

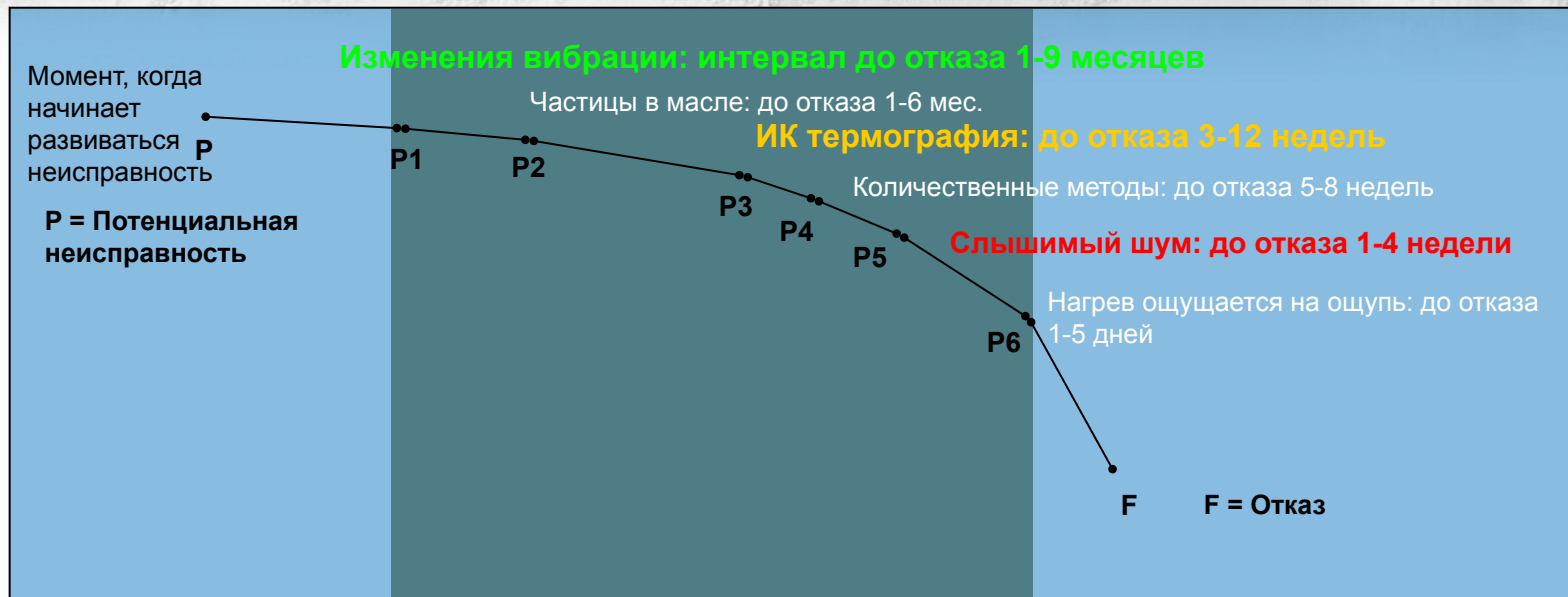


Основы вибродиагностики

Ответы прямо сейчас

- Проверка вибрации
 - Основы
 - Распространенные неисправности машин
- Решения: Fluke 810 и Fluke 805
 - Fluke 810
 - » Основа: Синтетическая базовая линия
 - » Обзор прибора
 - Аппаратная часть
 - ПО
 - Fluke 805
 - » Проприетарный алгоритм: CrestFactor+
 - » Обзор прибора

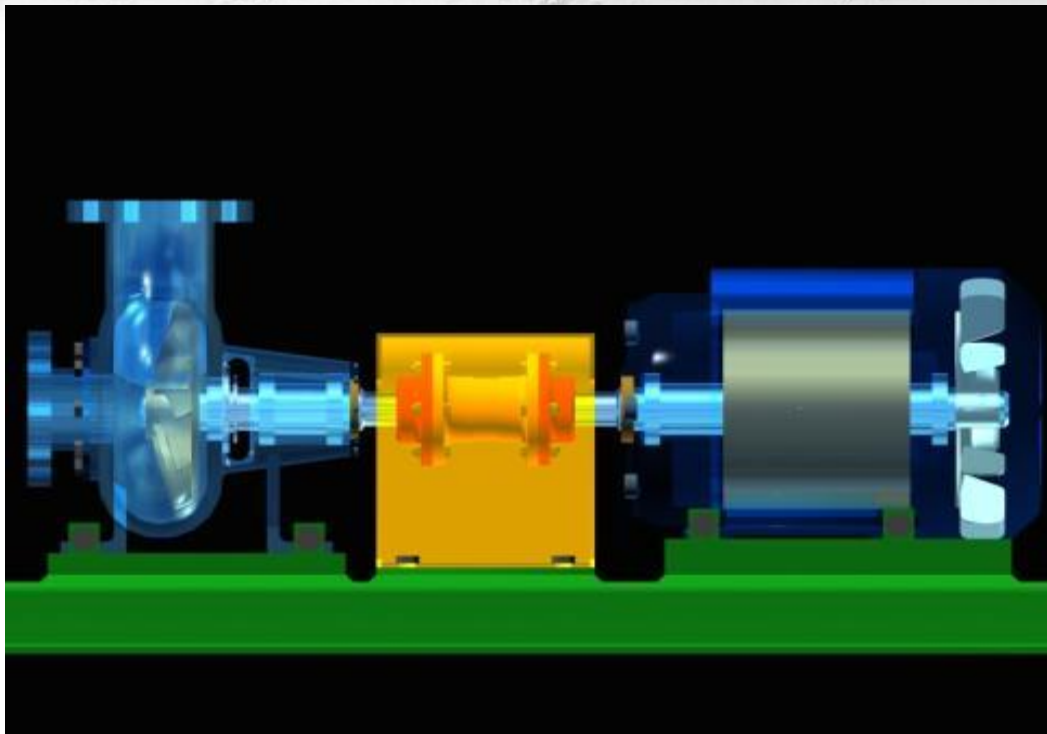
Вибрация является самым ранним индикатором состояния оборудования



- Вибрация может указать на наличие проблем раньше других симптомов, таких, как выделение тепла, звук, потребление энергии и примеси в смазке.
- Более половины незапланированных простоев связаны с отказами механического оборудования.
- От появления первых признаков до полного выхода из строя может пройти несколько месяцев.
- Проверка вибрации позволяет определить, где на кривой развития неисправности находится оборудование, и позволяет адекватно на это реагировать.

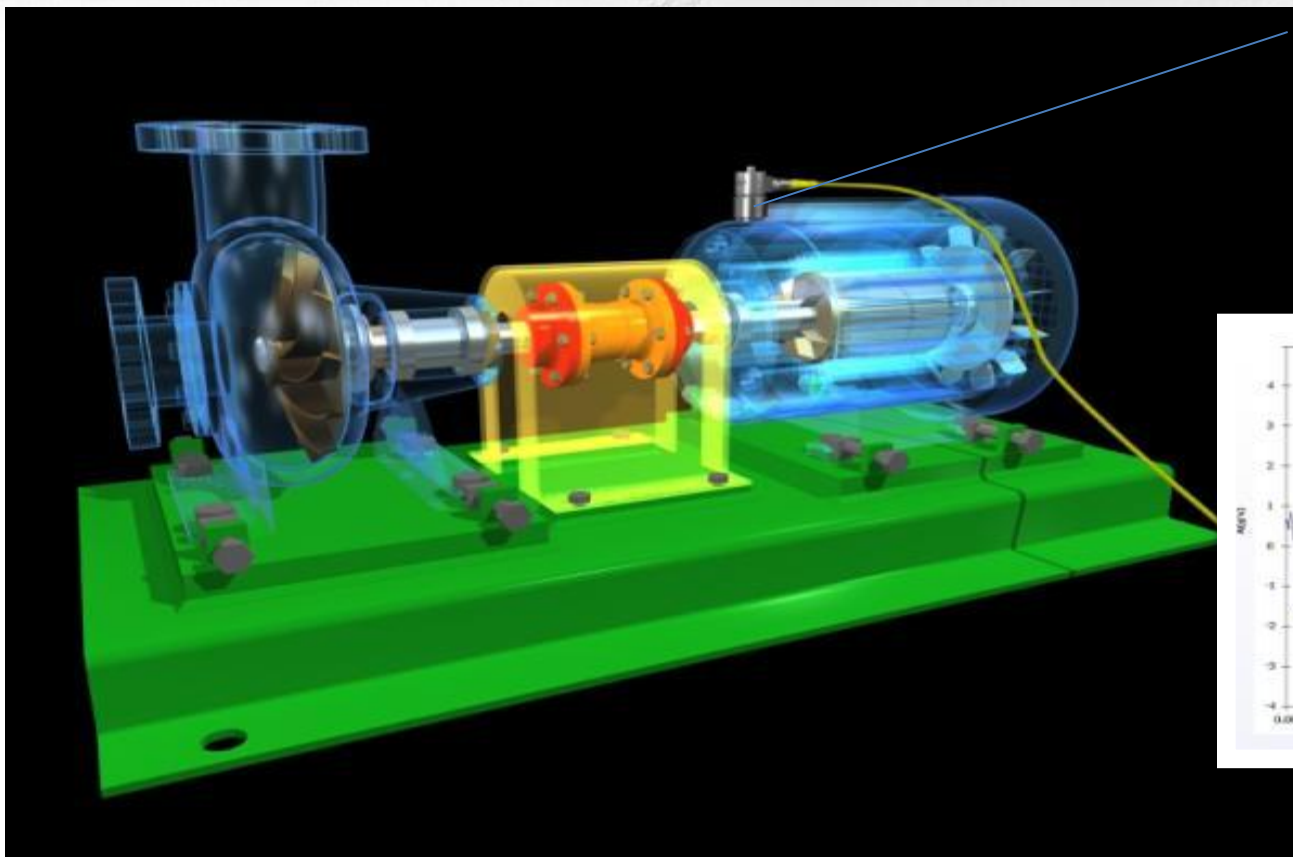
- Проверка вибрации
 - **ОСНОВЫ**
 - Распространенные неисправности машин
- Решения: Fluke 810 и Fluke 805
 - Fluke 810
 - » Диагностика: синтетическая базовая линия
 - » Обзор прибора
 - Fluke 805
 - » Проприетарный алгоритм: CrestFactor+
 - » Обзор прибора
- Вспомогательные технологии: термография

Что такое вибрация?

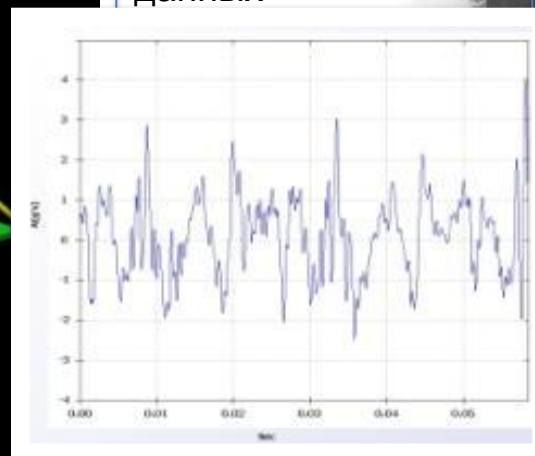


- Вибрация – это колебания точки, объекта или части объекта вокруг какого-то фиксированного нулевого положения или положения покоя.
- Некоторые виды вибрации предусмотрены конструкцией... Но большинство являются симптомами других проблем, таких, как состояние подшипников, нарушение соосности валов, разболтанность или разбалансировка.

