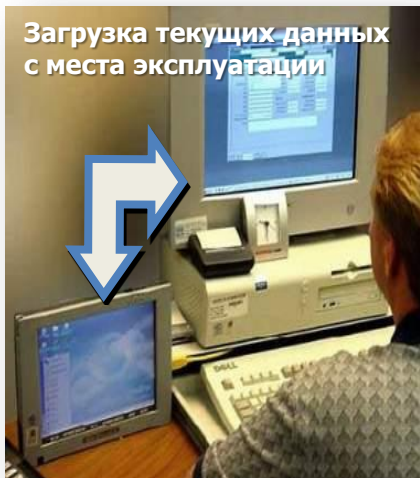
Как работает система дистанционного мониторинга оборудования (СМиД)



Определяет повреждение двигателя до момента его выхода из строя

Система поддержки, предлагаемая Русэлпром

- Регулярные семинары и тренинги по вопросам дистанционного мониторинга и диагностики
- Техническая поддержка (см. следующий слайд)
- Организация службы сервиса в регионе
- Мгновенный доступ
- Глобальная поддержка
- Соединение со всеми объектами
- База данных, размещённая на центральном сервере Русэлпрома



Техническая поддержка (Договор жизненного цикла)

Цель: повышение надежности и безотказности работы двигателя и приводимого механизма; снижение эксплуатационных затрат:

- 1.** Выходной контроль качества изготовления двигателей. Снятие базовых характеристик нового двигателя во время приемо-сдаточных испытаний
- 2.** Участие в пуско-наладочных работах и испытаниях на объектах. Проверка характеристик двигателя на соответствие заявленным заводом производителем при работе на технологическую нагрузку.
- 3.** Непрерывная информация о состоянии двигателя
 - Электромеханические характеристики
 - Механическое состояние обмоток ротора
 - Механическое состояние подшипников
 - Состояние изоляции обмотки статора
- 4.** Обеспечение возможности периодического контроля отдельных параметров двигателя совместно с механизмом в случаях, когда это допускают требования к агрегату
- 5.** Определение времени и объема ремонта; проверка качества ремонта и снятие новых электромеханических характеристик после замены/ремонта комплектующих двигателя (перемотка ротора, статора, замена подшипников,....)

Спасибо за внимание!