

ТОЛЩИНОМЕР УЛЬТРАЗВУКОВОЙ
БУЛАТ 1S

№ _____

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ
УАЛТ.002.000.00РЭ

Оглавление

| | |
|---|----|
| 1 Описание и работа | 5 |
| 1.1 Назначение ТМ | 5 |
| 1.2 Рабочие условия эксплуатации ТМ | 5 |
| 1.3 Технические данные | 5 |
| 1.4 Устройство и работа ТМ | 7 |
| 2 Режимы работы ТМ | 8 |
| 2.1 Основной режим работы ТМ | 8 |
| 2.2 Дополнительные режимы работы | 8 |
| 2.3 Назначение кнопок клавиатуры | 9 |
| 2.4 Назначение служебных меток дисплея | 10 |
| 3 Использование по назначению | 11 |
| 3.1 Указание мер безопасности | 11 |
| 3.2 Состояние аккумуляторных батарей | 11 |
| 3.2.1 Работа от аккумуляторных батарей и признак их разряда | 11 |
| 3.2.2 Заряд аккумуляторных батарей | 11 |
| 3.3 Порядок работы | 11 |
| 3.3.1 Распознавание типа подключенного преобразователя и его тестирование | 11 |
| 3.3.2 Установка нуля преобразователя | 12 |
| 3.3.3 Юстировка толщиномера | 14 |
| 3.3.4 Режим задания дискретности измерения | 15 |
| 3.3.5 Режим задания времени выключения | 16 |
| 3.3.6 Подстройка коэффициента усиления | 16 |
| 3.3.7 Режим работы ТМ с фиксацией минимума показаний за время акустического контакта | 17 |
| 3.3.8 Проведение измерений толщины изделий с использованием преобразователей серии П112 | 17 |
| 3.3.9 Проведение измерений толщины изделий с использованием преобразователей ТМК | 18 |
| 3.3.10 Запись результатов в память и их просмотр | 19 |
| 3.3.11 Режим связи с ПК | 21 |
| 3.3.12 Режим задания/чтения скорости ультразвука | 22 |
| 4 Измерение параметров, регулировка и настройка | 23 |
| 5 Правила хранения и транспортирования | 23 |
| 6 Техническое обслуживание | 23 |

| | |
|---|----|
| Приложение 1. Внешний вид преобразователей к толщиномеру Булат 1S | 24 |
| Приложение 2. Значение скорости распространения ультразвуковых колебаний в некоторых материалах | 25 |
| Приложение 3. Рекомендуемые контактные смазки..... | 28 |

Настоящее руководство по эксплуатации предназначено для ознакомления с принципами работы ультразвукового толщиномера Булат 1S (в дальнейшем ТМ), изготовленного по документации УАЛТ.002.000.00.

Руководство по эксплуатации содержит описание конструкции, принцип действия, основные положения по эксплуатации, техническому обслуживанию толщиномера.

1 Описание и работа

1.1 Назначение ТМ

ТМ предназначен для измерения толщины:

- изделий из конструкционных металлических сплавов при одностороннем доступе к ним с использованием преобразователей серии П112;
- металлических неферромагнитных изделий под защитными лакокрасочными покрытиями с использованием преобразователей серии ТМК112.

В ТМ используется контактный способ обеспечения акустического контакта прижимом контактной поверхности преобразователя к поверхности контролируемого объекта без сканирования.

По защищенности от воздействия твердых тел (пыли) и воды ТМ соответствует исполнению IP41 по ГОСТ 14254.

ТМ является ультразвуковым контактным ТМ общего назначения по ГОСТ 25863.

1.2 Рабочие условия эксплуатации ТМ

- диапазон температуры окружающего воздуха от -20°C до $+50^{\circ}\text{C}$;
- температура окружающего воздуха для преобразователя от -40°C до $+50^{\circ}\text{C}$;
- диапазон атмосферного давления, кПа от 96 до 104;
- относительная влажность воздуха до 95% при $+30^{\circ}\text{C}$.

ТМ может применяться при измерении толщины стенки емкостей, труб, трубопроводов, а также толщины транспортных и корпусных изделий, в том числе с корродированными поверхностями в процессе их эксплуатации или после изготовления.

1.3 Технические данные

1.3.1 Диапазон измеряемых толщин Т по стали и по алюминию для преобразователя, мм:

| | |
|------------------|---------------------------|
| П112-10-6/2-А-01 | 0,8 – 10; |
| П112-5-10/2-А-01 | 1,5 – 75; |
| П112-5-6/2-А-01 | 1,2 – 30; |
| П112-5-12/2-Б-01 | 1,5 – 200; |
| П112-10-4×4-Б-01 | 0,8 – 50; |
| П112-10-6/2-А-04 | 0,4 – 15 (по Al сплавам); |

| | |
|--------------------|----------------------|
| | 0,5 – 10 (по стали); |
| П112-10-2×8-А-04 | 0,5 – 10; |
| П112-10-4/2-А-04 | 0,5 – 10; |
| ТМК112-10-6-NF1-01 | 0,8 – 10. |

1.3.2 Дискретность отсчета, мм:

- для диапазона измерений (0,40 – 99,99) мм 0,01; 0,1;
- для диапазона измерений (100 – 200) мм 0,1.

1.3.3 Минимальный допускаемый радиус кривизны измеряемого изделия 10 мм.

1.3.4 Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений толщины при измерении стандартных образцов с шероховатостью поверхности $R_z \leq 10$ мкм, мм:

- для преобразователей серии П112 $\pm(0,01h+0,05)$;
- для преобразователя ТМК112-10-6-NF1-01 $\pm(0,01h+0,08)$.

где h – номинальное значение толщины, мм.