Как выполняется проверка вибрации



Датчик измеряет сигнал вибрации в местах расположения подшипников и передает его на устройство сбора данных



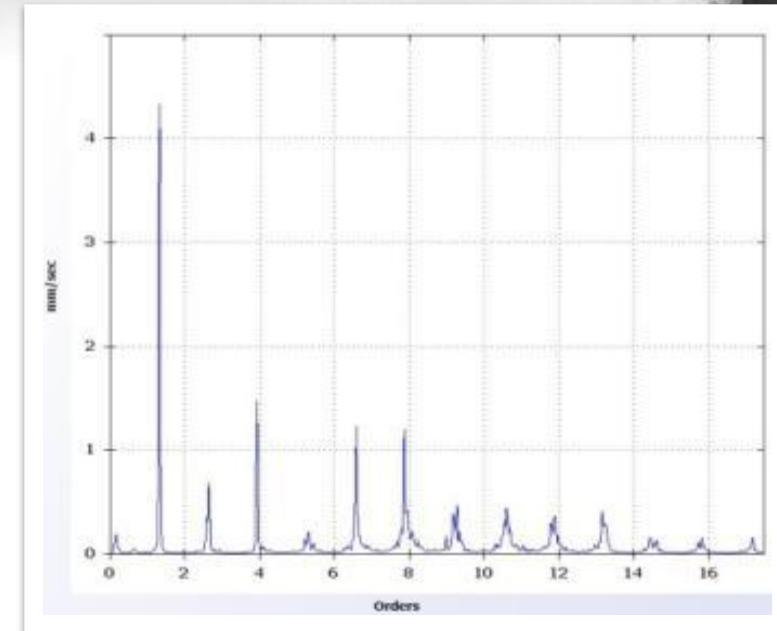
Пример записи зависимости сигнала от времени

- Любое вращающееся оборудование порождает уникальный сигнал вибрации или «сигнатуру»
- Обычно производится последовательная запись амплитуды сигнала (ось y) в зависимости от времени (ось x). Такая запись называется **зависимость сигнала от времени**.

- Проверка вибрации
 - Основы
 - **Распространенные неисправности машин**
- Решения: Fluke 810 и Fluke 805
 - Fluke 810
 - » Background: Synthetic Baseline
 - » Обзор прибора
 - Аппаратная часть
 - ПО
 - Fluke 805
 - » Проприетарный алгоритм: CrestFactor+
 - » Обзор прибора
- Вспомогательные технологии: термография

Распространенные неисправности машин и анализ спектра

- Каждый вид неисправности порождает уникальный характерный сигнал вибрации.
- Сигналы, появляющиеся в спектре вибрации, часто формируют характеристические рисунки - сигнатуры.
- Распознавание сигнатур является ключевой частью анализа вибрации... Однако для того, чтобы распознавать сигнатуры, требуется обучение и большой опыт.
- Далее мы рассмотрим 4 различных типа неисправностей:
 - Нарушение балансировки
 - Нарушение соосности
 - Разболтанность
 - Неисправность подшипников



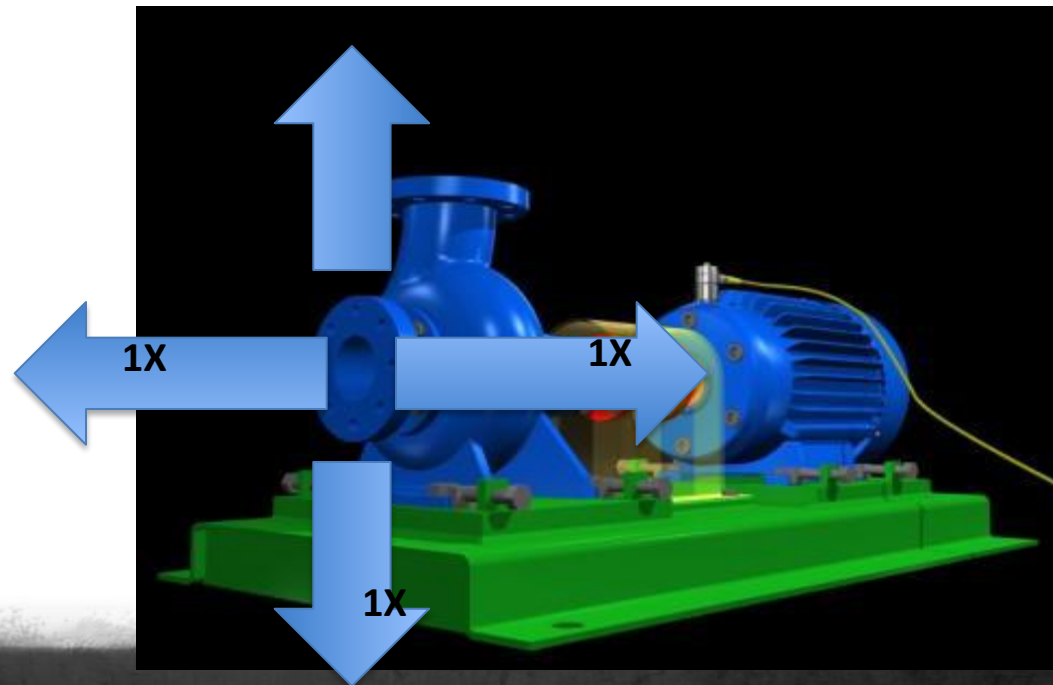
Что такое нарушение балансировки?

- Нарушение балансировки – это состояние вращающихся частей, когда центр масс не лежит на оси вращения. Иначе говоря, где-то на роторе имеется «тяжелый участок».



Причины нарушения балансировки

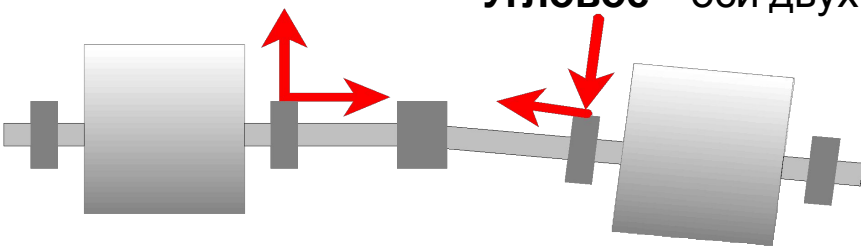
- Нарушение балансировки может возникнуть по следующим причинам:
 - Накопление грязи или отсутствие балансирующих грузов
 - Неоднородности материала, особенно литых деталей (например, пористые секции, каверны)
 - Различия в размерах посадочных деталей (например, вал, отверстие...)
 - Отклонения вала (например, валов прокатки бумаги) или дефекты обработки
 - Неравномерное распределение массы электрических обмоток
 - Неравномерная коррозия, эксцентричный ротор или эрозия роторов



Что такое нарушение соосности?

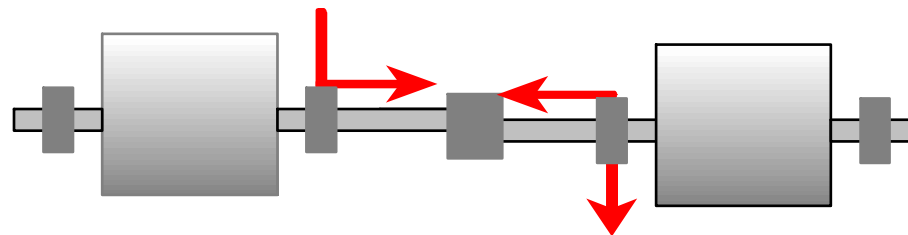
- Идеальная соосность наблюдается, когда оси двух валов, находящихся в сцеплении, совпадают. Если они не совпадают, возникает нарушение соосности.
- Существует три вида нарушения соосности:

- **Угловое** – оси двух валов пересекаются и не являются параллельными.



Угловое нарушение соосности

- **Параллельное** – оси двух валов являются параллельными, но не концентрическими.

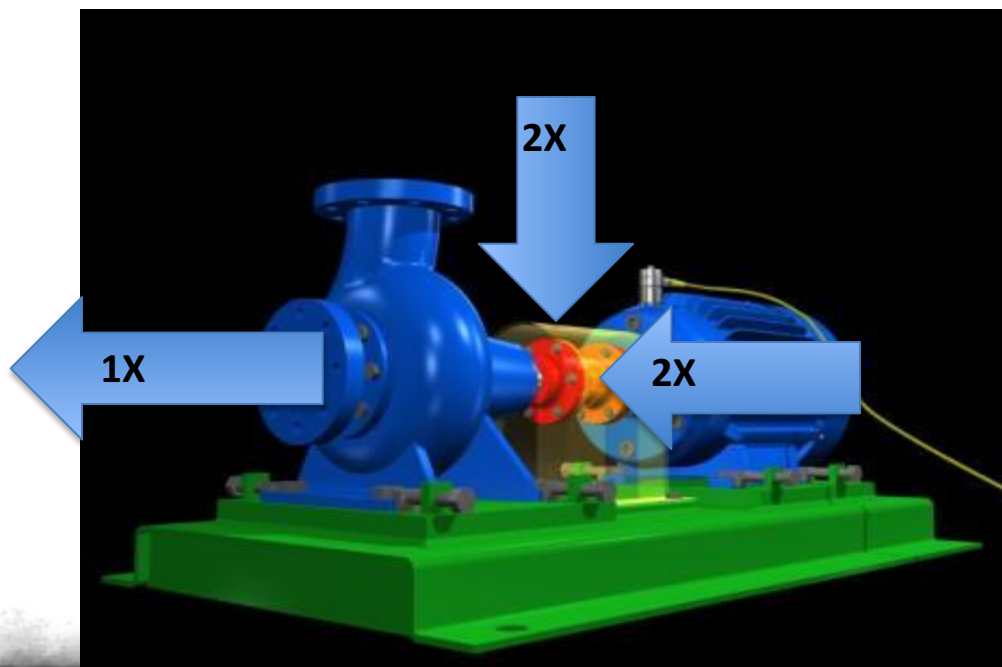
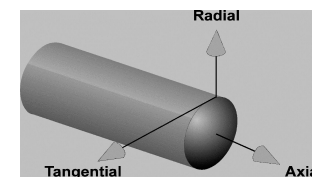


Параллельное нарушение соосности

- **Параллельное и угловое (наиболее распространенное)** – большинство нарушений соосности являются комбинацией углового и параллельного

Причины нарушения соосности

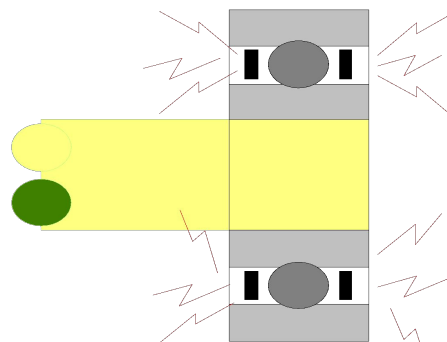
- Нарушение соосности может быть вызвано несколькими причинами:
 - Низкое качество сборки или смещение после сборки
 - Деформация из-за растяжения трубок
 - Деформация из-за скручивания и гибкой опоры
 - Изменение размеров частей машины из-за изменения температуры
 - Низкое качество обработки сцепления
 - Нарушение условий смазки сцепления



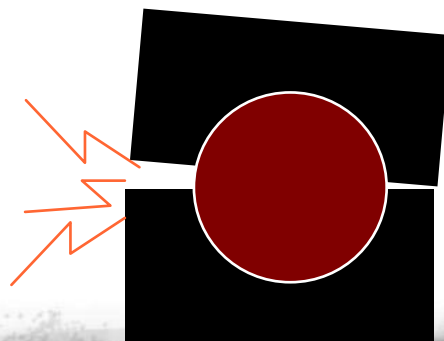
- 2X: на частоте в два раза больше скорости вращения в радиальном и тангенциальном направлениях (параллельное)
- 1X: на частоте скорости вращения в аксиальном направлении (угловое)

Что такое разболтанность?

