

# Руководство по эксплуатации



Толщиномер ультразвуковой

**RGK UTM-10**



## Содержание

1. Техника безопасности	4
2. Комплект поставки	5
3. Назначение прибора	5
4. Описание прибора	6
5. Работа с прибором	7
6. Основные измерения	7
7. Калибровка зонда	9
8. Измерение скорости звука в материале	9
9. Выбор функции скорости звука	9
10. Меню прибора	11
10.1 Выбор материала	11
10.2 Настройка скорости звука	11
10.3 Настройка единиц измерения	12
10.4 Просмотр данных	12
10.5 Настройка системы	16
10.6 Восстановление заводских настроек	18
11. Сохранение и удаление данных измерений	18
12. Технология применения измерений	18
13. Возможные проблемы и методы их устранения	19
13.1 Влияние состояния поверхности на результаты измерений	19
13.2 Влияние состояния поверхности на результаты измерений	20
13.3 Влияние затухания материала на результаты измерений	21
13.4 Использование образцовых блоков	21
13.5 Измерение отливок	22
13.6 Методы уменьшения ошибок измерений	22
14. Замена батарей	24
15. Скорость звука в материалах	25
16. Технические характеристики	26
17. Уход и обслуживание	26
18. Гарантийные обязательства	27

## **ВНИМАНИЕ!**

⚠ Руководство по эксплуатации содержит сведения по безопасной работе и надлежащем обращении с прибором. Внимательно изучите Руководство прежде, чем использовать прибор.

⚠ Нарушение или небрежное исполнение рекомендаций Руководства по эксплуатации может повлечь поломку прибора или причинение вреда здоровью пользователя.

### **1. Техника безопасности**

- Не разбирайте и не ремонтируйте прибор самостоятельно и не пытайтесь вносить какие-либо изменения в его конструкцию. Берегите прибор от детей и не давайте его неподготовленным людям.
- Не включайте прибор в самолете, либо вблизи медицинского оборудования во избежание помех от электромагнитного излучения прибора. Не используйте прибор вблизи горючих и взрывоопасных веществ.
- Не выбрасывайте использованные батареи вместе с обычным бытовым мусором, утилизируйте их согласно действующим государственным и региональным законам и правилам.
- Неработающий толщиномер с истекшим гарантийным сроком может быть передан в сервис для ремонта в соответствии с общими правилами оказания услуг данной сервисной службой.
- Гарантийное обслуживание не распространяется на каждый из следующих случаев: самостоятельная разборка изделия; повреждение при транспортировке; ненадлежащее хранение; любой вид использования прибора не по прямому назначению.
- В случае обнаружения дефектов или возникновения вопросов по использованию прибора, просьба связаться с уполномоченным сервисным центром.
- Не допускайте воздействия на прибор и измерительный зонд сильных вибраций, а также не размещайте прибор в условиях высокой влажности.
- При подключении и отключении датчика удерживайте подвижную оболочку за ось и не вращайте датчик, чтобы избежать повреждения сердцевины кабеля;
- Накопление масла и пыли приведёт к постепенному старению и поломке кабеля датчика. После использования необходимо удалять загрязнения с кабеля.
- При проведении измерений верными значениями считаются только те, при которых на дисплее отображается и стабильно горит значок сопряжения.
- При обнаружении нестабильных показаний, вызванных износом датчика, дальнейшая эксплуатация прибора недопустима — датчик следует заменить.
- Если на поверхности измеряемого объекта находится большое количество контактного вещества (смазки, геля и т.п.), при отрыве датчика от поверхности возможно ложное срабатывание. Поэтому по окончанию измерения дат-

чик следует быстро убрать с поверхности объекта.

- Поверхность датчика выполнена из акриловой смолы, чувствительной к трению о шероховатые поверхности. При работе на таких поверхностях необходимо прилагать минимальное давление и сокращать перемещение датчика по поверхности.
- При измерениях при комнатной температуре, температура поверхности объекта не должна превышать 60 °C, иначе использование датчика станет невозможным.

## **2. Комплект поставки**

При покупке прибора проверьте комплектацию:

Наименование	Количество
Ультразвуковой толщинометр	1 шт.
Жесткий кейс	1 шт.
Батарея 1,5 В, АА	3 шт.
Контактный гель	1 шт.
Датчик (5 MHz Ø 10)	1 шт.
Руководство по эксплуатации	1 экз.

В случае, если вы обнаружите отсутствие или повреждение какой-либо принадлежности, свяжитесь с продавцом.