1.3.5 Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности измерений толщины изделий при толщине нанесенного лакокрасочного покрытия для преобразователя ТМК112-10-6-NF1-01*, мм:

- до 250 мкм $\pm 0,05$;
- от 250 до 500 мкм $\pm 0,1$.

* для образцов с радиусом кривизны более 20 мм.

1.3.6 Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности измерений толщины при температурах от -20°C до $+15^\circ\text{C}$ и от $+25^\circ\text{C}$ до $+50^\circ\text{C}$, мм:

- для преобразователей серии П112 $\pm(0,01h+0,05)$;
- для преобразователя ТМК112-10-6-NF1-01 $\pm(0,01h+0,08)$.

1.3.7 Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности измерений толщины в диапазоне значений параметра шероховатости поверхности R_z изделий в зоне измерения, мм;

- от 10 мкм до 80 мкм включительно:

| | |
|------------------|--------------|
| П112-10-6/2-А-01 | $\pm 0,10$; |
| П112-10-6/2-А-04 | $\pm 0,10$; |
| П112-10-2×8-А-04 | $\pm 0,10$; |
| П112-10-4/2-А-04 | $\pm 0,15$; |
| П112-10-4×4-Б-01 | $\pm 0,15$; |
| П112-5-10/2-А-01 | $\pm 0,10$; |
| П112-5-6/2-А-01 | $\pm 0,10$; |
| П112-5-12/2-Б-01 | $\pm 0,15$. |

- от 80 мкм до 160 мкм включительно:

| | |
|------------------|--------------|
| П112-10-6/2-А-01 | $\pm 0,20$; |
|------------------|--------------|

| | |
|------------------|--------|
| П112-10-4×4-Б-01 | ±0,20; |
| П112-5-10/2-А-01 | ±0,20; |
| П112-5-6/2-А-01 | ±0,20; |
| П112-5-12/2-Б-01 | ±0,25. |

– от 160 мкм до 320 мкм включительно:

| | |
|------------------|--------|
| П112-5-10/2-А-01 | ±0,25; |
| П112-5-12/2-Б-01 | ±0,25. |

1.3.8 Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности измерений толщины при измерении образцов с цилиндрической поверхностью от радиуса кривизны, мм:

– при минимально допускаемом радиусе кривизны 10 мм:

| | |
|------------------|--------|
| П112-10-6/2-А-01 | ±0,10; |
| П112-10-6/2-А-04 | ±0,10; |
| П112-10-2×8-А-04 | ±0,05; |
| П112-10-4/2-А-04 | ±0,05; |
| П112-10-4×4-Б-01 | ±0,10; |
| П112-5-6/2-А-01 | ±0,10. |

– при минимально допускаемом радиусе кривизны 20 мм:

| | |
|--------------------|--------|
| П112-5-10/2-А-01 | ±0,20; |
| П112-5-12/2-Б-01 | ±0,20; |
| ТМК112-10-6-NF1-01 | ±0,15. |

1.4 Устройство и работа ТМ

Принцип работы ТМ основан на ультразвуковом импульсном эхо-методе измерения, который использует свойства ультразвуковых колебаний (далее УЗК) отражаться от границы раздела сред с разными акустическими свойствами.

Электронный блок ТМ вырабатывает запускающий импульс, подаваемый на излучающую пластину акустического преобразователя, которая излучает импульс УЗК через линию задержки в изделие. Импульс УЗК распространяется в изделии до внутренней поверхности изделия, отражается от нее, распространяется в противоположном направлении и, пройдя линию задержки, принимается приемной пластиной. Время распространения УЗК связано с толщиной изделия. Принятый импульс усиливается и подается на вход блока обработки информации, который формирует цифровой код N, пропорциональный времени распространения импульса в изделии с учетом времени распространения в линиях задержки, после чего встроенная микро-ЭВМ вычисляет толщину измеряемого изделия. Вычисленное значение T отображается на дисплее. Также на дисплее при наличии акустического контакта преобразователя с изделием отображается метка АК.КОНТ.

Преобразователи ультразвуковые раздельно-совмещенного типа П112 обеспечивают измерение толщины в диапазон от 0,4 до 200 мм. В качестве материала линий задержки используется полиимид, композитные материалы, кварцевое стекло, оргстекло, что обеспечивает повышенную износостойчивость преобразователей и возможность работы на шероховатых изделиях с R_z до 320 мкм. Излучающая поверхность преобразователя плоская круглой формы.

Преобразователи серии ТМК112 имеют комбинированную схему. В их состав входит:

- ультразвуковой преобразователь (УП), конструкция и принцип работы которого аналогичны конструкции и принципу работы преобразователя П112;
- электромагнитный преобразователь-измеритель толщины покрытия.

Конструкция ТМ включает в свой состав электронный блок и подсоединяемый с помощью разъема преобразователь. Разъем для подключения преобразователя и кабеля связи с компьютером расположен на торцевой поверхности корпуса. Органы управления расположены на передней панели, на которой также расположены дисплей и установочная мера. Расположение органов управления и разъема показано на рис.1. В нижней части корпуса ТМ под крышкой находится отсек, в который устанавливаются аккумуляторы типоразмера АА или сухие элементы. Для переноски ТМ предназначен съемный держатель, крепящийся к боковой части нижней крышки съемным винтом.

2 Режимы работы ТМ

Расположение клавиатуры и дисплея на лицевой панели блока обработки информации прибора приведено на рис. 1.

2.1 Основной режим работы ТМ

ОСН – основной режим работы ТМ (прибор входит в этот режим сразу после включения).

В этом режиме производятся измерения, а также возможна работа с памятью, имеется возможность проводить калибровку прибора, а также работать с фиксацией минимальных значений результатов измерений.