- Механическая разболтанность может быть двух видов:
 - Разболтанность вращающихся элементов: Разболтанность вращающихся элементов вызвана увеличением зазоров между вращающимися и неподвижными элементами машины, например, как в подшипнике.

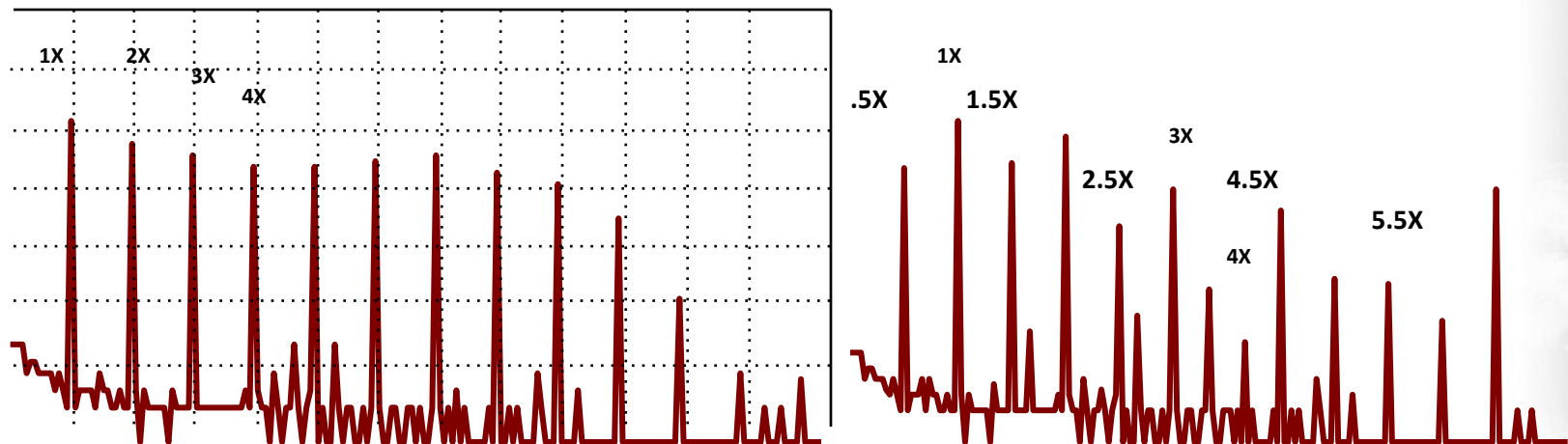


- Разболтанность невращающихся элементов: Разболтанность невращающихся элементов – это разболтанность между двумя неподвижными элементами, такими, как опоры и фундамент или корпус подшипника и машина.



Разболтанность вращающихся элементов

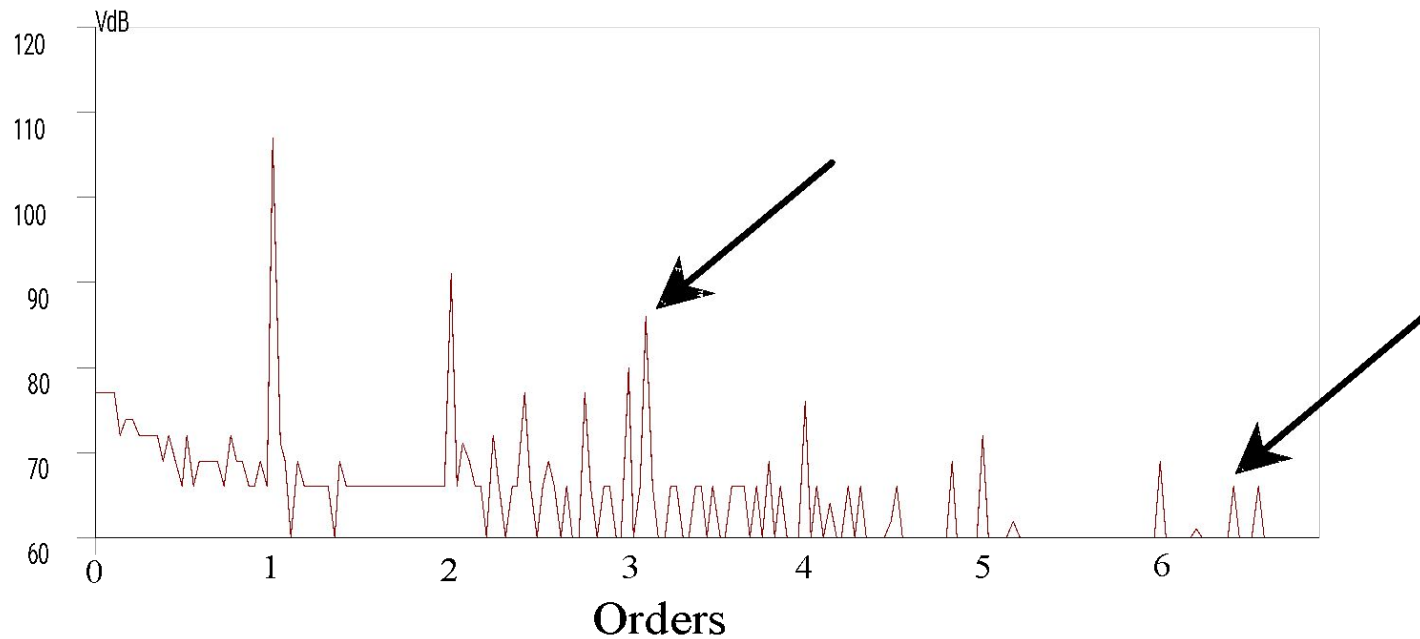
- Увеличение зазоров между муфтой и подшипниками вращающихся элементов (разболтанность подшипников) будет производить гармоник на частотах кратных 1X, которые в отдельных случаях могут простираться до частот более 10X
- Увеличение зазоров в опорном подшипнике может привести к появлению гармоник кратных 0,5X, как показано на рис. Они называются компонентами половинных порядков или субгармониками. Они могут порождаться трением и сильными ударами.



Тоны подшипников в спектре

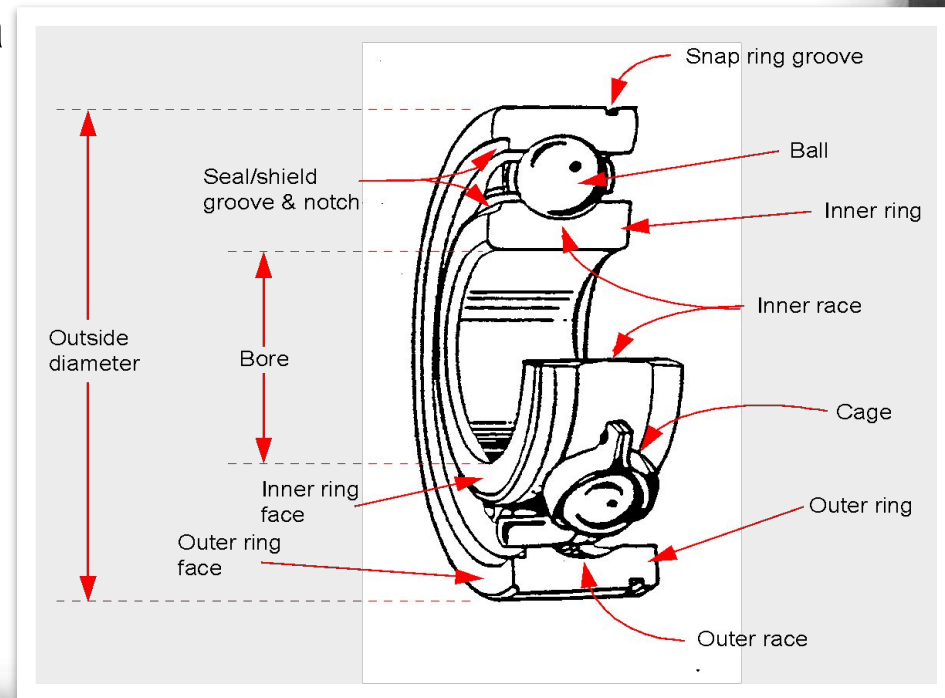
Несинхронная частота:

- Самое важное, что касается тонов подшипников, состоит в том, что они являются несинхронными – т.е. их частоты не совпадают ни с одной из гармоник частоты вращения.
- Иллюстрация показывает тоны подшипника, приходящиеся на порядки около 3.2 и 6.4:



Причины неисправностей подшипников

- Состояние подшипников ухудшается по ряду причин:
 - Нагрузка больше допустимой
 - Неадекватная или неправильная смазка
 - Неэффективное уплотнение
 - Несоосность валов
 - Неправильная посадка

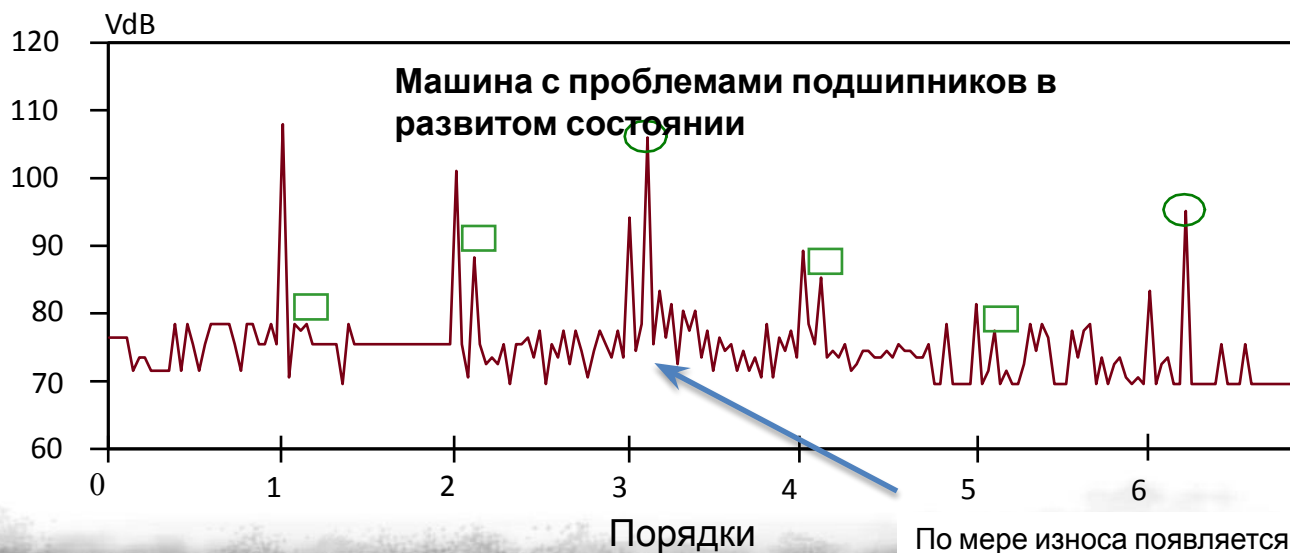


Неисправности подшипников



Каверны и трещины на дорожке подшипника и шариках

Типичное развитие износа подшипников



- По мере того, как подшипник перестает справляться с нагрузкой, уровень широкополосного шума повышается.
- Повышение температуры подшипников
- Потеря смазки

