

**ООО «НПФ «УЛЬТРАКОН»**

**ТОЛЩИНОМЕР УЛЬТРАЗВУКОВОЙ  
УТ-51**

**РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ**

**УТ-51. 16465511.001.08 РЭ**

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1 НАЗНАЧЕНИЕ .....	3
2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ.....	4
3 КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ.....	8
4 УСТРОЙСТВО И РАБОТА ТОЛЩИНОМЕРА.....	9
5 МАРКИРОВКА.....	11
6 УПАКОВКА.....	12
7 ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ.....	12
8 ПОРЯДОК РАБОТЫ.....	19
8.1 Работа толщиномера в режиме "ИМПУЛЬС-ЭХО".....	19
8.2 Работа толщиномера в режиме "ЭХО-ЭХО".....	20
8.3 Режим "Большие цифры".....	20
8.4 Режим В-SCAN.....	21
8.5 Запись результатов в память и их просмотр.....	26
8.6 Открытие новой страницы в памяти прибора.....	27
8.7 Очистка памяти измерений.....	28
8.8 Передача данных на ПК.....	28
8.9 Передача данных В-SCAN на ПК.....	30
8.10 Выключение толщиномера.....	30
9 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ.....	31
10 ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ, РЕГУЛИРОВКА И НАСТРОЙКА.....	31
11 МЕТОДИКА ПОВЕРКИ (КАЛИБРОВКИ).....	31
12 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ.....	41
13 ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА.....	41
14 СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ.....	42
ПРИЛОЖЕНИЕ А. ....	43

## ВВЕДЕНИЕ

Настоящее руководство по эксплуатации предназначено для ознакомления с устройством, принципом действия и правилами эксплуатации толщиномера ультразвукового УТ-51 (далее по тексту - толщиномера).

Толщиномер обслуживается одним оператором, прошедшим специальную подготовку. Эксплуатация толщиномера допускается только после ознакомления с данным руководством по эксплуатации.

## 1 НАЗНАЧЕНИЕ

1.1 Толщиномер предназначен для:

- измерения толщины изделий из стали при одностороннем доступе к ним;
- определения скорости распространения продольных ультразвуковых колебаний (УЗК) в металлах при известной толщине изделия;
- для графического отображения профиля (разреза) изделия, полученного при одностороннем доступе (B-SCAN);
- для измерения толщины металла под лакокрасочным покрытием с применением высокодемпфированного преобразователя. Этот метод называется эхо-эхо или мультиэхо, его суть заключается в измерении временного интервала между двумя донными эхо-сигналами.

1.2 Толщиномер может применяться в различных отраслях народного хозяйства для измерения толщины стенок емкостей, труб, корпусных деталей, листов и т.п., в том числе с корродированными поверхностями, при их изготовлении и эксплуатации.

1.3 Предельные значения параметров контролируемых объектов, ограничивающие область применения толщиномера:

- максимально допустимое значение параметра шероховатости со стороны ввода УЗК –  $Rz = 80$  мкм;

- максимально допустимое значение параметра шероховатости со стороны, противоположной стороне ввода УЗК –  $Rz = 160$  мкм;

- минимальный радиус кривизны поверхности со стороны ввода УЗК – 3 мм при толщине стенки 1 мм;

- максимальная непараллельность поверхностей – 3 мм на участке базовой длины 20 мм.

Другие параметры контролируемых объектов, ограничивающие область применения толщиномера, устанавливаются в нормативной документации на конкретные виды контроля.

## 2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

2.1 Диапазон измерений толщины (по стали) - от 0,5 до 300 мм.

2.2 Диапазон измерения толщины различными пьезоэлектрическими преобразователями (ПЭП) соответствует значениям, приведенным в таблице 1.

Таблица 1 - Диапазон измерений толщины (по стали) для различных ПЭП

Маркировка ПЭП	Обозначение ПЭП в приборе	Диапазон измерения, мм	Примечание
П112-2,5-12/2-Б-01	2,5-12/2Б	2 – 300	Общего назначения
П112-10-2х3-М	10-2х3М	0,5 – 10	Общего назначения
П112-5,0-6/2-А-01	5,0-6/2А	0,8 – 30	Общего назначения
П112-5,0-10/2-А-01	5,0-10/2А	1,0 – 75	Общего назначения
П112-5,0-12/2-Б-01	5,0-12/2Б	2 – 300	Общего назначения
П112-10-6/2-А-01	10-6/2А	0,6 – 25	Общего назначения
П112-5,0-4×4-Б-03	5,0-4×4Б	1,0 – 30	Общего назначения
П112-10-4×4-Б-03	10-4×4Б	0,8 – 30	Общего назначения
П112-5,0-12/2-Т	5,0-12/2Т	1,5 – 100	Высокотемпературный (-10 - + 250 °С)
П112-2,5-12/2-Т	2,5-12/2Т	2 – 100	Высокотемпературный (-10 - + 250 °С)
П112-5,0-10/2-А-05	5,0-10/2А5	2 – 75 (2-25 мм с покрытием не более 10% толщины металла)	Высокодиффузионный ПЭП для измерений через покрытия
П112-10-4/2-А-04	10-4/2-А	0,5 – 10	Общего назначения

