ТОЛЩИНОМЕРЫ УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ
В7-297

Руководство по эксплуатации

ЗАЯВЛЕНИЯ:

- ***«Знания принадлежат человечеству»*** *- исходя из этого принципа материалы данной документации являются свободными для использования без какого-либо разрешения со стороны компании ВОСТОК-7*
- *Все сведения в данной документации изложены добросовестно.*
- *В конструкцию изделий могут быть внесены незначительные изменения без предварительного уведомления.*
- *Любые замечания, исправления или пожелания в наш адрес касательно материалов данной документации и усовершенствования изделий всемерно приветствуются.*

ОБРАЩЕНИЯ:

- *Благодарим за Ваш выбор продукции компании ВОСТОК-7, изготовленной в соответствии с мировыми стандартами качества. Нами приложены все усилия для того, чтобы Вы были удовлетворены качеством на протяжении всего срока эксплуатации.*
- *Пожалуйста, уделите время внимательному прочтению данной документации, что позволит использовать изделие на всё 100%. Мы постарались изложить материал простым и доступным языком.*
- *Обновления и видеоматериалы с инструкциями выложены на сайте: WWW.VOSTOK-7.RU*
- *Если, несмотря на все наши усилия, Вы столкнётесь с трудностями при эксплуатации или у Вас возникнут уточняющие вопросы, пожалуйста, непременно свяжитесь с нами для получения поддержки.*

ПРОСЬБА:

- *Напишите отзыв через несколько месяцев эксплуатации нашего средства измерения. Отзыв необходим реальный, включая негативные оценки, если таковые будут, а также пожелания по улучшению изделий. Реальная обратная связь нам необходима для модернизации средств измерений Восток- 7, их адаптации под нужды пользователей.*

Оглавление

1. НАЗНАЧЕНИЕ И ПРИНЦИП РАБОТЫ 3
2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ 4
3. КОМПЛЕКТАЦИЯ 6
4. ВИД ТОЛЩИНОМЕРА С ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ, ДИСПЛЕЯ 7
5. ПРОЦЕДУРА ИЗМЕРЕНИЯ 8
5.1. Подготовка к измерению. 8
5.2. Измерение. 8
6. ТЕХНОЛОГИЯ ИЗМЕРЕНИЙ 11
7. Возможные ошибки при измерениях. 15
8. УХОД, ОБСЛУЖИВАНИЕ, ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ 16
9. СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ. 17
10. ГАРАНТИЯ И СЕРВИСНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ, ИЗГОТОВИТЕЛЬ. ИДЕНТИФИКАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ ПРИБОРА. . 17

1. НАЗНАЧЕНИЕ И ПРИНЦИП РАБОТЫ

Уважаемый покупатель!

Благодарим за выбор продукции ООО «Восток-7» - толщиномера ультразвукового модификации В7-297 (далее толщиномер). С целью обеспечить продолжительный срок безотказной службы и высокую точность этого оборудования настоятельно рекомендуется придерживаться приведенных ниже инструкций. Мы непрерывно совершенствуем и постоянно развиваем свои наработки. По этой причине возможны незначительные расхождения между текстом и иллюстрациями в настоящем документе и конкретным изделием. Изготовитель сохраняет за собой право внесения изменений в конструкцию и объём поставки, право внесения дальнейших технических улучшений и все права, связанные с переводом этой документации.

Толщиномеры предназначены для ручного контактного измерения толщины изделий из металлов и их сплавов, пластмасс, керамик, эпоксидных смол, стекла и других материалов, изготовленных из материалов с затуханием ультразвуковых колебаний, в том числе изделий с корродированными поверхностями или поверхностей с неметаллическим покрытием (лак, краска, изоляция и т. п.). Контролируемые изделия должны иметь две параллельные поверхности с максимальной шероховатостью до Rz = 80 мкм со стороны ввода ультразвукового сигнала и до Rz = 160 мкм с противоположной стороны.

Принцип измерения толщины с помощью волн ультразвуковых колебаний аналогичен принципу измерения с помощью волн видимого света. Ультразвуковые волны, излучаемые преобразователем, достигают объекта и распространяются в нём. Когда ультразвуковые волны достигают граничной поверхности материала, они отражаются обратно к преобразователю. Толщину материала можно определить, точно измерив время распространения в нем ультразвуковых колебаний.

Толщиномеры могут работать с разными типами ультразвуковых пьезоэлектрических преобразователей (далее ПЭП или преобразователь), предназначенными для измерения конструкционных изделий различной толщины и состоянием поверхности: с высокой температурой, корродированными или с покрытием.

Толщиномеры предназначены для измерения толщины изделий при одностороннем доступе к контролируемому объекту.

Толщиномеры предназначены для измерения толщины изделий с плоской и цилиндрической выпуклой поверхностями со стороны контакта с ультразвуковым преобразователем.

Толщиномеры предназначены для эксплуатации в лабораторных и цеховых условиях, допускается использование прибора в полевых условиях.

Следует неукоснительно выполнять требования по эксплуатации, обслуживанию и ремонту, указанные в настоящей инструкции.