По мере износа появляется случайный шум в виде «пакетов»

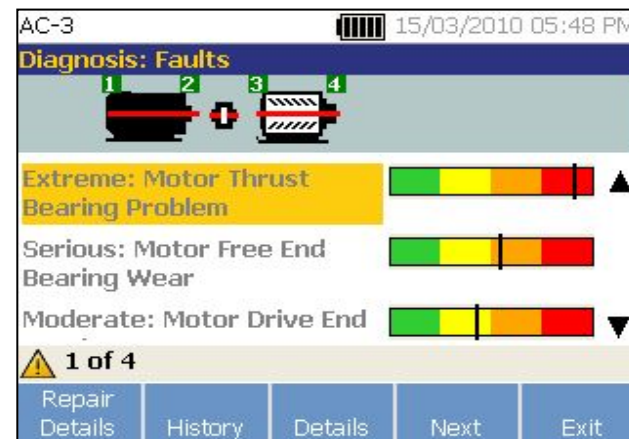
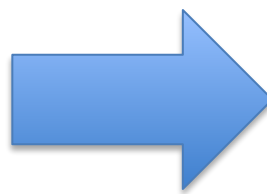
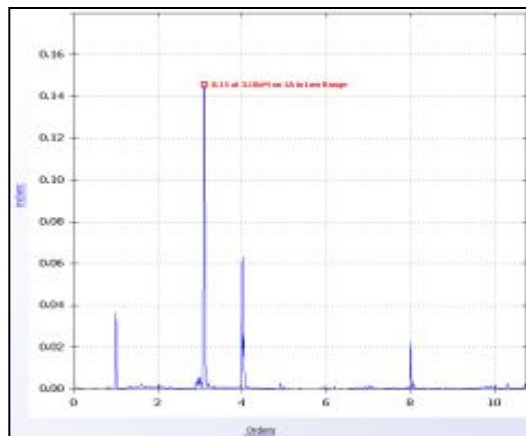
Подведем итоги

- Вибрация является самым ранним показателем состояния оборудования
- Вибрация связана со всеми движущимися частями вращающегося оборудования – и может указать на основную причину проблем
- Экономия времени за счет более раннего обращения к проблемам
- Экономия средств за счет сокращения склада запасных частей

НО...

- Начальные вложения (оборудование, обучение, персонал) могут быть значительными
- Анализ спектров и диагностика оборудования все равно являются сложными
- Cultural change often necessary for PdM

- А что, если бы существовал способ определить состояние оборудования
 - При незначительном обучении
 - Используя существующие ресурсы по обслуживанию
 - С минимальными начальными вложениями
 - *С первого взгляда?*



- Проверка вибрации
 - Основы
 - Распространенные неисправности машин
- Решения: Fluke 810 и Fluke 805
 - **Fluke 810**
 - » **Обзор прибора**
 - » **Синтетическая базовая линия**
 - Fluke 805
 - » Проприетарный алгоритм: CrestFactor+
 - » Обзор прибора
- Вспомогательные технологии: термография

Возьмите с собой эксперта по вибрации

FLUKE®

Тестер вибрации Fluke 810 является самым продвинутым инструментом для бригад, выполняющих обслуживание механического оборудования, которым нужны ответы **НЕМЕДЛЕННО**.

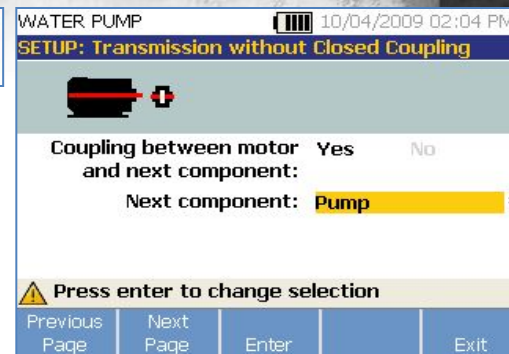


Fluke 810 поможет вам обнаружить и диагностировать самые распространенные проблемы механического оборудования и определить приоритет действий по ремонту за три простых шага.

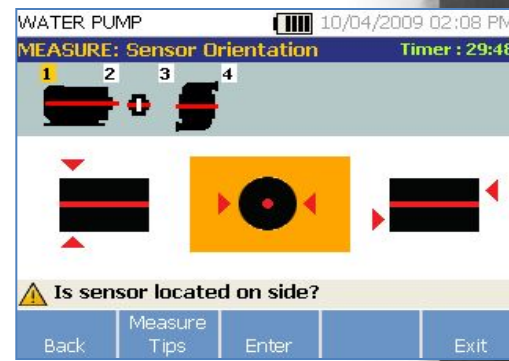
Fluke 810, тестирование за 3 шага



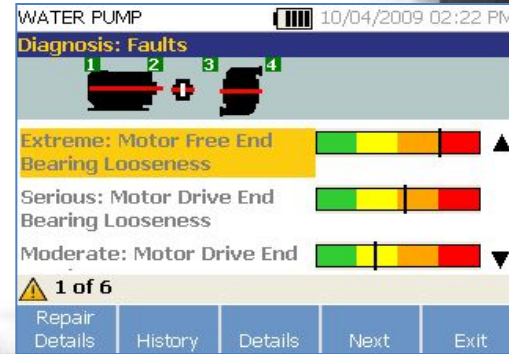
1 SETUP



2 MEASURE



3 DIAGNOSE



WATER PUMP 10/04/2009 02:22 PM

Diagnosis: Faults

1 2 3 4

Extreme: Motor Free End Bearing Looseness

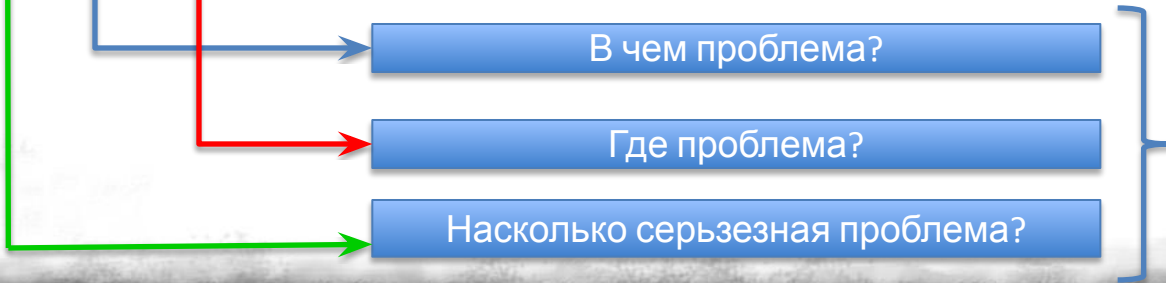
Serious: Motor Drive End Bearing Looseness

Moderate: Motor Drive End

1 of 6

Repair Details History Details Next Exit

Slight	No repair action is recommended. Retest the machine and monitor the condition after maintenance.
Moderate	(Months, even up to a year) – No immediate repair action is required. Increase the frequency of measurements and monitor the condition of the machine.
Serious	(Weeks) – Take maintenance action during the next planned downtime or maintenance period.
Extreme	(Days) – Immediate action is required. Consider shutting down the equipment and taking repair action now to avoid failure.



Тестер вибрации Fluke 810 даст вам действительные ответы **НЕМЕДЛЕННО.**

Подробности диагноза – спектры

A1 09/03/2009 04:01 PM

Extreme: Motor Free End Bearing Looseness

Loc	Axis	Amp	Orders	Range
1	T	4.76 in/sec	0.33333	Lo
1	A	4.07 in/sec	0.33333	Lo
1	R	1.87 in/sec	0.33333	Lo

▲

▼

⚠ 1 of 30

Back Graph Exit

СПЕКТРЫ 09/08/2009 11:14 PM

101.15 at 1.33xM on 1R in Lo Range

X: Orders Y: vdb

⚠ Rotate dial to select axis

Back Zoom In Previous Spectra Next Spectra Exit

Пользователи могут просмотреть спектры на тестере. Однако для того, чтобы иметь больше возможностей для увеличения, рекомендуется загрузить данные в ПО VIEWER.

ОТДЕЛЬНЫЕ ПИКИ: Механические неисправности выявляются по определенным скоростям вращения или частотам в спектрах. Алгоритм выявляет или «выделяет» пики с аномальной амплитудой вибрации (отдельные пики), после чего производит диагностику и определение степени неисправности.

A1 09/03/2009 04:01 PM

Extreme: Motor Free End Bearing Looseness

Loc	Axis	Amp	Orders	Range
1	T	4.76 in/sec	0.33333	Lo
1	A	4.07 in/sec	0.33333	Lo
1	R	1.87 in/sec	0.33333	Lo

▲

▼

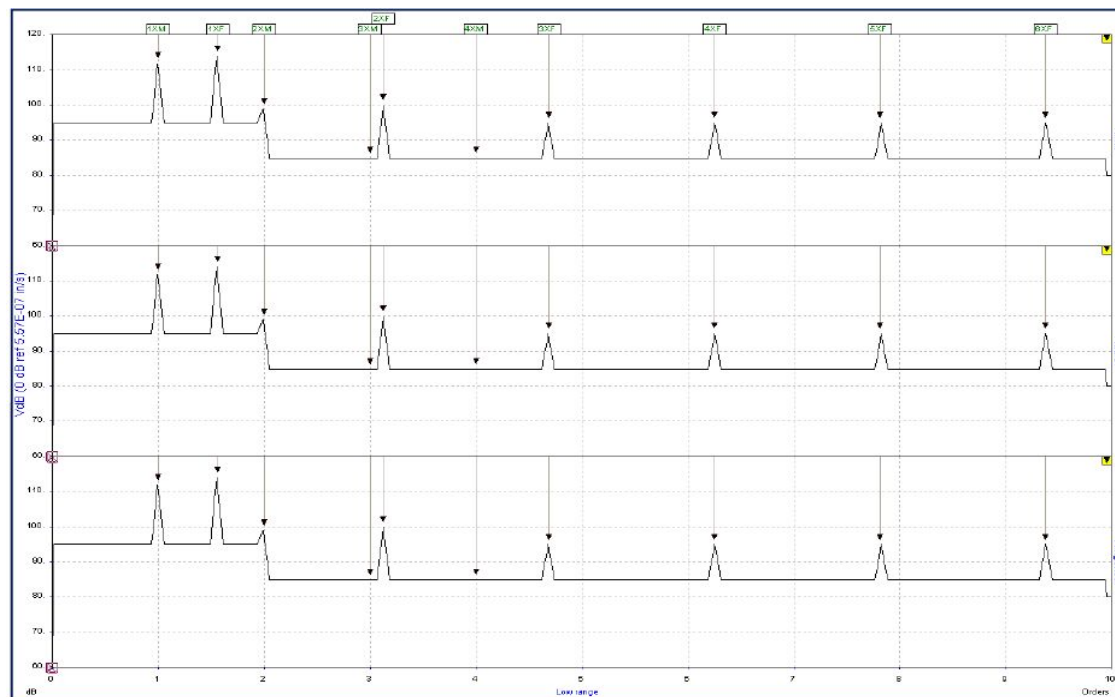
⚠ 1 of 30

Back Graph Exit

Синтетическая базовая линия

- Алгоритм, который использует техническое описание оборудования для расчета набора опорных спектров вибрации
- Имитация того, что бы получилось в результате проверки вибрации на исправном оборудовании