2.3 Диапазон определения скорости распространения УЗК,

при известных значениях толщины в диапазоне от 10,0 до 50,0 мм  
- от 4000 до 6500 м/с.

2.4 Цена единицы наименьшего разряда при индикации составляет:

- при измерении толщины изделия в поддиапазоне толщины от 0,8 до 99,9 мм – 0,01 или 0,1 мм (задается оператором);

- при измерении толщины изделия в поддиапазоне толщины от 100,0 до 200,0 мм – 0,1 мм;

- при определении скорости распространения УЗК – 1,0 м/с.

2.5 Диапазон значений скорости распространения УЗК, задаваемых органами управления толщиномера - от 500 до 9999 м/с.

2.6 Время установления рабочего режима толщиномера - не более 10 с.

2.7 Электрическое питание толщиномера осуществляется от двух элементов питания 1,5 В типа АА.

2.8 Конструкция толщиномера обеспечивает контроль уровня заряда батарей и сигнализацию о разряде элементов питания при значении напряжения питания менее 2,0 В.

2.9 Время непрерывной работы толщиномера от новых щелочных элементов питания (типа Alkaline) - не менее 25 ч (при соотношении времени контакта ПЭП с изделием и общего времени работы прибора - 1/3 и менее).

2.10 Сила тока, потребляемого толщиномером от элементов питания - не более 100 мА.

2.11 Конструкция толщиномера обеспечивает:

- возможность регулирования значений чувствительности приемного тракта в соответствии со свойствами контролируемых изделий;

- сохранение в энергонезависимой памяти параметров настройки для каждого ПЭП;

- автоматическое отключение по истечении:

- в режиме В-SCAN, с..... 90±10

- в остальных режимах, с.....180±15

после проведения последнего измерения или нажатия любой клавиши толщиномера.

2.12 Толщиномер обеспечивает возможность сохранения не более 2000 результатов измерений и 200 страниц в

энергонезависимой памяти, просмотра и передачи этих результатов на персональную электронно-вычислительную машину (ПЭВМ) по USB интерфейсу.

2.13 Габаритные размеры электронного блока толщиномера - не более 122 мм х 65 мм х 26 мм.

2.14 Габаритные размеры ПЭП (без соединительного кабеля) - не более:

- длина – 50 мм;
- диаметр – 40 мм.

2.15 Масса электронного блока толщиномера - не более 0,2 кг.

2.16 Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности толщиномера при измерении толщины -  $\pm (0,05 + 0,01 \cdot T)$  мм, где  $T$  - численное значение толщины, выраженное в миллиметрах.

2.17 Пределы допускаемого отклонения при определении скорости распространения УЗК -  $\pm 1,0$  % от измеряемой величины.

2.18 Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности в рабочем диапазоне температуры окружающего воздуха соответствуют пределам основной погрешности в нормальных условиях.

2.19 Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности при предельном значении параметра шероховатости поверхности -  $R_z = 40$  мкм для ПЭП: П112-10-6/2-А, П112-10-4х4-Б, П112-5-4х4-Б и  $R_z = 80$  мкм – для остальных ПЭП, при измерении толщины со стороны шероховатой поверхности -  $\pm 0,1$  мм.

2.20 Пределы допускаемой дополнительной погрешности при предельном значении параметра шероховатости поверхности  $R_z = 160$  мкм, при измерении толщины со стороны гладкой поверхности -  $\pm 0,2$  мм.

2.21 Пределы допускаемой дополнительной погрешности при предельном значении радиуса кривизны поверхности - 10 мм для ПЭП: П112-5-6/2-А, П112-10-6/2-А, П112-10-4х4-Б и 30 мм - для остальных ПЭП -  $\pm 0,1$  мм.

2.22 Пределы допускаемой дополнительной погрешности при предельном значении параметра параллельности

поверхностей - 3 мм на базовой длине 20 мм:

-  $\pm 0,3$  мм в диапазоне измерения толщины от 1 до 10 мм;

-  $\pm (0,2 + 0,01 * T)$  мм, где T - численное значение толщины, выраженное в миллиметрах, в диапазоне измерения толщины от 10 до 50 мм.

