

# ULTRAPROBE® 2000

Руководство по эксплуатации

## Правила безопасности

### Пожалуйста, перед использованием прочтите данную инструкцию

#### Предупреждения

Неправильное обращение с ультразвуковым датчиком может привести к смерти или серьезным травмам. Соблюдайте все правила безопасности. Не пытайтесь ремонтировать или настраивать прибор во время работы. Убедитесь, что все электрическое и механическое оборудование отключено и ЗАБЛОКИРОВАНО перед выполнением наладочных работ. Всегда следуйте локальным правилам при выполнении работ по отключению оборудования или технического обслуживания.

#### Техника безопасности:

Работая с ультразвуковым прибором, вы находитесь вблизи работающего оборудования, однако приближение к горячим трубам, электрооборудованию и вращающимся частям оборудования опасно для пользователя. Примите дополнительные меры безопасности при работе вблизи включенного электрооборудования. Избегайте прямого контакта с горячими трубами, электрооборудованием и вращающимися частями оборудования. Не прикасайтесь к оборудованию руками. Убедитесь, что отключение оборудования произведено правильно, перед тем как приниматься за ремонт. Будьте осторожны со свободновисящими частями, такими как антистатический браслет и наушники, при обследовании области вблизи с вращающимися частями, так как они могут зацепиться за них. Не прикасайтесь к движущимся частям контактным зондом, т.к. это может повредить не только оборудование, но и нанести травму людям.

Будьте осторожны при обследовании электрооборудования. Высокое напряжение может привести к смерти или серьезным травмам. Не прикасайтесь инструментом к оголенным токоведущим частям. Используйте резиновый зонд для фокусирования сигнала совместно со сканирующим модулем. Проконсультируйтесь с вашим начальником по технике безопасности перед выходом в обследуемую зону и соблюдайте все правила безопасности. При работе в зоне с высоковольтным оборудованием держите инструмент как можно ближе к телу на согнутых руках. Используйте рекомендуемую защитную одежду. Не подходите близко к оборудованию – прибор сможет определить неисправность на удаленном расстоянии. Будьте осторожны при работе с горячими трубами. Пользуйтесь защитной одеждой для предотвращения прикосновения к горячим трубам. Проконсультируйтесь с вашим начальником по технике безопасности перед выходом в обследуемую зону.

## Contents

Основные компоненты Ultraprobe 2000.....	5
1. Измерительный пистолет .....	6
A. Измерительный прибор .....	6
B. Уровень заряда батареи .....	6
C. Регулятор чувствительности .....	6
D. Разъем для подключения наушников .....	6
E. Кнопка Вкл/Выкл (on/off) .....	7
F. Настройка частоты .....	7
G. Переключатель шкал .....	7
H. Разъем для зарядного устройства .....	7
Когда необходима подзарядка .....	7
Сканирующий модуль Trisonic™ .....	8
Контактный (стетоскопический) модуль .....	9
Комплект расширения стетоскопического модуля .....	9
Наушники .....	10
Тональный генератор WTG - 1 (стандартный) .....	10
Использование тонального генератора: .....	10
Подзарядка тонального генератора .....	11
WTG-2SP Тональный генератор со штуцером .....	11
Применение Ultraprobe 2000 .....	12
Обнаружение утечек .....	12
Как определить утечку .....	13
Экранирование .....	14
Слабые утечки .....	15
Электрическая дуга, коронный разряд, пробой .....	16
Мониторинг подшипниковых узлов .....	17
Определение неисправностей подшипников .....	17
Сравнительный анализ .....	18
Мониторинг подшипникового узла (метод трендов) .....	18
A. Простой метод .....	18
B. Передаточная функция аттенюатора .....	19
Недостаток смазки .....	20
Чрезмерная смазка .....	20
Тихоходные подшипники .....	20

FFT (БФП) Интерфейс.....	21
Поиск неисправностей в механических узлах .....	21
Поиск неисправностей:.....	21
Мониторинг работающего оборудования .....	22
Выполнение обследования: .....	22
Поиск неисправностей в конденсатоотводных клапанах.....	23
Выбор частоты .....	23
Основные рекомендации по установлению источника звука пар / конденсат / выброс пара .....	24
Попларково-термостатический клапан .....	24
Термодинамический (дисковый) клапан .....	24
Термостатический клапан (пневматически и биметаллический) .....	24
Поиск неисправностей в вентиллях.....	25
Порядок выполнения проверки вентиля .....	25
Обследование вентиля в системе с высоким уровнем шума .....	26
Другие проблемные зоны .....	27
А. Подземные утечки .....	27
Обследование .....	27
В. Утечки между стенами.....	28
С. Закупорка труб.....	28
Частичная закупорка трубы .....	28
Выполнение обследования: .....	28
Определение направления потока .....	28
Выполнение обследования: .....	28
Ультразвуковая техника .....	29
ПЕРЕДАТОЧНАЯ ФУНКЦИЯ АТТЕНЮАТОРА.....	30
ЭТО ПРИМЕР! Не используйте для вашего прибора .....	30
UP2000 Спецификации.....	34

## Основные компоненты Ultraprobe 2000



## 1. Измерительный пистолет

Основным компонентом Ultraprobe является измерительный пистолет. Рассмотрим его части от тыльной до лицевой панели.

### А. Измерительный прибор

Этот баллистический датчик имеет интенсивность в диапазоне от 0 до 100. 50 делений шкалы отражают изменение интенсивности: более интенсивный ультразвуковой сигнал соответствует более высоким показаниям.

### В. Уровень заряда батареи

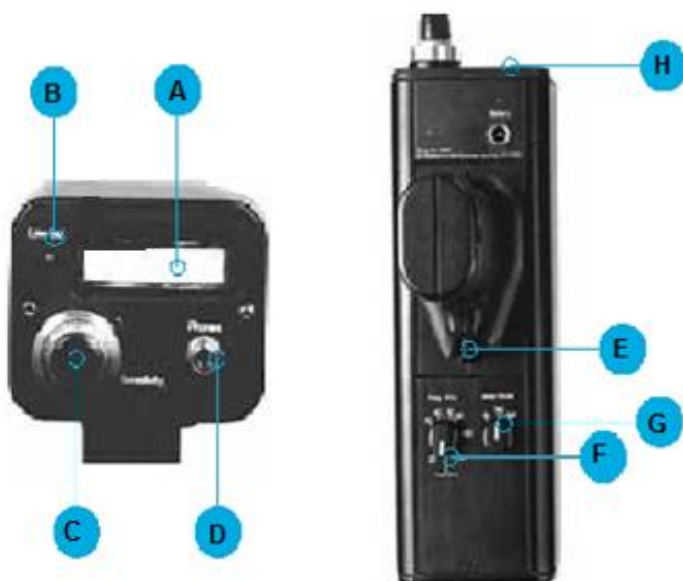
Этот красный индикатор загорается только при разряде батареи.

**ПРИМЕЧАНИЕ:** Когда курковый переключатель нажат, красный индикатор будет быстро мигать, а показания будут быстро изменяться, что говорит о работоспособности прибора.

### С. Регулятор чувствительности

Изменение этого переключателя позволяет установить 500 различных позиций. Циферблат имеет две шкалы. Внешняя шкала содержит целые числа и имеет деления от 0 до 10. Внутренняя шкала необходима для точной настройки и имеет более низкую цену деления. С увеличением выставленного значения, чувствительность прибора возрастает. Максимальный уровень чувствительности равен 10, минимальный - 0,0.

На переключателе чувствительности имеется ручка фиксатора. Он позволяет пользователю зафиксировать ручку чувствительности, предотвращая тем самым случайное изменение чувствительности прибора. Для фиксации ручки чувствительности, поверните рычаг фиксатора по часовой стрелке; для снятия блока – против часовой стрелки.



### Д. Разъем для подключения наушников

Это разъем подключения наушников. Убедитесь, что штекер вставлен до характерного щелчка. При использовании магнитофона, он подключается к этому разъему посредством штекера типа «Miniphone». Разъем также может использоваться для подключения осциллографа, анализатора работы двигателя или преобразователь Фурье с использованием разъема типа UE-MPBNC-2 Miniphone-BNC или адаптера UE DC2 FFT.

ПЕРЕВЕРНИТЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ПИСТОЛЕТ ULTRAPROBE 2000 ЛИЦЕВОЙ СТОРОНОЙ ВНИЗ И ВЫ УВИДИТЕ:

## Е. Кнопка Вкл/Выкл (on/off)

Прибор Ultraprobe выключен, пока не нажата кнопка включения/выключения. Для включения прибора нажмите и подержите кнопку включения. Для выключения – отожмите кнопку включения.

## Ф. Настройка частоты

Диапазон частот от 100 кГц до 20 кГц. Они соответствуют диапазонам частоты, поддерживаемым Ultraprobe. Эти частоты могут быть «включены» при проведении механических и волновых испытаний контактным (стетоскопическим) модулем (см. описание контактного модуля). Имеется также фиксированное значение, обозначенное "fixed band". Это положение автоматически переводит схему Ultraprobe в режим максимальной чувствительности датчика, как для контактного (стетоскопического) модуля, так и для сканирующего модуля Trisonic™. Это очень узкий диапазон, поэтому при использовании контактного (стетоскопического) модуля значительно уменьшается рассеивание нежелательных волн и механических шумов. В режиме сканирования (scanning mode) обеспечивается повышенная чувствительность, что удобно при обнаружении утечек и инспекции электрических соединений.

## Г. Переключатель шкал

Имеется три позиции этого переключателя:

1. Log: выбор этого значения позволяет прибору срабатывать в режиме реального времени. Используется, когда необходим моментальный отклик прибора, например при поиске утечек.
2. Lin: это значение, *линейное (linear)*, соответствует медленному отклику. Оно сглаживает колебания показаний вверх и вниз, усредняя отклик для более подходящих для измерения величин. Шкала используется для проверки подшипниковых узлов или механического анализа, когда быстрый отклик прибора может ввести пользователя в заблуждение. На этой шкале индикатор прибора может быть использован для определения соотношения в dB (децибелы) для таких приложений, как мониторинг механических характеристик или анализ подшипниковых узлов.
3. Aux: это внешняя (*auxiliary*) шкала, используемая ТОЛЬКО при подключении специального инструмента Ultraprobe.

## Н. Разъем для зарядного устройства

Этот разъем предназначен для подключения зарядного устройства. Зарядное устройство предусмотрено для подключения к стандартной электрической сети. От зарядного устройства идут два провода: один для измерительного пистолета Ultraprobe и второй для тонального генератора (см. раздел «Тональный генератор» для дополнительной информации).

Для зарядки:

1. Подключите главный провод Зарядного устройства к розетке питания.
2. Вставьте кабель Ultraprobe (черный) в разъем зарядки Ultraprobe.
3. Вставьте кабель тонального генератора (желтый) в разъем зарядки тонального генератора.