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Наименование	Параметр
Диапазон измерения толщины, мм:	
- преобразователь PT-5	
по стали	от 2,0 до 300,0
через покрытие, в т. ч. коррозию	от 3,0 до 35,0
- преобразователь GT-5	от 2,0 до 100,0
- преобразователь XT-5	от 0,7 до 90,0
Точность (дискретность, шаг отсчёта) измерения, мм	0,1 / 0,01
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений толщины (по стали), мм	
- преобразователь PT-5	
в диапазоне измерений от 2,0 до 10,0 мм включ.	±0,5
в диапазоне измерений св. 10,0 до 300,0 мм	±(0,01H+1)
- преобразователь GT-5	
в диапазоне измерений от 2,0 до 9,0 мм включ.	±(0,005H+0,1)
в диапазоне измерений св. 90,0 до 100,0 мм	±(0,01H+1)
- преобразователь XT-5	
в диапазоне измерений от 0,7 до 40,0 мм включ.	±(0,005H+0,1)
в диапазоне измерений св. 40,0 до 90,0 мм	±(0,01H+1)
H – измеренное значение толщины, мм	
Радиус кривизны поверхности полого цилиндра (стальной трубы), min, мм - для преобразователя с частотой 2 и 5 МГц	20
Толщина стенки полого цилиндра (стальной трубы) при минимальном радиусе кривизны, min, мм - для преобразователя с частотой 2 и 5 МГц	1.2
Диапазон измерения скорости ультразвука, м/с	1000…9999
Шероховатость поверхности со стороны ввода УЗК, max, Rz мкм	80
Шероховатость поверхности со стороны, противоположной стороне ввода УЗК, max, Rz мкм	160
К-во дополнительных подключаемых преобразователей, в т. ч. высокотемпературных (*)	3 (1*)
Длина кабеля преобразователя, не менее, мм	900
Температура поверхности контролируемых изделий, °C	-10…+60 (+400*)
Память	400 значений
Температурный диапазон окружающей среды при работе толщиномера, °C	0…+35
Верхнее значение относительной влажности при 35 °C, %	90
Элементы питания: от батарей или аккумуляторов	2 шт. 1,5 V тип AA
Время работы при полной зарядке и выкл. подсветке экрана, ч	не менее 90
Время авто выключения прибора, мин	3
Гарантийный срок эксплуатации, мес	12
Габаритные размеры Д*Ш*В, мм	70*30*125
Масса прибора (без элементов питания), кг	0,25

Толщиномер **В7-297**. Типы преобразователей с характеристиками						
Модель	Диапазон по стали, мм	Ø контактного элемента, мм	Частота, МГц	Рабочая температура ^{0}С	Мин. предел*, мм	Назначение, описание.
Преобразователи для стандартных измерений						
РТ-5 без пружины**	2…300	10	5	-10…+70	20х3	Входит в базовый комплект В7-297. Дополнительный режим измерения толщины через покрытие: изделий с корродированными поверхностями или поверхностей с неметаллическим покрытием (лак, краска, изоляция и т. п.).
РТ-5 с пружиной**	1…300	10	5	-10…+70	20х3	По заказу: преобразователь помещён внутрь каретки с пружиной. Каретка имеет боковые цилиндрические выемки для удобства измерения на прутках и тонких трубах. Встроенные пружины обеспечивают плотное прилегание преобразователя к криволинейной поверхности трубы или гиба с нормированным усилием, что даёт возможность контролировать изогнутые поверхности в широком диапазоне диаметров.
ХТ-5**	0,8…90	6	5	-10…+70	20х3	По заказу: миниатюрный датчик для измерения в малых трубах
Преобразователи для высокотемпературных поверхностей						
GT-5**	2…300	12	5	0…+400	20х3	По заказу.

Мин. предел- мин. радиус кривизны х мин. толщина стенки полого цилиндра (стальной трубы) при минимальном радиусе кривизны.*

*** - типы преобразователей, на которые оформляется поверка толщиномера.*

Набор доступных типов преобразователей постоянно обновляется, актуальные данные представлены на сайте производителя по адресу: www.vostok-7.ru

PT-5 без пружины			
PT-5c пружиной	XT-5	GT-5	CT-2.5

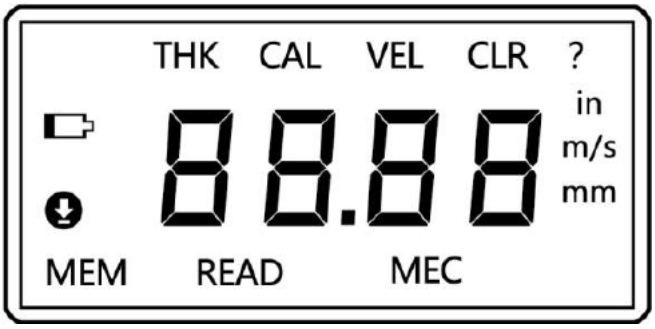
3. КОМПЛЕКТАЦИЯ.

Базовая комплектация:	**К-ВО**
Блок электронный без батареек	1 шт.
Преобразователь PT-5 без пружины (базовый) 5 МГц	1 шт.
Ёмкость 100 мл с контактной смазкой	1 шт.
Руководство по эксплуатации	1 экз.
Методика поверки МП 203-34-2020	1 экз.
Упаковочный кейс для хранения и переноски	1 шт.
Дополнительная комплектация (по заказу):	
Преобразователи различного назначения: PT-5 с пружиной, XT-5, GT-5 и CT-5	На заказ
Калибровочные образцы / меры толщины	На заказ
Контактная смазка для обычного применения и высокотемпературная контактная смазка	На заказ

4. ВИД ТОЛЩИНОМЕРА С ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ, ДИСПЛЕЯ