2.23 Толщиномер при эксплуатации устойчив к воздействию следующих климатических факторов:

- температуры окружающего воздуха от минус  $10^{\circ}\text{C}$  до плюс  $40^{\circ}\text{C}$ ;

- относительной влажности 98 % при температуре  $25^{\circ}\text{C}$ ;

- атмосферного давления от 84,0 до 106,7 кПа.

2.24 Толщиномер в упаковке для транспортирования выдерживает воздействие следующих климатических факторов внешней среды:

- температуры окружающего воздуха от минус  $25^{\circ}\text{C}$  до плюс  $40^{\circ}\text{C}$ ;

- относительной влажности 98 % при температуре  $25^{\circ}\text{C}$ .

2.25 Толщиномер в упаковке для транспортирования выдерживает воздействие вибрации по группе исполнения N2 по ГОСТ 12997, удары со значением пикового ударного ускорения  $98 \text{ м/с}^2$ , длительность ударного импульса 16 мс, число ударов  $1000 \pm 10$  для каждого направления.

2.26 Толщиномер выдерживает воздействие электромагнитных помех, не превышающих норм, предусмотренных по ГОСТ 29191, ГОСТ 29280 и ГОСТ 28702:

- гармонической помехи магнитного поля в полосе частот от 30 Гц до 50 кГц с эффективным значением напряженности поля от 130 до 70 дБ;

- гармонической помехи электрического поля в полосе частот от 10 кГц до 30 МГц с эффективным значением напряженности поля 120 дБ.

2.27 Уровень радиопомех, создаваемых толщиномером, не превышает норм, установленных в ГОСТ 29216 (для оборудования класса А).

2.28 Степень защиты корпуса толщиномера от проникновения твердых тел и воды соответствует IP54 по ГОСТ 14254.

2.29 Средняя наработка на отказ толщиномера - не менее

32 000 ч.

Средний полный срок службы электронного блока толщиномера до предельного состояния с учетом технического обслуживания, в соответствии с нормативной документацией - не менее 8 лет.

Среднее время восстановления работоспособного состояния - не более 3 ч.

2.30 Средняя наработка на отказ ПЭП при параметре шероховатости поверхности контролируемого изделия -  $R_z = 20$  мкм, за счет износа, - не менее 1000 ч.

### 3 КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ

- блок электронный.....	1 шт.
Преобразователи:	
- П112-10-6/2-А-01 .....	__ шт.
- П112-5-6/2-А-01 .....	__ шт.
- П112-5-10/2-А-01 .....	__ шт.
- П112-5-12/2-Б-01 .....	__ шт.
- П112-10-2х3-М.....	__ шт.
- П112-2.5-12/2-Б-01 .....	__ шт.
- П112-5-4х4-Б-03 .....	__ шт.
- П112-10-4х4-Б-03 .....	__ шт.
- П112-5-12/2-Т.....	__ шт.
- П112-2.5-12/2-Т.....	__ шт.
- П112-5-10/2-А-05 .....	__ шт.
- П112-10-4/2-А-04 .....	__ шт.
- батарея типа АА.....	2 шт.
- USB кабель связи с компьютером.....	1 шт.
- диск с программным обеспечением.....	1 шт.
- аккумуляторная батарея типа АА .....	2 шт.
- сетевое зарядное устройство .....	1 шт.
- чехол .....	1 шт.
- упаковочная тара .....	1 шт.
- руководство по эксплуатации	
УТ-51.16465511.001.08 РЭ.....	1 шт.

## 4 УСТРОЙСТВО И РАБОТА ТОЛЩИНОМЕРА

4.1 Принцип работы толщиномера основан на ультразвуковом импульсном эхо-методе измерения, который использует свойства УЗК отражаться от границы раздела сред с разным акустическим сопротивлением.

4.2 Электронный блок толщиномера вырабатывает импульс, подаваемый на излучающую пластину ПЭП, которая излучает импульс УЗК в изделие. Импульс УЗК распространяется до границы изделия, отражается от нее, распространяется в противоположном направлении и принимается приемной пластиной. Время распространения УЗК однозначно связано с толщиной изделия  $T$ , мм. Также применяется метод, в котором измеряется время до второго отраженного внутри изделия, сигнала. Принятые сигналы усиливаются и подаются на вход блока обработки информации, который формирует цифровой код  $N$ , пропорциональный времени распространения импульса в изделии с учетом времени распространения в линиях задержки. Встроенная микроЭВМ учитывает время распространения сигналов в линиях задержки и электронном тракте и вычисляет значение толщины. Результат измерения толщины индицируется, наряду с другой информацией, на индикаторе толщиномера.