**ПРИМЕЧАНИЕ:** Зарядное устройство имеет два красных индикатора. Каждый из них загорается только при правильном подключении кабелей и наличии процесса заряда.

## Когда необходима подзарядка

Зарядное устройство имеет два красных индикатора. Каждый из них загорается только при правильном подключении кабелей в процессе зарядки.

**КОГДА НЕОБХОДИМА ПОДЗАРЯДКА:** Когда загорается красный индикатор разряда батарей, необходима НЕМЕДЛЕННАЯ подзарядка прибора Ultraprobe в течение 8 часов. Если прибор не использовался более недели, необходима зарядка около 4 часов. Если Ultraprobe не использовался в течение нескольких дней, его можно использовать без подзарядки, однако для наилучшего использования, рекомендуется подзарядка подпиткой от сети в течение часа перед использованием.

Если необходим быстрый заряд, рекомендуется использовать Устройство быстрого заряда Ultraprobe UE-QCH2. Обратитесь к производителю за дополнительной информацией.

## Сканирующий модуль Trisonic™



Сканирующий модуль Trisonic

Данный модуль используется для определения утечек в воздушной среде, например, таких как ультразвуковые волны, генерируемые утечками в системах высокого давления или искрением в электрооборудовании. На задней стороне модуля расположены три штырька. Для подключения модуля, совместите их с тремя отверстиями на измерительном пистолете и подключите модуль к пистолету.

Сканирующий модуль Trisonic™ имеет фазированный набор из трех пьезоэлектрических датчиков, необходимых для улавливания ультразвуковых колебаний в воздухе. Данный набор фокусируется на источнике ультразвуковых волн для определения направления и усиления сигнала так, что мельчайшая ультразвуковая волна может быть уловлена.

Применение сканирующего модуля Trisonic:

1. Подключите модуль к передней панели прибора.
2. Выберите LOG на переключателе шкал.
3. Для большинства задач достаточно установить фиксированное (положение "fixed-band") значение частоты.
4. Начинайте с максимального положения (10) переключателя чувствительности.
5. Начните обследование.

Методика определения неисправностей, проявляющихся в воздушной среде, заключается в постепенном приближении к результату. Если в зоне обследования слишком много ультразвуковых волн, уменьшите чувствительность, подключите резиновый зонд для фокусировки сигнала (описанный ниже) и продолжайте обследование, двигаясь к наиболее громкой точке, постоянно снижая чувствительность.

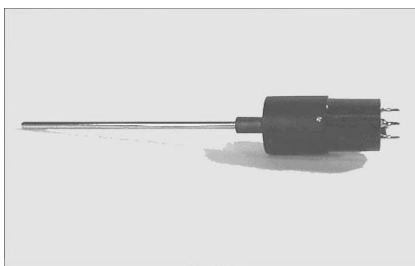
### Резиновый зонд для фокусирования сигнала

Зонд представляет собой резиновый экран конусной формы. Используется для экранирования от посторонних ультразвуковых волн и для сужения зоны обследования сканирующего модуля Trisonic. Для использования просто наденьте зонд на передний конец сканирующего или контактного модуля.

**ПРИМЕЧАНИЕ:** Для предотвращения повреждения штырьков модуля, всегда отсоединяйте модуль ДО установки или снятия зонда.



## Контактный (стетоскопический) модуль



*Стетоскопический модуль*

Модуль имеет металлический стержень. Стержень используется в качестве «волновода», т.о. данный модуль чувствителен к ультразвуку, генерируемому утечками в трубах, неисправностями в подшипниковых узлах, конденсатоотводных клапанах и стенах. Ультразвук через стержень поступает на пьезоэлектрический датчик, расположенный внутри модуля. Модуль защищен экраном от воздействия волн радиочастотного диапазона, которые влияют на прием сигнала. Этот модуль может быть использован практически при обследовании любого объекта – от аэропорта, до телебашни. Модуль имеет встроенный усилитель слабого сигнала, что позволяет сделать его четким и достаточно громким, чтобы его можно было принять и интерпретировать.

Для использования:

1. Совместите штырьки, расположенные на задней части модуля с тремя отверстиями на измерительном пистолете и подключите модуль к пистолету.
2. Для выявления утечек в запорной арматуре, паропроводах и т.д., установите шкалу «LIN»
3. Для большинства задач достаточно установить фиксированное (положение "fixed-band") значение частоты. Для решения проблемы, т.е. нахождения проблемного звука см. раздел «Механический анализ».
4. Начните обследование.
5. Как и для сканирующего модуля, перемещайтесь от «грубо» к «точно». Начните с максимальной чувствительности и постепенно уменьшайте чувствительность пока не достигните удовлетворительных результатов.

В ряде случаев приходится использовать стетоскопический модуль, установив при этом максимальный или близкий к нему уровень чувствительности. Однако при этом возможно наложение постороннего ультразвука, что может привести к возникновению ошибок. При этом рекомендуется надеть РЕЗИНОВЫЙ ЗОНД ДЛЯ ФОКУСИРОВКИ СИГНАЛА на стетоскопический модуль для изолирования его от постороннего ультразвука.

### Комплект расширения стетоскопического модуля

Состоит из трех металлических стержней, позволяющий пользователю увеличить длину стетоскопического модуля до 78.7см.

Для использования:

1. Снимите стетоскопический модуль с измерительного пистолета.
2. Открутите металлический стержень от стетоскопического модуля.
3. Осмотрите резьбу на стержне, который вы только что открутили, найдите в комплекте поставки прибора стержень с такой же резьбой – это «базовая часть».
4. Прикрутите «базовую часть» к стетоскопическому модулю.

5. При необходимости использования всей доступной длины 78.8 см, найдите также «среднюю часть» (стержень с внутренней резьбой на одном конце) и прикрутите ее к «базовой части».
6. Прикрутите «базовую часть» к средней «части». Если при работе не потребуется данная длина, проигнорируйте п.5 и прикрутите «концевую часть» к «базовой части».

### Наушники

Наушники, способные работать в тяжелых условиях, специально предназначены для того, чтобы блокировать громкие звуки, обычно присутствующие на производстве, для того, чтобы пользователь мог слышать звуки принимаемые прибором ULTRAPROBE. Для использования, подсоедините провод в разъем для наушников, расположенный на пистолете, и оденьте наушники. В случае если на пользователе надета каска, рекомендуем использовать прибор UE Systems модели UE-DHC-2HH Hard Hat Headphones, которые разработаны специально для совместного применения с каской.

В тех случаях, когда надеть стандартные наушники, описанные выше, нет возможности, в приборах UE Systems есть две дополнительных опции:

1. Наушник DHC 1991, оборудованный петлей для закрепления на ухе
2. SA-2000 Speaker Amplifier – громкоговоритель с усилителем, подключаемый в выходной разъем для наушника прибора Ultraprobe.

### Тональный генератор WTG - 1 (стандартный)

Устройство WTG - это ультразвуковой передатчик, предназначенный для создания ультразвуковых колебания внутри области, используется для тестирования специфических утечек. Будучи помещенный в пустой контейнер или часть тестируемого объекта, генератор наполнит всю область ультразвуком, который будет не просто проникать вовнутрь, но проходить сквозь все дефекты и пустоты. При обследовании при помощи сканирующего модуля Trisonic пустотелые объекты, такие как трубы, баки, окна, двери, люки и заслонки, могут быть проверены на предмет протечки. Данный тональный генератор является генератором звукового сигнала, изменяющегося по частоте и тону, имеющим международный патент, и способный, как и многие другие частотные ультразвуковые генераторы, производить сильный сигнал определенной частоты и тона длительностью в доли секунды. Изменение частоты и тона звукового сигнала позволяют устранить условия, необходимые для образования стоячих волн, которые могут внести ошибку при получении данных и обеспечивают постоянство результатов тестирования практически в любом материале.

### Использование тонального генератора:

1. Включить тональный генератор, выбрав либо «LOW» для сигнала с низкой амплитудой (обычно рекомендуется применять при небольших объемах объекта) или «HIGH» для сигнала с высокой амплитудой. При выборе сигнала с высокой амплитудой, генератор способен покрыть до 121,9 м<sup>3</sup> пространства, если нет препятствий прохождению звука. При включении генератора должна мерцать красная лампочка (расположенная ниже разъема для подзарядки на фронтальной стороне устройства).
2. Установите тональный генератор внутрь обследуемого объекта и плотно закройте его. Затем обследуйте предположительную область утечки при помощи сканирующего модуля Trisonic прибора Ultraprobe на предмет наличия утечки ультразвука определенной частоты и тона, заданного тональным генератором. Например, если необходимо обследовать уплотнитель вокруг окна, установите тональный генератор по другую сторону окна, закройте окно и начните обследование с противоположной стороны.

## Подзарядка тонального генератора

Следуйте инструкциям пункта 1.Н. РАЗЪЕМ ДЛЯ ЗАРЯДНОГО УСТРОЙСТВА



Тональный генератор wtg1



UE-WTG-2SP Тональный генератор со штуцером

### WTG-2SP Тональный генератор со штуцером

Тональный генератор используемый, когда нет возможности поместить стандартный тональный генератор WTG-1 внутри объекта (например, внутри труб, теплообменников или определенных емкостей).

Особенности:

- a. Фитинг с трубной резьбой: на этом конце трубы ультразвуковой датчик. При измерении убедитесь, что датчик установлен так, чтобы он мог адекватно покрывать исследуемую область. Этого можно достичь, вкрутив штуцер с витковой резьбой в отверстие с резьбой. Диаметр штуцера 1 дюйм, в соответствии национальным стандартам США.
- b. Индикатор интенсивности колебаний (верхняя крышка). Мигание этого индикатора соответствует нормальной работе системы.
- c. Изменяемый коэффициент интенсивности (верхняя крышка). Этот регулятор имеет шкалы с целыми и дробными числами. Целые числа выбираются окошком. Максимальный выход соответствует «10», минимальный – «0». Поворот регулятора против часовой стрелки уменьшает интенсивность, а по часовой - увеличивает. С правой стороны имеется блокирующий рычаг. В случае, когда необходима специфическая интенсивность выходного сигнала, она может быть установлена переключателем и зафиксирована во избежание случайного изменения в ходе измерения. Для фиксации, нажмите рычаг блокировки. Для снятия блокировки отожмите рычаг в исходное положение.
- d. Выключатель (лицевая панель). Для включения прибора, переведите переключатель в левое положение.
- e. Разъем зарядки (дно). Гнездо совместимо с зарядным устройством тонального генератора Ultraprobe. Для его использования см. инструкции по зарядке п.1-Н (стр. 2).
- f. Индикаторная лампа (дно). Эта красная лампа будет гореть только в случае, когда элементы питания нуждаются в зарядке. При загорании лампы следует незамедлительно зарядить источники питания.
- g. Переходники: Набор переходников содержит акустическую трубку с внутренней резьбой диаметром 1 дюйм на концах. Имеется два типа переходников: на  $\frac{3}{4}$  и  $\frac{1}{2}$  дюйма для вкручивания в трубку. При использовании, переходники могут вкручиваться в соответствующие отверстия с резьбой.