Дополнительные аксессуары:

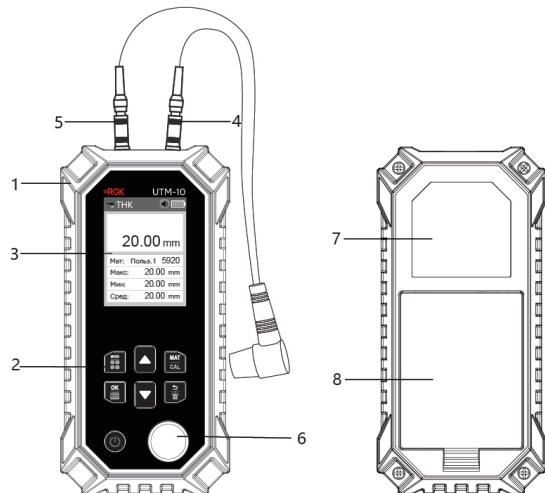
Наименование	Количество
Датчик (2,5 MHz Ø 10)	1 шт.
Датчик (7 MHz Ø 10)	1 шт.
Датчик для высоких температур (5MHz Ø 10)	1 шт.

Дополнительные аксессуары не входят в комплект поставки и приобретаются опционально.

## **3. Назначение прибора**

Ультразвуковой толщинометр UTM-10 — это специализированный прибор для неразрушающего измерения толщины материалов с помощью ультразвуковых волн. Он позволяет контролировать толщину различных материалов без разрушения их структуры.

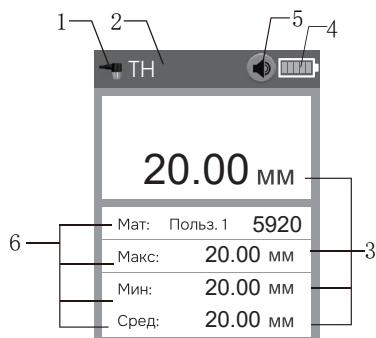
#### 4. Описание прибора



- 1) Корпус
- 2) Кнопки управления
- 3) LCD дисплей
- 4) Разъем для передачи
- 5) Разъем для приема
- 6) Зонд измерительный
- 7) Блок для калибровки
- 8) Батарейный отсек

#### Функции и управление

После включения, прибор автоматически перейдет в основной интерфейс отображения данных на экране.



- 1) Индикатор связи: состояние связи зонда и измеряемого рабочего объекта
- 2) Режим измерения (THK/Scan)
- 3) Единицы измерения (мм/дюйм)
- 4) Уровень заряда батареи
- 5) Звуковая индикация
- 6) Информационное отображение: материал измерения, максимальное, минимальное и среднее значения

## 5. Работа с прибором

### Принцип работы

В толщиномере ультразвуковой импульс, сгенерированный зондом, достигает измеряемого объекта через связующее вещество. Часть ультразвукового сигнала отражается от нижней поверхности объекта, зонд получает эхо, отражённое от нижней поверхности измеряемого тела, точно рассчитывает время полного пути ультразвуковой волны и вычисляет толщину согласно следующей формуле, после чего отображает рассчитанный результат.

Где:

$$H = \frac{v \times t}{2}$$

Н — измеряемая толщина;

v — скорость звука в материале;

t — время распространения ультразвука за полный цикл в образце.

### Работа с прибором

**Включение:** Подключите измерительный зонд, нажмите кнопку  для включения.

**Выключение:** Для выключения прибора удерживайте кнопку  . При бездействии прибор автоматически выключится через 5 минут. Также пользователь может настроить время автоматического отключения (см. «Настройки отключения», раздел 10.5).

Не выключайте прибор во время процесса восстановления заводских настроек и удаления записей, чтобы избежать повреждения данных.

## 6. Основные измерения

### Одиночное измерение

- 1) Для начала измерения нанесите контактный гель на измеряемую область, далее плотно прижмите зонд к материалу.
- 2) На экране прибора отобразится значение измерения.
- 3) Когда зонд плотно прижат к материалу, на экране отображается индикатор связи  . Если индикатор мигает или не отображается на экране, это означает, что зонд неплотно прижат к поверхности или необходимо добавить еще контактного геля.

- 4) После снятия зонда индикатор связи пропадает и значение измерения сохраняется.



Рис. 1 Нанесение контактного геля



Рис.2 Надёжное прижатие зонда к поверхности измеряемого материала

### **Непрерывное измерение**

- 1) Равномерно нанесите контактный гель на измеряемую область, затем плотно прижмите зонд к рабочей поверхности и перемещайтесь по ней.
- 2) Прибор будет отображать текущее значение измерения в реальном времени, максимальное, минимальное и среднее значение.

### **Измерение с сигналом тревоги**

Для контроля материалов, не соответствующих стандартам, используйте функцию тревоги.

- 1) Для включения или отключения тревоги зажмите кнопку
- 2) При включении тревоги на экране отображается символ тревоги . При выключении тревоги на экране отобразится символ

### **Пример**

Настройка тревоги: стандартное значение: 4,00 мм, предел допуска:  $\pm 0,1$  мм. Когда измеренная толщина меньше 3,90 мм или больше 4,10 мм, прибор будет непрерывно издавать звуковой сигнал, это значит, что толщина объекта не соответствует стандарту. После звукового сигнала нажмите любую клавишу для выхода из режима тревоги или продолжайте измерение.

## 7. Калибровка зонда

- 1) Равномерно нанесите контактный гель на поверхность калибровочного блока, прижмите плотно зонд к калибровочному блоку.
- 2) Длительным нажатием удерживайте кнопку  , прибор перейдет в режим калибровки.
- 3) После того как измеренные данные будут отображены на экране, нажмите  для завершения калибровки.