Наличие акустического контакта ПЭП с изделием индицируется специальным символом в правой средней части индикатора.

4.3 Раздельно-совмещенные ПЭП серии П112 обеспечивают измерение толщины в диапазоне от 0,5 до 300 мм (См. Таблицу 1 в п.2.2). Излучающая поверхность ПЭП плоская.

4.4 Конструкция толщиномера включает в свой состав электронный блок и набор ПЭП, которые подключаются к электронному блоку через соответствующие разъемы. В верхнюю часть корпуса электронного блока толщиномера вмонтирована пластина для проведения процедуры компенсации времени распространения УЗК в ПЭП (далее по тексту - вмонтированная пластина). Органы управления толщиномера расположены на передней панели (см. рисунок 1), на которой также расположен графический индикатор. В нижней части корпуса прибора под

крышкой находится отсек, в который устанавливаются элементы питания.

4.5 Органы управления толщиномера имеют следующее назначение:

- "ВКЛ" - включение и выключение толщиномера;
- "Ввод" – многофункциональная кнопка, предназначена для перехода в соответствующий режим;
- "Стрелка вверх", "Стрелка вниз" – многофункциональные кнопки, выполняют функцию увеличения (уменьшения) корректируемого значения в различных режимах, а также перемещения курсора по пунктам в различных меню.

**Примечание:** появление на индикаторе прибора в некоторых режимах значка  $\uparrow\downarrow$  является подсказкой для использования клавиш "Стрелка вверх" и "Стрелка вниз".

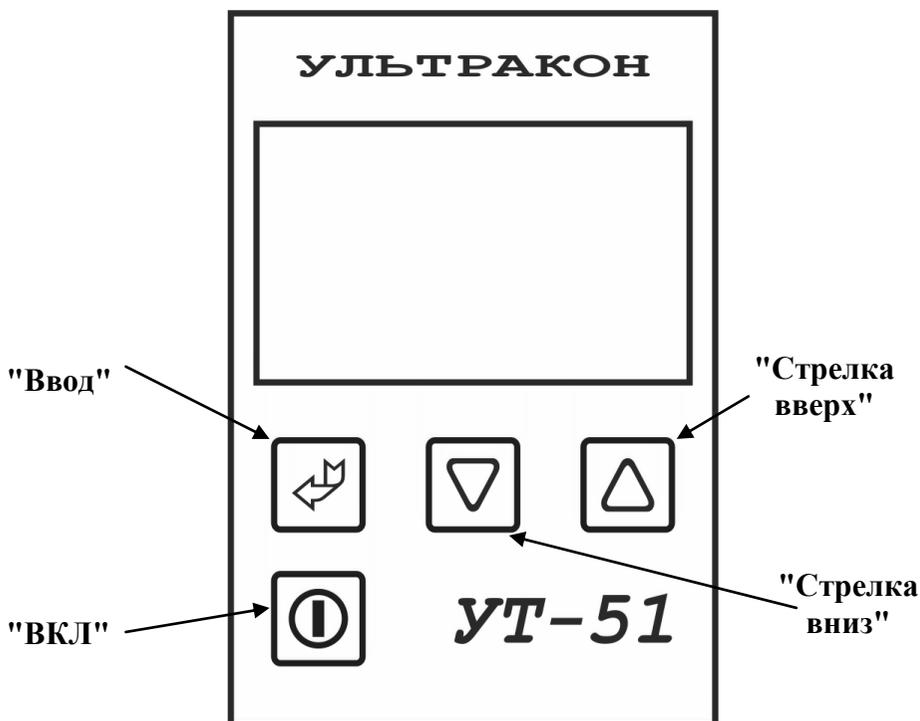


Рисунок 1 – Внешний вид передней панели толщиномера УТ-51

## 4.6 Режимы работы толщиномера

4.6.1 Основной режим работы толщиномера (режим активизируется через 4-5 секунд после включения прибора).

В этом режиме производятся измерения, регулирование значения усиления, запись в память результатов измерений, контроль состояния элементов питания, переход к процедуре компенсации времени распространения УЗК в ПЭП, вход в режим корректировки скорости ультразвука по образцу известной толщины, установка скорости ультразвука в материале, установка дискретности измерения, выбор и установка режимов измерения импульс-эхо или эхо-эхо, выбор типа ПЭП, вход в меню "АРХИВ", вход в меню "СКАН".