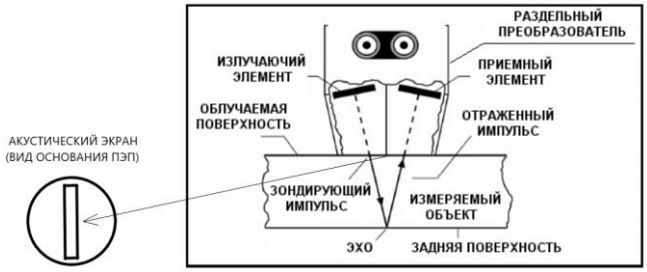
Электронный блок толщиномера

КЛАВИАТУРА



ДИСПЛЕЙ

	индикатор заряда питания
	индикатор наличия акустического контакта
THK	режим измерения толщины
CAL	режим калибровки
VEL	режим измерения скорости звука
CLR	удаление памяти
?	подтверждаете действие?
MEM	режим памяти
READ	просмотр данных
MEC	режим измерения через покрытие
in	значение толщины в дюймах
m/s	значение скорости звука
mm	значение толщины в миллиметрах



ПЭП – пьезоэлектрический преобразователь

5. ПРОЦЕДУРА ИЗМЕРЕНИЯ

5.1. Подготовка к измерению.

5.1.1. **Выбор оператора**. Оператор ультразвукового толщиномера должен иметь навыки работы с подобным оборудованием. Он должен быть знаком с основами измерений при помощи ультразвука. Оператор должен знать:

- Теорию распространения звуковых волн.
- Поведение звуковых волн на границе соприкосновения двух различных материалов.
- Зону охвата ультразвукового луча.

Более подробную информацию об обучении персонала, квалификации и сертификации можно получить в соответствующих организациях.

В процессе измерения информация о толщине может быть найдена только в пределах, ограниченных затуханием ультразвукового луча конкретного ультразвукового преобразователя (ПЭП) и чувствительностью прибора. Оператор должен быть очень внимателен, делая выводы о результатах измерений.

Объекты, имеющие сильно корродированные или поврежденные эрозией поверхности, должны измеряться только опытными операторами.

5.1.2. **Выбор места контроля**. Параметры поверхности контролируемого изделия (шероховатость, радиус кривизны, температура и толщина) должны соответствовать техническим характеристикам толщиномера (п.2). Место контроля должно быть свободно от пыли и грязи, а также следов коррозии и различных покрытий (кроме датчиков, специализированных для измерений такой коррозии и покрытий).

5.1.3. **Выбор преобразователя.** Подберите необходимый тип преобразователя согласно техническим характеристикам (п.2). Преобразователь, используемый при измерениях, должен быть в хорошем состоянии, без видимых повреждений контактной поверхности. Поврежденный или загрязненный преобразователь приводит к некорректным результатам измерений. Пределы, в которых будет проводиться измерение должны соответствовать допустимой толщине, которую можно измерять данным преобразователем. Проверьте целостность сигнального кабеля и мест его соединения с разъёмами и преобразователем. Температура поверхности измеряемого объекта не должна выходить за пределы, указанные в документации преобразователя.

5.1.4. **Выбор контактной смазки.** Чтобы дать возможность ультразвуку распространяться в материале, необходимо создать тонкий соединяющий слой между поверхностью материала и поверхностью преобразователя, что обеспечит акустический контакт. Для снижения погрешностей при измерениях пользователь должен внимательно подойти к выбору контактной смазки. Чтобы уменьшить погрешность измерений из-за шероховатости, можно применить вместо связующего геля более консистентную смазку.

5.1.5. **Статирование.** Если толщиномер находился в условиях, резко отличающихся от рабочих, подготовку к измерениям следует начать после выдержки в нормальных условиях в течение 24 ч. Преобразователь и объект контроля должны быть выдержаны в одних и тех же рабочих условиях не менее 2 ч перед началом измерений.

5.2. Измерение.

5.2.1. Вставьте оба разъёма преобразователя в гнёзда на верхнем торце электронного блока – любой разъём в любое гнездо. Электронный блок толщиномера автоматически распознаёт тип подключенного ПЭП.

5.2.2. Включите питание толщиномера.

Принцип измерения толщины состоит в том, что прибор измеряет время распространения ультразвукового импульса через толщину измеряемого объекта и на основе этого формирует результат. Перед использованием прибор должен быть настроен и калиброван для возможности отображения информации в миллиметрах. Изначально толщиномер измеряет непосредственно время в микросекундах.

5.2.3. ПЭП. Преобразователь производит измерения только при наличии на дисплее значка – индикатора наличия акустического контакта.

5.2.4. Калибровка толщиномера.

Для точного измерения толщины необходимо откалибровать задержку в призме преобразователя, т. к. она чуть отличается для каждого преобразователя внутри любой заводской серии и, кроме того, зависит от температуры, при которой проводятся измерения. Коррекция призмы проводится по стандартному образцу стальной пластины толщиной 3 мм, вмонтированной в лицевой стороне на корпусе прибора.

Нанесите слой смазки на стандартный образец на корпусе толщиномера, нажимайте клавишу **CAL / MENU** циклического меню пока в верхней строке дисплея не появится надпись **CAL** и прижмите контактную поверхность преобразователя к образцу – убедитесь, что индикатор наличия акустического контакта в левой части дисплея загорелся. Прибор произведет необходимые вычисления и на дисплее отобразиться 3,0 – значение толщины встроенного стандартного образца и прибор сразу автоматически выйдет из режима калибровки и перейдёт в режим измерений – в верхней строке появится надпись **THK**.