## Применение Ultraprobe 2000

### Обнаружение утечек

В данном разделе будет описано обнаружение утечек в системах с высоким давлением и утечек в вакуумных системах. (Для получения подробной информации касательно внутренних утечек, таких как утечки в заслонках и паровых клапанах, перейдите к соответствующему разделу).

Какие результаты позволяет получить ультразвук при необходимости обнаружить утечку? Когда газ проходит сквозь отверстие небольшого сечения под давлением, он меняет тип потока от ламинарного с высоким давлением до турбулентного с низким (Рис.1). Турбулентный поток вызывает появление широкого спектра звуков, называемых «белым шумом». В спектре частот белого шума присутствуют ультразвуковая составляющая. Кроме того, ультразвук, присутствующий в турбулентном потоке, обладает наибольшей громкостью, т.о. данный сигнал достаточно просто обнаружить.

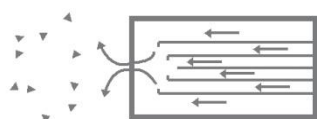


Рис. 1: Утечка в системе с высоким давлением



Рис. 2: Утечка в вакууме

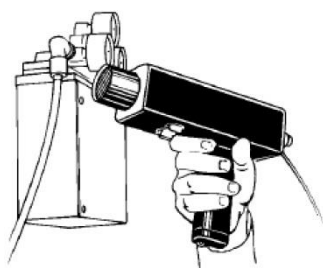
Утечки могут возникать как в системах с высоким давлением, так и в вакуумных системах. В любом случае процесс формирования ультразвука будет одинаковым и аналогичен тому, который описан выше. Существует только одно различие этих процессов: в результате утечки в вакуумной системе, образуется ультразвук с меньшей амплитудой по сравнению с амплитудой ультразвуковых колебаний, возникшей в системе высокого давления при аналогичных условиях. Причиной этого является то, что турбулентные потоки, полученные в результате утечки в вакуумной системе, образуются внутри вакуумного цилиндра, тогда как в системе высокого давления турбулентные потоки, полученные в результате утечки, образуются в атмосфере (рис.2).

Утечка какого газа может быть обнаружена при помощи ультразвука? В основном все газы, включая воздух, при прохождении через отверстие небольшого сечения вызывают появление турбулентного потока. Действия прибора Ultraprobe основано на выявлении ультразвука, т.о. он может определить только утечку газа при помощи звукового датчика, для обнаружения других газов, при утечке которых не создаются ультразвуковые колебания, требуются специальные датчики. Специальные датчики позволяют определять утечки только тех газов, для определения которых они были разработаны. Ultraprobe может определить утечку любого газа, который в результате смены типа потока на турбулентный создает ультразвуковые колебания.

За счет своей универсальности, Ultraprobe может определить разные виды утечек. При его помощи могут быть проверены пневматические системы, кабели под давлением, используемые телефонными компаниями, системы воздушных тормозов поездов, грузовиков и автобусов. А так же трубы, баки, корпуса и трубопроводы могут быть легко проверены на предмет утечек при создании в них давления. Вакуумные системы, выхлопные системы турбин, вакуумные цилиндры, системы транспортировки материалов, холодильные установки, системы подачи и хранения кислорода – все это может быть легко обследовано на предмет турбулентной утечки.

## Как определить утечку

1. Используйте модуль TRISONIC для сканирования.
2. Установите переключатель прибора в положение «LOG»
3. Используйте положение «fixed-band» переключателя частоты. Если посторонних шумов много, попробуйте экранирующие методы, описанные ниже.
4. Начните обследование с установки максимальной чувствительности (10).
5. Перемещайте модуль для сканирования вдоль обследуемой поверхности. Используя метод постепенных приближений, постепенно повышайте точность регулирования по мере приближения к утечке.
6. Если прибор показывает слишком сильные ультразвуковые колебания, понизьте чувствительность и продолжайте сканировать.
7. Если сложно отличить звук утечки от других, присоедините резиновый зонд для фокусирования сигнала к сканирующему модулю и продолжите обследовать область.
8. Ожидайте появления шипящего звука при чтении показаний прибора.
9. Услышав звук, найдите место, где он наиболее громкий. Прибор отобразит наивысшие показания по достижению места утечки.
10. Если вам необходимо точно установить место утечки, продолжайте снижать чувствительность прибора и перемещать прибор ближе к предполагаемому месту утечки до тех пор, пока вы его точно не сможете установить.



### Уточнение места утечки

Приблизьте модуль для сканирования или зонда (если он установлен) к предполагаемому месту утечки и медленно перемещайте его во всех направлениях. В случае если место утечки находится рядом с текущим положением модуля или зонда, громкость звука будет нарастать и спадать по мере приближения и отдаления от места утечки. В некоторых случаях для определения места утечки может помочь следующее: установить резиновый зонд непосредственно над предполагаемым местом повреждения и плотно прижать его к поверхности исследуемого объекта. В случае если место утечки найдено верно, шипящий звук будет по-прежнему слышен, иначе звук прекратится.

### Устранение возможных трудностей

#### Встречные ультразвуковые потоки

В случае если из-за встречных ультразвуковых потоков невозможно точно определить место утечки, существует два пути решения:

- a. Уменьшение воздействия окружающей среды. Данное решение очевидно. По возможности выключите все рядом стоящее оборудование, которое может создавать встречные ультразвуковые потоки или изолируйте обследуемую область, закрыв окна и двери.

- b. Использование инструмента и экранирование. Если не удастся достигнуть меньшего воздействия окружающей среды, постарайтесь приблизить прибор к предполагаемому месту утечки настолько близко, насколько возможно, и использовать инструмент так, чтобы устранить возможность воздействия встречных потоков ультразвука. Точного определения области утечки можно достичь, уменьшив чувствительность прибора и прижимая резиновый зонд прямо к месту обследования, а так же обследуя предполагаемую область утечки небольшими участками. В некоторых случаях, когда установить утечку не удастся на положении «fixed band» переключателя частоты, попробуйте «подстроиться» на звук утечки «выключением» проблемного звука. В этом случае подстройте частоту таким образом, чтобы минимизировать посторонний шум и после этого приступайте к обследованию.

## Экранирование



Будучи высокочастотным коротковолновым сигналом, ультразвук в большинстве случаев блокируется при использовании «экранирования».

**ПРИМЕЧАНИЕ:** При использовании любого из методов, следуйте правилам безопасности вашего производства или предприятия. Существуют следующие способы экранирования:

1. Экранирование телом: встаньте между обследуемой областью и встречными ультразвуковыми потоками, тем самым вы будете выступать в роли барьера.
2. Экранирование щитом: расположите щит вблизи с предполагаемым местом утечки и проверните его под таким углом, чтобы он выступал в роли барьера между обследуемой областью и встречными ультразвуковыми потоками.
3. Экранирование перчаткой: (БУДТЕ ОСТОРОЖНЫ!) используя перчатку, оберните резиновый зонд вокруг руки таким образом, чтобы указательный и большой пальцы держали зонд за самый конец, положите остальную часть руки на обследуемую область так, чтобы образовался барьер между обследуемой областью и внешними шумами. Двигайте руку вместе с инструментом вдоль обследуемой области.
4. Экранирование уплотнительной прокладкой: метод аналогичный предыдущему с той разницей, что уплотнительная прокладка оборачивается вокруг конца резинового зонда. Держите уплотнительную прокладку так, чтобы она выступала в роли барьера, т.е. так, чтобы было достаточно материала, для накрытия обследуемой области, и он не закрывал открытый конец зонда. Этот способ является наиболее эффективным, т.к. используется сразу три барьера: резиновый зонд, перчатку и прокладку.
5. Экранирование при помощи барьера: в случае, когда необходимо закрыть большую часть области, рекомендуется использовать отражающий материал, применяющийся как барьер; например, который применяется в занавесах от сварки или чехлах. В некоторых случаях помещение завешивают от пола до потолка, в других – возводят ограду.
6. Экранирование подстройкой частоты. В ситуациях, когда сигнал очень трудно изолировать, может быть полезно использовать переключатель подстройки частоты. Установите прибор в исследуемой области и подстраивайте частоту до тех пор, пока звуковой сигнал не станет чистым, после чего следует использовать описанные ранее методы исследования



## Слабые утечки

При ультразвуковом обследовании на предмет утечек, амплитуда колебаний звуковых волн зависит от степени турбулентности потока, созданного дефектной поверхностью. Чем выше степень турбулентности потока, тем выше уровень сигнала и наоборот. Уровень утечек едва способный генерировать турбулентный поток, который возможно зафиксировать прибором, определяется как нижний порог чувствительности. В таком случае возможны следующие решения:

1. Повысить давление (если это возможно), чтобы увеличить степень турбулентности.
2. Использовать **ЖИДКОЕ СРЕДСТВО ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УТЕЧЕК (LLA)** – это запатентованный способ повышения амплитуды ультразвуковых колебаний UE System. LLA – жидкость уникального состава со специальными химическими свойствами. Небольшое количество LLA, налитое на предполагаемое место утечки, используется как «тест на образование пузырей». Оно образует тонкую пленку, через которую проходят газы. При взаимодействии пленки со слабым потоком газа, начинает быстро образовываться большое количество мелких пузырьков, которые лопаются практически сразу после того как надулись. Лопанье пузырьков образует ударную ультразвуковую волну, которую можно слышать в наушниках как треск. В большинстве случаев пузырьков не видно, но слышно. Данный метод показал свою состоятельность при утечке со скоростью 10-6 мл/с.

**ПРИМЕЧАНИЕ:** Причиной небольших размеров пузырей служит низкая величина допустимого поверхностного натяжения LLA. Загрязнение поверхности может оказать негативное воздействие на LLA, изменив допустимую величину поверхностного натяжения и тем самым не дав лопаться пузырькам. Если поверхность загрязнена, необходимо очистить ее водой, растворителем или спиртом (сверьтесь с нормами производства перед выбором очищающего средства).



3. Применение модуля UE-CFM-10 Close Focus. Уникальная сканирующая камера, специально разработанная для приема слабых сигналов, с небольшим искажением, позволяет легко определить место расположения слабой утечки. Для подробной информации обратитесь к производителю.

## Электрическая дуга, коронный разряд, пробой

Прибор Ultraprobe 2000 может выявить три основных электрических неисправности:

**Электрическая дуга:** Электрическая дуга возникает, когда электрический ток протекает через воздух. Хороший пример – молния.