2.2 Дополнительные режимы работы

Переход из одного режима работы в другой осуществляется нажатием кнопки **РЕЖИМ**. Вход в режим – нажатием кнопки **0**.

bb – режим задания времени выключения;

РЗd – режим задания дискретности измерения;

РРС – режим задания/чтения скорости ультразвука;

РЧ – режим чтения памяти;

РС – режим связи с компьютером.

2.3 Назначение кнопок клавиатуры

КАЛИБР – кнопка проведения калибровки и установки нуля преобразователя.

ПАМЯТЬ – кнопка для разрешения работы с памятью.

Разъем для подключения преобразователей
и кабеля связи с компьютером



Рисунок 1. Булат 1S.

ГРУППА – кнопка для открытия нового блока (группы) памяти. Кнопка **ГРУППА** работает только в режиме работы с памятью.

▲ – многофункциональная кнопка:

- при работе с памятью выполняет функцию записи результатов в память;
- при проведении калибровки выполняет функцию увеличения значения скорости;
- при вызванном коэффициенте усиления выполняет функцию увеличения коэффициента;
- в режиме задания времени выключения выполняет функцию увеличения времени работы прибора до выключения;

– в режиме задания дискретности измерения выполняет функцию установки дискретности – 0,1.

▼ – многофункциональная кнопка:

– при работе с памятью выполняет функцию записи результатов на место предыдущего результата измерения;

– при проведении калибровки выполняет функцию уменьшения значения скорости;

– при вызванном коэффициенте усиления выполняет функцию уменьшения коэффициента;

– в режиме задания времени выключения выполняет функцию уменьшения времени работы прибора до выключения;

– в режиме задания дискретности измерения выполняет функцию установки дискретности – 0,01.

РЕЖИМ – кнопка вызова дополнительных режимов.

0 – многофункциональная кнопка:

– в меню выбора дополнительных режимов выполняет функцию входа в режим;

– в основном режиме (ОСН) выполняет функцию включения/выключения подсветки: при включении высвечивается сообщение «On», подсветка работает при наличии акустического контакта и в течении двух секунд после нажатия любой кнопки клавиатуры; при выключении подсветки высвечивается сообщение «OFF»;

– при нажатой кнопке **КАЛИБР** нажатие кнопки **0** выполняет функцию установки нуля;

– в режиме работы с памятью выполняет функцию очистки памяти ТМ.

УСИЛ – кнопка включения/выключения режима регулировки усиления.

MIN – кнопка включения/выключения режима фиксации минимального значения, регистрируемого во всей группе измерений, проводимых без разрыва акустического контакта.

ВКЛ – кнопка включения/выключения прибора.

2.4 Назначение служебных меток дисплея

АК.КОНТ – сигнал акустического контакта (говорит о приходе отраженного ультразвукового эхоимпульса в прибор)

MIN – наличие этой метки говорит о том, что прибор работает в режиме с фиксацией минимального значения.

ПАМЯТЬ – наличие этой метки говорит о том, что работа с памятью результатов измерения разрешена.

КАЛИБР – наличие этой метки говорит о том, что разрешено проведение операции калибровки (настройки на скорость ультразвука по образцу конкретного материала), а также установки нуля преобразователя.

3 Использование по назначению

3.1 Указание мер безопасности

К работе с ТМ допускаются лица, прошедшие инструктаж. Эксплуатация ТМ допускается только после ознакомления с руководством.

3.2 Состояние аккумуляторных батарей

3.2.1 Работа от аккумуляторных батарей и признак их разряда

Установить аккумуляторы в батарейный отсек, соблюдая полярность контактов. Произвести контроль заряда аккумуляторов и осуществить их заряд в случае необходимости, для чего:

- включить ТМ нажатием кнопки **ВКЛ**. В случае если аккумуляторы разряжены, на дисплее будет отображаться (•) в левой нижней части экрана, что говорит о необходимости проведения заряда аккумуляторов;

- извлечь аккумуляторы из батарейного отсека и произвести их заряд в соответствии с 3.2.2.

3.2.2 Заряд аккумуляторных батарей

Для проведения заряда аккумуляторов необходимо подсоединить их к клеммам зарядного устройства для аккумуляторов, соблюдая полярность подключения, и включить зарядное устройство в сеть. Признаком нормальной работы зарядного устройства является свечение светодиодного индикатора на его корпусе. Время заряда аккумуляторов типоразмера АА от зарядного устройства не менее 12 часов. Заряд аккумуляторов должен производиться без прерывания во времени.

Запрещается оставлять зарядное устройство во время заряда без присмотра.

Для исключения выхода из строя аккумуляторов (разряда ниже допустимого значения 0,8В) при длительном хранении в составе прибора требуется подзаряжать аккумуляторы с интервалом времени не менее 2 месяцев, даже если не производилась работа с ТМ.

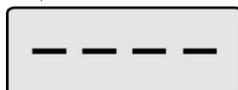
3.3 Порядок работы

Подключить преобразователь к разъему на торцевой панели электронного блока.

3.3.1 Распознавание типа подключенного преобразователя и его тестирование

После установки в батарейный отсек заряженных аккумуляторов включить ТМ, нажав кнопку **ВКЛ**. После этого на дисплее ТМ появится сообщение с номером версии программного обеспечения и кратковременно включится подсветка, если перед выключением ТМ она была включена. Затем появится номер подключенного преобразователя или 07 – при его отсутствии.

Далее на дисплее появится сообщение:



которое означает, что прибор работает в основном измерительном режиме.

3.3.2 Установка нуля преобразователя

Операция установки нуля преобразователя проводится в режиме «КАЛИБРОВКА».

3.3.2.1 Установка нуля преобразователя-измерителя толщины покрытия комбинированного преобразователя ТМК.