### Примечание

Калибровка должна выполняться каждый раз, когда происходит замена измерительного зонда или замена батареи, а также в случае резкого изменения температуры окружающей среды, либо при появлении отклонений в результатах измерений. Если прибор используется впервые или не использовался долгое время, выполните калибровку. Калибровка должна выполняться с использованием блока калибровки толщины (5,00 мм), предоставленного производителем. После калибровки автоматически устанавливается материал «Сталь», а скорость звука — 5920 м/с (0,233 дюйм/мкс).

## 8. Измерение скорости звука в материале

Прибор имеет функцию измерения скорости звука, исходя из известной толщины материала. Скорость звука для различных материалов может быть разной. Прибор устанавливает стандартную скорость звука для материалов (см. раздел 16). Однако на практике скорость звука материала может не совпадать со стандартной величиной, для этого необходимо измерить скорость звука материала самостоятельно.

- 1) Измерьте толщину (см. «Одиночное измерение» или «Непрерывное измерение», раздел 6).
- 2) Введите режим измерения обратной скорости звука. После того как будет измерено значение объекта, с помощью кнопок   прибор перейдет в режим измерения обратной скорости звука.
- 3) Выйдите из режима обратного измерения скорости звука нажав на кнопку  .

### Примечание

Толщину можно настроить в пределах  $\pm 20$  мм ( $\pm 0,79$  дюйма) ( $\pm 250$  мм (9,84 дюйма) для пользовательских материалов) с максимальным пределом 300 мм и минимальным пределом 1 мм. Если прибор не работает корректно, вы можете восстановить скорость звука (см. раздел 9).

## 9. Выбор функции скорости звука

Настройте функцию скорости звука в зависимости от измеряемого материала. Когда установлена текущая единица измерения — мм, единица измерения скорости звука — м/с; когда единица измерения — дюймы, единица скорости звука — дюйм/мкс.

На экране главного дисплея нажми кнопку  . В приборе установлено 3 типа настраиваемых материалов, если вы не знаете какой материал выбрать, то выберете «Пользовательский материал» и затем определите скорость звука материала с помощью обратного измерения скорости звука (см. раздел 8).

### Интерфейс выбора материала

Материал	
Польз. 1	5920
Нерж. сталь	5740
Латунь	4399
Медь	4720

- 1)  Листать список вниз;
- 2)  Листать список вниз;
- 3)  Подтвердить выбранный материал и провести регулировку скорости звука;
- 4)  Вернуться к главному интерфейсу.

### Интерфейс регулировки скорости звука

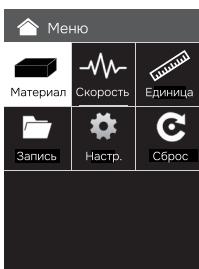


- 1)  Увеличить значение скорости звука, длинное нажатие для увеличения амплитуды регулировки;
- 2)  Уменьшить значение скорости звука, длинное нажатие для уменьшения амплитуды регулировки;
- 3)  Подтвердить скорость звука и вернуться к главному интерфейсу;
- 4)  Вернуться к выбору материала.

## 10. Меню прибора

### Меню

Меню прибора включает в себя: выбор материала, настройку скорости звука, настройку единиц измерения, операции с записями, настройку системы и восстановление заводских настроек. Длительным нажатием на кнопку  перейдите в меню прибора.



- 1)  Выберите предыдущий пункт меню;
- 2)  Выберите следующий пункт меню;
- 3)  Войти в выбранный пункт меню;
- 4)  Выйти из меню и вернитесь к главному экрану.

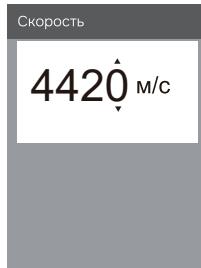
### 10.1 Выбор материала

Материал	
Сталь	5920
Нерж. сталь	5740
Латунь	4399
Медь	4720
Железо	5930
Чугун	5110
Свинец	2400
Нерж. сталь	2680
Серебро	3607

- 1)  Листать список вверх;
- 2)  Листать список вниз;
- 3)  Подтвердить выбранный материал и вернуться в меню;
- 4)  Вернуться в меню.

### 10.2 Настройка скорости звука

Выберите опцию «Скорость» в меню настроек. Доступный диапазон настройки скорости звука: стандартное значение  $\pm 200$  м/с (0,008 дюйма/мкс), диапазон для пользовательского материала: от 1000 м/с до 9999 м/с (от 0,039 дюйма/мкс до 0,394 дюйма/ мкс).



- 1)  Увеличить значение скорости звука, длительное нажатие для увеличения диапазона регулировки;
- 2)  Уменьшить значение скорости звука, длительное нажатие для уменьшения диапазона регулировки;
- 3)  Сохранить и вернуться в меню;
- 4)  Вернуться в меню.