**Коронный разряд:** Если напряжение на таком проводнике как антенна или высоковольтная линия электропередач превышает допустимую величину, воздух, окружающий ее, начинает ионизироваться при этом, светясь синим или сиреневым цветом.

**Электрический пробой:** Обычно предшествует появлению электрической дуги; возникает в результате повреждения изоляции.

Несмотря на то, что прибор Ultraprobe 2000 может использоваться в сетях низкого, среднего и высокого напряжения, он ориентирован на системы среднего и высокого напряжения. Когда электричество выходит за пределы высоковольтной линии электропередач или «перескакивает» через воздушный зазор в соединениях электрических аппаратов, нарушается равновесное состояние молекул воздуха, что приводит к возникновению ультразвуковых колебаний. Обычно эти звуки воспринимаются как щелчки или шипение, в других случаях данный звук будет восприниматься как гул. Типовые задачи: обследование изоляции, кабелей, выключателей, шин, электромагнитных реле, контакторов, распределительных коробок. В элементах подстанций, таких как изоляторы, трансформаторы, выводах. Все эти элементы могут быть проверены прибором Ultraprobe. Ультразвуковое тестирование обычно используется при уровне напряжений свыше 2000 В, особенно для обследования выключателей закрытого исполнения. Т.к. появление ультразвука можно зафиксировать при обследовании дверей и окон воздушной вентиляции, есть возможность обнаружить серьезную неполадку, например, электрическую дугу, пробой или коронный разряд без отключения выключателя и проведения инфракрасного сканирования. Однако рекомендуется выполнять оба способа сканирования выключателей закрытого исполнения.

**ПРИМЕЧАНИЕ:** При обследовании электрооборудования выполняйте все требования безопасности предприятия или производства. При возникновении вопросов обратитесь к мастеру. *Никогда не прикасайтесь прибором Ultraprobe к оголенному электрооборудованию.*

Методика обнаружения электрической дуги и коронного разряда аналогично методики обнаружения утечки. Однако вместо шипения, ожидайте появления щелчков или гула. В некоторых случаях, например при определении источника телевизионных или радиопомех или помех на подстанции, большая часть обследуемой области может быть покрыта при помощи основного детектора, каким может служить транзисторное радио или широкодиапазонный локатор. Если область была определена, используйте сканирующий модуль с прибором Ultraprobe для общего обследования. Если сигнал слишком сильный для определения места излучения необходимо снизить его чувствительность так, чтобы сигнал находился посередине шкалы, и продолжать определения точки, в которой звук будет наиболее громким. Определиться существует ли неисправность или нет очень просто. При сравнении тембра звука и его громкости при сканировании одинакового оборудования, звук от неисправного оборудования будет значительно отличаться. При быстрой проверке шин низковольтного оборудования можно определить плохой контакт на присоединении к ним. Проверка распределительных коробок позволит предотвратить появления электрической дуги. Как и в случае обнаружения утечек, чем ближе прибор находится к месту повреждения, тем громче становится звук.

При обследовании ЛЭП возможны ситуации, что звук при обследования с земли очень тих, и плохо различим; в таком случае используйте UWC-2000 - ультразвуковой концентратор (параболический отражатель), который позволит вдвое увеличить дистанцию до обследуемого объекта. UWC-2000 рекомендовано применять в тех случаях, когда безопаснее производить обследование удаленно от объекта. UWC-2000 очень точный и позволяет с легкостью определить источник искрения.



*Проверка трансформаторов, распределительных устройств и других электрических приборов*



## Мониторинг подшипниковых узлов

Ультразвуковые методы обследования и мониторинга подшипников являются наиболее точными при определении дефектов на ранних стадиях. Ультразвуковые методы диагностики позволяют получить предупреждение о возможном дефекте подшипникового узла до того, как появится его перегрев или возникнут низкочастотные вибрации. Ультразвуковое обследование способно определить:

- a. Усталостное разрушение.
- b. Образование вмятин на поверхности.
- c. Избыток или недостаток смазки.

В шарикоподшипниках, вдоль дорожке качения шариков или роликов создается усталость металла, за счет чего возникают трудноразличимые деформации. За счет деформации в металле усиливается эмиссия ультразвука. Изменение амплитуды ультразвукового сигнала в 12-50 раз по сравнению с нормальным подшипником позволяет определить зарождение дефекта. В случае если разница между полученными данными и данными предыдущего обследования более 12 dB, велика вероятность развития дефекта в подшипнике.

Подтверждением вышесказанного могут служить результаты экспериментов, полученных в NASA при тестировании шарикоподшипников. Опытным путем, были получены ультразвуковые сигналы с частотами 24-50 кГц, по которым было заметно изменение амплитуды сигнала с начала зарождения (на ранних стадиях) дефекта, что не могли определить другие датчики (в том числе тепловые и вибрационные). Ультразвуковая система диагностирования, основываясь на выявлении и анализе характеристик резонансных частот подшипников, может предсказать возможность возникновения дефекта, тогда как общепринятые методы не способны определить данные неисправности. Если шарик подшипника попадает в ямку на поверхности или ее дефект, возникает удар. Резонанс в одной части подшипника заставляет его вибрировать или «звенеть» от периодических ударов. В результате этого при ультразвуковом частотном исследовании подшипника видно увеличение амплитуды сигнала.

Образование вмятин на поверхности подшипников так же вызывает увеличение амплитуды ультразвуковых волн до тех пор, пока не произойдет смятие шариков в подшипнике. Эти вмятины на шариках вызывают появление периодического звона, который и приводит к увеличению амплитуды сигнала.

Ультразвуковые колебание, принимаемые прибором Ultraprobe, преобразуются в аудио сигналы. Эти «гетеродинированные» сигналы помогают пользователю определить неисправность в подшипнике. При выполнении обследования подшипника, рекомендуется, чтобы пользователь был ознакомлен со звуками исправного подшипника. Звук от исправного подшипника должен быть порывистым или шипящим. Треск или резкий звук свидетельствуют о неисправности подшипника. В конкретных случаях поврежденные шарики могут издавать щелчки, тогда как громкий, резкий однообразный звук может указывать на повреждение вдоль дорожки шарика или равномерное повреждение шарика. Громкие резкие звуки, лишь не намного громче звука исправного подшипника, указывают на недостаток смазки.

Быстро нарастающий звук с «грохотом» или «царапанием» указывает на то, что на шариках или роликах образовалась «ровная» поверхность и они скользят по подшипнику вместо того, чтобы катиться. Если одно из этих условий было выполнено, то требуется провести более тщательную проверку подшипника.

## Определение неисправностей подшипников

Существует два способа определения неисправности подшипников:

**СРАВНИТЕЛЬНОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ И МЕТОД ТРЕНДОВ.** Под сравнительным методом обследование понимается проведение обследования двух и более одинаковых подшипников и «сравнение» полученных результатов. Метод ведения истории подразумевает мониторинг определенного подшипникового узла длительное время с ведением истории измерений. Проводя анализ полученных данных, можно заметить в какой момент начали повышаться частоты ультразвуковых колебаний, что позволит заранее определить и устранить неисправность.

## Сравнительный анализ

1. Используйте контактный (стетоскопический) модуль.
2. Выберите «точку тестирования» на корпусе подшипника и пометьте ее для последующих проверок керном, пятном краски или эпоксидного клея. Дотроньтесь до этой точки контактным модулем. В ультразвуковой датчик будет поступать большее количество средних частот ультразвука или его вещественной части, что снизит его точность. Т.о. убедитесь, что кончик зонда касается поверхности подшипника. Если дотронуться до корпуса подшипника затруднительно, дотроньтесь до крышки подшипника или до другой поверхности, вблизи подшипника.
3. Подойдите ближе к подшипнику, не меняя угол наклона зонда. Тестирование производить в той же точке на поверхности подшипника.
4. Уменьшайте чувствительность (см. выбор чувствительности на стр. 2) пока прибор не покажет «20».
5. Слушайте звук от подшипника через наушники и определяйте его состояние. (см. стр. 13 для разъяснения интерпретации звука)
6. Установите другой подшипник, не меняя нагрузку и скорость вращения.
7. Сравните полученные результаты по показаниям шкалы сигнала и тембру звука.

## Мониторинг подшипникового узла (метод трендов)

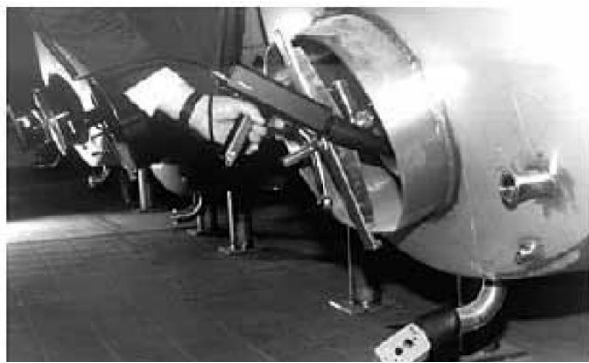
Существует два метода сохранения тренда подшипникового узла. Первый наиболее общий, названный «ПРОСТОЙ МЕТОД». Второй же предоставляет большую гибкость в рамках анализа тренда по децибелам. Он называется «МЕТОД ПЕРЕДАТОЧНОЙ ФУНКЦИИ АТТЕНЮАТОРА». Прежде чем начинать любой из методов ведения истории для мониторинга подшипникового узла, должен быть проведен СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ для определения базового состояния.

### А. Простой метод

1. Выполните описанные выше процедуры СРАВНИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗА по шагам 1-9.
2. Запишите частоту, показания прибора и выбранный уровень чувствительности в Таблицу 1 (стр. 25).
3. Сравните показания с предыдущими (или последующими). При всех последующих измерениях устанавливайте **частоту** и **чувствительность** прибора на уровень, зафиксированный в Таблице.
  - a. Если показания прибора сдвинулись с первоначальной отметки «20» к значению 100 и выше, это означает повышение на 12 dB (повышение на 20 единиц по шкале прибора в режиме «LIN» соответствует 3 dB, т.е.:  $20-40=3$  dB,  $40-60=3$  dB и т.д.).

**ПРИМЕЧАНИЕ:** Увеличение на 12 dB и выше означает, что подшипниковый щит начал входить в зону аварийной работы

- b. Недостаток смазки обычно соответствует увеличению на 8 dB над базовой величиной. Как правило, проявляется в виде громкого порывистого шума. Если предполагается недостаток смазки, повторите измерение после смазки узла. Если показания не возвращаются к базовому уровню и остаются высокими, то подшипниковый щит начал входить в зону аварийной работы и должен подвергаться проверкам чаще.