Для уменьшения влияния физико-механических характеристик материала изделия на результат измерения толщины защитного покрытия перед началом измерений необходимо установить нуль преобразователя-измерителя толщины покрытия, для чего:

- подготовить образец изделия или материала изделия без покрытия с близкими по шероховатости поверхности и составу характеристиками (либо зачистить от грязи и защитного покрытия участок поверхности контролируемого изделия);

- удалить преобразователь от поверхности металлических предметов на расстояние не менее 100 мм;

- нажать на кнопку **РЕЖИМ** и удерживать ее до появления на дисплее сообщения:

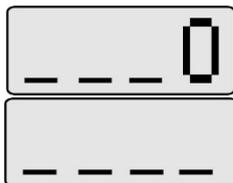
- нажать кнопку **0**. После нажатия данной кнопки на дисплее появится сообщение:

затем появится сообщение:

которое означает, что ТМ готов к работе;

- установить преобразователь-измеритель толщины покрытия на подготовленный образец изделия без покрытия, дождаться появления результатов измерения толщины покрытия, отображаемых в мм, после чего, не отрывая преобразователь от образца, нажать кнопку **НОЛЬ**, после чего будет выдано сообщение:

затем последовательно сменяющиеся сообщения:



свидетельствующие об установке нуля преобразователя, затем появится сообщение:



свидетельствующее о готовности прибора к измерениям толщины покрытия;

– нажать кнопку **РЕЖИМ** и удерживать ее до появления на дисплее сообщения:



– нажать кнопку **0**, после чего появится сообщение:



которое означает, что ТМ готов к работе в основном режиме.

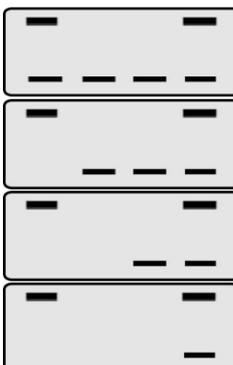
Примечание. Операцию установки нуля желательно проводить в случае изменения условий эксплуатации (температура окружающей среды), повышенных требованиях к точности измерений, при первом включении преобразователя.

По окончании установки нуля преобразователя выйти из режима калибровки нажатием кнопки **КАЛИБР** и дождаться, когда на дисплее пропадет метка **КАЛИБР**.

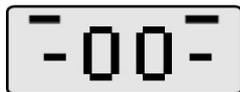
3.3.2.2 Установка нуля ультразвукового преобразователя

Нанести на вмонтированную в корпус ТМ установочную меру слой контактной смазки. Нажать на кнопку **КАЛИБР**. На дисплее высветится метка **КАЛИБР** (в правой верхней части дисплея).

Установить преобразователь на установочную меру, притереть его, при этом в случае нормальной работы ТМ на дисплее высветится метка **АК.КОНТ** и значение толщины установочной меры. Нажать на кнопку **0**. На дисплее высветится сообщение:



По окончании процесса установки нуля на дисплей будет кратковременно выдано сообщение:



После этого ТМ переходит в режим измерения и при нормальной работе ТМ должен появиться отсчет толщины установочной меры, мм (при скорости ультразвука 5920 м/с, устанавливаемой при поставке прибора, показания ТМ должны соответствовать толщине юстировочной плитки, равной 6 мм). При выполнении операций по данному пункту преобразователь должен быть постоянно прижат к установочной мере.

При нормальной работе ТМ разница между толщиной установочной меры и показаниями ТМ не должна превышать:

- 0,1 мм при задании дискретности измерения 0,01 мм;
- 0,2 мм при задании дискретности измерения 0,1 мм.

Нажимая кнопку 0 можно вновь выполнить данную процедуру.

3.3.3 Юстировка толщиномера

3.3.3.1 Операция юстировки ТМ на материал контролируемых изделий

Юстировка проводится в режиме КАЛИБРОВКА.

Установить преобразователь на аттестованный по толщине и предварительно смазанный контактной жидкостью участок контрольного (стандартного) образца О, толщина которого T_0 находится в рамках предполагаемого диапазона контролируемых толщин, дождаться индикации метки АК.КОНТ и индикации показаний толщин $T_{п}$.

После выдачи показаний толщины $T_{п}$ убрать преобразователь с поверхности образца О. нажать на кнопку **КАЛИБР** и дождаться высвечивания метки КАЛИБР.

С использованием кнопок ▲ и ▼ добиться равенства T_0 и $T_{п}$ с погрешностью не более $\pm 0,01$ мм в диапазоне толщин до 99,99 мм и погрешностью $\pm 0,1$ мм в диапазоне толщин более 100 мм соответственно. При нажатии и удержании в этом положении кнопки ▲ показания на дисплее будут увеличиваться, а при нажатии и удержании в этом положении кнопки ▼ – уменьшаться. Скорость изменения показаний пропорциональна времени нажатия, для уменьшения скорости необходимо отпустить кнопку и через некоторый промежуток времени нажать вновь. Таким образом можно добиться соответствия T_0 и $T_{п}$ с необходимой погрешностью.

Примечание. Новое значение параметров юстировки будет занесено в память прибора (при выключении питания значение сохраняется) для того номера преобразователя, с которым работает прибор.

3.3.3.2 Упрощенная методика юстировки ТМ

Выполняется при отсутствии данных о скорости ультразвука в конкретном материале.

Подготовить контрольные (стандартные) образцы O_i продукции, изготовленные из материала и по технологии, аналогичным материалу и технологии, подлежащих контролю изделий I_i .

Проделать операции по п. 3.3.3 на выбранном контрольном образце O_i . В результате выполнения этих операций ТМ будет подготовлен к контролю изделий I_i .