### 10.3 Настройка единиц измерения



- 1)  Листать список вверх;
- 2)  Листать список вниз;
- 3)  Сохранить и вернуться в меню;
- 4)  Вернуться в меню.

### 10.4 Просмотр данных

Если в приборе нет записей, появится сообщение «Нет записей» и функция просмотра записей будет недоступна.



- 1) ▲ Листать список вверх;
- 2) ▼ Листать список вниз;
- 3) OK Вход в выбранную функцию;
- 4) ⌂ Вернуться в меню.

### Просмотр сохраненных данных

Выберите функцию в интерфейсе «Просмотр данных». Прибор отобразит список записей, начиная с первой страницы, с указанием номера и среднего значения каждой записи.

С первой страницы	
001	60.7 mm
002	42.7 mm
003	22.8 mm
004	20.3 mm
005	37.6 mm
006	57.8 mm
007	42.3 mm
008	22.7 mm
009	37.8 mm

- 1) ▲ Листать список вверх;
- 2) ▼ Листать список вниз;
- 3) OK Перейти к выбранной странице;
- 4) ⌂ Вернуться в интерфейс работы с записями.

Перейдите на выбранную страницу, нажмите клавиши ▲ ▼, выберите номер записи и нажмите клавишу OK для просмотра данных (включая номер записи, текущее, максимальное, минимальное и среднее значение). После просмотра данных нажмите ⌂, чтобы вернуться к списку записей.



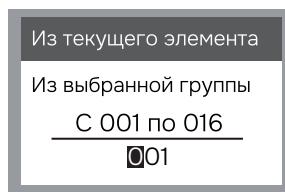
В списке записей и в функции просмотра деталей удерживайте кнопку , чтобы удалить текущие записи. Коротким нажатием кнопок   можно просмотреть предыдущую или следующую запись.

### Просмотр с последней страницы

Выберите функцию «Просмотр с последней страницы» в интерфейсе операций с записями (см. пункт «Просмотр сохраненных данных»). Прибор отобразит список записей, начиная с последней страницы, и выведет номер каждой записи.

### Просмотр из выбранной группы

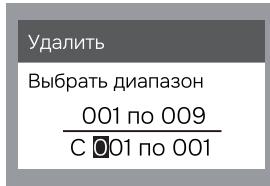
В интерфейсе операций с записями выберите функцию «Просмотр из выбранной группы» (см. пункт «Просмотр сохраненных данных»). Выберите запись для просмотра, и прибор отобразит список, начиная со страницы, на которой находится эта запись, а также выведет номер каждой записи.



- 1)   Изменить номер записи;
- 2)  Подтвердить текущие изменённые разряды (сотни/десятки/единицы номера записи). После подтверждения разряда единиц ввести выбранный номер записи;
- 3)  Вернуться в интерфейс операций с записями.

### Удаление выбранной группы

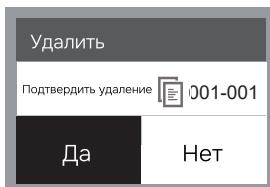
На странице с записями выберите пункт «Удалить выбранные группы». Вы можете выбрать данные, которые нужно удалить.



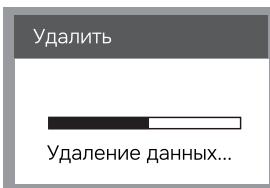
- 1)  Изменить номер записи;
- 2)  Подтвердить текущие изменённые разряды (сотни/десятки/единицы номера записи). После подтверждения разряда единиц ввести выбранный номер записи;
- 3) Вернуться в интерфейс операций с записями.

### Подтверждение удаления данных

В этом окне пользователь может подтвердить или отменить удаление. Нажмите  для выбора (Да/Нет), выберите (Да) и нажмите для удаления. Выберете (Нет), нажмите для возврата к экрану удаления выбранной группы. Нажмите , чтобы вернуться к экрану удаления выбранной группы.



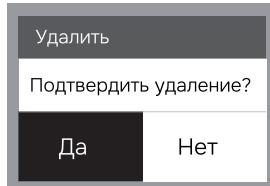
Удаление записи занимает некоторое время, и прибор отобразит сообщение о том, что идёт процесс удаления.



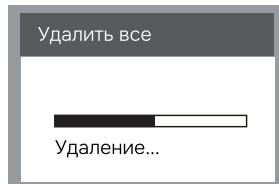
### Удалить все

На странице с сохранёнными данными выберите «Удалить всё». Нажмите кнопки  для выбора «Да/Нет», выберите «Да» и нажмите , чтобы удалить все записи.

Если выбрано «Нет», нажмите , чтобы вернуться на экран работы с данными, или нажмите , чтобы сразу вернуться на экран работы с записями.

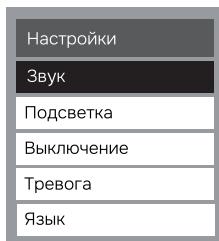


Удаление записей занимает некоторое время, и прибор будет отображать, что записи удаляются:



## 10.5 Настройка системы

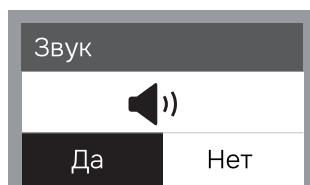
Выберите в меню «Настройки».