## В. Передаточная функция аттенюатора

Для применения этого метода, обратитесь к передаточной функции аттенюатора, поставляемой с каждым прибором. Там две кривых. Воспользуйтесь той, что соответствует контактному (стетоскопическому) модулю.

На графике, вертикальная ось соответствует уровням чувствительности, а горизонтальная ось отображает децибелы. Исходя из этого, для каждой точки графика можно получить значения уровня децибел.

1. Выполните описанные выше процедуры СРАВНИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗА по шагам 1-7.
2. Запишите частоту, показания прибора и выбранный уровень чувствительности в Таблицу 1.

**ПРИМЕЧАНИЕ:** в этом методе, показания прибора важны для точности расчетов. По этой причине, выбирайте те показания, что соответствуют абсолютному большинству опытов, в которых звук в наушниках был чистым.

3. В последующих измерениях, подстраивайте чувствительность так, чтобы показания прибора в точности соответствовали базовому уровню.
4. Запишите **новое показание чувствительности** в Таблицу.
5. По графику передаточной функции аттенюатора определите значение в децибелах.
6. Запишите уровень децибел для базового уровня.
7. Вычтите базовый уровень децибел из текущего результата измерения, и вы получите изменение в децибелах текущего измерения относительно базового.
8. Если этот уровень превышает 8 dB, это может говорить о недостаточной смазке, если значение более 12 dB, то подшипниковый щит начал входить в зону аварийной работы.

Метод передаточной функции аттенюатора, позволяет выявить три основных уровня неисправности, которые так же могут быть определены ОБЫЧНЫМ способом, однако данный способ является более информативным.

- Три уровня:
- a. 8 dB: Допустимый, Недостаток смазки
  - b. 16 dB: Аварийный
  - c. 35-50 dB: Катастрофический



- a. **Допустимый:** Это уровень наименьшей опасности. Подшипник имеет микротрещины или небольшие сколы, не видимые человеческому глазу. Также это сигнализирует о недостаточной смазке.
- b. **Аварийный:** На этом уровне, имеются видимые дефекты поверхности с явным возрастанием акустической энергии и ростом температуры узла. На этом уровне подшипники следует заменить или обеспечить постоянный мониторинг.
- c. **Катастрофический:** Здесь скорое разрушение неизбежно. Звуковой уровень чрезмерно интенсивен, а температура выросла достаточно для перегрева узла. Это очень опасный уровень, т.к. зазоры в подшипнике растут, и могут приводить к дополнительным вибрациям, что может стать причиной повреждения всего механизма.

Важно понимать два элемента потенциальной опасности. Первый – это недостаток смазки, другой – ее избыток.

Нормальная работа подшипника приводит к эластичным деформациям элементов контактной группы, придающей им при шлифовке эллиптическое распределение напряжений. Однако поверхность подшипника отшлифована не идеально. Вследствие этого, реальное распределение напряжений в контактной группе будет зависеть от шероховатости поверхностей. В присутствии пленки смазки на трущейся поверхности создается эффект демпфирования распределения напряжений и производимая акустическая энергия будет низкой. Уменьшение смазки до точки, когда распределения напряжений не происходит, шероховатые поверхности входят в контакт с отводящим каналом и увеличивают акустическую энергию. Эти нормальные, микроскопические неравномерности являются причиной износа и микротрещин, соответствующих допустимому уровню. По этой причине, помимо обычного износа, на усталость или срок службы подшипника оказывает сильное влияние толщина пленки, образуемой соответствующей смазкой.

### Недостаток смазки

Во избежание подобного, выполняйте следующее:

1. По мере уменьшения уровня смазки, громкость звука будет увеличиваться. Превысив базовый уровень на 8 дБ, будет слышен порывистый звук, свидетельствующий о недостатке смазки
2. Во время смазывания, добавьте такое количество смазки, чтобы значения снова вернулись на базовый уровень.
3. Будьте внимательны. Некоторые виды смазок требуют некоторого времени для заполнения камеры подшипника. Производите смазку с небольшими перерывами. **НЕ ДОПУСКАТЕ ЧРЕЗМЕРНОЙ СМАЗКИ**

### Чрезмерная смазка

Наиболее частая причина выхода из строя подшипников – чрезмерная смазка. Давление лишней смазки выдавливает или разрушает уплотнительные кольца подшипника, что приводит к перегреву, который в свою очередь приводит к деформациям и усталостному разрушению.

Чтобы избежать чрезмерной смазки:

1. Не производите смазку, если показания прибора близки к базовому уровню и звук удовлетворительный.
2. Наполняйте подшипник смазкой до тех пор, пока показания не упадут до базового уровня.
3. Как было описано выше, для некоторых видов смазок требуется время, чтобы они равномерно распределились по внутренней поверхности подшипника.

### Тихоходные подшипники

Мониторинг тихоходных подшипников может выполняться при помощи прибора Ultraprobe 2000. В зависимости от уровня чувствительности, по звуку можно определить текущее состояние подшипника. При обследовании сверх тихоходных подшипников (скорость вращения менее 25 мин<sup>-1</sup>) приходится отказываться от показаний шкалы прибора и положиться только на звук. Такие подшипники обычно

имеют большие размеры (25 мм и больше) и заполнены смазкой с большой вязкостью. В большинстве случаев при обследовании таких подшипников звука не слышно, т.к. он практически полностью поглощается смазкой. Если звук все же слышен, обычно треск, это свидетельствует о возможной деформации частей подшипника.

Все другие тихоходные подшипники возможно диагностировать по методике описанной выше. Предполагается, что используется метод Передаточной функции аттенюатора, т.к. чувствительность, как правило, выше нормы.

## FFT (БФП) Интерфейс

Аксессуары БФП подключаются к прибору Ultraprobe посредством переходника BNC- Miniphone типа UE-MP-BNC-2 или адаптера UE DC2. Разъем «Miniphone» вставляется в гнездо наушников Ultraprobe, а BNC-разъем подключается к аналоговому входу БФФ. Используя гетеродинный (преобразованный) низкочастотный сигнал, БФФ получает возможность принимать ультразвуковую информацию, поступающую от прибора Ultraprobe. В этом случае, прибор может быть использован для мониторинга и снятия трендов тихоходных подшипников. Также это позволяет записывать всю возможную информацию о механических узлах: утечки в вентиллях, кавитация, зубчатые передачи и т.д.



Нормальный уровень смазки  
Уменьшение трения



Недостаточно смазки  
Увеличение амплитуды сигнала

## Поиск неисправностей в механических узлах

Во время работы механические элементы имеют тенденцию к изнашиванию, ломке или разрегулированию, в результате чего наблюдается смещение ультразвуковых сигналов. При соответствующем качестве мониторинга, различные звуки, сопровождающие поломку, могут не только сэкономить время при поиске неисправности, но и дать уверенность в работоспособности детали. Т.о. мониторинг ключевых составляющих механизма может предотвратить незапланированную остановку оборудования. И наконец, если состояние оборудования приближается к неработоспособному, прибор Ultraprobe будет незаменимым при поиске неисправности.

### Поиск неисправностей:

1. Используйте контактный (стетоскопический) модуль.
2. Прикасайтесь зондом к обследуемой поверхности, слушайте звук через наушники и следите за показаниями прибора.
3. Настройте чувствительность так, чтобы отчетливо слышать работу оборудования.
4. Прикасайтесь зондом к оборудованию в местах предполагаемой неисправности.
5. Для фокусирования на звуке неисправности, во время обследования, уменьшайте чувствительность так, чтобы в определенной точке звук имел наивысшую громкость. (Процесс аналогичен, описанному в пункте КАК ОПРЕДЕЛИТЬ УТЕЧКУ, т.е. старайтесь найти то место, где звук будет наиболее громким).

## Мониторинг работающего оборудования

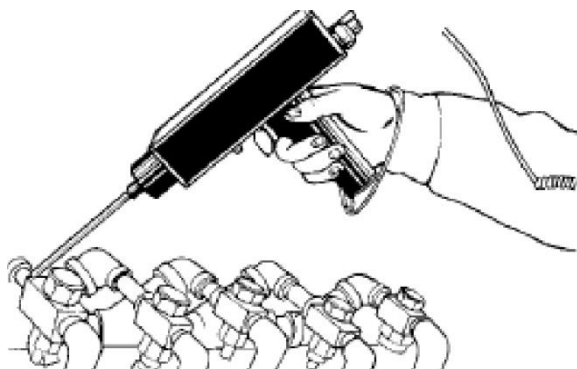
Для того чтобы определить состояние и выявить возможные проблемы в работающем оборудовании необходимо иметь базовые данные и по отклонению от них текущих показаний определить возможную неисправность. Данные могут компоноваться из показаний прибора, самописца и даже магнитофона (для записи диаграммы самописца необходима модификация вашего прибора Ultraprobe на заводе-изготовителе).

### Выполнение обследования:

1. Выберите ключевые узлы для мониторинга и сделайте пометки для последующего тестирования, обозначая кернером, краской или эпоксидным клеем точку контроля.
2. Следуйте шагам 1-5 описанного выше алгоритма ПОИСКА НЕИСПРАВНОСТЕЙ.
3. Выберите частоту (частоты) для каждой обследуемой точки.
4. На диаграмме заметьте:
  - a. Оборудование
  - b. Расположение
  - c. Дату
  - d. Режим прибора (LIN/LOG)
  - e. Выбранные частоты
  - f. Уровень чувствительности
  - g. Показания прибора

**ПРИМЕЧАНИЕ:** При обследовании любого механического оборудования важно знать принцип его работы. Будьте готовы к тому, что результаты обследования значительно зависят от принципа работы оборудования. Например, диагностика впускных коллекторов некоторых поршневых компрессоров связана с различием щелкающего звука исправного вентиля и глухих щелчков при порывании газа.

В редукторах, перед тем, как должен сломаться зуб шестерни, появляется щелканье, которого нет при исправной зубчатой передаче. В некоторых насосах образуются волны, которые могут затруднить для оператора обнаружение неисправности, т.к. повысят уровень колебаний показаний прибора. Уровень ультразвука этих всплесков должен быть установлен как минимальный, чтобы изменение сигнала можно было распознать по показаниям прибора.