4.6.2 В меню "АРХИВ" возможно:

- просматривать записанные результаты измерений;
- начать новую страницу памяти для записи измерений;
- передать сохраненные данные на ПК;
- очистить память.

4.6.3 В меню "СКАН" возможны:

- установка нижнего предела отображения толщины для "B-SCAN";
- установка верхнего предела отображения толщины для "B-SCAN";
- запуск режима измерения "B-SCAN" (в этом режиме возможно сохранения графических данных B-SCAN);
- просмотр архива графических данных B-SCAN;
- передать сохраненные данные B-SCAN на ПК;
- очистка записей графических данных B-SCAN.

## 5 МАРКИРОВКА

5.1 Маркировка толщиномера содержит:

- наименование и товарный знак предприятия-изготовителя;
- наименование и условное обозначение толщиномера;
- год и месяц изготовления;
- заводской номер;

5.2 Маркировка выполняется непосредственно на толщиномере полиграфическим методом.

## 6 УПАКОВКА

Упаковка толщиномера соответствует требованиям ГОСТ 23170 и комплекту конструкторской документации и обеспечивает сохранность толщиномера на период транспортирования и хранения.

## 7 ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

7.1 Подготовка контролируемого изделия. Перед проведением измерений осуществить предварительную подготовку поверхности контролируемого изделия в местах установки ПЭП

7.1.1 Очистить поверхность, в местах установки ПЭП, от отслаивающихся окалины и защитных покрытий, брызг металла и других грубых неровностей поверхности;

- при проведении измерений на трубах диаметром менее 60 мм с грубо обработанной, эродированной или корродированной поверхностью места установки преобразователей дополнительно очистить шкуркой шлифовальной.

- удалить пыль и песок, а также старую контактную смазку.

7.1.2 Нанести слой контактной смазки на поверхность контролируемого изделия в местах установки ПЭП. Рекомендуемые виды контактных смазок, в зависимости от температуры приведены в таблице 2. Смазки указанные в п.п. 6-8 рекомендуется использовать только при контроле изделий с параметром шероховатости контролируемой поверхности меньше чем  $Rz = 40$  мкм.

Таблица 2. Рекомендуемые виды контактных смазок

N	Обозначение 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	МС70 ГОСТ 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 ОСТ 5775	От минус 10 до плюс 50°С

7.2 Установить элементы питания в батарейный отсек толщиномера, соблюдая полярность контактов.

**Примечание:** Батарейный отсек находится на нижнем торце прибора. Для доступа к нему расстегнуть защитный чехол, удерживая прибор в одной руке, другой открыть нижнюю защитную крышку вниз одновременно сдвигая ее к лицевой панели прибора. Выдвигающийся батарейный отсек находится под защитной крышкой. После установки элементов питания задвинуть отсек, защелкнуть крышку, застегнуть чехол.

7.3 Включить толщиномер нажатием кнопки "ВКЛ" на лицевой панели прибора. В случае, если напряжение питания менее 2,0 В, на индикаторе будет выдано сообщение Рис. 2:



Рис. 2

что говорит о необходимости замены элементов питания.

В этом случае следует выключить прибор (нажать клавишу "Вкл./Выкл."), извлечь элементы питания из батарейного отсека и произвести их замену согласно п 7.2.

7.4 Подключить преобразователь вставив его разъем до щелчка в разъем на верхней торцевой панели прибора.

Разъем на кабеле с меткой (если таковая имеется) присоединяется к разъему с меткой на корпусе прибора.

После включения через 4-5 секунд прибор перейдет в измерительный режим (основной). Вид индикатора представлен на Рис. 3:

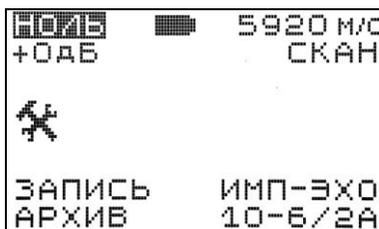


Рис. 3

7.5 В правом нижнем углу индикатора будет отображаться тип ПЭП. Если он не будет соответствовать типу подключенного ПЭП, необходимо установить тип ПЭП следующим образом.

Для выбора преобразователя, которым будет проводиться измерение, клавишами "Стрелка вверх" и "Стрелка вниз" установить курсор на тип ПЭП, нажать клавишу "Ввод". Вид индикатора представлен на Рис. 5

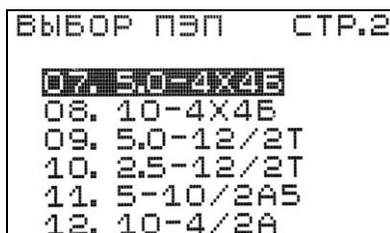


Рис. 4

Список преобразователей разделен на две страницы.