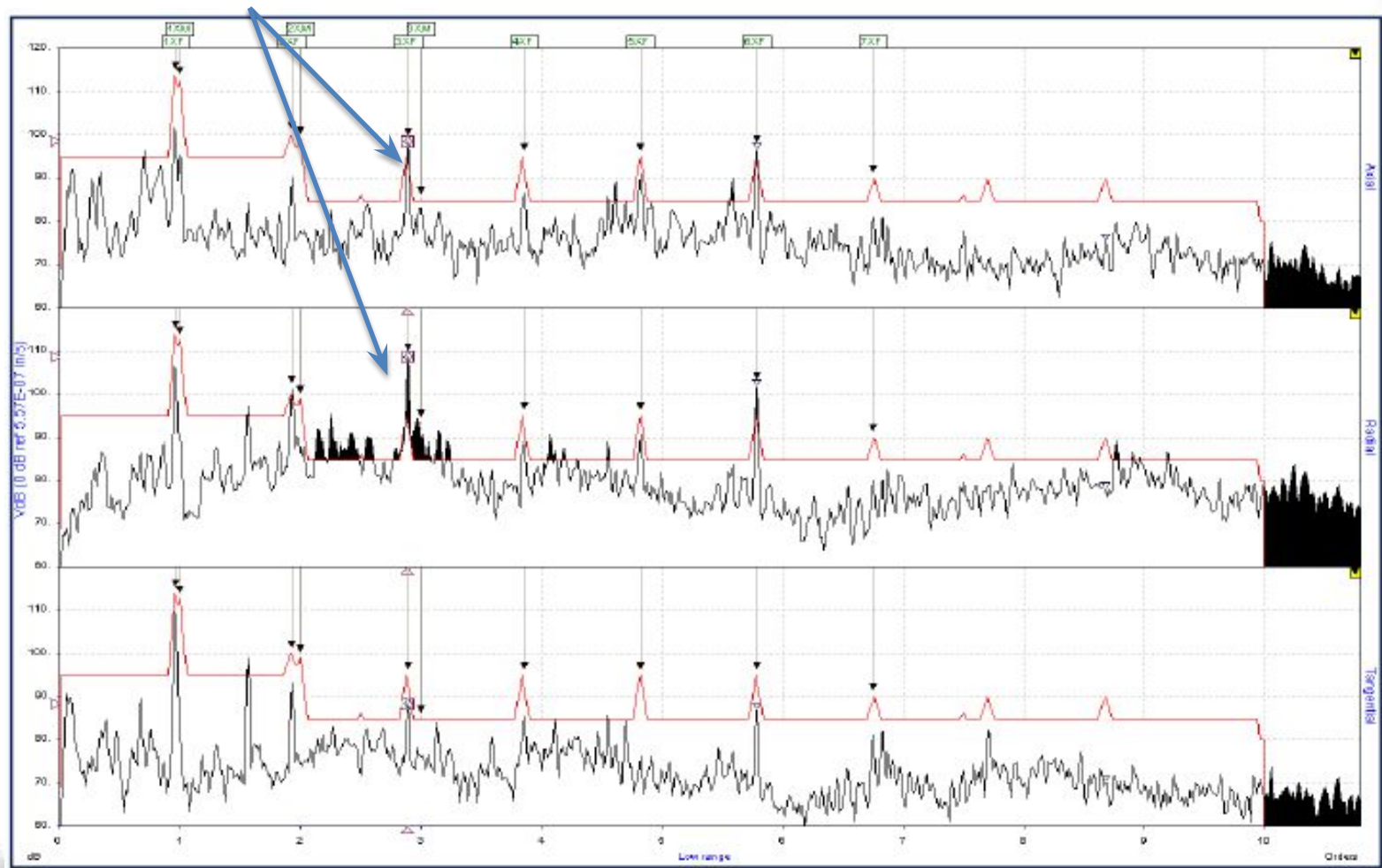
- Моделирование влияния фоновой вибрации, вибрации внутренних компонентов оборудования, а так же вибрации, порождаемой ближайшими подключенными компонентами.



КЛЮЧЕВАЯ ОСОБЕННОСТЬ - “базовая линия” формируется алгоритмом, который определяет, какой вид должен иметь спектр вибрации исправной машины!

Синтетическая базовая линия

- Результаты измерений сравниваются с синтетической базовой линией и выявляются выходы за пределы (отдельные пики).



Тестер вибрации Fluke 810

FLUKE®

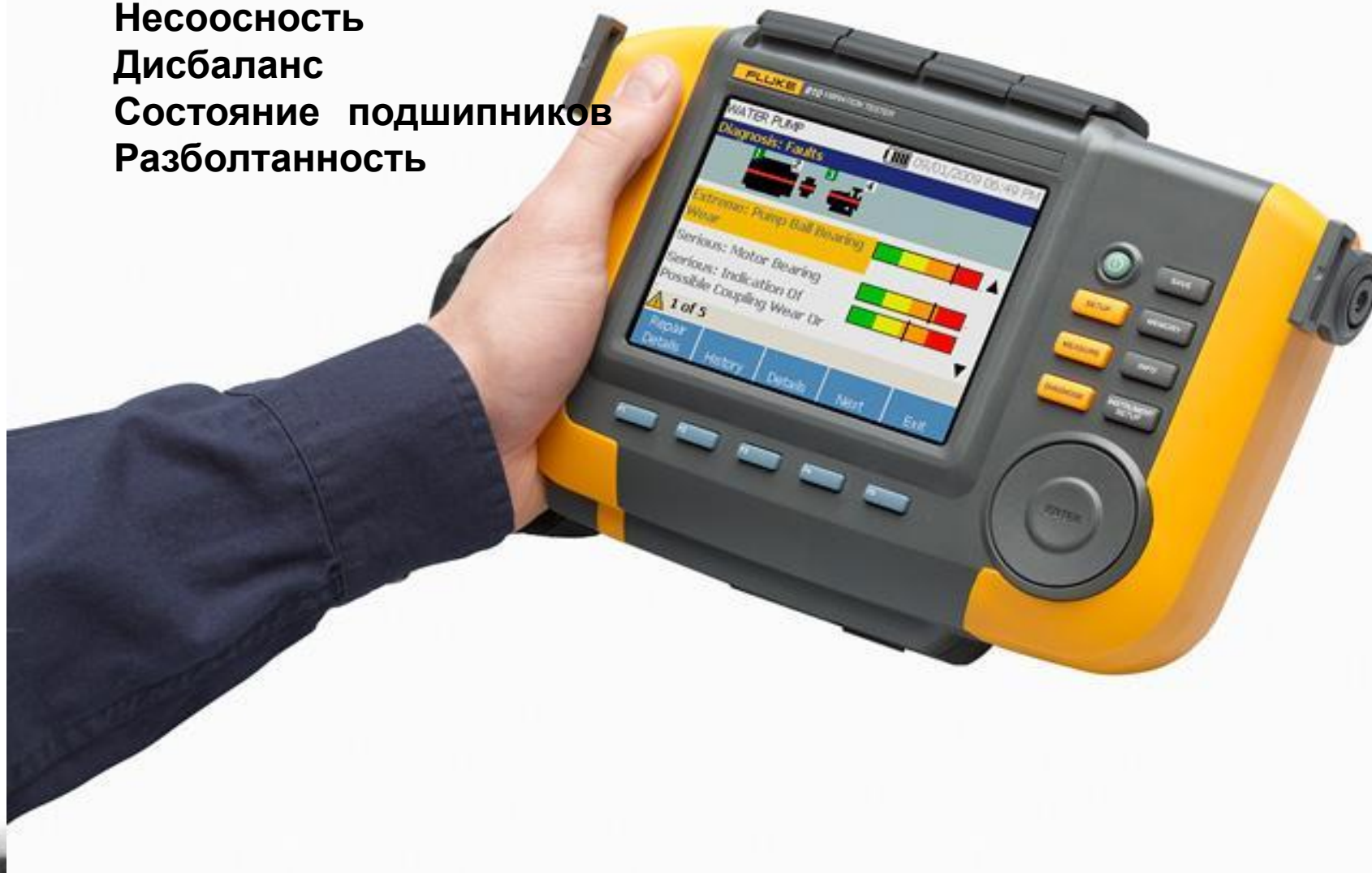
810 выявляет:

Несоосность

Дисбаланс

Состояние подшипников

Разболтанность



Тестер вибрации 810 – обзор продукта

Общие характеристики:

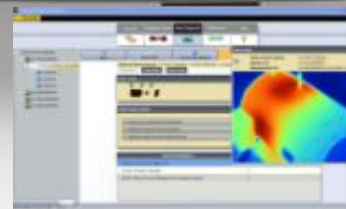
- Многоязычный интерфейс (русский язык ожидается)
- объем памяти 2ГБ, расширяемый с помощью дополнительных карт SD
- время работы от аккумулятора 8 ч
- Цветной TFT дисплей формата ¼ VGA

Входы для работы с одно- и три-осевыми акселерометрами

Подключение к ПК с помощью Mini-USB

Вход для подключения лазерного тахометра

Встроенная контекстная справка



ПО Viewer

- Настройки машины
- Импорт/Экспорт/Контроль данных
- Сохранение термограмм

ПО Viewer для компьютера



Transfer



ПО VIEWER позволяет пользователю загружать свои данные машины (настройки машины и данные диагностики), хранить, отслеживать и просматривать подробные данные. Так же пользователи могут использовать компьютер для быстрого и удобного создания настроек машины.

- Передача данных настроек машины из тестера
- Экспорт данных машины для дополнительного анализа экспертом

Machine Setup



- Простое создание, редактирование, удаление настроек машины с помощью клавиатуры

View Diagnosis



- Просмотр полного диагноза машины,
- Детальный просмотр спектров

Preferences



- Изменение настроек приложения (например, язык, дата/время, единицы измерения, дополнительные единицы и т.п.)

Просмотр диагноза

VibrationTester1 — Tester Name
TST — Tester ID
TST-9/1/2009 7:44:21 PM — Measurement ID
Location2 — Measurement Location
Time waveform
Spectra
Location4
Time waveform
Spectra

View image

Device serial number : FLK-0821 DataDog
Machine ID : FLCHILLERPMP/B
Measurement ID : FLCHILLERPMP/B-10/15/2009 11:29:21

Просмотр данных диагностики (выделенные пики, спектры, запись сигнала, если была зарегистрирована) по имени тестера, по записи измерений, по месту

Cited peaks details

Motor Drive End Bearing Wear - Extreme

Cited peak number	Bearing	Axis	Vibration amplitude	Order	Range
Cited peak1	location2	Tangential	158.96 VdB (Metrics)	0.333	Low
Cited peak2	location2	Radial	132.34 VdB (Metrics)	12.5	High
Cited peak3	location2	Axial	131.05 VdB (Metrics)	12.6	High
Cited peak4	location2	Radial	129.58 VdB (Metrics)	11.8	High
Cited peak5	location2	Tangential	129.15 VdB (Metrics)	11.4	High

Fan Imbalance - Serious
Fan Drive End Looseness - Serious

Загрузка и просмотр термограмм

Просмотр выделенных пиков в деталях

- Проверка вибрации
 - Основы
 - Распространенные неисправности машин
- Решения: Fluke 810 и Fluke 805
 - Fluke 810
 - » Обзор прибора
 - » Синтетическая базовая линия
 - **Fluke 805**
 - » **Проприетарный алгоритм: CrestFactor+**
 - » **Обзор прибора**
- Вспомогательные технологии: термография

А что, если необходим более простой инструмент для проверки вибрации?