- 1) Листать список вверх;
- 2) Листать список вниз;
- 3) Вход в выбранную функцию;
- 4) Возврат в меню.

### Настройка звука

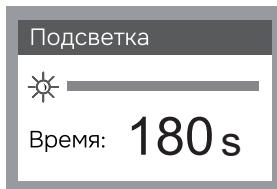
На экране системных настроек выберите пункт «Настройки звука».



- 1)   Выбор включения/выключения звука;
- 2)  Сохранить и вернуться в меню «Настройки»;
- 3)  Вернуться в системные настройки.

### Настройка яркости

На экране системных настроек выберите пункт «Настройки яркости». Сначала отрегулируйте яркость подсветки, затем после подтверждения отрегулируйте время подсветки.



- 1)  Увеличить яркость/увеличить время подсветки;
- 2)  Уменьшить яркость/уменьшить время подсветки;
- 3)  Подтвердить яркость/подтвердить время подсветки и вернуться в системные настройки;
- 4)  Вернуться в системные настройки.

### Настройка времени отключения

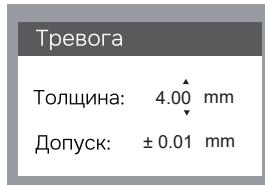
На экране системных настроек выберите функцию «Настройка времени отключения».



- 1)  Увеличить время до отключения;
- 2)  Уменьшить время до отключения;
- 3)  Подтвердить время до отключения;
- 4)  Вернуться в системные настройки.

### Настройка сигнализации

Выберите функцию «Настройка сигнализации» в интерфейсе системных настроек. Сначала отрегулируйте стандартное значение, затем после подтверждения настройте предел допуска. Длительное нажатие   увеличивает диапазон регулировки.



- 1)  Увеличить стандартное значение/увеличить допуск;
- 2)  Уменьшить стандартное значение/уменьшить допуск;
- 3)  Подтвердить стандартное значение/предел допуска и вернуться в системные настройки;
- 4)  Вернуться в системные настройки.

## 10.6 Восстановление заводских настроек

Выберите в меню настроек опцию . С помощью данной функции сбросьте прибор до заводских настроек.

## 11. Сохранение и удаление данных измерений

### Сохранения данных

Для одиночных и непрерывных\* измерений удерживайте кнопку для сохранения записей, каждая запись включает текущие измеренные значения, максимальное, минимальное и среднее значение, а также скорость звука в материале. Максимальная память прибора 300 записей.

\*Непрерывные измерения могут быть сохранены только после удаления датчика, и результаты измерений не могут быть сохранены во время процесса измерения, чтобы предотвратить сохранение нестабильных данных.

### Удаление результатов измерений

Для одиночных и непрерывных\* измерений, нажмите для удаления текущих результатов измерений (включая максимальные, минимальные и средние значения).

\*Для непрерывных измерений результат можно удалить только после того, как датчик будет удален.

## 12. Технология применения измерений

### Метод измерения

- 1) Метод измерения в одной точке: зонд устанавливается в любой точке измеряемого объекта, отображаемое значение является значением толщины.
- 2) Метод измерения в двух точках: зонд используется для повторного измерения в той же точке измеряемого объекта. При повторном измерении плоскость деления зонда поворачивается на 90°. Меньшее значение принимается за толщину.

- 3) Метод измерения в нескольких точках: выполняются несколько измерений по кругу диаметром около 30 мм. Минимальное значение принимается за толщину.
- 4) Метод непрерывного измерения: используется метод измерения в одной точке, но с непрерывными измерениями вдоль указанной линии, при этом интервал между точками измерений не менее 5 мм. Минимальное значение принимается за толщину объекта.

### **Измерение стенки трубы**

- 1) При измерении расположите зонд вдоль оси трубы или перпендикулярно ей. Для труб большого диаметра измерения выполняйте в направлении, перпендикулярном оси.
- 2) Когда диаметр трубы небольшой, измерения следует проводить в двух направлениях, при этом минимальное значение принимается за толщину.

## **13. Возможные проблемы и методы их устранения**

### **13. 1 Влияние состояния поверхности на результаты измерений**

#### **Покрытие поверхности**

Перед проведением измерения необходимо удалить с поверхности измеряемого объекта всю пыль, грязь и ржавчину, а также убрать краску и другие покрытия.

#### **Шероховатая поверхность**

Слишком шероховатая поверхность может привести к ошибкам измерения или даже к отсутствию показаний прибора. Перед измерением поверхность материала должна быть максимально гладкой.

Для этого можно применять шлифование, полировку, опиливание и другие методы. Также возможно использование высоковязких контактных жидкостей.

#### **Борозды на поверхности**

Регулярные борозды, образованные шероховатой обработкой (например, на токарных станках), также могут вызывать ошибки измерений. Метод обработки такой же, как и в предыдущем пункте.