Клавишами "Стрелка вверх" и "Стрелка вниз" выбрать нужный тип ПЭП и нажать клавишу "Ввод". Прибор перейдет в измерительный режим.

В случае, если в приборе нет настроек выбранного преобразователя, на индикаторе появится сообщение "НЕТ НАСТРОЙКИ" (Рис. 5)



Рис. 5

Настроенные преобразователи отмечены значком «ромб» слева от его наименования, а текущий – значком «галка».

7.6 Компенсация времени прохождения УЗК в ПЭП (данная процедура проводится только в измерительном режиме) выполняется при включении прибора, смене ПЭП, в случае значительных изменений условий эксплуатации (изменения температуры окружающей среды и/или объекта контроля, изменения усиления).

7.6.1 Клавишами "Стрелка вверх" и "Стрелка вниз" установить курсор на индикаторе на надпись "НОЛЬ". Нанести на вмонтированную пластину слой контактной смазки (см. Таблица 2 в п.7.1.2). Устойчиво установить ПЭП контактной площадкой на поверхность изделия, выдавив излишки контактной смазки, добиться появления значка "Акустический контакт"  и устойчивых показаний на индикаторе.

Нажать на кнопку "Ввод". В центре индикатора высветится четыре прочерка (Рис. 6).



Рис. 6

После отпускания клавиши "Ввод" появится цифра **6.00** (возможны отклонения в пределах  $\pm 0,02$  мм) если установленная скорость ультразвука в приборе равна **5920** м/с (Рис. 7):



Рис. 7

Или другая величина если установленная скорость ультразвука в приборе будет отлична от скорости 5920 м/с. Таким образом, время задержки сигнала в призме преобразователя и электронном тракте прибора будет учтено при дальнейших измерениях толщины.

7.7 Настройка толщиномера при неизвестной скорости распространения УЗК в контролируемом изделии.

7.7.1 Данная процедура проводится следующим образом. Установить ПЭП на контролируемое изделие, предварительно нанеся на него слой контактной смазки. Добиться устойчивых показаний на индикаторе толщиномера, снять ПЭП с контролируемого изделия. Клавишами "Стрелка вверх" и "Стрелка вниз" установить курсор в выпадающем окне на надпись "**КОРРЕКЦИЯ**" и нажать клавишу "Ввод" (Рис. 8):



Рис. 8

В центре индикатора появится корректируемое значение толщины. Клавишами "Стрелка вверх" и "Стрелка вниз"

установить необходимое значение. Одновременно в правом нижнем углу будет отображаться значение скорости ультразвука, которое будет изменяться синхронно с изменением корректируемого значения толщины (Рис. 9):



Рис. 9

7.7.2 Для подтверждения изменений и возврата в основной измерительный режим нажать клавишу "Ввод". Если запоминание изменений нежелательно, выключите прибор клавишей "Вкл./Выкл."

7.8 Настройка толщиномера при известной скорости распространения УЗК в контролируемом изделии.

7.8.1 В основном измерительном режиме клавишами "Стрелка вверх" и "Стрелка вниз" установить курсор в правом верхнем углу индикатора на число, соответствующее значению скорости распространения УЗК, и нажать клавишу "Ввод".

В центре индикатора появится корректируемое значение скорости ультразвука (Рис. 10):



Рис. 10

Клавишами "Стрелка вверх" и "Стрелка вниз" установить скорость распространения УЗК в данном изделии. Справочные

значения скорости распространения УЗК для некоторых материалов указаны в приложении А.

7.8.2 Для сохранения в памяти толщиномера заданного значения скорости распространения УЗК и перехода в основной измерительный режим нажать клавишу "Ввод".

7.9 Установление цены единицы наименьшего разряда при индикации проводится в режиме "ДИСКРЕТНОСТЬ".

7.9.1 В основном измерительном режиме клавишами "Стрелка вверх" и "Стрелка вниз" установить курсор на индикаторе на надпись "ДИСКРЕТНОСТЬ" в выпадающем окне и нажать клавишу "Ввод" (Рис. 8).

В центре индикатора появится значение цены единицы наименьшего разряда (Рис. 11 или Рис. 12):

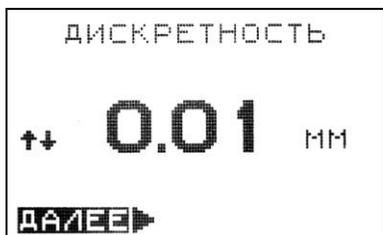


Рис. 11



Рис. 12

Клавишами "Стрелка вверх" и "Стрелка вниз" установить необходимое значение. Подтвердить выбор нажатием кнопки "Ввод", при этом осуществится переход в основной измерительный режим.