Простая проверка вибрации: измерение общего уровня вибрации/состояния подшипников

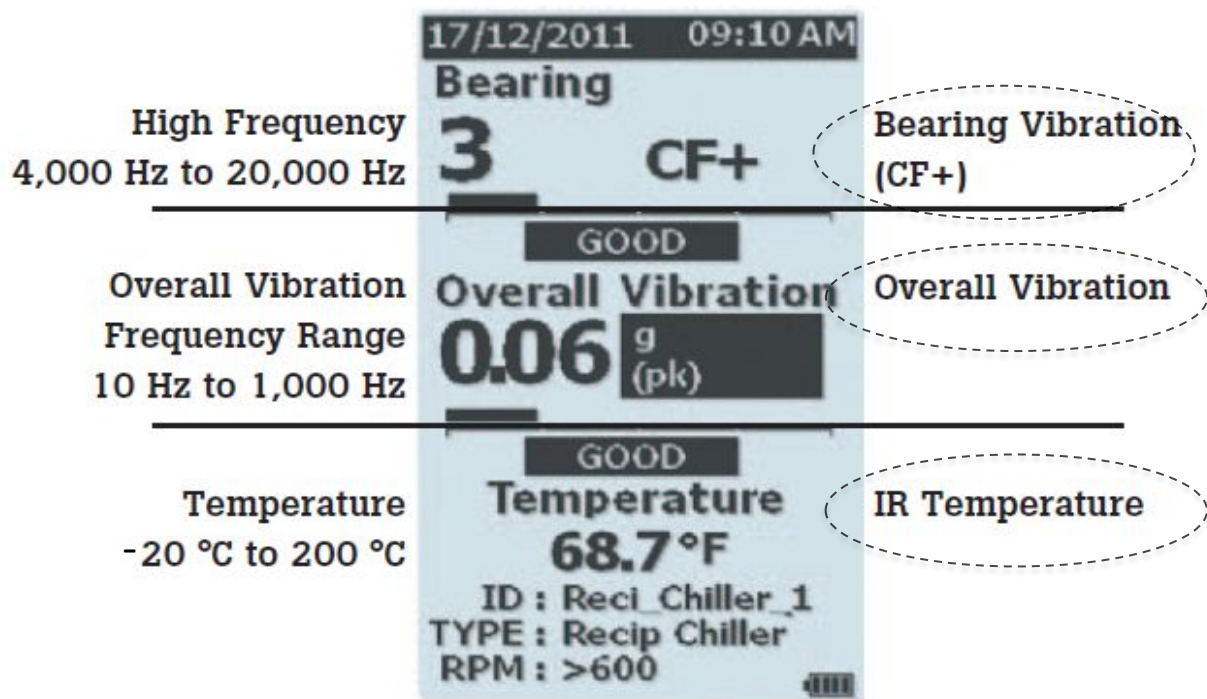
- Использование инструментов для проверки вибрации для быстрого определения «годен» или «негоден» путем сравнения с установленными в стандартах уровнями (ISO 10816), а так же отслеживание результатов во времени.

Vibration Severity Per ISO 10816-1

Machine	Machine		Class I Small Machines	Class II Medium Machines	Class II Large Rigid Foundation	Class III Large Soft Foundation
	In/s	mm/s				
Vibration Velocity Vrms	0.01	0.28				
	0.02	0.45				
	0.03	0.71				
	0.04	1.12				
	0.07	1.80				
	0.11	2.80				
	0.18	4.50				
	0.28	7.10				
	0.44	11.20				
	0.70	18.00				
	1.10	28.00				
	1.77	45.90				



Что он измеряет?

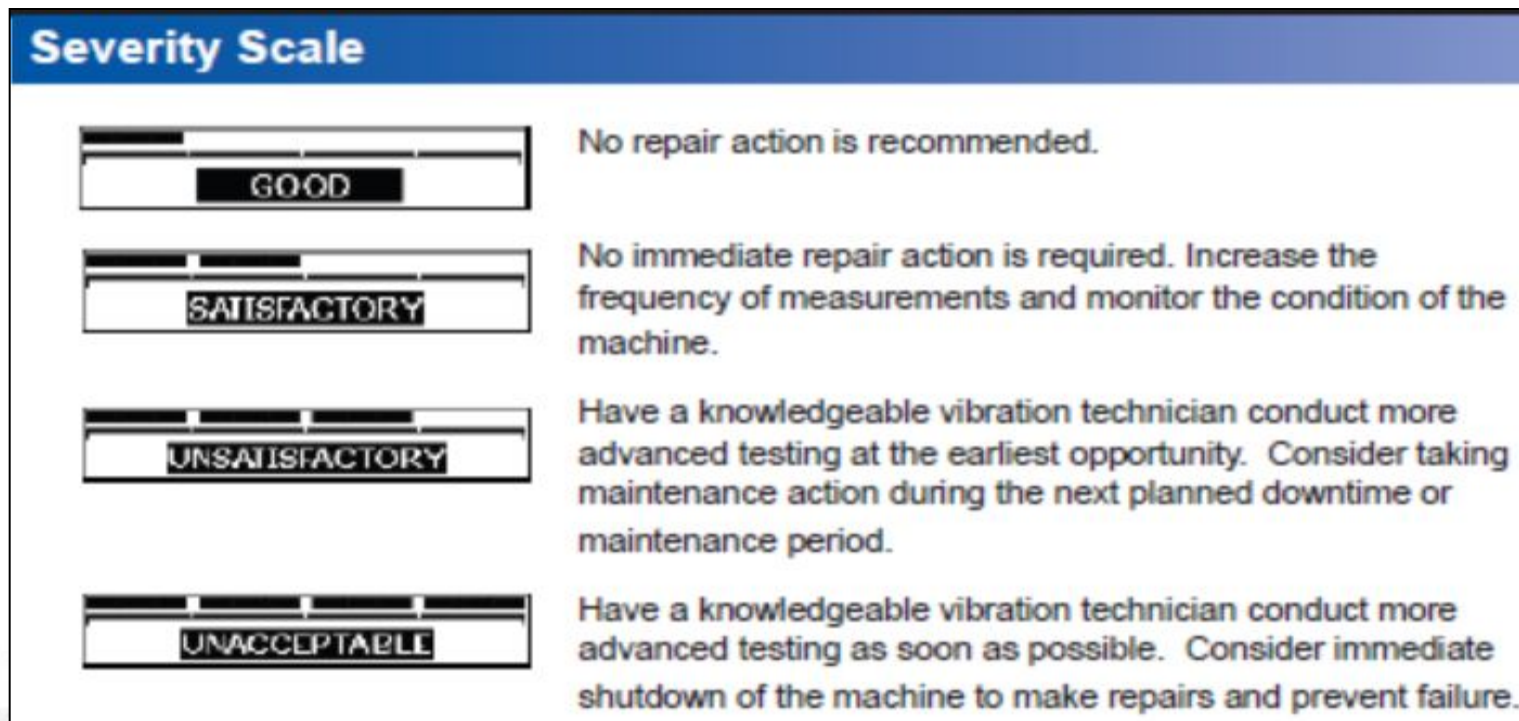


Виброметр 805 – это многофункциональный прибор Fluke для проверки вибрации, который

- Обеспечивает количественную оценку состояния подшипников, общего уровня вибрации, температуры
- Оценивает степень неисправности по шкале
- Обеспечивает возможность загрузки данных на ПК для построения трендов

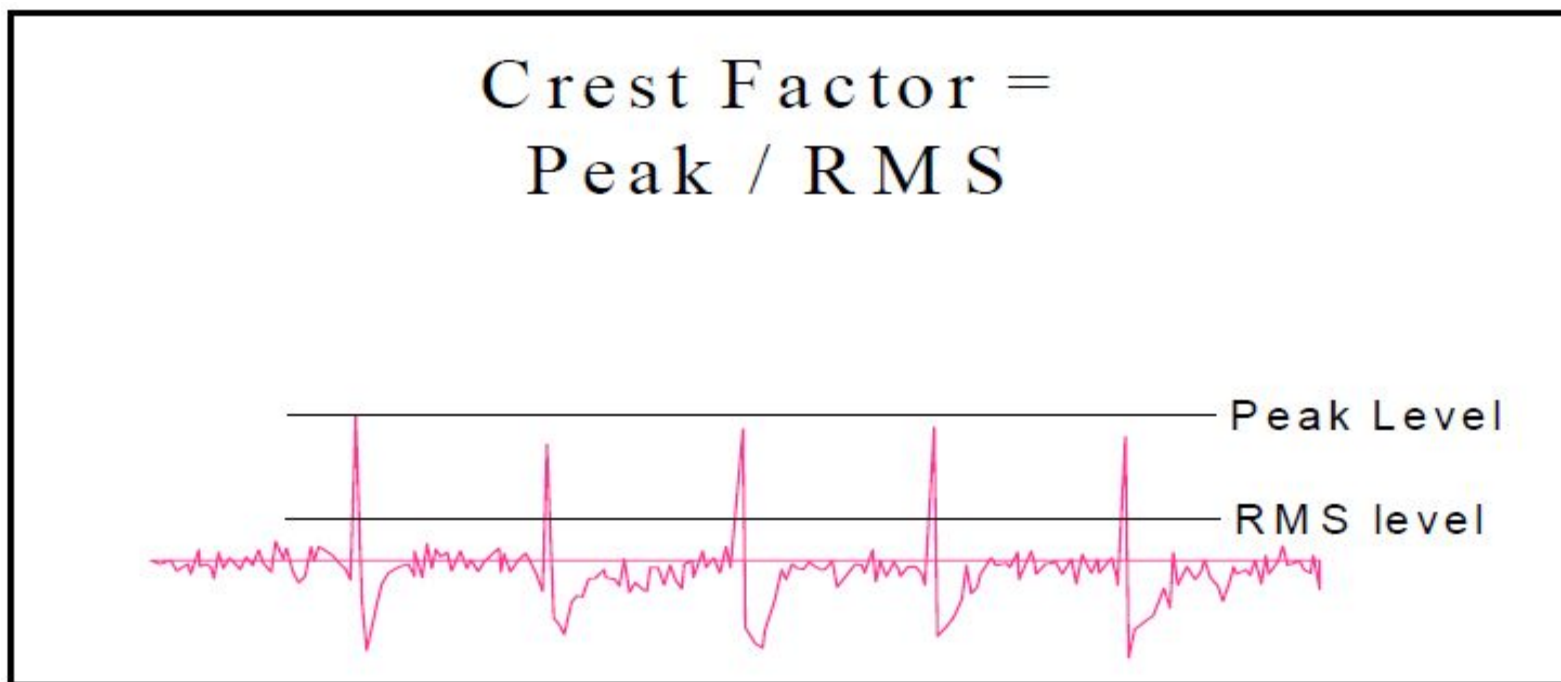
Fluke 805 дает новое определение проверки вибрации

- Проверка выполняется в диапазоне низких частот для измерения общего уровня вибрации, а так же в диапазоне высоких частот для выявления отказов подшипников.
- Оценка степени серьезности по четырехуровневой шкале как для общего уровня вибрации, так и для подшипников.
- Использование нового инновационного алгоритма Crest Factor Plus.