Кроме того, необходимо отрегулировать угол между слоем перекрестных волн ультразвукового зонда (проходящим через центр нижней части зонда в металлическом слое) и бороздой на измеряемом материале так, чтобы они были перпендикулярны или параллельны друг другу. Следует брать минимальное значение показаний толщины — это позволит получить более точный результат.

## **Цилиндрическая поверхность**

При измерении цилиндрических материалов, таких как трубы, нефтяные бочки и т.п., крайне важно правильно выбрать угол между слоем перекрестных волн зонда и осью измеряемого материала.

Измерительный зонд соединяется с поверхностью материала, подлежащего измерению, слой перекрестных волн зонда располагается параллельно или перпендикулярно оси измеряемого объекта, и зонд медленно перемещают вдоль вертикального направления оси материала.

При этом показания на экране будут изменяться периодически, а за измеренную толщину принимается минимальное значение показаний.

В зависимости от кривизны материала угол между слоем перекрестных волн зонда и осью измеряемого объекта подбирается корректно:

Для труб большого диаметра — слой перекрестных волн зонда располагают перпендикулярно оси трубы.

Для труб малого диаметра — выполняют два измерения (при параллельном и перпендикулярном расположении слоя перекрестных волн к оси трубы), после чего в качестве толщины принимается минимальное из полученных значений.

## **Составная форма поверхности**

Описанный выше метод может применяться при измерении материалов сложной формы (например, изгиба трубы), но с тем отличием, что выполняется второе измерение — считывается показание при расположении слоя перекрестных волн зонда перпендикулярно оси детали, а затем параллельно оси. Из двух полученных значений выбирают меньшее, которое принимается за толщину материала в точке измерения.

## **Непараллельные поверхности**

Для получения стабильного и достоверного измерения толщины противоположная поверхность измеряемого материала должна быть параллельна или соосна с измеряемой поверхностью. В противном случае возможны значительные ошибки измерения или отсутствие показаний на дисплее.

## **13.2 Влияние состояния поверхности на результаты измерений**

Толщина материала и скорость распространения ультразвуковой волны в нем зависят от температуры. При высоких требованиях к точности измерений можно использовать метод сравнения с образцовым блоком. Для этого применяется эталонный блок из того же материала и с примерно такой же толщиной, как у проверяемой детали. Измерения выполняются при одинаковой температуре, определяется коэффициент температурной компенсации, и полученное значение толщины испытуемой детали корректируется с учетом этого коэффициента.

### **13.3 Влияние затухания материала на результаты измерений**

Для некоторых материалов, таких как волокнистые, пористые, с крупными кристаллами и т. п., наблюдается значительное рассеяние ультразвука и затухание энергии. Это может привести к появлению аномальных показаний прибора или даже к полному отсутствию показаний (обычно аномальные значения меньше фактической толщины).

В таких случаях материал не подходит для измерения толщины с помощью данного толщиномера.

### **13.4 Использование образцовых блоков**

Разные материалы измеряются с высокой точностью только при определённых условиях. Чем ближе материал калибровочного блока по свойствам к измеряемому материалу, тем точнее будет результат.

Идеальным эталоном является набор образцовых блоков разной толщины, изготовленных из того же материала, что и измеряемый объект. Такие блоки обеспечивают инструментальную компенсацию поправочных коэффициентов (например, связанных с микроструктурой материала, условиями термообработки, ориентацией частиц, шероховатостью поверхности и т. д.). Для достижения максимально возможной точности измерений крайне важно иметь набор эталонных блоков.

В большинстве случаев удовлетворительная точность измерений может быть достигнута с использованием только одного эталонного блока, который должен быть изготовлен из того же материала и иметь схожую толщину с измеряемым образцом. После того, как однородный материал измерен микрометром, его можно использовать, как эталонный блок.

Для тонких материалов, когда их толщина близка к нижнему пределу, измеряемому зондом, эталонный блок может быть применён для определения точного нижнего предела. Не следует измерять материал, толщина которого меньше установленного нижнего предела. Если возможно определить диапазон толщин, то толщина эталонного блока должна соответствовать верхнему пределу диапазона. Когда измеряется толстый материал, особенно сплав со сложной внутренней структурой, следует выбрать блок, максимально близкий по параметрам к исследуемому материалу, из набора эталонных блоков, чтобы упростить калибровку.

Внутренняя структура большинства поковок и отливок имеет направленность: в разных направлениях скорость распространения звука может немного отличаться. Чтобы избежать ошибок, эталонный блок должен иметь ту же ориентацию внутренней структуры, что и измеряемый материал, а направление распространения звуковой волны в эталонном блоке должно совпадать с направлением распространения волны в материале.

В некоторых случаях вместо эталонного блока можно использовать измеритель скорости звука для известного материала, однако это лишь приблизительная замена, и подходит не для всех случаев. Иногда показания измерителя

скорости звука отличаются от реальных результатов, так как физические и химические свойства материала могут различаться. Этот метод часто применяют для измерения низкоуглеродистой стали, но только для грубой оценки.