7.10 Регулирование значения чувствительности приемного тракта толщиномера.

Для регулирования значения чувствительности приемного тракта толщиномера необходимо в измерительном режиме клавишами "Стрелка вверх" и "Стрелка вниз" установить курсор на надпись "+0 дБ" и нажать клавишу "Ввод" (Рис. 3).

Затем клавишами "Стрелка вверх" и "Стрелка вниз" установить необходимое усиление относительно исходного уровня усиления, который устанавливается автоматически при включении прибора. Подтвердить выбор нажатием кнопки "Ввод". Конструкция прибора позволяет наблюдать на индикаторе изменение показаний прибора непосредственно при изменении усиления.

**Примечание.** При контроле изделий из материала с большим затуханием УЗК рекомендуется увеличивать значения чувствительности приемного тракта, при контроле изделий из материала с крупнозернистой структурой рекомендуется значения чувствительности уменьшать.

## 8 ПОРЯДОК РАБОТЫ

### 8.1 Работа толщиномера в режиме "ИМПУЛЬС-ЭХО".

Этот режим используется для измерения толщины неокрашенного металла различными преобразователями (см. Таблицу 1) с дискретностью измерения 0,1 или 0,01 мм.

8.1.1 Включить прибор, подключить ПЭП, выбрать в меню тип подключенного ПЭП (см. п. 7.5).

8.1.2 Если в правом нижнем секторе экрана, над обозначением типа ПЭП, отображается надпись "ЭХО-ЭХО", то клавишами "Стрелка вверх" и "Стрелка вниз" установить курсор на надпись "ЭХО-ЭХО" и нажать клавишу "Ввод". Надпись изменится на "ИМП-ЭХО", прибор перейдет в режим измерения между зондирующим импульсом и эхо сигналам.

8.1.3 Далее необходимо провести настройку "нуля" прибора согласно п. 7.6.

8.1.4 Устойчиво установить ПЭП на поверхность изделия, выдавив излишки контактной смазки, добиться появления значка  "Акустический контакт" и устойчивых показаний на индикаторе, провести измерение толщины изделия. При отсутствии акустического контакта или при неустойчивых показаниях толщиномера, произвести более тщательную подготовку поверхности и/или повторно нанести контактную смазку.

**Примечание.** Если результат измерения намного меньше ожидаемого значения - то значение усиления рекомендуется уменьшить, при получении результата измерения намного больше ожидаемого значения - значение усиления рекомендуется увеличить.

8.1.5 При отрыве ПЭП на индикаторе остается как последнее измеренное значение (в центре индикатора), так и минимальное (в верхней центральной части индикатора под значком "БАТАРЕЙКА") значение результатов измерений за время акустического контакта. При снятии ПЭП с поверхности изделия необходимо следить за тем, чтобы на контактной поверхности

ПЭП не оставался толстый слой смазки, который может привести к появлению ошибочных результатов измерений.

**Примечание.** Сканирование ПЭП по грубой поверхности, чрезмерное притирание приводит к его преждевременному выходу из строя.

8.1.6 В ходе работы возможна проверка правильности настройки толщиномера с помощью вмонтированной пластины.

**Примечание.** Необходимо помнить, что при установке значения скорости распространения УЗК не равного 5920 м/с, результат измерения вмонтированной пластины может отличаться от значений указанных в п. 7.5.

8.1.7 Появление на индикаторе сообщения **"БАТАРЕЯ РАЗРЯЖЕНА"** свидетельствует о разряде элементов питания и необходимости их замены в соответствии с п. 7.1.

## **8.2 Работа толщиномера в режиме "ЭХО-ЭХО"**

В этом режиме возможно измерение толщины металла под слоем лакокрасочного покрытия. Для измерения толщины в этом режиме используются только ПЭП П112-5-10/2-А-05. Дискретность измерения автоматически устанавливается 0,1 мм.

8.2.1 Включить прибор, подключить ПЭП, выбрать в меню тип ПЭП: П112-5-10/2-А-05 (см. п. 7.4).

8.2.2 Если в правой нижней части экрана, над обозначением типа ПЭП, отображается надпись **"ИМП-ЭХО"**, то клавишами "Стрелка вверх" и "Стрелка вниз" установить курсор на надпись **"ИМП-ЭХО"** и нажать клавишу "Ввод". Надпись изменится на **"ЭХО-ЭХО"**, прибор перейдет в режим измерения между двумя эхо сигналами.