Установить преобразователь на вмонтированную в корпус прибора установочную меру толщины и записать в рабочую тетрадь показание $T_{Юi}$, соответствующие контролируемыми изделиям I_i .

Проделать описанные выше операции для всех контрольных образцов O_i . В результате этого будет составлена таблица 1.

Таблица 1.

| Изделие | Юстировочное показание |
|---------|------------------------|
| O_1 | $T_{Ю1}$ |
| O_2 | $T_{Ю2}$ |
| O_i | $T_{Юi}$ |
| O_n | $T_{Юn}$ |

В дальнейшем значения $T_{Юi}$ из таблицы 1 могут использоваться для упрощенной юстировки ТМ при контроле изделий I_i , для чего необходимо:

– после включения ТМ проделать операции в соответствии с п.п. 3.3.1 и 3.3.2;

– нажать на кнопку **КАЛИБР** и дождаться высвечивания метки КАЛИБР;

– установить преобразователь на вмонтированную в корпус ТМ установочную меру и произвести измерение. Убрать преобразователь с установочной меры;

– с использованием кнопок **▲** и **▼** добиться появления на дисплее показаний, равных значению $T_{Юi}$, взятых из таблицы 1;

– также, как и в предыдущих пунктах выйти из режима КАЛИБРОВКА (нажать на кнопку **КАЛИБР** и дождаться пропадания метки КАЛИБР).

3.3.4 Режим задания дискретности измерения

Данный режим предусмотрен для задания дискретности измерения. Прибор может выдавать на дисплей результат измерения с дискретностью 0,01 мм и дискретностью 0,1 мм. При этом в режиме измерения с дискретностью 0,1 мм более высока скорость измерения и уменьшенное энергопотребление.

Для выбора данного режима нажать на кнопку **РЕЖИМ** и удерживать ее в данном положении до появления на дисплее сообщения



После появления данного сообщения отпустить кнопку **РЕЖИМ** и нажать на кнопку **0**, после чего на дисплее появится сообщение

0.01

или

0.10

в зависимости от того, с какой дискретностью проводились измерения при последнем включении прибора. Задание дискретности производится нажатием кнопок **▲** (задание дискретности 0,1 мм) и **▼** (задание дискретности 0,01 мм).

Запоминание заданного значения дискретности измерений производится автоматически при выходе из режима по нажатию кнопки **РЕЖИМ**.

3.3.5 Режим задания времени выключения

Данный режим предусмотрен для задания времени, по истечении которого производится автоматическое выключение прибора в случае, если измерения не проводятся. Время задается в минутах (1, 3, 5, 10, 30, 60). Сообщение «по» означает, что выключение прибора производится по нажатию кнопки **ВКЛ**.

Для выбора данного режима нажать кнопку **РЕЖИМ** и удерживать ее в данном положении до появления на дисплее сообщения «bb». После появления данного сообщения отпустить кнопку **РЕЖИМ** и нажать кнопку **0**, после чего на дисплее появится сообщение bbxx (где xx – числа от 01 до 60, соответствующие времени работы прибора до автоматического выключения, в минутах). Задание времени выключения производится нажатием кнопок **▲** (увеличение) и **▼** (уменьшение). Запоминание нового значения времени выключения производится автоматически при выходе из режима по нажатию кнопки **РЕЖИМ**.

3.3.6 Подстройка коэффициента усиления

При необходимости работы на изделиях с большой шероховатостью или при контроле труб малого диаметра, а также при изменении характеристик преобразователя вследствие износа, может возникнуть необходимость подстройки коэффициента усиления.

Перед началом подстройки коэффициента усиления необходимо нажать кнопку **УСИЛ**, при этом на дисплее выдается текущее значение коэффициента:

у x nn

где x – пробел при положительном значении коэффициента, «-» при отрицательном значении; nn – значение коэффициента усиления (01, ..., 10).

Для повышения чувствительности прибора необходимо увеличить значение коэффициента усиления, нажав кнопку ▲. Максимальное значение коэффициента усиления – 10 условных единиц.

Примечание. Реальное значение может быть меньше (в зависимости от характеристик подключенного преобразователя).

Для уменьшения чувствительности требуется, соответственно, нажать на кнопку ▼. Минимальное значение коэффициента усиления – -10 условных единиц.

Для выхода из режима задания коэффициента усиления требуется нажать на кнопку **УСИЛ**, при этом в памяти ТМ будет сохранено значение выбранного коэффициента усиления для подключенного преобразователя.

Проверку правильности регулировки коэффициента усиления можно осуществить на аттестованных по толщине контрольных образцах, аналогичных по своим физико-механическим характеристикам (в том числе шероховатости) реальным изделиям. Правильностью задания является повторяемость результатов измерений, отсутствие каких-либо выбросов результатов и их соответствие реальной толщине в точках измерения контрольных образцов.

3.3.7 Режим работы ТМ с фиксацией минимума показаний за время акустического контакта

Данный режим работы обеспечивает фиксацию на дисплее минимального значения толщины $T_{\text{мин}}$ изделия за время акустического контакта преобразователя с изделием (например, при сканировании поверхности изделия преобразователем).

Выбор данного режима производится в основном режиме ОСН нажатием на кнопку **MIN**, после чего на дисплее загорается метка **MIN**.

Для отмены режима работы с фиксацией минимума показаний необходимо нажать на кнопку **MIN** (метка **MIN** погаснет).

При выключении прибора информация о включении/выключении режима фиксации минимума сохраняется в памяти ТМ.

3.3.8 Проведение измерений толщины изделий с использованием преобразователей серии П112.

Подготовить ТМ к работе в соответствии с п 3.2.

Провести установку нуля подключенного преобразователя в соответствии с п. 3.3.2.