Режим калибровки	**Режим измерения толщины**

Важно:

- процедуру калибровки необходимо производить каждый раз при смене преобразователя / изменении температуры окружающей среды / после продолжительного простоя толщиномера / замене элементов питания;
- если индицируемое дисплеем значение отличается от 3,0 мм более чем на ±0,1 мм, толщиномер следует вернуть для поверки в сервисную службу

5.2.5. Настройка скорости звука.

Каждый материал имеет свою, зависящую от многих факторов скорость распространения ультразвуковых колебаний внутри него. Помимо марки сплава, на скорость оказывают влияние: способ изготовления (прокатка, литье и пр.), термическая обработка, размер зерна, температура, при которой проводится контроль и пр. Учёт правильной скорости распространения УЗК является одним из основных факторов для точных измерений.

Если скорость звука в материале вам известна, то нажимайте клавишу **CAL / MENU** циклического меню пока в верхней строке дисплея не появится надпись **VEL** (с ранее установленной скоростью, напр. 5900 м/с) и нажатием клавиш стрелок **ВВЕРХ/ВНИЗ** откорректируйте индицируемое на дисплее значение скорости звука до необходимой величины (напр. 6200 м/с).

Режим измерения скорости звука	

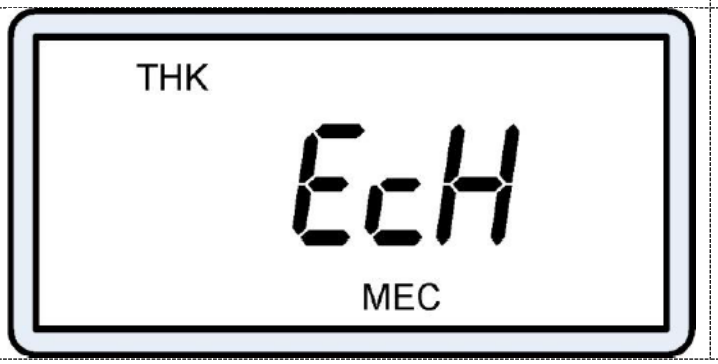
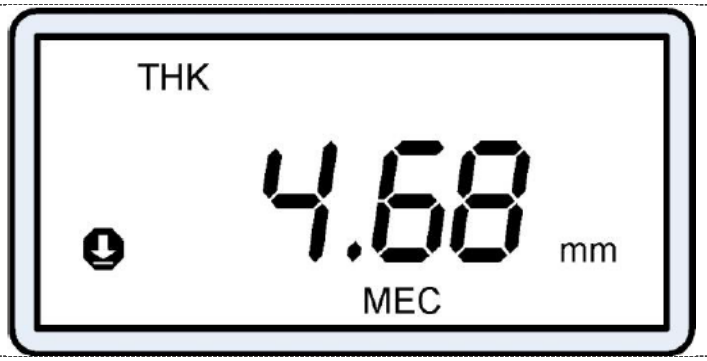
Для быстрой смены значений нажмите и удерживайте нажатой клавиши стрелок **ВВЕРХ/ВНИЗ.*

5.2.6. Измерение толщины.

Переход в режим измерения толщины возможен любым из трёх способов:

- нажатием клавиши Питание ВКЛ;
- не важно в каком режиме меню находится включённый прибор: как только преобразователь коснётся объекта измерения и на дисплее отобразится индикатор наличия акустического контакта – толщиномер автоматически переключиться в режим измерения толщины;
- в режиме просмотра данных памяти нажмите клавишу **CAL / MENU**

ТНК – ИЗМЕРЕНИЕ ТОЛЩИНЫ В ОБЫЧНОМ РЕЖИМЕ (не через покрытие)	
Включите питание, в верхней строке появится **ТНК**	Нанесите контактную смазку на место контроля объекта и прижмите к нему преобразователь. После появления в левом углу значка наличия акустического контакта будет произведён замер и появится значение измеренной толщины контролируемого объекта.

МЕС – ИЗМЕРЕНИЕ ТОЛЩИНЫ ЧЕРЕЗ ПОКРЫТИЕ	
Включите питание и нажимайте клавишу **CAL / MENU** циклического меню пока на дисплее не появится надпись **EcH**, затем нажмите клавишу ENTER и в нижней строке появится надпись **МЕС** – режим измерения толщины через покрытие активирован.	В этом режиме доступно измерение толщины через покрытия: изделий с корродированными поверхностями или поверхностей с неметаллическим покрытием (лак, краска, изоляция и т. п.). Для выхода из режима МЕС снова нажмите и удерживайте клавишу **ENTER**.
	

Внимание: во избежание повреждения контактной поверхности преобразователя не допускается его «притирание» к поверхности контролируемого объекта.

Снимите с объекта ультразвуковой преобразователь. При этом значок акустического контакта исчезнет, а значение толщины останется на дисплее.

5.2.7. Измерение скорости звука.

Эта операция необходима в том случае, если скорость звука в контролируемом изделии не известна. Её можно определить на специальном образце (т. е. изготовленном из того же самого материала, желательно – по одной и той же технологии и тех же самых размеров), у которого необходимо измерить толщину при помощи штангенциркуля или микрометра, а полученное значение толщины зафиксировать. В качестве специального образца рекомендуется использовать изделие с толщиной >10 мм.