Что такое Crest Factor +?

- Проприетарный алгоритм расчета с учетом нескольких параметров сигнала, таких как коэффициент амплитуды (Crest Factor), пиковое значение и среднеквадратичное значение, для выявления неисправностей подшипников.



Проверка 37 категорий оборудования с помощью Fluke 805

Чиллер (охлаждение)

- Поршневой (открытый двигатель и компрессор разнесены)
- Поршневой (герметичный двигатель и компрессор)
- Центробежный (герметичный или открытый двигатель)

Вентиляторы

- С ременным приводом от 1800 до 3600 об./мин
- С ременным приводом от 600 до 1799 об./мин
- Обычные с прямым приводом (прямое сцепление)
- Вакуумные нагнетатели (с ременным или прямым приводом)
- Большие нагнетательные вентиляторы (подш. с жидк. пленкой)
- Большие вытяжные вентиляторы (подш. с жидк. пленкой)
- Встроенные вентиляторы на валу (удлинённый вал двигателя)
- Осевые вентиляторы (с ременным или прямым приводом)

Приводы градирен

- Длинные, с полым валом (двигателем)
- С ременным приводом (двигатель и вентилятор – все конфигурации)
- С прямым приводом (двигатель и вентилятор – все конфигурации)

Центробежные насосы

Примечание: высота измеряется от основания до верхнего подшипника двигателя

- Вертикальные насосы (высотой от 12' до 20')
- Вертикальные насосы (высотой от 8' до 12')
- Вертикальные насосы (высотой от 5' до 8')
- Вертикальные насосы (высотой от 0' до 5')
- Горизонтальные центробежные насосы с торцевым всасыванием – прямой привод coupled
- Horizontal centrifugal double suction pumps – direct coupled
- Boiler feed pumps (turbine or motor driven)

Нагнетательные поршневые насосы

- Горизонтальные поршневые насосы (под нагрузкой)
- Шестереночные насосы (под нагрузкой)

Воздушные компрессоры

- Поршневые
- Ротационные винтовые
- Центробежные с или без внешнего редуктора
- Центробежный – с внутренним зацеплением (измерения по оси)
- Центробежный – с внутренним зацеплением (радиальные измерения)

Нагнетатели

- Лопастные центробежные нагнетатели (ременной или прямой привод)
- Многосекционные центробежные нагнетатели (прямой привод)

Обычные редукторы (подшипники качения)

- Одноступенчатые редукторы

Элементы машин

- Двигатель
- Вход редуктора
- Выход редуктора
- Шпиндели – черновая обработка
- Шпиндели – машинная отделка
- Шпиндели – критическая обработка



LED Status



Green Off



Green On

Push the sensor tip onto the test surface, on solid metal, as close as possible to the bearing. Apply the compression force until green LED is off.



Green Off

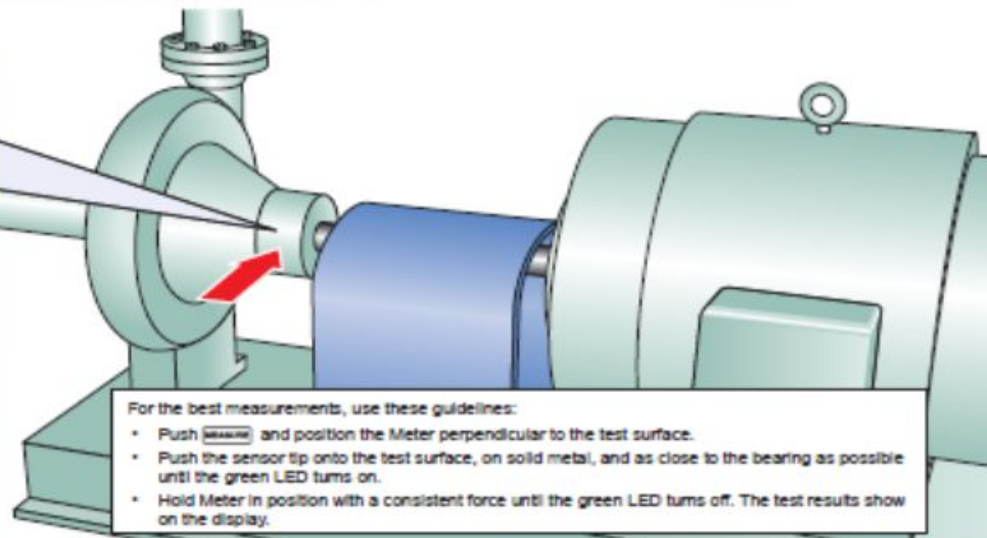
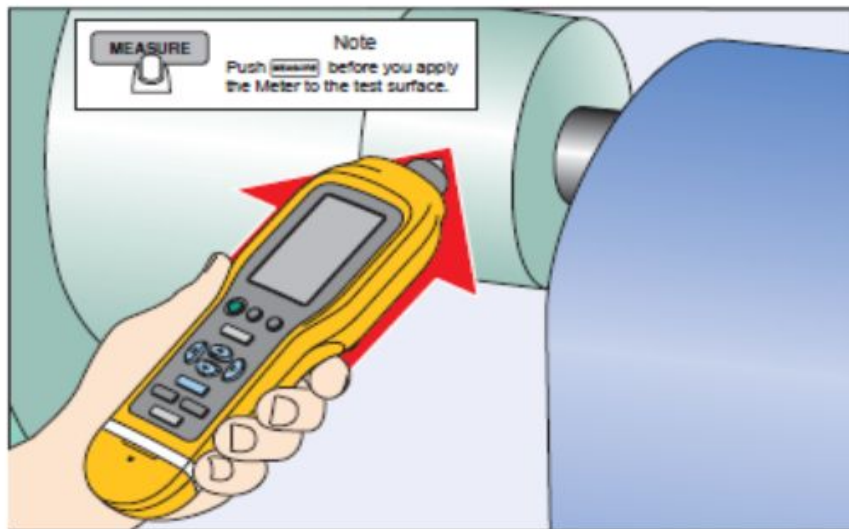
Data measurement is complete.



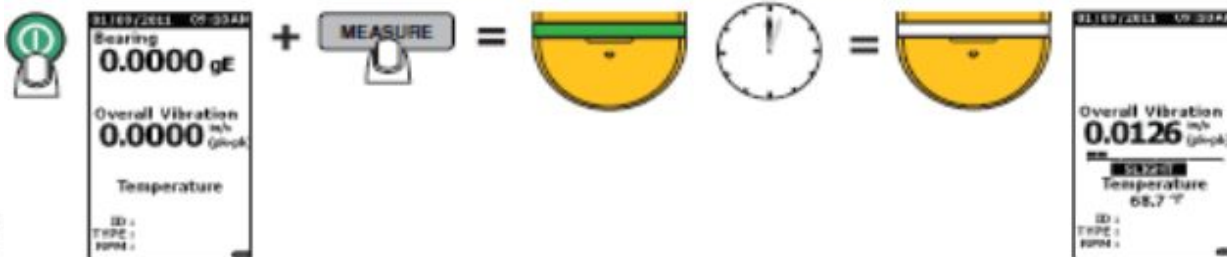
Red On

Error, insufficient force or time duration, no data measurement.

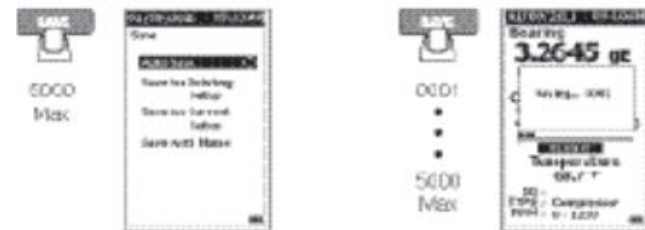
Sensor Placement



Quick Measurement

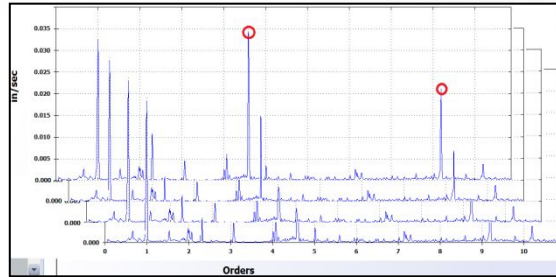


Auto Save Measurement

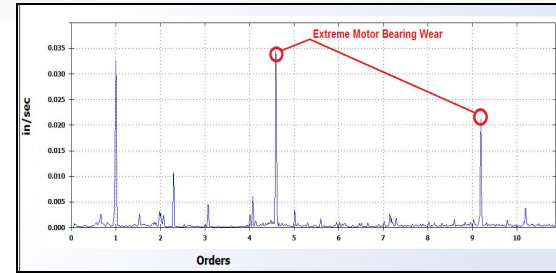


Сравнение трендов и отчетов

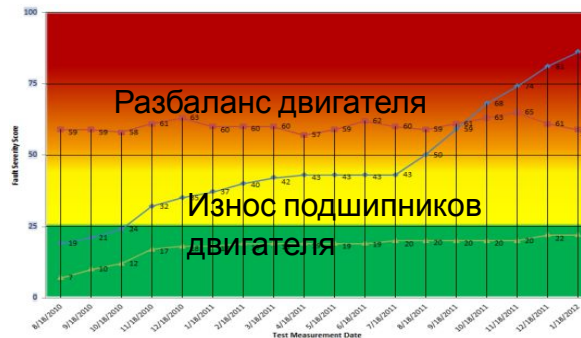
Тренд



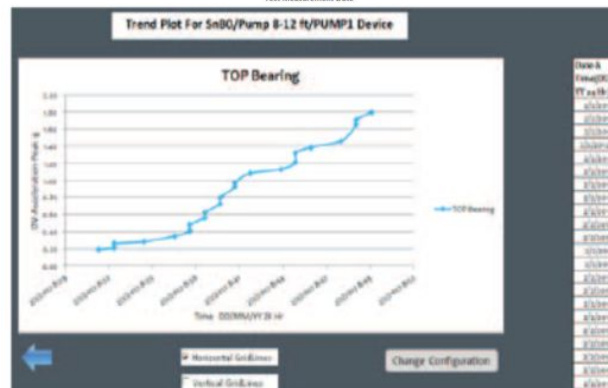
Отче



Сбор данных =>
Анализатор
данных



Тестер вибрации
=>



Sample trend plot using the Fluke 805 trending template.

Виброметр =>

Vibration Severity Per ISO 10816-1						
Machine			Class I	Class II	Class II	Class III
	In/s	mm/s	Small Machines	Medium Machines	Large Rigid Foundation	Large Soft Foundation
Vibration Velocity Vrms	0.01	0.28				
	0.02	0.45				
	0.03	0.71		GOOD		
	0.04	1.12				
	0.07	1.80				
	0.11	2.80		SATISFACTORY		
	0.18	4.50				
	0.28	7.10		UNSATISFACTORY		
	0.44	11.20				
	0.70	18.00		UNACCEPTABLE		
1.10	28.00					
1.77	45.90					

Забудьте о «ручках» ... теперь ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ПРИБОР

FLUKE®



Fluke 805 самый надежный и простой
для пользователя прибор для
проверки для ремонтных служб.