Толщиномер обладает функцией измерения скорости звука, поэтому можно сначала измерить скорость звука в материале, а затем использовать её для расчёта толщины детали.

### **13.5 Измерение отливок**

Измерение отливок имеет особенности: зерно литого материала обычно крупное, структура недостаточно плотная, а измерения часто выполняются по необработанной поверхности, что создаёт дополнительные трудности.

- 1) Крупное зерно и рыхлая структура вызывают значительное затухание звуковой энергии, обусловленное рассеянием и поглощением звука материала. Степень затухания напрямую зависит от размера зерна и частоты ультразвука: при одинаковой частоте затухание растёт с увеличением диаметра зерна до определённого максимума, после чего при дальнейшем увеличении размера зерна затухание стабилизируется на постоянном уровне. Для зондов с разными частотами затухание увеличивается с ростом частоты.
- 2) При крупном зерне и грубой неоднородной структуре в отливке возникают аномальные отражения ультразвукового сигнала, что приводит к «травяным» или «древовидным» эхосигналам и ошибочному определению толщины, что может привести к неверным выводам.

Кроме того, при крупном зерне анизотропия в направлении кристаллизации металла выражена сильнее, из-за чего скорость звука в разных направлениях отличается, и эта разница может достигать 5,5%. Также плотность материала в разных участках детали может быть неоднородной, что дополнительно влияет на скорость распространения звука.

Все эти факторы могут привести к неточным результатам измерений. Поэтому при измерении отливок необходимо проявлять особую осторожность.

#### **Примечание**

При измерении отливок с неровной поверхностью необходимо использовать масло или смазку с повышенной вязкостью в качестве контактного вещества.

Рекомендуется калибровать скорость звука материала, используя образец из того же материала и с тем же направлением измерения, что и у измеряемого объекта

### **13.6 Методы уменьшения ошибок измерений**

#### **Сверхтонкий материал**

При работе с любым ультразвуковым толщиномером, если толщина измеряемого материала меньше нижнего предела, допустимого для используемого зонда, это приведёт к ошибкам измерения. При необходимости минимальную допустимую толщину можно определить методом сравнения с эталонным образцом.

При измерении сверхтонких материалов иногда возникает ложный результат, называемый «Двойное преломление» — при этом прибор показывает толщину, вдвое превышающую фактическую. Другой тип ошибки называется «Скачок импульсной огибающей» или «Прыжок цикла» — в этом случае измеренное значение оказывается больше реальной толщины. Чтобы избежать подобных ошибок, критически тонкий материал следует измерять и проверять несколько раз.

### **Ржавчина, коррозионные раковины и т.п.**

Раковины от ржавчины на обратной стороне исследуемого материала (небольшие очаги ржавчины иногда трудно обнаружить) могут вызывать нерегулярные изменения показаний или, в крайних случаях, отсутствие показаний. Если раковины обнаружены или есть подозрение на их наличие, измерение в этой области следует проводить с особой осторожностью. Для проверки можно изменять положение зонда и выполнять измерения под разными углами.

### **Ошибка идентификации материала**

Если прибор был откалиброван на одном материале, а измерение выполняется на другом, это приведёт к ошибочным результатам. Необходимо уделять внимание выбору правильной скорости звука.

### **Износ датчика**

Поверхность датчика выполнена из акриловой смолы. При длительном использовании её шероховатость увеличивается, что приводит к снижению чувствительности. Если датчик сильно изношен и это вызывает значительные ошибки измерений, поверхность датчика можно слегка отполировать наждачной бумагой или точильным камнем, чтобы сделать её гладкой и обеспечить параллельность. Если после этого показания остаются нестабильными, датчик необходимо заменить.

### **Многослойные материалы, композитные материалы**

Невозможно измерить многослойные материалы с неплотно соединёнными слоями, поскольку ультразвук не может проникнуть через разобщённые поверхности сцепления. Поскольку ультразвуковые волны не распространяются равномерно в композитных материалах, приборы, измеряющие толщину по принципу ультразвукового отражения, не подходят для измерения многослойных и композитных материалов.

### **Влияние оксидного слоя на металлической поверхности**

Некоторые металлы могут образовывать достаточно плотный оксидный слой на поверхности (например, алюминий и др.), который прочно связан с основанием без явной границы. Однако скорость распространения ультразвуковых волн в этих двух средах различается, что вызывает погрешности измерения. Ве-

личина ошибки зависит от толщины оксидного слоя.

При использовании прибора необходимо учитывать эту особенность. Для калибровки можно взять образец из той же партии материала, что и измеряемая деталь, измерить его толщину микрометром или штангенциркулем и откалибровать прибор по этому образцу.

### **Аномальные показания толщины**

Оператор должен уметь определять аномальные показания, которые часто вызваны ржавчиной, коррозионными раковинами или внутренними дефектами в тестируемом материале. Решения можно найти в соответствующих разделах данного руководства.

### **Выбор и использование контактной жидкости (сопряжённого вещества)**

Контактная жидкость используется как носитель распространения ультразвукового сигнала между датчиком и измеряемым материалом. Если выбран неправильный тип или способ применения контактного геля, это может привести к значительной погрешности, появлению прерывистых сигналов и нестабильности показаний.