Нажимайте клавишу **CAL / MENU** циклического меню пока в верхней строке дисплея не появятся две надписи **THK** и **VEL**, на дисплее отобразится ранее сохранённое в приборе значение толщины (напр. 24,00 мм).	Нажатием клавиш стрелок **ВВЕРХ/ВНИЗ** откорректируйте индицируемое на дисплее значение до зафиксированного значения толщины, полученного при помощи штангенциркуля или микрометра (напр. 32,00 мм). Нажмите **ENTER** для сохранения значения в памяти.
Произведите измерение на вашем специальном образце и значение скорости звука в нём отобразится на дисплее (напр. 6900 м/с), после чего оно автоматически сохранится в памяти прибора и толщиномер переключится в режим измерения толщины.	Если установленное значение толщины значительно отличается от реального значения толщины изделия, то на дисплее отобразится ошибка E 01 и прибор не сможет замерить новую скорость.

6. ТЕХНОЛОГИЯ ИЗМЕРЕНИЙ

6.1.1. **Очистка поверхности, коррозия.**

Перед измерениями, пожалуйста, очистите объект от пыли, грязи и ржавчины, а также снимите с него любое покрытие: краску и т.п. При контроле изделий с сильно корродированными поверхностями хорошие результаты может дать применение густых консистентных смазок типа ЦИАТИМ, солидол и т.п., которые “заполняют” впадины. При этом, возможно, необходимо увеличить усилие прижима при установке преобразователя для уменьшения толщины слоя смазки и его влияния на результат измерений. Хороший результат может дать включение режима измерений с фиксацией минимума. Следует учитывать, что при шероховатой или корродированной поверхности изделий толщиномер измеряет расстояние от контактной поверхности преобразователя до “впадин” на отражающей поверхности (поверхности со стороны, противоположной стороне ввода УЗК). При контроле сильно корродированных или очень шероховатых участков изделий, возможно, что отражённый звуковой импульс не будет улавливаться приёмной пластиной преобразователя, т.е. будет отсутствовать индикация акустического контакта. Это означает, что контроль толщины на данном участке изделия невозможен.

6.1.2. **Улучшение параметра шероховатости.**

Слишком грубая поверхность может привести к появлению ошибочных результатов измерений. Перед измерениями, пожалуйста, с помощью шлифовки, полировки, опиливания и т. п. сделайте поверхность объекта более гладкой, согласно характеристикам в п.3 или используйте контактную смазку с высокой вязкостью, напр. ЦИАТИМ.

6.1.3. **Обработанная на станке поверхность с неровностями.**

Регулярные впадины на поверхности, обработанной на станке (например, на токарном или продольно-строгальном) также могут привести к появлению ошибочных результатов измерений. Бороться с этим можно так же, как и в разделе 6.2. Кроме того, регулируя положение акустического экрана (слой металла, проходящий через центр дна преобразователя) на контактной поверхности преобразователя относительно впадин так, чтобы акустический экран был перпендикулярен или параллелен впадинам, и используя при измерениях толщины режим фиксации минимума, можно получить более точные результаты.

6.1.4. **Измерения на цилиндрических поверхностях.**

При измерениях цилиндрических объектов, таких как трубы, нефтепроводы, гибы и т.п., очень важно выбрать правильный угол между акустическим экраном на контактной поверхности преобразователя и осевой линией объекта измерений. Введите преобразователь в контакт с объектом измерений, установите акустический экран на контактной поверхности преобразователя перпендикулярно или параллельно осевой линии объекта, покачайте преобразователь вертикально по осевой линии объекта, результаты измерений при этом будут постоянно изменяться на экране. В качестве точного значения толщины объекта выберите из отображаемых показаний минимальный результат.

Выбор угла между акустическим экраном на контактной поверхности преобразователя и осевой линией объекта зависит от кривизны поверхности последнего. Для труб большого диаметра акустический экран на контактной поверхности преобразователя должен быть перпендикулярен осевой линии объекта; для труб малого диаметра акустический экран на контактной поверхности преобразователя может быть и перпендикулярен, и параллелен осевой линии объекта. В любом случае в качестве толщины принимают минимальное показание.

6.1.5. **Сложные поверхности.**

Когда объект измерений имеет сложную поверхность (например, колено трубы), то при измерениях можно использовать приёмы, изложенные в разделе 6.4. Разница состоит в том, что необходимо проанализировать два результата, когда акустический экран на контактной поверхности преобразователя перпендикулярен и параллелен осевой линии, и выбрать в качестве толщины минимальный результат.

6.1.6. **Не параллельные поверхности.**

Чтобы получить удовлетворительный результат, необходимо, чтобы противоположная поверхность объекта была параллельна или коаксиальная поверхности, с которой проводятся измерения. В противном случае результат измерений может быть ошибочным или его вовсе может и не быть.

6.1.7. **Влияние температуры материала.**

Температура влияет и на толщину, и на скорость распространения ультразвука. Если к точности измерений предъявляются высокие требования, то можно использовать метод сравнения с контрольным образцом, то есть, использовать контрольный образец из того же самого материала для измерений при той же самой температуре, получить коэффициент температурной компенсации и использовать этот коэффициент при измерениях на объекте.

6.1.8. **Материалы с высоким коэффициентом затухания.**

Для некоторых материалов, таких как волокнистые, пористые и крупнозернистые материалы, может наблюдаться большое рассеяние и затухание энергии ультразвуковых колебаний, которое может вызвать появление неправильных показаний или даже их полное отсутствие (обычно неправильные показания меньше реальной толщины). В таких случаях измерения данным прибором на деталях из таких материалов не проводятся.