## Поиск неисправностей в конденсатоотводных клапанах

Положительный результат может принести ультразвуковое тестирование паровых клапанов. Основным преимуществом ультразвукового тестирования является то, что оно автоматически изолирует обследуемую область от мешающих внешних звуков. Пользователь получает возможность определить тип клапана среди наиболее распространенных: механическим, термостатическим и термодинамическим. При ультразвуковом тестировании паровых клапанов необходимо:

1. Определить тип обследуемого клапана. Ознакомиться с принципом работы клапана. Определиться с характером выбросов пара из клапана – прерывистая или постоянная.
2. Определить находится ли клапан в работе или нет (холодный он или горячий). Поднесите руку к клапану, но **не касайтесь** его. Если есть возможность, воспользуйтесь бесконтактным инфракрасным термометром.
3. Использовать контактный (стетоскопический) модуль.
4. Постарайтесь прикоснуться зондом к соплу парового клапана. Включите прибор и слушайте.
5. Ожидайте прерывистого или непрерывного включения клапана. Прерывистая утечка характерная для конденсатоотводных клапанов, термодинамических (дисковых) и термостатических (при незначительной нагрузке). Постоянная – для поплавковых клапанов, поплавково-термостатических и (обычно) термостатических. При обследовании клапанов с прерывистой утечкой прослушайте несколько циклов, чтобы определиться с интервалом времени между ними. В некоторых случаях он может превышать 30 секунд. Помните, что, чем выше нагрузка на клапан, тем большее время он остается открытым.

При ультразвуковом обследовании клапана, непрерывный громкий звук обычно является признаком того, что сжатый пар непрерывно выходит через клапан. Для каждого типа клапанов есть свои тонкости.

Для получения достоверных результатов теста изменяйте уровень чувствительности при помощи регулятора чувствительности. При тестировании системы с низким давлением ПОВЫСЬТЕ чувствительность до 10. Если же тестируется система высокого давления (выше 9 атм.) уменьшите уровень чувствительности. (При проведении некоторых опытов может потребоваться установить наиболее подходящее значение уровня чувствительности). Зарегистрируйте полученные результаты при снятии показаний против направления потока пара, скорректируйте уровень чувствительности так, чтобы показания были на уровне 50% или ниже, затем снимите показания прибора по направлению потока и сравните результаты.

### Выбор частоты

Иногда при обследовании конденсатоотводных клапанов приходится «подстраивать» частоту. В некоторых системах, в которых используются поплавковые клапаны низкого или среднего давления, отверстия для выхода пара имеют достаточно большой диаметр, что не позволяет получить достаточную силу ультразвука. В таком случае, обследуйте клапан по направлению потока. Подстройте частоту: для начала установите 20 кГц, продолжайте обследование, ожидая услышать низкочастотный звук капанья воды. В других случаях, например, пытайтесь различить звук конденсации и пара, установите частоту 40 кГц. Если это не принесло результата, медленно уменьшайте частоту (вращайте Регулятор уровня чувствительности при активном индикаторе частоты против часовой стрелки), ожидая появления специфического звука. Пар имеет тихий звук, похожий на утечку газа, тогда как конденсат имеет высокий тон порывистого звука.

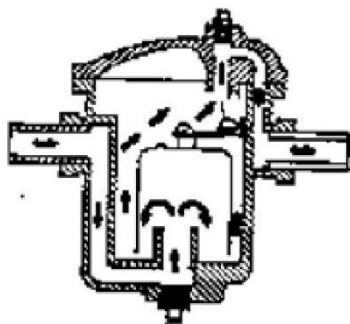
## Основные рекомендации по установлению источника звука пар / конденсат / выброс пара

В случае если сложно установить источник звука – пар, выброс пара или конденсат, воспользуйтесь следующим:

1. Поднесите зонд по направлению потока выброса пара и уменьшите чувствительность так, чтобы показания прибора не превышали половины его шкалы (около 50%).
2. Передвиньте зонд на 15–30 см по направлению потока пара и слушайте. Выбросы пара вызовут большое изменение показаний, тогда как утечки – незначительное.

### Конденсатоотводный клапан с перевернутым поплавком

в нормальном режиме работы открыт, т.к. это его основное назначение. Данное определение подразумевает полное (сквозное) прохождение через него пара, а не только потерь. Клапан не может работать прерывисто. Т.о. звук нормальной работы клапана – громкий непрерывный, кроме того возможно слышать бряцанье поплавка с обратной стороны клапана при сквозном прохождении пара через клапан.



### Попларково-термостатический клапан

В нормальном режиме работы клапан закрыт. Утечки через сечение малой площади возможно при опускании поплавка-шарика под действием силы тяжести или в результате превышения давления воды на шарик. До тех пор, пока клапан закрыт, пользователь прибора Ultraprobe не должен слышать никакого звука. Необходимо проверять термостатический элемент на поплавке и термостатический клапан. Если клапан исправен, он не издает никаких звуков, если же слышатся громкий звук, значит пар или газ проходят через вентиляционное отверстие.

### Термодинамический (дисковый) клапан

Его действие основано на динамических возможностях сжимаемой и несжимаемой жидкости. По мере поступления пара в клапан, статическое давление над диском давит на него в сторону противоположную золотника клапана. Статическое давление над поверхностью диска превосходит давление пара рядом с выпускным отверстием. В тот момент, когда пар начинает конденсироваться, давление над диском снижается и клапан открывается. Исправный клапан должен выполнять цикл (пауза – выпуск – пауза) 4-10 раз в минуту. Выходя из строя клапан обычно остается открытым, позволяя беспрепятственно выходить пару в атмосферу.

### Термостатический клапан (пневматически и биметаллический)

Его действие основано на различии температур конденсата и пара. Клапан устроен так, что под воздействием температуры конденсата, которая постепенно снижается ниже определенного уровня насыщения, он открывается. Заполняясь конденсатом, клапан открывается или закрывается в зависимости от нагрузки.

В пневматическом клапане пневмоупругая среда сжимается под воздействием водяного удара, при этом он не будет функционировать должным образом. Возникновение утечки приведет к восстановлению баланса давлений в клапане. При любом нарушении баланса клапан занимает нейтральное положение (либо открыт, либо закрыт). По мере закрытия клапана, восстанавливается

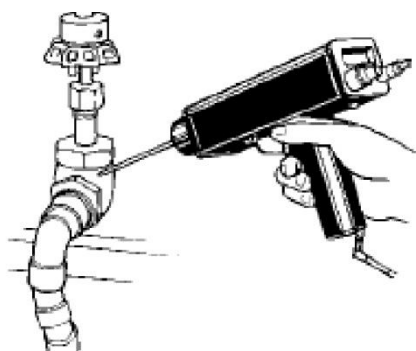


уровень конденсата и любой шум, издаваемый ранее, прекращается. Если же клапан остался открытым, будет слышен громкий звук, врывающегося под давлением пара.

В биметаллическом клапане биметаллическая пластина займет определенное положение за счет тепла, действующего на нее. Охлаждение пластины приведет к ее перемещению, что в свою очередь приведет к неполному открытию выпускного отверстия и позволит выходить излишкам пара. В таком случае будет слышен постоянный громкий звук.

### Поиск неисправностей в вентилях

Использование контактного (стетоскопического) модуля прибора Ultraprobe позволит с легкостью осуществлять мониторинг работоспособности вентиля. При беспрепятственном прохождении газа или жидкости по прямому участку трубы может создаваться незначительная турбулентность потока. При утечке в вентиле, высвободившийся газ или жидкость движется из зоны высокого давления в зону низкого, при этом создается турбулентный поток на стороне низкого давления или «выпускной стороне». В результате этого образуется «белый шум». Ультразвуковая составляющая спектра белого шума гораздо сильнее, его аудио составляющей. Если утечка возникла внутри клапана, ультразвуковые волны будут образовываться со стороны отверстия, т.о. они будут слышны и фиксироваться показаниями прибора. Звук утечки в седле клапана зависит от плотности жидкости или газа. В некоторых случаях он будет слышен как едва заметный треск, в других – как громкий резкий звук. Тембр звука зависит от вязкости жидкости и разности давления в трубе и атмосфере. Например, звук от протекания воды с зоны низкого давления в зону среднего имеет определенный характер и не может быть воспринят как что-то другое. Тогда как звук от протекания воды с зоны высокого давления в полностью открытый вентиль (зону низкого давления) схож со звуком протекания пара.



Чтобы отличить эти звуки необходимо:

1. Уменьшить чувствительность.
2. Установить частоту равную 25 кГц и продолжать обследование.

Правильно работающий клапан не создает звука. В некоторых случаях при тестировании систем высокого давления, ультразвук, создаваемый внутри системы, обладает такой громкостью, что звуковые волны от другого вентиля или другой части системы перемещаются по поверхности трубы и препятствуют точному определению места утечки. Даже в таком случае есть возможность произвести диагностику вентиля при помощи сравнения силы звуковых колебаний при снижении чувствительности и обследовании вентиля по направлению течения, седла клапана и против направления течения (см. «Определение обследования вентиля в системе с высоким уровнем шумов» стр.26).

### Порядок выполнения проверки вентиля

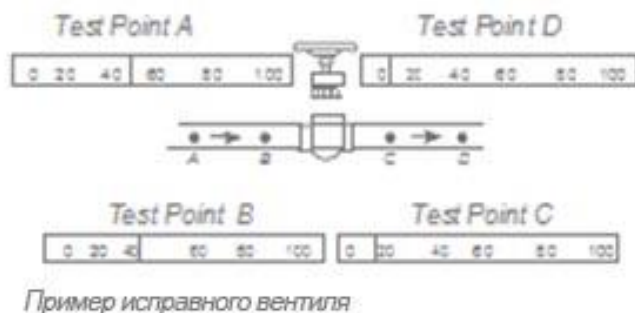
1. Использовать стетоскопический модуль.
2. Установите режим LIN.
3. Дотроньтесь до выпускного коллектора вентиля и слушайте звук через наушники.

4. Начните обследование, установив регулятор чувствительности в положение FIXED BAND. Если звук трудноразличим, измените частоту. Например, выполняя обследование с частотой 40 кГц, уменьшите ее до 20 кГц, и т.д.
5. При необходимости уменьшите чувствительность.
6. Для получения достоверных показаний прибора в системах с высоким давлением:
  - a. Дотроньтесь контактным модулем до впускного коллектора клапана и уменьшите чувствительность для уменьшения воздействия посторонних звуков (обычно устанавливают чувствительность так, чтобы показания занимали примерно половину от шкалы).
  - b. Обследовать седло вентиля и/или выпускной коллектор клапана.
  - c. Сопоставить полученные результаты. Если клапан пропускает, уровни звуков полученных при обследовании седла вентиля или выпускного коллектора будут равны или превосходить уровень звука во впускном коллекторе.
7. При работе на производстве с высоким уровнем постороннего шума или низкой вязкостью жидкости, протекающей по трубам, рекомендуется настроить чувствительность для правильно восприятия звука. Для этого:
  - a. Дотроньтесь зондом до выпускной стороны вентиля и медленно изменяйте частоту при помощи регулятора чувствительности так, чтобы минимизировать уровень постороннего шума или пока не будет отчетливо слышен звук потока жидкости.
  - b. Обследуйте впускную сторону вентиля, седло вентиля и выпускную сторону (так как это было описано ранее) и сравните результаты.