- **СТАБИЛЬНЫЙ РЕЗУЛЬТАТ**
вместо ложных срабатываний
- **ПОВТОРЯЕМОСТЬ** вместо
случайных показаний
- **ПРОСТОТА** вместо сложных
приборов

Сравнение 805 и 810

Виброметр



Тестер вибрации



Для механиков ремонтных служб важно:

- Инструмент для быстрой проверки, который можно отдать на смену
- Надежные / воспроизводимые измерения вращающегося оборудования для принятия решения на проведение обслуживания
- Возможность построения трендов результатов измерений во времени и уведомления консультанта или инженера по надежности, если появляется что-то необычное
- Быстрое получение понимания общего состояния оборудования и подшипников для принятия решения о ремонте оборудования

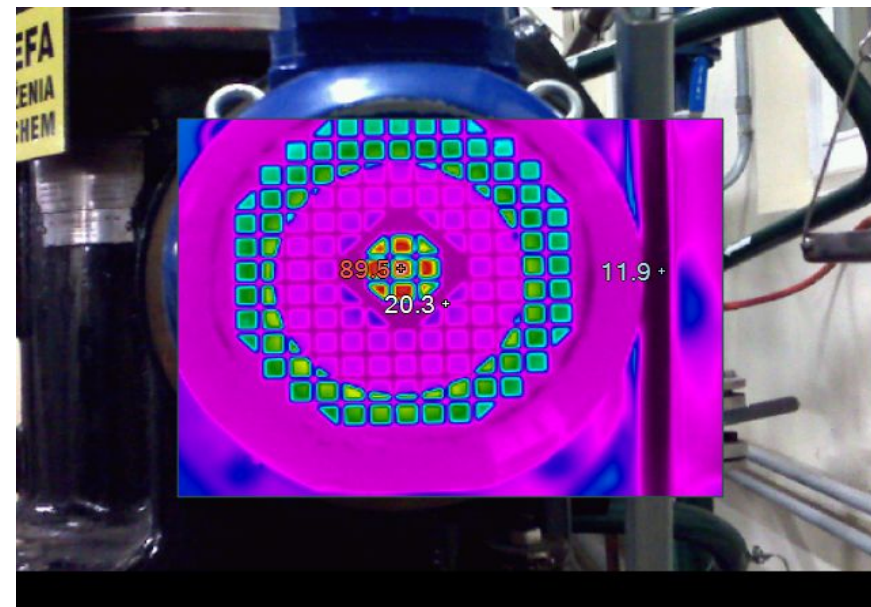
Для специалистов по поиску неисправностей важно:

- Быстрые ответы по состоянию конкретного оборудования с указанием неисправности и ее степени
- Для получения информации о состоянии оборудования нет необходимости делать сложные установки, строить тренды, проводить анализ или вызвать экспертов
- Возможность отслеживать серьезность неисправности оборудования во времени, чтобы помочь принять решение, когда планировать работы по ремонту
- Большинство вращающегося оборудования является достаточно простым, чтобы тестер вибрации идеально для него подошел

- Проверка вибрации
 - Основы
 - Распространенные неисправности машин
- Решения: Fluke 810 и Fluke 805
 - Fluke 810
 - » Обзор прибора
 - » Синтетическая базовая линия
 - Fluke 805
 - » Проприетарный алгоритм: CrestFactor+
 - » Обзор прибора
- **Вспомогательные технологии: термография**

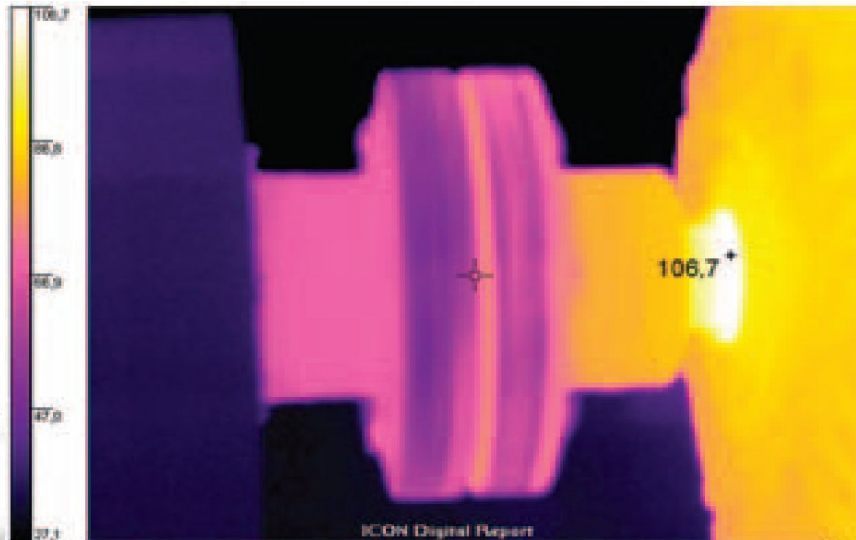
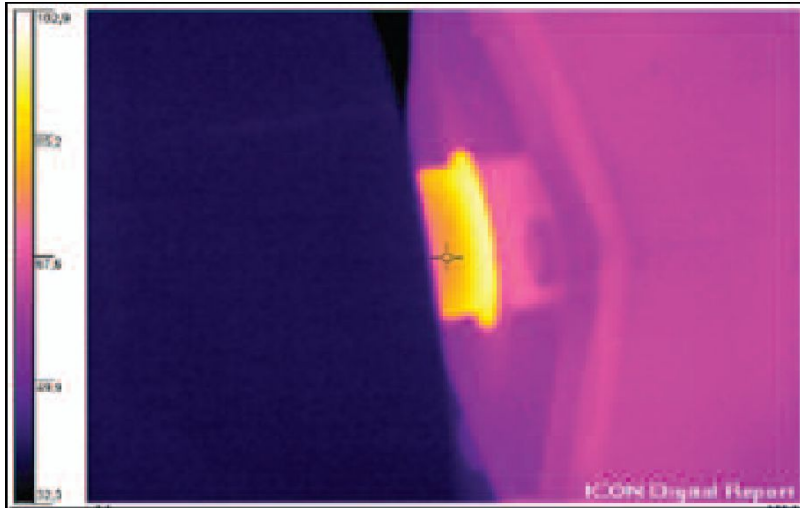
Тепловизионная диагностика вращающегося оборудования

Тепловидение может выявить быстро проблемы двигателей и вращающегося оборудования на ранних стадиях. Ее можно использовать для предварительной проверки оборудования перед проведением анализа вибраций, чтобы указать оборудование, которое иначе не было бы проверено. Разбалансировка, износ подшипников, нарушение соосности, проблемы смазки и т.д.



Вращающееся оборудование

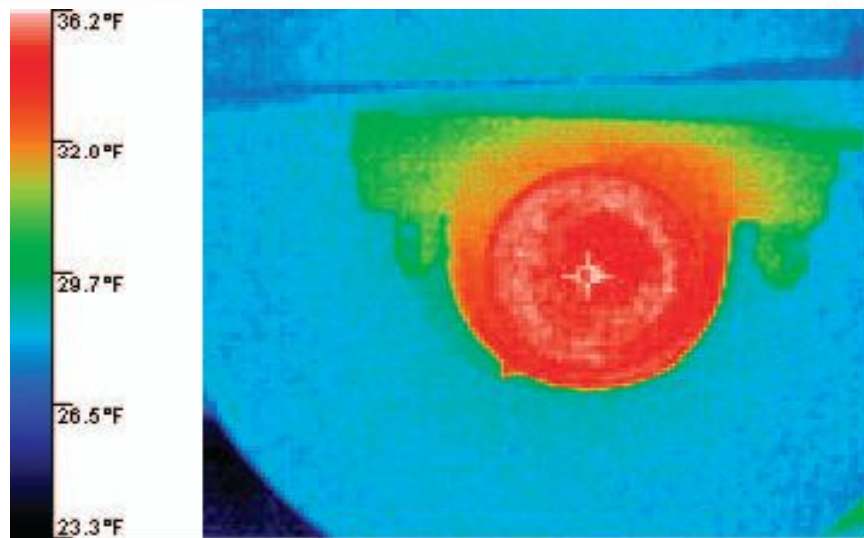
FLUKE®



На данном изображении показана еще одна проблема с подшипником, когда тепло так же распространяется по коробке передач справа

На данном изображении двигатель сам нагревается из-за уменьшенного потока воздуха или, более вероятно, из-за нарушения соосности.

Обследование подшипников



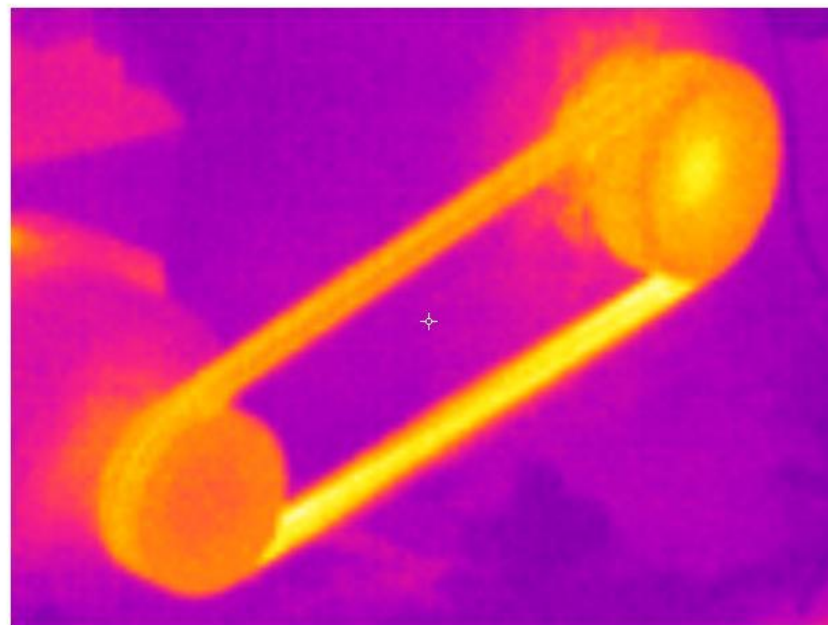
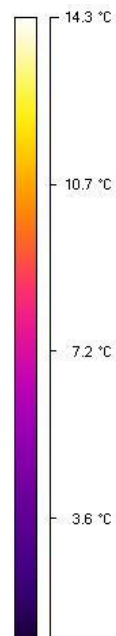
Следует изменить защитные ограждения и крышки конвейеров и приводных элементов, так чтобы можно было обследовать подшипники и сцепления с использованием термографии.

Можно установить маленькие откидные крышки или использовать сетки вместо цельнометаллических крышек.

При внесении данных изменений необходимо удостовериться, что они не влияют на безопасность персонала.

Обследование подшипников/ремней

- Обследование всех данных свежееустановленных роликов с помощью вибрационного анализа займет слишком много времени. Для тепловизоров это не составляет проблемы
- Возможные последствия:
 - остановка производства на несколько часов
 - Высокие расходы на произведение гарантийного ремонта подрядчиком
- Решение: Тепловизионное обследование на этапе сдачи в эксплуатацию



Тепловизоры Fluke



- TiS
- Ti9
- Ti10
- Ti25
- Ti100
- Ti110
- Ti125
- Ti32

Спасибо за внимание!