6.1.9. **Калибровочные образцы / меры толщины.**

При проведении точных измерений на различных материалах при различных условиях, чем ближе калибровочный / контрольный образец к объекту измерений, тем точнее измерения. В идеальный набор калибровочных образцов должны входить контрольные образцы различной толщины (в т.ч. образец-ступенька), выполненные из материала, на котором проводятся измерения. Контрольные образцы могут обеспечить получение калибровочных коэффициентов для прибора (для компенсации микроструктуры

материала, условий термической обработки, ориентации зёрен, шероховатости поверхности и т.д.). Для обеспечения высоких требований по точности измерений набор контрольных образцов имеет очень большое значение.

В большинстве случаев удовлетворительную точность измерений можно получить с одним контрольным образцом, аналогичным объекту контроля по материалу и толщине. Возьмите ровную деталь, измерьте её микрометром и используйте в качестве контрольного образца.

Для тонких объектов, толщина которых близка к нижнему пределу диапазона измерений преобразователя, можно использовать контрольный образец для точного определения нижнего предела. Никогда не проводите измерения на деталях, толщина которых меньше этого нижнего предела. Если диапазон толщин можно оценить, то толщина контрольного образца должна быть выше предела.

Когда деталь толстая, особенно если это литая деталь со сложной внутренней структурой, то выберите, пожалуйста, из комплекта контрольных образцов такой образец, который подобен объекту контроля, и тогда можно получить идеальную калибровку.

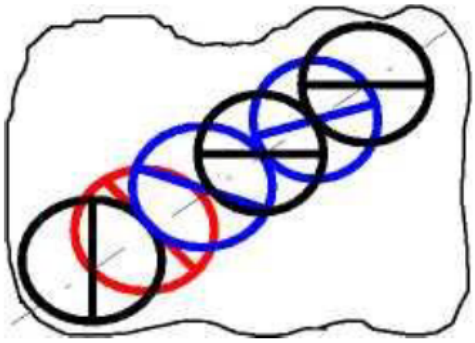
Большинство литых деталей и поковок имеют ориентированную структуру. Скорость звука в различных направлениях несколько отличается. Эта проблема решается, если контрольной образец имеет структуру с той же ориентацией, что и объект измерений, и если направление ультразвуковых волн при измерении в нём такое же, как и в объекте измерений.

В некоторых случаях таблица скорости распространения звука может заменить контрольный образец. Но эта замена может оказаться и приблизительной. В некоторых случаях значение скорости распространения звука будет несколько отличаться от реального измеренного значения, так как на этот параметр оказывает влияние разность физических характеристик и химического состава. Такой способ измерений обычно используется для низкоуглеродистых сталей, кроме того, его можно использовать только для грубых измерений.

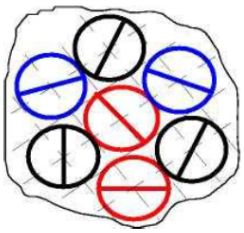
Толщиномер может измерять скорость звука. Сначала измерьте скорость звука, а затем проведите измерения на детали, используя измеренную скорость звука.

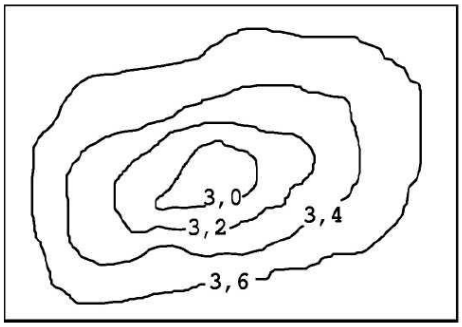
6.1.10. **Различные способы измерений.**

- Способ единичного измерения: измерения проводятся в одной точке.
- Способ двойного измерения: измерения преобразователем проводятся в одной точке дважды. В ходе второго измерения пластину акустического экрана на контактной поверхности преобразователя ориентируют перпендикулярно расположению при первом измерении, т.е. повернув ПЭП по или против часовой стрелки на 90 гр, а в качестве точного значения толщины детали берут минимальный результат измерений.
- Многоточечный способ измерения: проводят в зоне несколько измерений, поворачивая ПЭП по или против часовой стрелки, а в качестве точного значения толщины детали берут минимальный результат измерений.



Линейное планирование: проведение измерений (включая вращение ПЭП) с постоянным шагом вдоль намеченной линии.





Матричное планирование: проведение измерений (включая вращение ПЭП) по намеченным координатам с получением карты распределения толщины.

Если при контроле изделия толщиномер устойчиво показывает значение, заведомо меньшее толщины изделия в данной точке, то это может свидетельствовать о наличии раковины, неоднородности и пр. В этом случае рекомендуется дополнительно провести контроль этого участка ультразвуковым дефектоскопом или другим способом (напр. магнитным или рентгеноскопическим).

6.1.11. **Выбор и замена преобразователя.**

Тип преобразователя для измерения толщины должен производиться исходя из технических характеристик, указанных в п.3.

Износ акустической пластины преобразователя влияет на результаты измерений. Если произойдёт нижеперечисленное, пожалуйста, замените преобразователь.

- при измерениях разных толщин всегда отображается одно и то же значение.
- при подсоединении преобразователя на экране присутствует символ эхо-сигнала или отображается результат измерений, когда измерения ещё не проводились.

6.1.12. **Измерения на литье.**

Измерения на литье имеют особенности. Кристаллы литья крупные, его структура недостаточно плотная, кроме того, очень крупные кристаллы затрудняют измерение толщины.