### Обследование вентиля в системе с высоким уровнем шума

Иногда в системах с высоким давлением отдельные сигналы передаются от ближайших вентилях или труб (трубопровода) по трубам к соседнему вентилю, если идти по направлению течения. Эти потоки могут дезинформировать пользователя о наличии утечки. Для определения ложного сигнала выполните следующее:

1. Подойдите к предполагаемому источнику сигнала (к трубопроводу или вентилю).
2. Обследуйте входной конец предполагаемого источника сигнала.
3. Уменьшите чувствительность прибора так, чтобы его показания были не больше половины шкалы.
4. Обследуйте небольшими участками (15-30,5 см), регистрируя показания прибора.
5. Если громкость звука уменьшается по мере приближения к обследуемому вентилю, то он исправен.
6. Если же громкость звука нарастает по мере приближения к обследуемому вентилю, то в нем имеется утечка.



## Другие проблемные зоны

### А. Подземные утечки

Возможность определения подземных утечек определяется силой ультразвука, генерируемого каждой утечкой. Утечки с малой скоростью выброса жидкости или газа генерируют слишком слабый ультразвуковой сигнал. Проблема определения подземных утечек усугубляется еще тем, что земля выступает изоляционным материалом. К тому же, рыхлый грунт поглощает гораздо больше ультразвуковых волн, чем плотный грунт. Если утечка близка к поверхности и достаточно сильна, то ее можно быстро обнаружить. Большинство слабых утечек так же могут быть обнаружены, но для этого нужно приложить дополнительные усилия. Иногда для этого достаточно повысить давление в системе, чтобы утечка генерировала больше ультразвуковых волн. В других случаях, нужно прекратить подачу жидкости в обследуемую трубу, перекрыть вентили и подать в нее газ (воздух или азот) для генерации утечкой более сильных ультразвуковых волн. Последний метод наиболее часто приводит к положительному результату. Также можно подать в обследуемую трубу газ без ее полного осушения. Под действием давления, газ через жидкость проникнет к месту утечки и создаст сильный трещащий звук, который можно определить.

### Обследование

1. Используйте контактный (стетоскопический модуль).
2. Дотроньтесь модулем до почвы, НЕ ПОГРУЖАЙТЕ ЗОНД в землю, т.к. это может его повредить.
  - a. Иногда необходимо находиться как можно ближе к источнику ультразвукового сигнала. В таком случае, используйте тонкий, прочный металлический стержень, чтобы погрузить его в землю так, чтобы не касаться трубы.
  - b. Прикоснитесь зондом к металлическому стержню и слушайте звук.
  - c. Повторяйте данную процедуру каждые 50-100 см, пока не услышите звук.
  - d. Для определения точного места утечки, перемещайте стержень на небольшие расстояния, пока не сможете найти место с наиболее громким звуком. Другим способом является использование плоского металлического диска или монеты в зоне предполагаемой утечки. Положите диск на землю и дотроньтесь до него зондом, установив при этом частоту 20 кГц. Данный способ применим при обследовании бетонной или асфальтированной поверхности, чтобы исключить «царапающие звуки» зонда об асфальт или бетон.

## В. Утечки между стенами

1. Осмотрите стену или потолок на наличие водяных или паровых изменений цвета, пятен и т.д.
2. Если обнаружилась утечка пара, найдите самую горячую точку на стене или потолке.
3. Проведите обследование согласно п. 1-3 описанным на стр.22, Раздела «Обследование», подраздела «А».
4. Слушайте звук в наушниках. Место, где звук наиболее громкий, расположено вблизи утечки.

## С. Закупорка труб

1. Следуйте п.1-2 раздела ОБСЛЕДОВАНИЕ ВЕНТИЛЕЙ.
2. Установите частоту 40 кГц или перейдите в режим FIXED BAND
3. Используйте метод тонального тестирования:
  - a. Убедитесь в чистоте выпускной стороны трубы.
  - b. Установите тональный генератор с выпускной стороны трубы.
  - c. Равными интервалами касайтесь до поверхности трубы контактным модулем в поисках места пропадания сигнала от Тонального генератора.

## Частичная закупорка трубы

При наличии в трубе частичной закупорки создаются условия близкие к неполному открытию клапана. Частичная закупорка также создает ультразвуковые волны (обычно за счет изменения потока на турбулентный). Если обнаружилась закупорка трубы, последняя должна быть обследована на разных интервалах. Сила ультразвука выше со стороны закупорки.

### Выполнение обследования:

1. Следуйте п.1-3, которые описаны в разделе ОБСЛЕДОВАНИЕ ВЕНТИЛЕЙ.
2. Услышав усиление ультразвука, вызванного турбулентным потоком, вы определите место утечки.

## Определение направления потока

Сила потока в трубах возрастает по мере прохождения заграждений или изгибов. По мере поступления жидкости или газа во впускную часть (ограждения или изгиба) увеличивается турбулентность потока, что приводит к увеличению ультразвуковой составляющей. При определении направления потока, необходимо учитывать тот факт, что сила ультразвука с ВЫПУСКНОЙ стороны больше, чем с ВПУСКНОЙ.

### Выполнение обследования:

1. Используйте стетоскопический модуль
2. Выберите режим LOG.
3. Начните обследование, выбрав режим FIXED BAND. Если звук трудноразличим, уменьшите частоту до 30 или 25 кГц для жидкостей повышенной вязкости.
4. Начните обследования с максимальной чувствительности.
5. Найдите изгиб трубы (с углом 60° или больше).
6. Дотроньтесь зондом до одного конца изгиба и зафиксируйте показания силы сигнала.
7. Дотроньтесь зондом до другого конца изгиба и зафиксируйте показания силы сигнала.
8. Сторона с наиболее сильным сигналом – выпускная.

**ПРИМЕЧАНИЕ:** Если сложно определить различия в громкости звука, необходимо уменьшить чувствительность и продолжить обследование.

## Ультразвуковая техника

Ультразвуковая техника основана на применении звуковых волн, не воспринимаемых человеком. Пороговая частота звука, воспринимаемая человеком, равна 16500 Гц, хотя наивысшая частота звука, который смогли воспринять некоторые люди, составляла 21000 Гц, а ультразвуковые волны, применяемые в ультразвуковой технике, имеют частоту 20000 Гц и выше. По- другому частоту 2000 Гц можно записать как 2 кГц (килогерц), при этом 1 килогерц равен 1000 Гц.

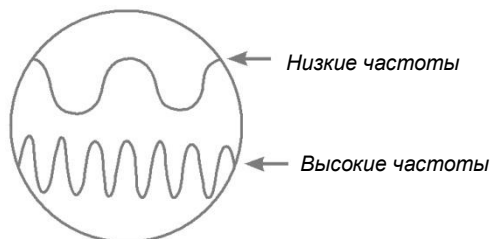


Рис. А

Т.к. ультразвук – высокочастотный сигнал, он обладает короткой длиной волны. Его свойства отличны от аудио или низкочастотного сигнала. Низкочастотные сигналы требуют меньшего количества энергии на прохождение определенного пути по сравнению с высокочастотным сигналом. (Рис. А)

Ультразвуковая технология, используемая прибором Ultraprobe, в основном использует ультразвуковые колебания, образуемые потоками воздуха. Которые связаны с передачей и приемом ультразвуковых волн через атмосферу без использования звукопроводящей среды (сопрягающей среды). Это позволяет совместить методы приема сигнала, полученного от одного или более источников по волноводам. Ультразвуковые колебания возникают практически при любом трении. Например, потерев большой палец об указательный, образуется звуковой сигнал, часть которого будет находиться в ультразвуковом спектре. Конечно, вы можете услышать звук от трения, но с использованием прибора Ultraprobe он будет во много раз сильнее.

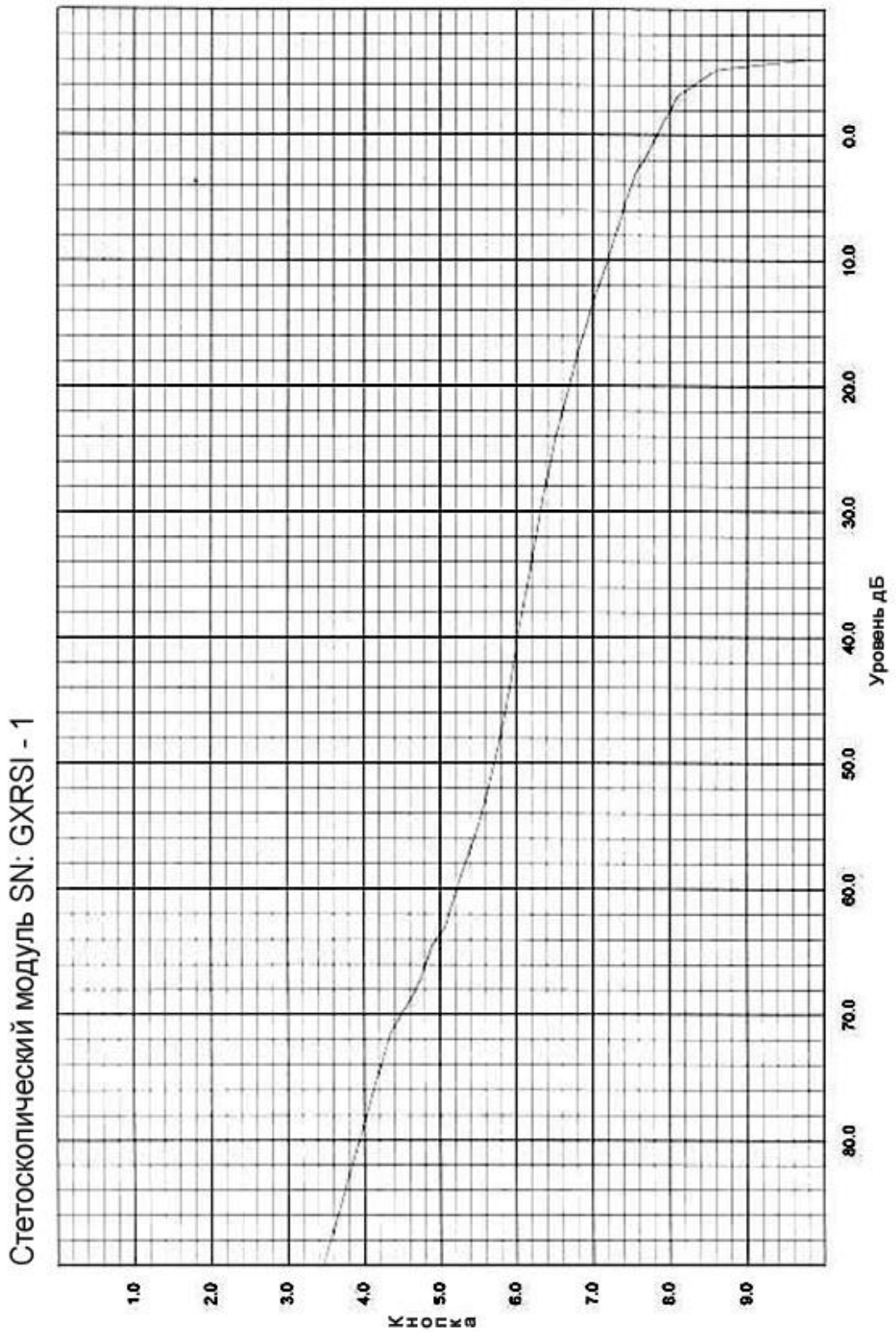
Причиной усиления сигнала служит то, что Ultraprobe преобразует ультразвуковую составляющую сигнала в аудио сигнал, а затем усиливает его. В связи с тем, что особенностью ультразвука является низкое значение его амплитуды, усиление сигнала – одна из самых главных функций. Хотя работающее оборудование испускает огромное количество сигналов всего спектра волн, ультразвуковая составляющая спектра является наиболее значимой. Долгое время в системах превентивного технического обслуживания подшипниковых узлов применялись узкоспециальные усилители аудио сигнала для определения степени износа подшипника. Но так как они могли воспринимать ТОЛЬКО аудио составляющую звуковых волн, результат был очень неточным. Незначительные изменения в работе подшипника без использования ультразвуковой диагностики невозможно уловить, т.е. долгое время они просто не учитывались. Когда получаемый от подшипника аудио сигнал мог быть интерпретирован как неудовлетворительный, подшипник необходимо было срочно менять. Ультразвуковая диагностика позволяет определить остаточный ресурс. В тот момент, когда в спектре звукового сигнала появилась ультразвуковая составляющая, подшипник имеет еще достаточный ресурс для того, чтобы вы могли запланировать требуемое техническое обслуживание. При определении утечек, ультразвуковой метод позволит быстро и точно определить место утечки, или области нескольких утечек не дольше, чем за минуту. Т.к. ультразвук – коротковолновый сигнал, то из всего спектра звука утечки он обладает наибольшей амплитудой, что позволяет его отчетливо слышать. В производствах с высоким уровнем шума, данный аспект ультразвука показывает его в еще более лучшем качестве.