При необходимости провести калибровку преобразователя в соответствии с п. 3.3.3.

Задать режимы проведения измерений в соответствии с п.п. 3.3.4-3.3.7 и войти в режим ОСН для проведения измерений.

В зависимости от состояния поверхности контролируемого изделия, типа подключенного преобразователя и погрешности измерения, которую необходимо обеспечить, провести подготовку поверхности следующим образом:

- при контроле преобразователями П112 изделий с сильно корродированной поверхностью и остатками краски очистить поверхность изделия с помощью механических щеток от ржавчины, отслаивающейся окалины, защитных покрытий, наплавов металла и других грубых микронеровностей поверхности;

- при необходимости снижения погрешности от влияния шероховатости поверхности и контроле труб с диаметром менее 60 мм дополнительно очистить поверхность шкуркой шлифовальной;

- при контроле изделий с окрашенной поверхностью очистить поверхность от краски.

Нанести слой контактной смазки на поверхность контролируемого изделия в местах установки преобразователя. Рекомендуемые виды контактных смазок в зависимости от температуры приведены в приложении 3.

После нанесения контактной смазки установить преобразователь контактной поверхностью на поверхность изделия, хорошо его притереть, добиться засветки метки АК.КОНТ и устойчивых минимальных показаний, считать результат измерения. После отрыва преобразователя на дисплее останется результат измерения. При снятии преобразователя с поверхности необходимо следить за тем, чтобы на контактной поверхности не оставался толстый слой смазки, который может привести к появлению ложных эхо-сигналов и показаний. Для обеспечения требуемой погрешности измерения следует периодически устанавливать нуль преобразователей в соответствии с п. 3.3.2.

При контроле преобразователями П112 в режиме фиксации минимума показаний после выбора этого режима в соответствии с п. 3.3.7 и нанесения контактной смазки установить преобразователь контактной поверхностью на поверхность изделия, хорошо его притереть, добиться засветки метки АК.КОНТ и, перемещая преобразователь по поверхности, зафиксировать минимум показаний, считать результат измерения. После отрыва преобразователя на дисплее останется минимальный результат измерения.

3.3.9 Проведение измерений толщины изделий с использованием преобразователей ТМК

С использованием преобразователей ТМК112-10-6-NF1-01 проводится измерение толщины изделий из неферромагнитных материалов под лакокрасочными (диэлектрическими покрытиями).

Подготовить ТМ к работе в соответствии с п. 3.2.

Провести установку нуля преобразователя-измерителя толщины покрытий ТМК в соответствии с п. 3.3.2.1.

Провести установку нуля ультразвукового преобразователя ТМК в соответствии с п. 3.3.2.2.

При необходимости провести калибровку ультразвукового преобразователя в соответствии с п. 3.3.3.

Задать режимы проведения измерений в соответствии с п.п. 3.3.4-3.3.7 и войти в режим ОСН для проведения измерений.

Провести подготовку поверхности следующим образом:

– при контроле преобразователями ТМК окрашенных изделий предварительно протереть поверхность ветошью от пыли, грязи и т.п. и убедиться в том, что краска в местах контроля нормально прилегает к поверхности изделия (не «пузыриться»).

Нанести слой контактной смазки на поверхность контролируемого изделия в местах установки преобразователя. Рекомендуемые виды контактных смазок в зависимости от температуры приведены в приложении 3.

После нанесения контактной смазки установить преобразователь контактной поверхностью на поверхность изделия, хорошо его притереть, добиться засветки метки АК.КОНТ и устойчивых минимальных показаний, считать результат измерения. После отрыва преобразователя на дисплее останется результат измерения. При снятии преобразователя с поверхности необходимо следить за тем, чтобы на контактной поверхности не оставался толстый слой смазки, который может привести к появлению ложных эхо-сигналов и показаний. Для обеспечения требуемой погрешности измерения следует периодически устанавливать нуль преобразователей в соответствии с п. 3.3.2.

При контроле в режиме фиксации минимума показаний после выбора этого режима в соответствии с п. 3.3.7 и нанесения контактной смазки установить преобразователь контактной поверхностью на поверхность изделия, хорошо его притереть, добиться засветки метки АК.КОНТ и, перемещая преобразователь по поверхности, зафиксировать минимум показаний, считать результат измерения. После отрыва преобразователя на дисплее останется минимальный результат измерения.

3.3.10 Запись результатов в память и их просмотр

ТМ позволяет записать в память (в том числе по группам), сохранять при выключении питания и затем посмотреть до 1999 результатов измерения с возможностью передачи в ПК.

3.3.10.1 Очистка памяти ТМ

В случае необходимости очистки памяти в любой момент без выключения ТМ необходимо:

– нажать кнопку **ПАМЯТЬ**, дождаться индикации метки «ПАМЯТЬ» и, продолжая удерживать кнопку **ПАМЯТЬ**, дождаться появления на дисплее сообщения:

– после появления сообщения отпустить кнопку **ПАМЯТЬ** и нажать на кнопку **0**, после чего данное сообщение погаснет на 1 сек., затем снова кратковременно появится и погаснет. Затем на дисплей кратковременно выведется сообщение «0000», которое сменится на:

означающее, что произошла очистка памяти.

3.3.10.2 Запись результатов в память

Для записи результатов в память в процессе измерений в режиме ОСН в общем случае необходимо нажать кнопку **ПАМЯТЬ**, дождаться появления метки **ПАМЯТЬ**, отпустить кнопку.

При этом результаты измерения будут записываться в группу, заданную при предыдущей работе с памятью. При поставке прибора его память очищена, номер группы по умолчанию **01**. В случае очистки памяти в соответствии с п. 3.2.10.1 запись результатов в память также будет производиться, начиная с группы **01**.

Для записи результатов в новую группу необходимо нажать кнопку **ГРУППА**. При этом на дисплее кратковременно будет выдано сообщение

где 01 – номер новой по порядку группы памяти.

Далее измерения с записью в память необходимо производить в следующей последовательности:

– после проведения измерения, отрыва датчика от поверхности изделия на дисплее будет зафиксирован результат измерения;

– для записи результата в память необходимо нажать кнопку **▲** и удерживать ее до кратковременного появления сообщения

где XXX – номер (адрес) ячейки памяти, в которую будет записан результат.

После этого на дисплей будет вновь выведен результат последнего измерения, записанный в память.

В случае необходимости исправления последнего записанного в память результата следует:

– произвести повторное (новое) измерение;

– для записи результата нажать кнопку ▼ и удерживать ее до кратковременного появления сообщения A001

где A001 – номер ячейки памяти, в которую будет записан результат.

3.3.10.3 Режим просмотра (чтения) результатов, записанных в память ТМ

Нажать на кнопку **РЕЖИМ** и удерживать ее в данном положении до появления на дисплее сообщения

РЧ

После появления данного сообщения отпустить кнопку **РЕЖИМ** и нажать на кнопку 0 и поле этого на дисплее появится сообщение

ГР.ХХ

где ХХ – номер текущей группы, в которую производилась последняя запись.

Задание номера группы, в которой будут просматриваться результаты, производится нажатием кнопок ▲ (с увеличением номера группы) и ▼ (уменьшение).

Для просмотра (чтения) результатов измерений в группе нажать на кнопку 0, на дисплее при этом будут выданы сменяющие друг друга сообщения

AXXX и NNNN

где XXX – номер записанной ячейки памяти, а NNNN – результат измерения, записанный в другую ячейку.

Для чтения других ячеек памяти необходимо нажать кнопку ▲ (для увеличения номера ячейки) или ▼ (для уменьшения номера ячейки).

Для выхода из данной программы следует кратковременно нажать кнопку **РЕЖИМ**.

3.3.11 Режим связи с ПК

Записанные в память прибора результаты измерений можно передать в компьютер по каналу связи RS-232, если на компьютере установлена русифицированная операционная система WINDOWS 9x/Me/NT/2000/XP/7.

Программное обеспечение для связи прибора «Булат 1S» с компьютером включает программу Constanta-DATA.

3.3.11.1 Установка программного обеспечения на жесткий диск

Выполняется перед первым подключение прибора к компьютеру.

Запустить программу инсталляции setup.exe, находящуюся в папке Constanta-DATA диска, прилагаемого к прибору. Следовать указаниям программы.

3.3.11.2 Передача результатов измерений в компьютер

– соединить кабелем RS-232 разъемы прибора и компьютера (порт COM1 или COM2 PC XT/AT);

– включить прибор нажатием кнопки **ВКЛ**;

– нажать на кнопку **РЕЖИМ** и удерживать ее в нажатом состоянии до появления сообщения:



– запустить программу Constanta-DATA на компьютере двойным щелчком левой кнопки мыши по пиктограмме программы на рабочем столе Windows, либо из меню ПУСК ПРОГРАММЫ (название Вашей папки, где находится программа) Constanta-DATA;

– на монитор компьютера выведется окно выбора типа прибора. Необходимо установить «Булат 1S»

– в этом же окне нажать на кнопку «Принять данные» для приема данных из прибора. Использование других сервисных функций программы производится в соответствии с указаниями файла справки.

– на клавиатуре прибора нажать на кнопку **0**. На дисплей прибора выведется сообщение:



Для начала передачи данных необходимо еще раз нажать на кнопку **0**, на дисплей выведется сообщение



– на мониторе компьютера в окне «ПРИЕМ ДАННЫХ» отображается процесс передачи. По окончании приема данных на мониторе компьютера выведется окно сообщения «ДАННЫЕ ПРИНЯТЫ УСПЕШНО», а на дисплее прибора:



– на мониторе компьютера закрыть окно сообщения «ДАННЫЕ ПРИНЯТЫ УСПЕШНО» нажатием кнопки «Ok». Отобразится окно с таблицей принятых данных с разбивкой на группы.

Для выхода из режима необходимо нажать на кнопку **РЕЖИМ ТМ** и держать ее в нажатом состоянии до появления сообщения с названием нужного режима. После окончания процедуры передачи выключить ТМ и отсоединить кабель связи от компьютера.

3.3.12 Режим задания/чтения скорости ультразвука

Данный режим предназначен для:

- задания скорости ультразвука для конкретного материала;
- просмотра значения скорости ультразвука при настройке на конкретном образце материала в соответствии с п. 3.3.3.

Для выбора данного режима нажать на кнопку **РЕЖИМ** и удерживать ее в данном положении до появления на дисплее сообщения



После появления данного сообщения отпустить кнопку **РЕЖИМ** и нажать на кнопку **0**, после чего на дисплее появится значение скорости ультразвука (м/с) для текущей настройки. Задание скорости ультразвука производится нажатием кнопок **▲** (увеличение) или **▼** (уменьшение). Запоминание нового значения скорости производится автоматически при выходе из режима по нажатию кнопки **РЕЖИМ**.

4 Измерение параметров, регулировка и настройка

Проверка работоспособности ТМ производится на мерах толщины.

Несоответствие показаний ТМ не должно превышать значений, указанных в п. 1.3. Регулировка и настройка ТМ в случае обнаружения неисправностей должна производиться у изготовителя.

5 Правила хранения и транспортирования

ТМ в футляре должен храниться при температуре окружающего воздуха от +5°C до +40°C и относительной влажности воздуха до 80% при температуре +25°C, что соответствует условиям хранения I по ГОСТ 15150.