Прежде всего, крупнозернистая и не плотная структура служат причиной высокого коэффициента затухания звуковой энергии. Затухание обусловлено тем, что звуковая энергия в материале рассеивается и поглощается. Коэффициент затухания очень тесно связан с размерами зёрен и частотой ультразвука. Для одной и той же частоты затухание увеличивается с ростом диаметра кристаллов, но его максимум ограничен. По достижении этого максимума, если диаметров кристаллов увеличивается, то коэффициент затухания остаётся неизменным. При прозвучивании на разных частотах затухание увеличивается с ростом частоты.

Во-вторых, вследствие крупнозернистой структуры, а также в случае образования отдельных крупных кристаллов, может иметь место аномальное отражение, то есть эхо-сигналы в виде «травы» или трёхглавые эхо-сигналы, таким образом, результаты измерений могут быть ошибочными и привести к неправильному заключению.

В-третьих, вследствие крупнозернистой структуры наблюдается анизотропия упругости металла, которая приводит к разности скорости распространения звука в разных направлениях, максимальная разность может достигать 5,5%. кроме того, плотность в различных местах детали разная, что может также вызвать разницу в скорости звука. Все эти причины увеличивают погрешность измерений. Поэтому при измерениях на литье следует быть очень внимательным.

При измерениях на литье, пожалуйста, обратите внимание на следующее:

При измерениях на литье, поверхность которого не подвергалась механической обработке, пожалуйста, используйте в качестве контактной среды машинное масло, консистентную смазку или жидкое стекло.

Калибровку по скорости звука проводите на контрольном образце из того же самого материала, что и объект измерений, причём направление прозвучивания в контрольном образце и в объекте измерений должны совпадать.

7. Возможные ошибки при измерениях.

7.1.1. **Чрезвычайно тонкие детали.**

Для любого ультразвукового толщиномера при измерениях на объекте, толщина которого меньше нижней границы рабочего диапазона преобразователя, результаты измерений могут быть ошибочными. При необходимости измеряйте толщины, соответствующие нижней границе путём сравнения с контрольными образцами.

При измерениях на сверх тонких объектах иногда может иметь место ошибка измерений, которая называется «двойное отражение», в этом случае отображаются показания, которые в два раза больше действительной толщины. Другая ошибка измерений называется «огибающая импульса с циклическими пиками», результаты измерений при этой ошибке больше действительной толщины. Чтобы исключить подобные ошибки, пожалуйста, проводите повторные измерения для проверки результата.

7.1.2. **Ржавчина, коррозия и коррозионные язвины.**

Ржавчина и коррозионные язвины на донной поверхности объекта могут привести к непредсказуемым изменениям результатов измерений. Крайнее проявление их влияния – отсутствие показаний. Небольшое количество ржавчины выявить очень тяжело. Если обнаружена коррозионная язва или есть подозрения, то следует быть очень внимательным при измерениях в таких местах. В такой ситуации можно провести несколько измерений, изменяя ориентацию акустического экрана на контактной поверхности преобразователя.

7.1.3. **Ошибки идентификации материала.**

При калибровке прибора на одном материале и последующем использовании его для проведения измерений на другом материале результаты измерений могут быть ошибочными. Пожалуйста, будьте внимательны при выборе скорости звука.

7.1.4. **Износ преобразователя.**

Поверхность преобразователя выполнена из аллиловой пластмассы, при длительном употреблении шероховатость этой поверхности возрастает, а чувствительность преобразователя снижается. Если пользователь уверен, что это явление является причиной ошибок, то можно обработать эту поверхность наждачной бумагой или точильным камнем с маслом, чтобы сделать её гладкой и плоскопараллельной. Если стабильности результатов не удалось добиться, значит нужно заменить преобразователь.

7.1.5. **Соединение внахлёст и композиционные материалы.**

Измерения на деталях, установленных внахлест без контакта выполнить невозможно, так как ультразвуковые волны в отсутствии контакта не распространяются. Ультразвуковые волны не могут проходить через композиционный материал с одинаковой скоростью. Поэтому ультразвуковые толщиномеры не используются для измерений на соединениях внахлёст и на композиционных материалах.

7.1.6. **Влияние оксидированной поверхности металлов.**

На поверхности некоторых материалов, таких как алюминий и т.п., может образовываться плотный слой окислов. Этот слой прочно связан с основанием и не может служить заметной помехой, но скорость распространения ультразвуковых волн в нём отличается, что может привести к ошибке. Помимо этого, различная толщина оксидированного слоя приводит к различным ошибкам. Пожалуйста, будьте внимательны. Можно сделать эталонную деталь, взяв одну из партии, измерив её с помощью микрометра или штангенциркуля, и использовать её для калибровки прибора.

7.1.7. **Выпадающие результаты измерения толщины.**

Оператор должен уметь идентифицировать выпадающий результат. Причинами выпадающих результатов, главным образом могут быть ржавчина, коррозия, коррозионные язвины и внутренние дефекты объекта измерений. За решением этих проблем обратитесь, пожалуйста, к главам 5 и 6.

7.1.8. **Использование и выбор контактной смазки.**

Контактная смазка служит для передачи энергии высокочастотных колебаний между датчиком и объектом измерений. Если контактная смазка выбрана или используется неправильно, то это приводит к ошибочным результатам или к мерцанию индикатора контакта, что означает невозможность проведения измерений. Контактную смазку следует наносить в должном количестве и равномерным слоем.