Контактное вещество следует наносить в нужном количестве и равномерно распределять по поверхности. Выбор подходящего типа контактного вещества крайне важен:

- При работе с гладкими поверхностями материалов применяются низковязкие жидкости (например, стандартные комплекты контактных веществ, лёгкое масло и т.п.).
- При работе с шероховатыми поверхностями, вертикальными и верхними плоскостями применяются высоковязкие вещества (например, глицериновая паста, масло, смазка и т.п.).

## **14. Замена батареи**

В основном блоке устройства установлены 3 батареи типа АА. Когда уровень заряда батареи полный, индикатор питания отображается в полном масштабе: . После того, как батарея использовалась определенный период времени, индикатор батареи будет отображаться как неполный: . Когда батарея почти разряжена, индикатор батареи будет мигать , батареи следует заменить, чтобы избежать влияния на точность измерений.

Если прибор не используется длительное время, батарею следует извлечь, чтобы предотвратить её протекание и коррозию корпуса прибора и электродов.

Обращайте внимание на правильную полярность при установке батареи!

## 15. Скорость звука в материалах

Материал	Скорость звука (дюйм/мкс)	Скорость звука (м/с)
Пользователь 1	0,233	5920
Пользователь 2	0,233	5920
Пользователь 3	0,206	5234
Алюминий	0,250	5234
Сталь, обычная	0,233	5918
Сталь, нержавеющая	0,226	5740
Латунь	0,173	4399
Медь	0,186	4720
Чугун	0,173 — 0,229	4400 — 5820
Железо	0,233	5930
Свинец	0,094	2400
Нейлон	0,105	2680
Серебро	0,142	3607
Золото	0,128	3251
Цинк	0,164	4170
Титан	0,236	5990
Олово	0,117	2960
Акриловая смола	0,109	2760
Эпоксидная смола	0,100	2540
Лёд	0,157	3988
Никель	0,222	5639
Плексиглас	0,106	2692
Фарфор	0,230	5842
ПВХ	0,094	2380
Кварцевое стекло	0,222	5639
Резина, вулканизированная	0,091	2311

### Примечание

Приведённые значения скорости звука являются приблизительными и указаны только для справки.

## 16. Технические характеристики

### Основные технические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений	от 1 до 300 мм (сталь), метрическая и дюймовая система
Диапазон скорости звука	от 1000 до 9999 м/с
Разрешение	0,1 мм/0,01 мм/0,01 дюйма — три доступных разрешения
Точность отображения	$\pm(0,5\%*H+0,04)$ мм
Встроенная память	300 показаний
Основные функции	одиночное измерение, непрерывное измерение, измерение с сигналом тревоги, измерение обратной скорости звука, калибровка
Единицы измерения	мм/дюйм
Батарея	3x1,5 В АА
Время работы	>20 часов
Размер	127,5x62x26,8 мм
Вес	110 г

\*H – толщина измеряемого покрытия.

## 17. Уход и обслуживание

### Очистка калибровочного образца:

- Из-за необходимости наносить контактное вещество при калибровке прибора с использованием калибровочного блока, следует уделять внимание защите образца от коррозии. После использования протрите калибровочный блок.
- Избегайте попадания пота при высокой температуре. Если прибор не используется длительное время, поверхность калибровочного блока следует покрыть небольшим количеством смазки для предотвращения ржавчины. Перед повторным использованием смазку можно удалить, и прибор будет работать в обычном режиме.

### Очистка корпуса:

Спирт, растворители и т.п. оказывают коррозионное воздействие на корпус, особенно на LCD экран. Поэтому при чистке используйте слегка влажную мягкую ткань.

**Условия хранения и транспортировки:**

Хранение должно осуществляться вдали от вибрации, сильных магнитных полей, агрессивных сред, влаги и пыли. Транспортировка допускается по дорогам не ниже третьей категории при условии сохранения оригинальной упаковки.

## **18. Гарантийные обязательства**

- гарантийный срок составляет 12 месяцев;
- дата производства обозначена первыми 4-мя цифрами серийного номера; первые две цифры обозначают год производства, вторые две цифры - месяц;
- неисправности прибора, возникшие в процессе эксплуатации в течение всего гарантийного срока, будут устранены сервисным центром компании RGK;
- заключение о гарантийном ремонте может быть сделано только после диагностики прибора в сервисном центре компании RGK.

**Гарантия не распространяется:**

- на батареи, идущие в комплекте с прибором;
- на приборы с механическими повреждениями, вызванными неправильной эксплуатацией или применением некачественных компонентов третьих фирм;
- на приборы с повреждениями компонентов или узлов вследствие попадания на них грязи, песка, жидкостей и т.д.;
- на части, подверженные естественному износу.

Все споры, возникающие в процессе исполнения гарантийных обязательств, разрешаются в соответствии с действующим законодательством РФ.

EAC

[www.rgk-tools.com](http://www.rgk-tools.com)