Большинство окружающих звуков на производстве блокируют низкочастотную составляющую звукового спектра утечки, тем самым делая аудио составляющую спектра попросту бесполезной. Т.к. прибор Ultraprobe чувствителен только к ультразвуковой составляющей сигнала, то низкочастотные колебания не оказывают на него никакого влияния. Т.е. обследуя предполагаемую область утечки, пользователь может быстро определить ее точное месторасположение.

Электрические разряды, такие как искры, пробои и коронные разряды обладают ультразвуковой составляющей с большой амплитудой, т.е. их обнаружение достаточно просто. Так же как и при определении утечки, прибор Ultraprobe с легкостью может определить электрические разряды на шумном производстве.



ПЕРЕДАТОЧНАЯ ФУНКЦИЯ АТТЕНЮАТОРА  
ЭТО ПРИМЕР! Не используйте для вашего прибора



Тип проводимого тестирования:   
 Механическое: (описание) \_\_\_\_\_   
 Электрическое: (описание) \_\_\_\_\_   
 Опр. утечек: (описание) \_\_\_\_\_

---

Структурная схема оборудования (при необходимости)

Наименование: \_\_\_\_\_

---



---

Расположение: \_\_\_\_\_

---



---

**ИДЕНТИФИКАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ ОБСЛЕДУЕМОЙ ТОЧКИ**  
 (Например: НОМЕР ПОДШИПНИКА, МАРКИРОВКА НА ИЗОЛЯЦИИ, МАРКИРОВКА КЛАПАНА и т.д.)

ДАТА	ТИП МОДУЛЯ (КОНТАКТНЫЙ, СКАНИРУЮЩИЙ)	ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ	УСТАНОВКИ ЧАСТОТЫ	УСТАНОВКИ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ	ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ПРИБОР (РЕЖИМ Lin)	УРОВЕНЬ УСИЛЕНИЯ ДБ	ВЫПОЛНЕННЫЕ ДЕЙСТВИЯ ПРИ ИЗМЕРЕНИИ	ВЫПОЛНЕННЫЕ ДЕЙСТВИЯ ПО НАРЯДУ

	ФИКС. ДИАП- АЗОН	20 кГц	25 кГц	30 кГц	40 кГц	50 кГц	60 кГц	80 кГц	100 кГц	РЕКОМЕНД.* ШКАЛА ИЗМ.	МОДУЛЬ
КОНД. КЛАПАНА	X		X		X					LOG	Стетоскопический
ВЕНТИЛИ		X			X					LOG	Стетоскопический
УПЛОТНЕНИЯ (клапанов)	X		X				X		X	LOG	Стетоскопический
ПОДШИПНИКИ	X			X						LIN	Стетоскопический
УТЕЧКИ В ВАКУУМЕ/ВЫС. ДАВЛ. СИСТ.	X				X					LOG	Сканирующий
ЭЛЕКТРИЧЕСТВО (дуги, пробои, разряды)	X				X					LOG	Сканирующий
РЕДУКТОРЫ		X	X							LOG/LIN	Стетоскопический
НАСОСЫ (кавитация)	X	X	X							LOG	Стетоскопический
ТРУБОПРОВОД (подземный)	X	X			X					LOG	Стетоскопический
КОНДЕНС. ТРУБЫ	X				X					LOG	Сканирующий
ТЕПЛООБМЕННИКИ (тон. метод)	X									LOG	Сканирующий

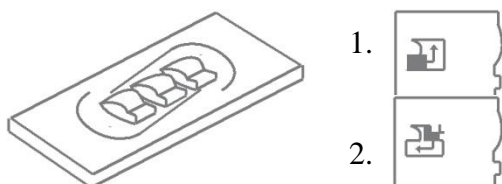


### Инструкция по смене секретного кода замка кейса

Заводская комбинация установлена в значение --0--0--0

Установка секретного кода:

1. Откройте кейс. Взгляните на обратную сторону замка внутри кейса, вы увидите рычаг смены секретного кода. Установите рычаг смены кода на середину замка так, чтобы его защелка находилась позади выемки (рис. 1).
2. Установите секретный код, поворачивая номерные диски в искомую комбинацию (например, день рождения, телефонный номер и т.д.).
3. Верните рычаг смены кода в исходное положение (рис. 2).
4. Для закрытия замка, поверните один или несколько номерных дисков в другое положение. Для открытия, установите свой секретный код.
5. ОХРАНЯЕТСЯ МЕЖДУНАРОДНЫМ ПАТЕНТНЫМ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВОМ



## UP2000 Спецификации

<b>Конструкция</b>	Ручной, в форме пистолета блок измерений из АВС-пластика и алюминия
<b>Схема</b>	Твердотельный гетеродинный приемник с темп. компенсацией
<b>Частотная характеристика</b>	Детектирует ультразвуковые частоты в пределах 20 кГц и 100 кГц с непрерывным изменением. Частоты преобразуются в спектр аудиочастот в пределах от 50 кГц до 3 кГц
<b>Зонды</b>	<p>Запатентованный <b>сканирующий модуль</b> Trisonic сменного типа, состоящий из фазированной решетки ультразвуковых преобразователей для приема ультразвуковых сигналов в воздухе. Этот зонд экранирован от радиочастотных помех;</p> <p><b>Резиновый фокусирующий зонд</b> (гибкий) конической формы двигается по сканирующему модулю для увеличения направленности приема сигнала и экранирования от паразитных ультразвуковых сигналов. Также может быть использован с модулем стетоскопа для экранирования от сильных ультразвуковых сигналов из окружающей среды, когда прибор работает при максимальной чувствительности.</p> <p><b>Модуль стетоскопа</b> сменного типа – изолированный щуп с высокочастотным экранированием; конец щупа длиной 14.4 см из нержавеющей стали конической формы для равномерного поверхностного контакта. Комплект удлинения стетоскопа: три отдельных стержня для увеличения диапазона контакта стетоскопа для 50.8 см и 76.2 см.</p>
<b>Передатчик</b>	Запатентованная технология передачи вибрирующего тона
<b>Наушники</b>	<p>Два наушника шумоизолирующего типа: соединенные проводом, монофонические. Импеданс 16 Ом. Ослабление шума свыше 23 дБ. Соответствуют или превышают требования ANSI и стандартов OSHA. Используются с защитной каской.</p>
<b>Индикаторы</b>	<p>Измеритель выхода – баллистический прибор; линейная шкала 0-100 для регистрации относительных величин. Точность прибора 1% по всей шкале. Светодиодный индикатор низкого напряжения внутреннего источника питания.</p>
<b>Батарея</b>	Автономная NiMH подзаряжаемая. СИСТЕМА ЗАРЯДКИ: стандартная от сети 110 В; также доступна зарядка от сети 220 В.
<b>Функции</b>	<p><b>Круговая шкала для перестройки частоты:</b> 20-100 кГц с положением "фиксированный диапазон" для очень узких частотных характеристик.</p> <p><b>Переключатель на два режима работы</b> для установки логарифмической или линейной шкалы прибора.</p> <p><b>Выбор дополнительного режима</b> – выход на графический регистратор: 0-50 мВ.</p> <p><b>Регулировка чувствительности</b> – прецизионный 10-ти оборотный регулятор чувствительности с оцифрованной шкалой для тонкой настройки усиления.</p> <p><b>Подпружиненный пусковой выключатель.</b></p> <p><b>Габаритные размеры</b></p>
<b>Чувствительность</b>	<p>Комплект в алюминиевом кейсе для переноски: масса 6.4 кг 47 x 37 x 17 см</p> <p>Пистолетный блок: масса 0.9 кг</p>
<b>Порог *</b>	Детектирование утечек диаметром 0.127 мм при давлении 0.34 бара на расстоянии 15.24 м. От 1 x 10 <sup>-2</sup> до 1 x 10 <sup>-3</sup> см <sup>3</sup> /с, приведенных к нормальным условиям
<b>Гарантия</b>	<p>1 год на детали/исполнение, стандартная</p> <p>5 лет с заполненной регистрационной картой</p>
<b>Режимы отображения</b>	<p>Логарифмический и линейный.</p> <p>* зависит от типа утечки</p> <p>** указывайте требования к искробезопасности при заказе прибора.</p>

**Хотите узнать больше о продукции и обучению?  
Свяжитесь с нами:**



UE Systems Europe, Windmolen 20, 7609 NN Almelo (NL)

e: [info@uesystems.eu](mailto:info@uesystems.eu)

w: [www.uesystems.ru](http://www.uesystems.ru)

t: +31 (0)546 725 125

f: +31 (0)546 725 126

**[www.uesystems.ru](http://www.uesystems.ru)**