Очень важно выбрать соответствующую контактную смазку. Если поверхность гладкая, то лучше использовать вещество с низкой вязкостью (такое, как контактная смазка, поставляемая с прибором, лёгкое моторное масло и т.п.). Если поверхность грубая или располагается вертикально или в потолочном

положении, то можно использовать вещество с высокой вязкостью (такое, как глицериновая смазка, консистентная смазка, ЦИАТИМ и т. п.).
Везде можно найти различные контактные смазки разных составов.

8. УХОД, ОБСЛУЖИВАНИЕ, ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ.

8.1.1. **Очистка калибровочных образцов.**

Поскольку на калибровочные образцы / меры толщины (если они поставляются с прибором) и на стандартный образец 3 мм в корпусе прибора при использовании наносят контактную среду, пожалуйста, оберегайте их от ржавчины. После измерений образцы следует очищать. В жаркую погоду никогда не допускайте попадания на образцы капель пота. Если образцы долго не используются, пожалуйста, смажьте их маслом, чтобы защитить от ржавчины. Если после этого потребуется использовать такой образец, сначала очистите его и только потом используйте.

8.1.2. **Очистка корпуса прибора.**

Спирт и растворители разъедают корпус прибора, особенно жидкокристаллический дисплей. Поэтому для очистки прибора можно использовать только чистую воду.

8.1.3. **Защита преобразователя.**

Поверхность преобразователя выполнена из аллиловой пластмассы, которая легко царапается грубой поверхностью. Поэтому в ходе работы, пожалуйста, не прижимайте преобразователь к поверхности объекта с чрезмерным усилием. При измерениях на грубой поверхности, пожалуйста, сведите к минимуму царапанье рабочей поверхности преобразователя.
Когда измерения проводятся при нормальной температуре, температура поверхности объекта измерения не должна превышать 60°С, в противном случае преобразователь использовать нельзя.
Масло и грязь приводят к старению и растрескиванию кабеля преобразователя, так что, пожалуйста, после работы удаляйте с кабеля грязь.

8.1.4. **Замена батареек.**

Когда сработает сигнализация падения напряжения, пожалуйста, вовремя замените батарейки: выключите прибор, откройте отделение для батареек, выньте старые батарейки, вставьте новые батарейки. Пожалуйста, обращайте внимание на полярность батареек. Если прибор не будет использоваться длительное время, пожалуйста, выньте батарейки, чтобы избежать их протечек и коррозии в отсеке для батареек и контактов.

8.1.5. **Воздействие внешней среды.**

Воздействие влаги и удары необходимо полностью исключить.

8.1.6. **Обслуживание.**

Если ошибка измерений слишком большая, обратитесь к главам 7, 8. Если Вы столкнулись с проблемами, перечисленными ниже, пожалуйста, свяжитесь с нами:

- часть прибора повреждена и проводить измерения невозможно;
- жидкокристаллический дисплей не работает должным образом;
- при работе в нормальных условиях ошибка измерений слишком велика;
- клавиатура не работает или работает с нарушениями.

Поскольку прибор является высокотехнологичной продукцией, его обслуживание должен проводить профессионально подготовленный персонал. Пользователь не должен сам разбирать и чинить прибор.

8.1.7. **Транспортирование.**

Транспортирование и хранение толщиномера осуществляют упакованным в специальную тару или кейс, входящими в комплект поставки.
Транспортирование толщиномера может осуществляться любым видом транспорта, предохраняющим от непосредственного воздействия осадков, при температуре окружающей среды от -25…+55 ^{0}С (ГОСТ 12997 п. 2.24). При транспортировании допускается дополнительная упаковка толщиномера в полиэтиленовый мешок, картонную коробку или ящик, предохраняющие от внешнего загрязнения и повреждения.
Толщиномеры не подлежат формированию в транспортные пакеты.

8.1.8. **Хранение.**

При эксплуатации и хранении прибора избегайте падений, интенсивной вибрации, тяжёлой пыли, воды и высокой влажности, жировых и масляных пятен, сильных электромагнитных полей.
Надёжно защищайте стандартный образец 3 мм на корпусе прибора, дабы избежать ошибок калибровки, вызванных царапинами, вмятинами, жировыми и пылевыми отложениями.

9. СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ.

МАТЕРИАЛ	СКОРОСТЬ ЗВУКА, м/с
Алюминий (Al)	6320
Цинк (Zn)	4170
Серебро (Ag)	3600
Золото (Au)	3240
Олово (Sn)	3320
Сталь (Fe)	5900
Медь (Cu)	4700
Латунь	4430
Сверхпрочная сталь	5970
Плексиглас (Acrylic resin)	2730
Серый чугун	4600
Фарфор	5600
Стекло (кварцевое)	5570
Вода (20^0C)	1480
Глицерин	1920

10. ГАРАНТИЯ И СЕРВИСНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ, ИЗГОТОВИТЕЛЬ. ИДЕНТИФИКАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ ПРИБОРА.

Гарантийный срок эксплуатации указан в технических характеристиках, отсчитывается с даты продажи и действует при соблюдении условий эксплуатации и хранения. Гарантия прекращается в случае самостоятельной разборки прибора (скрытые пломбы будут разрушены).
Сервисное обслуживание проводится в течение всего срока службы.

Изготовитель:
ООО «Восток-7» www.vostok-7.ru.....Тел. +7 (495) 740-06-12 info@vostok-7.ru

Идентификационные данные прибора:

Толщиномер ультразвуковой модели ....., заводской номер при выпуске из производства прошел первичную калибровку / поверку (нужное подчеркнуть) в комплекте с преобразователями:

и признан пригодным к применению.

Дата продажи: