



**ТОЛЩИНОМЕРЫ УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ
БУЛАТ 5У**

№ _____

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

УАЛТ.125.000.00РЭ-2

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	5
1 Описание и работа.....	5
1.1 Назначение.....	5
1.2 Технические характеристики.....	5
1.3 Устройство и работа.....	8
1.4 Маркировка.....	9
1.5 Упаковка.....	10
2 Комплектность.....	10
3 Режимы работы толщиномера.....	11
3.1 Режимы работы толщиномера.....	11
3.2 Назначение кнопок клавиатуры.....	11
3.3 Назначение служебных меток дисплея.....	13
4 Использование по назначению.....	14
4.1 Подготовка толщиномера к использованию.....	14
4.1.1 Работа от сухой батареи и признак ее разряда.....	14
4.1.2 Работа от аккумуляторной батареи и признак ее разряда.....	14
4.1.3 Зарядка аккумуляторной батареи.....	15
4.2 Порядок работы.....	15
4.2.1 Распознавание типа подключенного преобразователя и его тестирование.....	15
4.2.2 Установка нуля преобразователя.....	15
4.2.3 Калибровка толщиномера.....	16
4.2.3.1 Калибровка толщиномера по контрольным образцам.....	16
4.2.3.2 Калибровка по скорости ультразвука.....	17
4.2.4 Задание дискретности измерения.....	18
4.2.5 Включение (выключение) подсветки дисплея.....	19
4.2.6 Задание времени выключения.....	19
4.2.7 Регулировка коэффициента усиления толщиномера.....	20
4.2.8 Включение (выключение) фиксации минимума показаний.....	21
4.2.9 Проведение измерений толщины изделий.....	22
4.2.10 Выключение толщиномера.....	23
5 Техническое обслуживание.....	23
6 Ресурсы, сроки службы и хранения и гарантия изготовителя.....	23
7 Хранение.....	24
8 Транспортирование.....	24
9 Свидетельство о приемке.....	24
Приложение 1 Внешний вид толщиномера.....	25
Приложение 2 Внешний вид преобразователей.....	25
Приложение 3 Рекомендуемые контактные смазки.....	26
Приложение 4 Значение скорости распространения ультразвуковых колебаний в некоторых материалах.....	27
Методика поверки.....	31

Настоящее руководство по эксплуатации предназначено для изучения толщиномера ультразвукового Булат 5У (далее - толщиномер), изготовленного по документации УАЛТ.125.000.00.

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

1 Описание и работа

1.1 Назначение

1.1.1 Толщиномер предназначен для измерения толщины изделий из конструкционных металлических сплавов и изотропных неметаллических материалов при одностороннем доступе к ним с использованием преобразователей серий П112.

В толщиномере используется контактный способ обеспечения акустического контакта прижимом контактной поверхности преобразователя к поверхности контролируемого изделия без сканирования или со сканированием в режиме поиска минимума.

1.2 Технические характеристики

1.2.1 Диапазон измеряемых толщин, h , мм, совместно с преобразователем:

П112-10-6/2-А-01	0,8 - 10;
П112-10-6/2-А-02	0,6 - 20;
П112-10-4x4-Б-01	0,8 - 50;
П112-10-4x4-Б-02	0,6 - 50;
П112-5-10/2-А-01	1,5 - 75;
П112-5-10/2-А-02	1,0 - 100;
П112-5-6/2-А-01	1,2 - 30;
П112-5-6/2-А-02	1,0 - 30;
П112-5-12/2-Б-01	1,5 - 200;
П112-5-12/2-Б-02	1,0 - 300;
П112-2,5-12/2-Б-01	2,0 - 200;
П112-2,5-12/2-Б-02	1,0 - 300;
П112-5-12/2-Т-01	1,0 - 100;
П112-10-6/2-Т-01	0,8 - 10.

1.2.2 Дискретность отсчета, мм:

- для диапазона измерений (0,50 - 99,99) мм 0,01 или 0,1;
- для диапазона измерений (100,0 - 300,0) мм 0,1.

1.2.3 Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений толщины при измерении образцов с шероховатостью поверхности $Rz \leq 10$ мкм и радиусом кривизны не менее 200 мм, мм:

- при дискретности отсчета 0,01 мм $\pm (0,002h + 0,03)$;
- при дискретности отсчета 0,1 мм $\pm (0,002 + 0,1)$,

где h – номинальное значение толщины, мм.

1.2.4 Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности измерений толщины при температурах от минус 10 до плюс 15 °С и от плюс 25 до плюс 50 °С, мм:

- при дискретности отсчета 0,01 мм $\pm (0,002h + 0,03)$;
- при дискретности отсчета 0,1 мм $\pm (0,002 + 0,1)$,

где h – номинальное значение толщины, мм.

1.2.5 Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности измерений на предельных значениях геометрических параметров поверхности изделий в зоне измерения:

1.2.5.1 Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности измерений толщины при шероховатости поверхности Rz изделий в зоне измерения приведены в таблице 1.

Таблица 1

Тип преобразователя	Значение параметра шероховатости, мкм	Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности измерений толщины, мм, при дискретности отсчета	
П112-10-6/2-А-01, П112-10-6/2-А-02	10< Rz <80	±0,05	±0,1
П112-10-4х4-Б-01, П112-10-4х4-Б-02		±0,05	±0,1
П112-5-10/2-А-01, П112-5-10/2-А-02		±0,10	±0,1
П112-5-6/2-А-01, П112-5-6/2-А-02		±0,10	±0,1
П112-5-12/2-Б-01, П112-5-12/2-Б-02		±0,15	±0,2
П112-2,5-12/2-Б-01, П112-2,5-12/2-Б-02		±0,15	±0,2
П112-5-12/2-Т-01		±0,15	±0,2

П112-10-6/2-Т-01		±0,05	±0,1
П112-10-6/2-А-01, П112-10-6/2-А-02	80<Rz≤320	±0,10	±0,1
П112-10-4х4-Б-01, П112-10-4х4-Б-02		±0,10	±0,1
П112-5-10/2-А-01, П112-5-10/2-А-02		±0,15	±0,2
П112-5-6/2-А-01, П112-5-6/2-А-02		±0,20	±0,2
П112-5-12/2-Б-01, П112-5-12/2-Б-02		±0,20	±0,2
П112-2,5-12/2-Б-01, П112-2,5-12/2-Б-02		±0,20	±0,2
П112-5-12/2-Т-01		±0,20	±0,2
П112-10-6/2-Т-01		±0,10	±0,1

1.2.5.2 Минимально допускаемый радиус кривизны поверхности, мм:

- для преобразователей П112-10-6/2-А-01, П112-10-6/2-А-02, П112-10-4х4-Б-01, П112-10-4х4-Б-02, П112-5-6/2-А-01, П112-5-6/2-А-02, П112-10-6/2-Т-01 – 10;

- для преобразователей П112-5-10/2-А-01, П112-5-10/2-А-02, П112-5-12/2-Б-01, П112-5-12/2-Б-02, П112-2,5-12/2-Б-01, П112-2,5-12/2-Б-02, П112-5-12/2-Т-01 – 20.

1.2.5.3 Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности измерений толщины при измерении образцов с цилиндрической поверхностью в таблице 2.

Таблица 2

Тип преобразователя	Радиус кривизны, мм	Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности измерений толщины, мм, при дискретности отсчета	
		0,01 мм	0,1 мм
П112-10-6/2-А-01, П112-10-6/2-А-02	10≤r<200	±0,05	±0,1
П112-10-4х4-Б-01, П112-10-4х4-Б-02		±0,05	±0,1
П112-5-6/2-А-01, П112-5-6/2-А-02		±0,10	±0,1
П112-10-6/2-Т-01		±0,05	±0,1
П112-5-10/2-А-01, П112-5-10/2-А-02	20≤r<200	±0,10	±0,1
П112-5-12/2-Б-01, П112-5-12/2-Б-02		±0,10	±0,1

П112-2,5-12/2-Б-01, П112-2,5-12/2-Б-02		±0,10	±0,1
П112-5-12/2-Т-01		±0,05	±0,1

1.2.6 Диапазон задания скоростей распространения ультразвуковых колебаний, м/с от 1000 до 9999.

1.2.7 Питание толщиномера осуществляется от батареи питания с номинальным напряжением 9 В.

1.2.8 Толщиномер обеспечивает выдачу сообщений об уровне разряда батареи, а также дополнительного сообщения о предельно допустимом разряде батареи. После выдачи последнего сообщения прибор выключается.

1.2.9 Толщиномер при выключении обеспечивает запоминание следующих параметров:

- настроек для преобразователя (коррекции установки "0", коэффициента усиления, установленной скорости ультразвука в материале);

- последней калибровки на конкретный материал.

1.2.10 Толщиномер обеспечивает автоматическое распознавание преобразователей (со встроенной памятью характеристики) и установку настроек для них с обеспечением установленных метрологических характеристик.

1.2.11 Толщиномер имеет возможность задания времени автоматического отключения от 1 до 10 минут, а также работы без автоматического выключения.

1.2.12 Масса, кг, не более:

- блока обработки информации 0,22;
- преобразователя 0,08.

1.2.13 Габаритные размеры, мм, не более:

- блока обработки информации 130x60x30;
- преобразователя \varnothing 20x60.

1.3 Устройство и работа

1.3.1 Толщиномер состоит из блока обработки информации (внешний вид приведен в приложении 1) и преобразователей (внешний вид приведен в приложении 2) серий П112.

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

1.3.2 Блок обработки информации толщиномера вырабатывает запускающий импульс, подаваемый на излучающую пластину 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 однозначно связано с толщиной изделия h . 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 вычисляется толщина изделия h . Вычисленное значение h индицируется на дисплее. Так же на дисплее при наличии акустического контакта преобразователя с изделием индицируется метка “**АК.КОНТ**”.

1.3.3 Преобразователи ультразвуковые раздельно-совмещенные серий П112 обеспечивают измерение толщины в диапазоне от 0,6 до 300 мм. В качестве материала линий задержки используется полиимид, композитные материалы, кварцевое стекло, оргстекло, что обеспечивает повышенную износостойчивость преобразователей и возможность работы на изделиях с Rz до 320 мкм. Излучающая поверхность преобразователя плоская, круглой или прямоугольной формы.

1.3.4 Конструкция толщиномера включает в свой состав блок обработки информации и подсоединяемые с помощью разъемов преобразователи. Разъемные соединения расположены на торцевой поверхности корпуса. Органы управления расположены на передней панели, на которой также расположены цифровой дисплей и установочная мера. В нижней части корпуса толщиномера под крышкой находится отсек, в который устанавливается батарея питания. Для переноски толщиномера предназначен съемный держатель, крепящийся к торцевой крышке винтом.

1.4 Маркировка

1.4.1 На переднюю крышку блока обработки информации наносится:

- условное обозначение толщиномера с товарным знаком предприятия-изготовителя;

- знак утверждения типа.

1.4.2 На задней крышке крепится табличка с указанием заводского номера и года выпуска.

1.5 Упаковка

Блок обработки информации и преобразователи помещаются в футляр для хранения и транспортирования.

2 Комплектность

Комплект поставки толщиномера определяется при заказе и состоит из базового комплекта и дополнительных опций по выбору заказчика. Комплектность толщиномера приведена в таблице 3.

Таблица 3

Наименование изделия	Количество, шт.
1. Толщиномер ультразвуковой в составе:	
1.1. Блок обработки информации	1
1.2. Преобразователи *	от 1
П112-10-6/2-А-01	
П112-10-6/2-А-02	
П112-10-4х4-Б-01	
П112-10-4х4-Б-02	
П112-5-10/2-А-01	
П112-5-10/2-А-02	
П112-5-6/2-А-01	
П112-5-6/2-А-02	
П112-5-12/2-Б-01	
П112-5-12/2-Б-02	
П112-2,5-12/2-Б-01	
П112-2,5-12/2-Б-02	
П112-5-12/2-Т-01	
П112-10-6/2-Т-01	
2. Батарея типа РРЗ (сухой элемент)	1
3. Футляр	1
4. Руководство по эксплуатации	1
5. Методика поверки МП 2512-0019-2010	1

Дополнительные опции: 1. Аккумуляторная батарея типоразмера РРЗ 2. Зарядное устройство	2 1
* Толщиномер может быть укомплектован любыми преобразователями из списка по требованию заказчика.	

3 Режимы работы толщиномера

3.1 Режимы работы толщиномера, их мнемоническое обозначение на индикаторе приводится в таблице 4. Переход между режимами работы осуществляется нажатием кнопки **РЕЖИМ**.

Таблица 4

Наименование режима	Отображаемая на дисплее информация
1. Основной режим работы толщиномера. В этом режиме проводятся измерения, выполняется процедура установки нуля и калибровки, осуществляется задание коэффициента усиления. Толщиномер входит в данный режим сразу после включения.	0СН
2. Режим задания дискретности измерения.	3В
3. Режим задания/чтения скорости ультразвука.	3С
4. Режим задания времени выключения.	ВВ
5. Режим включения/выключения фиксации минимального измеренного значения.	ПП in

3.2 Назначение кнопок клавиатуры

КАЛИБР – кнопка для разрешения проведения одноточечной калибровки толщиномера на контрольном образце.

“☀ \ ↵” – многофункциональная кнопка:

- при нахождении в основном измерительном режиме выполняет функцию включения/выключения подсветки дисплея;
- в остальных случаях – кнопка подтверждения выбора.

Δ – многофункциональная кнопка:

- включение/выключение режима фиксации минимума (п. 4.2.8);
- в режиме выбора преобразователя выполняет функцию “листания вверх” списка преобразователей;
- в остальных режимах (задания дискретности, скорости ультразвука, задания времени до автоматического выключения, функции калибровки и задания усиления) увеличение измеряемого (корректируемого) параметра.

∇ – многофункциональная кнопка:

- включение/выключение режима фиксации минимума (п. 4.2.8);
- в режиме выбора преобразователя выполняет функцию “листания вниз” списка преобразователей;
- в остальных режимах (задания дискретности, задания скорости ультразвука, задания времени до автоматического выключения, функции калибровки и задания усиления) уменьшение измеряемого (корректируемого) параметра.

НОЛЬ – кнопка установки нуля ультразвукового преобразователя в основном измерительном режиме.

РЕЖИМ – кнопка вызова и последовательного перехода по меню режимов.

По нажатию и удержанию этой кнопки на дисплей последовательно выдаются названия режимов в соответствии с их порядковыми номерами, приведенными в таблице 6.

Вход в выбранный режим нажатием кнопки “☀ \ ↩” (подтверждения выбора).

Выход из выбранного режима нажатием кнопки **РЕЖИМ**.

УСИЛ – Выполняет функцию включения /выключения режима задания коэффициента усиления в основном измерительном режиме.

Коэффициент усиления отображается на дисплее в виде сообщения:

АККОУТ МІН УСІЛ КАЛІБР

4_43

Рис. 1

43 – текущее значение коэффициента в диапазоне (20, ... , 60) условных единиц.

Для увеличения коэффициента усиления необходимо нажать кнопку Δ , для уменьшения кнопку ∇ .

ВКЛ – кнопка включения/выключения толщиномера.

3.3 Назначение служебных меток дисплея

3.3.1 Метка “**АК.КОНТ**”. Отображаемый на дисплее вид метки приводится на рис.2 (дополнительно обозначается на шильде над дисплеем).



Рис.2

Наличие данной служебной метки сигнализирует о наличии акустического контакта (говорит о приходе отраженного ультразвукового эхоимпульса в толщиномер).

3.3.2 Метка “**MIN**”. Отображаемый на дисплее вид метки приводится на рис.3. (дополнительно обозначается на шильде над дисплеем).



Рис.3

Наличие этой метки говорит о том, что толщиномер работает в режиме фиксации минимума показаний.

3.3.3 Метка “**Калибр**”. Отображаемый на дисплее вид метки приводится на рис.4. (дополнительно обозначается на шильде над дисплеем).



Рис.4

Наличие этой метки говорит о том, что разрешено проведение операции калибровки (настройки на скорость ультразвука по контрольному образцу).

3.3.4 Метка “**УСИЛ**”. Отображаемый на дисплее вид метки приводится на рис.5 (дополнительно обозначается на шильде над дисплеем).



Рис.5

Наличие этой метки говорит о том, что при проведении контроля разрешена оперативная подстройка коэффициента усиления.

4 Использование по назначению

4.1 Подготовка толщиномера к использованию

Установить батарею в батарейный отсек, соблюдая полярность контактов.

Подключить требуемый преобразователь к разъемам на торцевой панели блока обработки информации.

Включить толщиномер, нажав кнопку **ВКЛ** клавиатуры.

На дисплее высветится: номер версии программного обеспечения (например У.5.08), затем включится на короткое время подсветка и, если подключен преобразователь с памятью характеристик, появится сообщение «— — — —», это значит, что толщиномер готов к проведению измерений.

Если подключенный преобразователь не содержит памяти, на дисплее отобразится предлагаемый для выбора тип преобразователя, например (рис.6):



Рис.6

4.1.1 Работа от сухой батареи и признак ее разряда

В случае, если батарея разряжена, то в процессе работы высвечивается сообщение о разряде:

точка перед старшим разрядом на дисплее, свидетельствующая о необходимости замены батареи. В случае, если глубина разряда батареи превысит предельный уровень, толщиномер автоматически выключится, высветив последовательно сообщения «bAt» и «OFF_».

4.1.2 Работа от аккумуляторной батареи и признак ее разряда

В процессе работы высвечиваются сообщения о степени заряда батареи, полностью аналогичные сообщениям, индицируемым при работе с сухой батареей (см. п. 4.1.1). При появлении данного сообщения необходимо провести зарядку аккумулятора (см.п. 4.1.3).

4.1.3 Зарядка аккумуляторной батареи

Для проведения зарядки аккумуляторной батареи необходимо подсоединить ее к клеммам зарядного устройства, соблюдая полярность подключения, и включить зарядное устройство в сеть. Признаком нормальной работы зарядного устройства является свечение дисплея на его корпусе. Время зарядки аккумулятора от зарядного устройства не менее 12 часов. Зарядка аккумулятора должна производиться без прерывания во времени.

Запрещается оставлять зарядное устройство во время зарядки без наблюдения.

Для исключения выхода из строя аккумуляторной батареи при длительном хранении в составе толщиномера требуется проведение ее зарядки с интервалом времени не менее 1,5 мес., даже если не проводилась работа с толщиномером.

4.2 Порядок работы

Подготовить толщиномер к работе в соответствии с п.4.1 и включить его нажатием кнопки **ВКЛ**.

4.2.1 Задание типа подключенного преобразователя

Задание типа подключенного преобразователя (только при работе с преобразователями без памяти) производится по нажатию кнопок Δ и ∇ .

Подтверждение выбранного типа преобразователя – по нажатию кнопки «☀ \ ↵».

При этом толщиномер перейдет в основной измерительный режим и будет готов к проведению измерений. А на дисплее будет отображено (рис.7):

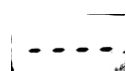


Рис.7

4.2.2 Установка нуля преобразователя

Для исключения влияния времени прохождения ультразвуковых колебаний в линиях задержки на результат измерения толщины изделия перед началом измерений следует установить нуль подключенного преобразователя, для чего:

- нанести на вмонтированную в корпус толщиномера установочную меру слой контактной смазки.
- установить преобразователь контактной поверхностью на установочную меру и плотно прижать его.

- нажать на кнопку **НОЛЬ**, после чего на дисплей будет выдан ряд сообщений (рис.9) информирующих о процессе установки нуля.

| 0000 |

и затем последовательно:

| _ 000 |

| _ _ _ 0 |

| _ _ 00 |

| _ _ _ _ |

Рис.9

По результатам измерения производится компенсация влияния времени пробега ультразвуковых колебаний в линиях задержки на результат измерения толщины изделия. На дисплей автоматически выводится измеренное значение ультразвуковой толщины установочной меры для заданной скорости ультразвука (для скорости 5920 м/с показания $(6,00 \pm 0,05)$ мм). При выполнении операций по данному пункту преобразователь должен быть постоянно прижат к установочной мере.

4.2.3 Калибровка толщиномера

Для того чтобы показания толщиномера соответствовали реальным значениям толщины изделия, необходимо производить его калибровку. Калибровка толщиномера возможна в двух вариантах – по контрольным образцам и по скорости ультразвука.

4.2.3.1 Калибровка толщиномера по контрольным образцам

Производится при контроле изделий с неизвестной скоростью ультразвука, или при необходимости проведения измерений с высокой точностью.

Для проведения калибровки толщиномера по контрольным образцам необходимо:

- подготовить толщиномер к работе в соответствии с п. 4.1;
- установить нуль в соответствии с п. 4.2.2;
- нажать кнопку **КАЛИБР**, при этом на дисплее должна отобразиться метка “Калибр”;
- установить преобразователь на аттестованный по толщине и предварительно смазанный контактной жидкостью участок

контрольного образца, дождаться засветки метки “**АК.КОНТ**” и индикации показаний толщины h ;

- с использованием кнопок ∇ и Δ добиться соответствия показаний h на дисплее толщиномера толщине контрольного образца;

- нажать кнопку **КАЛИБР** для выхода из режима калибровки толщиномера (метка “Калибр” должна погаснуть);

- для того, чтобы узнать скорость ультразвука в контрольном образце, необходимо:

- нажать на кнопку **РЕЖИМ** и дождаться появления на дисплее сообщения «**ЗС**»;

- нажать на кнопку «☀ \ ↵». На дисплее отобразится значение скорости ультразвука в материале контрольного образца, на котором была проведена калибровка толщиномера в м/с. При выключении толщиномера данное значение будет сохранено в памяти.

Примечание. Значение скорости ультразвука в материале контрольного образца рекомендуется записать в рабочую тетрадь для дальнейшего использования при калибровке толщиномера по скорости для контроля изделий из аналогичного материала.

4.2.3.2 Калибровка по скорости ультразвука

Калибровка толщиномера по скорости ультразвука производится в случае, когда известно ее значение для материала изделий, подлежащих контролю.

Для проведения калибровки толщиномера по скорости ультразвука необходимо:

- подготовить толщиномер к работе в соответствии с п. 4.1;
- установить нуль в соответствии с п. 4.2.2;
- установить требуемую скорость ультразвука в материале.

Порядок установки и отображаемая при этом на дисплее информация приводится в таблице 5.

Таблица 5

Выполняемые действия	Отображаемая на дисплее информация
1. Нажать на кнопку РЕЖИМ и дождаться появления на дисплее названия режима задания скорости ультразвука в материале.	ЗС
2. Нажать на кнопку “☀ \ ↵”. На дисплее отобразится текущее	5934

значение скорости ультразвука в м/с.	
<p>Далее необходимо:</p> <p>3. Задать требуемое значение скорости нажатием кнопок ∇ (уменьшение скорости) и Δ (увеличение скорости).</p> <p>4. Запоминание заданного значения скорости производится автоматически при выходе из данного режима нажатием кнопки РЕЖИМ.</p>	

4.2.4 Задание дискретности измерения

В зависимости от требуемой погрешности измерений и скорости проведения контроля толщиномер позволяет задавать одно из двух значений дискретности – 0,1 или 0,01 мм.

Проведение измерений с дискретностью 0,1 мм характеризуется наибольшей скоростью – 10 измерений в секунду (этот режим удобен при работе с фиксацией минимума показаний в случае сканирования зон изделий без отрыва преобразователя от поверхности).

Проведение измерений с дискретностью 0,01 мм характеризуется скоростью 4 измерения в секунду при обеспечении соответствующей погрешности измерения.

Порядок задания дискретности и отображаемая при этом на дисплее информация приводится в таблице 6.

Таблица 6

Выполняемые действия	Отображаемая на дисплее информация
1. Нажать на кнопку РЕЖИМ и дождаться появления на дисплее названия режима задания дискретности измерений.	38
2. Нажать на кнопку “☀ \ ↵”. На дисплее отобразится текущее значение дискретности.	00.0
<p>Далее необходимо:</p> <p>3. С использованием кнопок ∇ (уменьшение) и Δ (увеличение) задать требуемую дискретность.</p> <p>4. Запоминание заданного значения дискретности измерений производится автоматически при выходе из данного режима нажатием кнопки РЕЖИМ.</p>	

4.2.5 Включение (выключение) подсветки дисплея

Для работы в затемненных условиях у толщиномера предусмотрена возможность подсветки дисплея.

Для включения подсветки необходимо в основном измерительном режиме нажать кнопку «☀ \ ↵».

По нажатию данной кнопки автоматически включится подсветка. Подсветка дисплея будет осуществляться при наличии акустического контакта преобразователя с изделием или при работе с клавиатурой. Если в течение 7 секунд после очередного включения подсветки не будет акустического контакта или работы с клавиатурой, подсветка будет погашена.

Выключение подсветки производится повторным нажатием кнопки «☀ \ ↵» в основном измерительном режиме.

4.2.6 Задание времени выключения

Толщиномер позволяет задавать время выключения – временной интервал, по истечении которого производится его автоматическое выключение в случае, если не проводились измерения или не нажимались кнопки клавиатуры.

Порядок задания времени выключения и отображаемая при этом на дисплее информация приводится в таблице 7.

Таблица 7

Выполняемые действия	Отображаемая на дисплее информация
1. Нажать на кнопку РЕЖИМ и дождаться появления на дисплее названия режима задания времени автоматического выключения толщиномера.	bb
2. Нажать на кнопку “☀ \ ↵”. На дисплее отобразится текущее значение времени автоматического выключения в минутах.	bb. 10
<p>Далее необходимо:</p> <p>3. С использованием кнопок ∇ (уменьшение) и Δ (увеличение) задать требуемое время выключения**.</p> <p>** - возможно введение запрета на автоматическое выключение толщиномера. В этом случае необходимо выбрать опцию bb.no последовательным нажатием кнопки Δ.</p> <p>4. Запоминание заданного значения времени автоматического</p>	

выключения производится автоматически при выходе из данного режима нажатием кнопки **РЕЖИМ**.

4.2.7 Регулировка коэффициента усиления толщиномера

При необходимости проведения измерений на изделиях с большой шероховатостью или при контроле труб малого диаметра и контроле изделий из материалов с большим коэффициентом затухания (медь, свинец, полиэтилен и т.д.), а также при изменении характеристик преобразователя вследствие износа, может возникнуть необходимость регулировки коэффициента усиления толщиномера.

При необходимости регулировки коэффициента усиления в процессе работы необходимо нажать кнопку **УСИЛ**, при этом кратковременно высветится значение усиления (например, рис. 11), активизируется функция контроля с возможностью подстройки коэффициента усиления (индицируется метка “УСИЛ” - см. рис. 10).

Метка усиление



Рис. 10

Для повышения чувствительности толщиномера с подключенным преобразователем необходимо увеличить значение коэффициента усиления, нажав на кнопку Δ .

Для уменьшения чувствительности требуется, соответственно, нажать на кнопку ∇ для уменьшения коэффициента усиления.

При нажатии на кнопки Δ и ∇ значение коэффициента усиления начинает изменяться, а его текущая величина отображается на дисплее (в dB относительно уровня входного сигнала). При этом диапазон изменения коэффициента усиления составляет 20...60 единиц с шагом 1 единица. На дисплее отображается на время коррекции в следующем виде (рис.11):



Рис.11

По окончании коррекции на дисплее вновь отображается последнее измеренное значение толщины h .



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 регулировки является повторяемость результатов измерения, отсутствие каких - либо выбросов результатов и их соответствие реальной толщине в точках измерения контрольных образцов.

4.2.8 Включение (выключение) фиксации минимума показаний

В ряде случаев при проведении контроля необходимо фиксировать минимум показаний за время наличия акустического контакта (например, при контроле труб, при поиске локальных утонений – каверн на участках изделий, при котором дефектоскопист сканирует смазанную контактной жидкостью поверхность изделия на выбранном участке). Измерения с фиксацией минимума проводятся в основном измерительном режиме. Последовательность включения (выключения) фиксации минимума показаний приводится в таблице 8.

Таблица 8

Выполняемые действия	Отображаемая на дисплее информация
1. Нажать на кнопку РЕЖИМ и дождаться появления на дисплее названия режима включения / выключения функции фиксации минимума показаний.	
2. Нажать на кнопку “☀ \ ↵”. На дисплее отобразится текущее состояние: включена или выключена функция.	
<p>Далее необходимо:</p> <p>3. С использованием кнопок ∇ и Δ включить или выключить функцию.</p> <p>4. Запоминание выбранного состояния функции фиксации минимума показаний производится автоматически при выходе из данного режима нажатием кнопки РЕЖИМ</p>	

Далее при проведении измерений толщиномер будет фиксировать, и выдавать на дисплей минимальный результат измерения за время акустического контакта преобразователя с изделием, который будет сохраняться на дисплее при его отрыве от поверхности до следующего измерения;

4.2.9 Проведение измерений толщины изделий

4.2.9.1 Подготовить толщиномер к работе в соответствии с п. 4.1.

4.2.9.2 Провести установку нуля подключенного преобразователя в соответствии с п. 4.2.2.

4.2.9.3 При необходимости провести калибровку преобразователя в соответствии с п.4.2.3.

4.2.9.4 Задать режимы проведения измерений в соответствии с п.п. 4.2.4 – 4.2.8 и войти в основной измерительный режим для проведения измерений.

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

а) при контроле преобразователями 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;

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

в) при контроле изделий с окрашенной поверхностью очистить поверхность от краски.

4.2.9.6 Нанести слой контактной смазки на поверхность контролируемого изделия в местах установки преобразователя. Рекомендуемые виды контактных смазок, в зависимости от температуры приведены в Приложении 5.

4.2.9.7 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. 4.2.2.

4.2.9.8 При контроле в режиме фиксации минимума показаний после выбора этого режима 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.

4.2.10 Выключение толщиномера

После окончания работы есть возможность ручного или автоматического выключения толщиномера.

Для ручного выключения толщиномера следует нажать кнопку **ВКЛ** на клавиатуре, после чего толщиномер выключится с сохранением в памяти записанных результатов измерения, параметров последней калибровки и режимов измерения.

В случае, если в течение временного интервала, установленного в режиме “Задание времени выключения” (п. 4.2.6), не проводятся измерения, и не нажимаются кнопки клавиатуры, то толщиномер выключится автоматически.

5 Техническое обслуживание

5.1 Общие указания

Техническое обслуживание толщиномера производится предприятием-изготовителем в случае обнаружения неисправностей.

5.2 Указания по поверке

Толщиномер необходимо поверять в соответствии с методикой поверки. Межповерочный интервал - 1 год.

6 Ресурсы, сроки службы и хранения и гарантия изготовителя

6.1 Срок службы толщиномера не менее 10 лет.

6.2 Гарантийный срок хранения толщиномера 18 месяцев со дня отгрузки потребителю.

6.3 Гарантийный срок эксплуатации блока обработки информации толщиномера - 24 месяца со дня отправки потребителю, преобразователей - 3 месяца.

6.4 Изготовитель несет ответственность за качество изделия в течение гарантийного срока при соблюдении требований условий эксплуатации, транспортирования и хранения, настоящим руководством по эксплуатации.

7 Хранение

7.1 Толщиномер в футляре должен храниться при температуре окружающего воздуха от плюс 5 до плюс 40°С и относительной влажности до 80% при температуре +25°С, что соответствует условиям хранения Л по ГОСТ 15150.

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

8 Транспортирование

8.1 Транспортирование толщиномера может производиться любым видом транспорта в соответствии с требованиями и правилами перевозки, действующими на данных видах транспорта и соблюдения условий перевозки, указанных на упаковочной таре.

8.2 При транспортировании, погрузке и хранении на складе толщиномер должен оберегаться от ударов, толчков и воздействия влаги.

9 Свидетельство о приемке

Толщиномер ультразвуковой БУЛАТ 5У зав. № _____ соответствует техническим условиям ТУ 4276-021-27449627-10 и признан годным для эксплуатации.

Дата изготовления _____ 20 г.

МП

Контролер ОТК:

Дата поверки _____ 20 г.

МП

Поверитель:

Приложение 1

Внешний вид толщиномера ультразвукового Булат 5У



Приложение 2

Внешний вид преобразователей серии П112 к толщиномеру ультразвуковому Булат 5У.



Приложение 3**Рекомендуемые контактные смазки**

Таблица 8

Обозначение, ГОСТ контактных смазок	Температура контролируемой поверхности
1. ЦИАТИМ 201 ГОСТ 6267	от минус 10 до плюс 50 °С
2. ЦИАТИМ 202 ГОСТ 11110	от минус 10 до плюс 50 °С
3. ЦИАТИМ 221 ГОСТ 9433	от минус 5 до плюс 50 °С
4. МС70ГОСТ 9762	от минус 10 до плюс 50 °С
5. Глицерин ГОСТ 6823	от плюс 10 до плюс 50 °С
6. Масло трансформаторное ГОСТ 982	от минус 10 до плюс 50 °С
7. Масло веретенное ГОСТ 1642	от минус 10 до плюс 50 °С
8 .Масло конденсаторное ГОСТ 5775	от минус 10 до плюс 50 °С

Смазки п.6 – п.8 рекомендуется использовать только при контроле изделий с параметром шероховатости контролируемой поверхности $Rz < 40$ мкм.

Приложение 4

Значение скорости распространения ультразвуковых колебаний в некоторых материалах.

Значение скорости распространения УЗК в некоторых конструкционных сплавах на основе железа.

Таблица 9

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 ХН70ВМТ0	5960	
Сталь ХН35ВТ	5680	

Сталь Х15Н15ГС	5400
Сталь 20ГСНДМ	6060

Значения скорости распространения УЗК в некоторых сплавах на основе алюминия.

Таблица 10

Обозначение марки сплава	Значение скорости распространения УЗК, м/с	Температурный коэффициент скорости распространения УЗК, м/с*°С
Д16	6380	1 – 1,2
Д16АТ	6365	
Д16ТПП	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 УЗК в некоторых сплавах на основе титана.

Таблица 11

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	6105	
BT9	6180	
ЗВ	6170	
BT1	6080	

Значение скорости распространения УЗК в некоторых материалах на основе меди.

Таблица 12

Марка материала (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	
БрОЦ4-3	4550	
БрАМц 9-2	5060	
БрАЖМц 10-3-1,5	4900	



УТВЕРЖДАЮ
Руководитель ГЦИ СИ ФГУП
«ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

Ханов Н.И.


12 декабря 2010 г.

**Толщиномеры ультразвуковые
Булат 5, Булат 5У, Булат 5УП**

Методика поверки

МП 2512-0019-2010

Руководитель отдела
геометрических измерений

 К. В. Чекирда

Санкт-Петербург
2010 г.

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на толщиномеры ультразвуковые Булат 5, Булат 5У, Булат 5УП (далее - толщиномеры) и устанавливает методы и средства первичной, периодической поверки в процессе эксплуатации и после ремонта.

1.2 Межповерочный интервал 1 год.

2 Операции поверки

2.1 При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операций	№ п. МП	Проведение операции при поверке	
		Первичной	Периодической
1 Внешний осмотр и проверка комплектности.	3.1	+	+
2 Опробование.	3.2	+	+
3 Определение метрологических характеристик:			
3.1 Определение основной абсолютной погрешности измерений толщины при измерении образцов с шероховатостью поверхности $Rz \leq 10$ мкм и радиусом кривизны не менее 200 мм.	3.3	+	+
3.2 Определение дополнительной абсолютной погрешности измерений толщины при шероховатости поверхности образцов $Rz \leq 80$ мкм и $Rz \leq 320$ мкм.	3.4	+	-
3.3 Определение дополнительной абсолютной погрешности измерений толщины при измерении образцов с цилиндрической поверхностью.	3.5	+	-

2.2 Средства поверки

При проведении поверки толщиномеров должны применяться средства измерений, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Номер пункта методик и поверки	Наименование эталонного средства измерения или вспомогательного средства поверки, номер документа регламентирующего технические требования, метрологические и основные технические характеристики
3.2, 3.3, 3.4, 3.5	Комплект стандартных образцов эквивалентной ультразвуковой толщины (комплект КУСОТ-180)

2.3 Допускается применение средств поверки, не указанных в таблице 2, при условии, что они обеспечивают требуемую точность измерений.

2.4 При получении отрицательных результатов в ходе проведения той или иной операции поверка прекращается, толщиномер признается непригодным к дальнейшему применению и на него выписывается извещение о непригодности.

2.5 Требования безопасности

При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, изложенные в технической документации предприятия-изготовителя.

2.6 Условия поверки

При проведении поверки должны быть соблюдены нормальные условия измерений:

- диапазон температуры окружающего воздуха, °С от +15 до +25;
- диапазон относительной влажности воздуха, % от 45 до 75;
- диапазон атмосферного давления, кПа от 96 до 104.

2.7 Подготовка к поверке

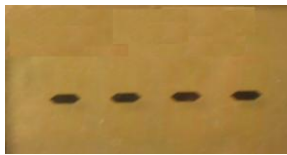
2.7.1 Перед началом работы наносят на поверхность стандартного образца из комплекта КУСОТ-180 (далее - образец), контактирующую с преобразователем, слой трансформаторного масла ГОСТ 982-80 или глицерина ГОСТ 6823-2000, или другой смазки.

2.7.2 Подготавливают толщиномер к работе:

2.7.2.1 Устанавливают батареи в батарейный отсек, соблюдая полярность контактов.

2.7.2.2 Подключают преобразователь к разъему на торцевой панели блока обработки информации.

2.7.3 Включают толщиномер, нажав кнопку "ВКЛ" клавиатуры. На дисплее кратковременно появится сообщение с номером версии программного обеспечения, после чего толщиномер войдет в основной измерительный режим.



2.7.4 Устанавливают нуль преобразователя.

Для исключения влияния времени прохождения ультразвуковых колебаний в линиях задержки на результат измерения толщины изделия h перед началом измерений устанавливают нуль подключенного преобразователя, для чего

- наносят на вмонтированную в корпус толщиномера установочную меру слой контактной смазки;
- устанавливают преобразователь контактной поверхностью на установочную меру и плотно прижимают его;
- нажимают на кнопку НОЛЬ, после чего на дисплей будет выдан ряд сообщений (таблица 3) информирующих о процессе установки нуля.

Таблица 3

<p>Отображаемая на дисплее информация о ходе установки нуля</p>	 <p>и, затем, последовательно, при появлении:</p>    
---	--

По результатам измерения производится компенсация влияния времени пробега ультразвуковых колебаний в линиях задержки на результат измерения толщины изделия h . На дисплей автоматически выводится измеренное значение ультразвуковой



толщины установочной меры для заданной скорости ультразвука (для скорости 5920 м/с показания $(6,00 \pm 0,05)$ мм). При выполнении операций по данному пункту преобразователь должен быть постоянно прижат к установочной мере.

2.7.5 Калибровка толщиномера

- подготавливают толщиномер к работе в соответствии с п.п. 2.7.2 – 2.7.4;

- устанавливают скорость ультразвука в материале образца - 6070 м/с. Порядок установки и отображаемая при этом на дисплее информация приводятся в таблице 4.

Таблица 4

Выполняемые действия	Отображаемая на дисплее информация
1. Нажать на кнопку РЕЖИМ и дождаться появления на дисплее названия режима задания скорости ультразвука в материале.	
2. Нажать на кнопку “☀ \ ↙”. На дисплее отобразится текущее значение скорости ультразвука в м/с.	
<p>Далее необходимо:</p> <p>3. Задать требуемое значение скорости нажатием кнопок ∇ (уменьшение скорости) и Δ (увеличение скорости).</p> <p>4. Запоминание заданного значения скорости производится автоматически при выходе из данного режима нажатием кнопки РЕЖИМ.</p>	

2.7.6 Проводят юстировку отсчетного устройства толщиномера, для чего:

2.7.6.1 Задает дискретность отсчета 0,01.

Порядок задания дискретности отчета и отображаемая при этом на дисплее информация приводятся в таблице 5.

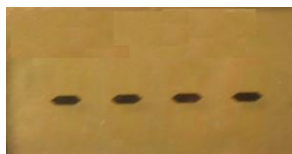
Таблица 5

Выполняемые действия	Отображаемая на дисплее информация
1. Нажать на кнопку РЕЖИМ и дождаться появления на дисплее названия режима задания дискретности измерений.	
2. Нажать на кнопку "☀️ ↵". На дисплее отобразится текущее значение дискретности.	
<p>Далее необходимо:</p> <p>3. С использованием кнопок ∇ (уменьшение) и Δ (увеличение) задать требуемую дискретность.</p> <p>4. Запоминание заданного значения дискретности измерений производится автоматически при выходе из данного режима нажатием кнопки РЕЖИМ.</p>	

2.7.6.2 Нажимают на кнопку **РЕЖИМ** и ожидают появления на дисплее сообщения

ОСН

2.7.6.3 Нажимают на кнопку "☀️ ↵". На дисплее отобразится сообщение:



свидетельствующее о готовности толщиномера к дальнейшей работе.

2.7.6.4 Устанавливают преобразователь на предварительно смазанный контактной жидкостью образец с толщиной, соответствующей графе 2 таблицы 6.

2.7.6.5 Проводят измерения образца не менее трех раз. Считывают показания дисплея $h_{уст i}$.

2.7.6.6 Вычисляют среднее арифметическое (Нюст) по результатам трех измерений по формуле:

$$H_{юст} = \frac{\sum_{i=1}^3 h_{юст i}}{3}$$

где: $h_{юст i}$ – измеренное значение толщины образца;

2.7.6.7 Вычисляют погрешность измерения (Δ) по формуле:

$$\Delta = \text{Нюст} - h_{\text{Э}}$$

где: $h_{\text{Э}}$ – действительное значение толщины образца.

2.7.6.8 Если значение Δ больше $\Delta_{\text{доп}}$, указанного в графе 3 таблицы 6, то проводят операцию юстировки согласно п.п.2.7.6.9 – 2.7.6.11.

2.7.6.9 Нажимают на кнопку **КАЛИБР**, при этом на дисплее должна отобразиться метка “Калибр”.

2.7.6.10. С использованием кнопок ∇ и Δ добиваются соответствия показаний дисплея толщиномера и действительного значения толщины образца.

2.7.6.11 Нажимают на кнопку **КАЛИБР**, при этом метка “Калибр” погаснет.

Таблица 6

Юстировочные значения толщины для настройки и максимально допустимые значения погрешностей при их контроле.

Преобразователь	Юстировочное значение толщины для настройки (мм)	Максимально допустимое значение погрешности ($\Delta_{\text{доп}}$) измерения толщины при юстировке, мм, при дискретности отсчета	
		0,01 мм	0,1 мм
1	2	3	4
П112-10-6/2-А-01	9	$\pm 0,05$	$\pm 0,1$
П112-10-6/2-А-02	20	$\pm 0,07$	$\pm 0,1$
П112-10-4x4-Б-01	35	$\pm 0,10$	$\pm 0,1$
П112-10-4x4-Б-02	35	$\pm 0,10$	$\pm 0,1$
П112-5-10/2-А-01	50	$\pm 0,13$	$\pm 0,1$
П112-5-10/2-А-02	90	$\pm 0,21$	$\pm 0,2$
П112-5-6/2-А-01	25	$\pm 0,08$	$\pm 0,1$
П112-5-6/2-А-02	25	$\pm 0,08$	$\pm 0,1$

П112-5-12/2-Б-01	90	±0,21	±0,2
П112-5-12/2-Б-02	90	±0,21	±0,2
П112-2,5-12/2-Б-01	90	±0,21	±0,2
П112-2,5-12/2-Б-02	90	±0,21	±0,2
П112-5-12/2-Т-01	90	±0,21	±0,2
П112-10-6/2-Т-01	9	±0,05	±0,1

3 Проведение поверки

3.1 Внешний осмотр и проверка комплектности.

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие толщиномера следующим требованиям:

- должны отсутствовать царапины и механические повреждения на поверхностях;
- комплектность и маркировка должны соответствовать требованиям технической документации.

3.2 Опробование.

При опробовании проверяют функционирование толщиномера. Для этого включают толщиномер согласно руководству по эксплуатации. Выполняют измерения образцов разной толщины, измеренные значения должны меняться соответствующим образом.

3.3 Определение основной абсолютной погрешности измерений толщины при измерении образцов с шероховатостью поверхности $Rz \leq 10$ мкм и радиусом кривизны не менее 200 мм.

3.3.1 Производят измерения толщины образцов для каждого преобразователя. Используют для измерений образцы с толщинами, соответствующими нижней, средней и верхней точкам диапазона измерений.

3.3.2 Измерения каждого образца проводят не менее пяти раз, записывают показания толщиномера h_i в протокол поверки.

3.3.3 Определяют среднее арифметическое H_n из пяти измерений:

$$H_n = \frac{\sum_{i=1}^5 h_i}{5}$$

Основную абсолютную погрешность измерений толщины определяют по формуле:

$$A = H_n - h_n$$

где h_n - действительное значение толщины образца, мм.

Основная абсолютная погрешность измерений толщины при измерении образцов с шероховатостью поверхности $Rz \leq 10$ мкм и радиусом кривизны не менее 200 мм не должна превышать, мм:

- при дискретности отсчета 0,01 мм $(0,002h + 0,03)$

- при дискретности отсчета 0,1 мм $(0,002h + 0,1)$

где h – номинальное значение толщины, мм.

3.4 Определение дополнительной абсолютной погрешности измерений толщины при шероховатости поверхности образцов $Rz \leq 80$ мкм и $Rz \leq 320$ мкм.

3.4.1 Устанавливают преобразователь на образец-свидетель для образца шероховатого с минимально допустимой толщиной.

3.4.2 Нажимают кнопку **КАЛИБР**. При этом на дисплее будет отображена метка “Калибр”.

3.4.3 Устанавливают кнопками Δ и ∇ показания дисплея, соответствующие толщине образца-свидетеля. Нажимают кнопку “☀ \ ↵”.

3.4.4 Нажимают кнопку **КАЛИБР**. Метка “Калибр” погаснет.

3.4.5 Устанавливают преобразователь на соответствующий образцу-свидетелю образец шероховатый со стороны шероховатой поверхности, ориентируя акустический экран преобразователя перпендикулярно направлению линий выступов и впадин на образце, результаты измерений $h_{шер i}$ заносят в протокол. Измерения проводят пять раз.

3.4.6 По результатам измерений вычисляют среднее арифметическое значение $H_{шер}$ по формуле:

$$H_{шер} = \frac{\sum_{i=1}^5 h_{шер i}}{5}$$

и определяют дополнительную абсолютную погрешность $A_{шер}$ по формуле:

$$A_{шер} = H_{шер} - h_{э_шер}$$

где $h_{э_шер}$ - действительное значение толщины шероховатого образца, мм.

Дополнительная абсолютная погрешность измерения толщины при шероховатости поверхности изделий Rz в зоне измерений не должна превышать значений, указанных в таблице 7.

Таблица 7

Тип преобразователя	Значение параметра шероховатости, мкм	Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности измерений толщины, мм, при дискретности отсчета	
		0,01 мм	0,1 мм
П112-10-6/2-А-01, П112-10-6/2-А-02	10<Rz≤80	±0,05	±0,1
П112-10-4x4-Б-01, П112-10-4x4-Б-02		±0,05	±0,1
П112-5-10/2-А-01, П112-5-10/2-А-02		±0,10	±0,1
П112-5-6/2-А-01, П112-5-6/2-А-02		±0,10	±0,1
П112-5-12/2-Б-01, П112-5-12/2-Б-02		±0,15	±0,2
П112-2,5-12/2-Б-01, П112-2,5-12/2-Б-02		±0,15	±0,2
П112-5-12/2-Т-01		±0,15	±0,2
П112-10-6/2-Т-01		±0,05	±0,1
П112-10-6/2-А-01, П112-10-6/2-А-02	80<Rz≤320	±0,10	±0,1
П112-10-4x4-Б-01, П112-10-4x4-Б-02		±0,10	±0,1
П112-5-10/2-А-01, П112-5-10/2-А-02		±0,15	±0,2
П112-5-6/2-А-01, П112-5-6/2-А-02		±0,20	±0,2
П112-5-12/2-Б-01, П112-5-12/2-Б-02		±0,20	±0,2
П112-2,5-12/2-Б-01, П112-2,5-12/2-Б-02		±0,20	±0,2
П112-5-12/2-Т-01		±0,20	±0,2
П112-10-6/2-Т-01		±0,10	±0,1

3.5 Определение дополнительной абсолютной погрешности измерений толщины при измерении образцов с цилиндрической поверхностью.

3.5.1 Устанавливают преобразователь на образец-свидетель для образца криволинейного. Толщина и радиус кривизны образца – минимальные для данного типа преобразователя. Дожидаются устойчивых показаний на дисплее.

3.5.2 Нажимают кнопку **КАЛИБР**. При этом на дисплее будет отображена метка “Калибр”.

3.5.3 Устанавливают кнопками Δ и ∇ показания дисплея, соответствующие толщине образца-свидетеля. Нажимают кнопку “☀ \ ↵”. Снимают преобразователь с образца.

3.5.4 Нажимают кнопку **КАЛИБР**. Метка “Калибр” погаснет.

3.5.5 Устанавливают преобразователь на соответствующий образцу-свидетелю образец криволинейный со стороны криволинейной поверхности, ориентируя акустический экран преобразователя перпендикулярно продольной оси образца и дожидаются устойчивых показаний на дисплее. Записывают результаты измерений h_{CLi} в протокол. Измерения проводят пять раз.

3.5.6 По результатам измерений вычисляют среднее арифметическое значение H_{CL} по формуле:

$$H_{CL} = \frac{\sum_{i=1}^5 h_{CLi}}{5}$$

и определяют дополнительную абсолютную погрешность ACL по формуле:

$$ACL = H_{CL} - h_{\text{Э}} CL$$

где: $h_{\text{Э}} CL$ - значение действительной толщины криволинейного образца, мм.

Дополнительная абсолютная погрешность измерений толщины при измерении образцов с цилиндрической поверхностью не должна превышать значений, указанных в таблице 8.

Таблица 8

Тип преобразователя	Радиус кривизны, мм	Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности измерений толщины, мм, при дискретности отсчета	
		0,01 мм	0,1 мм
П112-10-6/2-А-01, П112-10-6/2-А-02	10 ≤ r < 200	±0,05	±0,1
П112-10-4x4-Б-01, П112-10-4x4-Б-02		±0,05	±0,1
П112-5-6/2-А-01, П112-5-6/2-А-02		±0,10	±0,1
П112-10-6/2-Т-01		±0,05	±0,1

П112-5-10/2-А-01, П112-5-10/2-А-02	20≤r<200	±0,10	±0,1
П112-5-12/2-Б-01, П112-5-12/2-Б-02		±0,10	±0,1
П112-2,5-12/2-Б-01, П112-2,5-12/2-Б-02		±0,10	±0,1
П112-5-12/2-Т-01		±0,05	±0,1

4 Оформление результатов поверки

Результаты поверки оформляются составлением и выдачей свидетельства. Толщиномеры, не удовлетворяющие установленным требованиям, к применению не допускаются. На них выдается извещение о непригодности с указанием причин.