В помещении для хранения не должно быть пыли, паров кислот, щелочей и агрессивных газов.

Хранение и транспортирование прибора производится в кейсе.

6 Техническое обслуживание

Техническое обслуживание ТМ производится изготовителем в случае обнаружения неисправностей в работе ТМ.

Приложение 1. Внешний вид преобразователей к толщиномеру Булат 1S



Преобразователи ультразвуковые серии П112.



Преобразователь ультразвуковой и электромагнитный совмещены.

Приложение 2. Значение скорости распространения ультразвуковых колебаний в некоторых материалах

Значение скорости распространения ультразвуковых колебаний в некоторых конструкционных марках сплавов на основе железа.

| Обозначение марки сплава | Значение скорости распространения УЗК, м/с | Температурный коэффициент скорости распространения УЗК, м/с·°С |
|--------------------------|--|--|
| Железо «Армко» | 5930 | 0,5 – 0,7 |
| Сталь 3 | 5930 | |
| Сталь 10 | 5920 | |
| Сталь У10 | 5925 | |
| Сталь 40 | 5925 | |
| Сталь У8 | 5900 | |
| Сталь 50 | 5920 | |
| Сталь 45Л-1 | 5925 | |
| Сталь ШХ-15 | 5965 | |
| Сталь 40Х13 | 6070 | |
| Сталь 30ХГСА | 5915 | |
| Сталь 30ХМА | 5950 | |
| Сталь 08Х17Н14М3 | 5720 | |
| Сталь 1Х18Н9Т | 5720 | |
| Сталь 12Х18Н10Т | 5760 | |
| Сталь ЭП33 | 5650 | |
| Сталь ЭП428 | 5990 | |
| Сталь ЭП543 | 5750 | |
| Сталь 30ХРА | 5900 | |
| Сталь ЭП814 | 5900 | |
| Сталь ЭИ437БУ | 5990 | |
| Сталь ЭИ612 | 5680 | |
| Сталь ЭИ617 | 5930 | |
| Сталь ЭИ766А | 6020 | |
| Сталь ЭИ826 | 5930 | |
| Сталь ХН77Т0Р | 6080 | |
| Сталь 40ХНМА | 5600 | |
| Сталь ХН70ВМТ0 | 5960 | |
| Сталь ХН35ВТ | 5680 | |
| Сталь Х15Н15ГС | 5400 | |
| Сталь 20ГСНДМ | 6060 | |

Значение скорости распространения ультразвуковых колебаний в некоторых конструкционных марках сплавов на основе алюминия.

| Обозначение марки сплава | Значение скорости распространения УЗК, м/с | Температурный коэффициент скорости распространения УЗК, м/с·°С |
|--------------------------|--|--|
| Д16 | 6380 | 1 – 1,2 |
| Д16АТ | 6365 | |
| Д16ТШ | 6420 | |
| В95 | 6280 | |
| В95Т1ПП | 6330 | |
| АМГ2 | 6390 | |
| АМГ2М | 6390 | |
| АМГ3 | 6400 | |
| АМГ5 | 6390 | |
| АМГ5М | 6380 | |
| АМГ6 | 6380 | |
| АМГ6М | 6405 | |
| АД | 6360 | |
| АД1 | 6385 | |
| Д1 | 6365 | |
| АМЦ | 6405 | |
| АК4-1 | 6390 | |

Значение скорости распространения ультразвуковых колебаний в некоторых конструкционных марках сплавов на основе титана.

| Обозначение марки сплава | Значение скорости распространения УЗК, м/с | Температурный коэффициент скорости распространения УЗК, м/с·°С |
|--------------------------|--|--|
| BT6C | 6150 | 0,6 – 0,7 |
| OT4 | 6180 | |
| BT4 | 6090 | |
| BT14 | 6405 | |
| BT9 | 6180 | |
| ЗВ | 6170 | |
| BT1 | 6080 | |

Значение скорости распространения ультразвуковых колебаний в некоторых материалах
на основе меди.

| Обозначение марки сплава | Значение скорости распространения УЗК, м/с | Температурный коэффициент скорости распространения УЗК, м/с·°С |
|--------------------------|--|--|
| Медь | 4680 | 0,5 – 0,6 |
| М1 | 4780 | |
| М2 | 4750 | |
| ЛС52-1 | 4050 | |
| ЛС59-1 | 4360 | |
| ЛС63 | 4180 | |
| Л62 | 4680 | |
| Л63 | 4440 | |
| Л68 | 4260 | |
| БрХО, 8Л | 4850 | |
| БрХО, 8Д | 4860 | |
| БрКМц 3-1 | 4820 | |
| БрОЦ 4-3 | 4550 | |
| БрАМц 9-2 | 5060 | |
| БрАЖМц 10-3-1,5 | 4900 | |

Приложение 3. Рекомендуемые контактные смазки

| Обозначение контактных смазок, ГОСТ | Температура контролируемой поверхности |
|---|--|
| ЦИАТИМ 20 | от -10°C до +50°C |
| ЦИАТИМ 202 ГОСТ 11110 | от -10°C до +50°C |
| ЦИАТИМ 221 ГОСТ 9433 | от -5°C до +50°C |
| МС70 ГОСТ 9762 | от -10°C до +50°C |
| Глицерин ГОСТ 6823 | от +10°C до +50°C |
| Масло трансформаторное ГОСТ 982 | от -10°C до +50°C |
| Масло веретенное ГОСТ 1642 | от -10°C до +50°C |
| Масло конденсаторное ГОСТ 5775 | от -10°C до +50°C |
| Ультразвуковой гель ТУ 2499-001-67511508-2011 | от -25°C до +250°C |