8.2.3 Далее необходимо провести настройку "нуля" прибора согласно п. 7.6.

8.2.4 Произвести измерение толщины согласно методике изложенной в п.п. 8.1.3, 8.1.4.

## **8.3 Работа толщиномера в режиме "Большие цифры"**

Для просмотра результатов измерений без дополнительной информации и шрифтом увеличенного размера, клавишами "Стрелка вверх" и "Стрелка вниз" установить курсор на индикаторе на надпись **"ЦИФРЫ"** в выпадающем окне и нажать клавишу "Ввод". Вид экрана изменится. (Рис. 13).



Рис.13

Для выхода в основной режим нажать любую клавишу, кроме клавиши "ВКЛ".

#### 8.4 Режим В-SCAN.

В этом режиме возможно графическое отображения профиля (разреза) изделия, или его слоя, полученного при непрерывном перемещении преобразователя по поверхности.

8.4.1 В основном измерительном режиме клавишами "Стрелка вверх" и "Стрелка вниз" установить курсор на индикаторе на надпись "СКАН" и нажать клавишу "Ввод". Прибор перейдет в меню В-SCAN (Рис. 14):

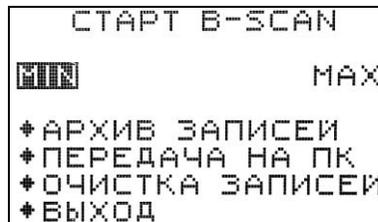


Рис. 14

Дискретность измерения автоматически устанавливается 0,1мм. Возможно совместное использование режимов "ЭХО-ЭХО" и "В-SCAN".

8.4.2 Нижний предел – это минимальная толщина изделия с которой начинается отображение профиля на графике В-SCAN. Для установки нижнего предела графика В-SCAN, клавишами "Стрелка вверх" и "Стрелка вниз" в меню " В-SCAN " установить курсор на надпись "НИЖНИЙ ПРЕДЕЛ" и нажать клавишу "Ввод". Вид индикатора показан на Рис.15:



Рис. 15

Клавишами "Стрелка вверх" и "Стрелка вниз" установить необходимый нижний предел в миллиметрах. Для подтверждения нажать клавишу "Ввод". Прибор перейдет в меню В-SCAN.

8.4.3 Верхний предел – это максимальная толщина изделия которая может быть отображена на графике В-SCAN.

Для установки верхнего предела отображения измеренной толщины графика В-SCAN, клавишами "Стрелка вверх" и "Стрелка вниз" в меню "В-SCAN" установить курсор на надпись "ВЕРХНИЙ ПРЕДЕЛ" и нажать клавишу "Ввод" (Рис. 16):

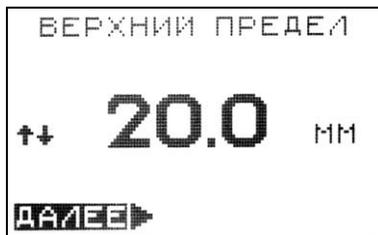


Рис. 16

Клавишами "Стрелка вверх" и "Стрелка вниз" установить необходимый верхний предел в миллиметрах. Для подтверждения нажать клавишу "Ввод". Прибор перейдет в меню В-SCAN.

8.4.4 Для запуска построения графического профиля (разреза) изделия, клавишами "Стрелка вверх" и "Стрелка вниз" в меню " В-SCAN " установить курсор на надпись "СТАРТ В-SCAN" и нажать клавишу "Ввод". Устойчиво установить ПЭП на изделие с предварительно нанесенной контактной смазкой, одновременно с появлением значка  "Акустический контакт" на индикаторе начнет отображаться график В-SCAN (Рис. 17)

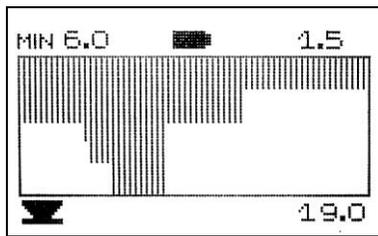


Рис. 17

**Примечание:** Верхний край графика В-SCAN (См. Рис. 22) – ближний к поверхности на которой установлен ПЭП, а нижний край графика – отображение профиля противоположной поверхности.

При отсутствии акустического контакта отображение В-SCAN останавливается, необходимо произвести более тщательную подготовку поверхности и/или повторно нанести контактную смазку.

В процессе построения графика в верхней строке будет отображена следующая информация:

- минимальное значения толщины из измерений отображаемых на графике;
- значок степени заряда элементов питания.
- значок выхода измеренного значения толщины за установленный нижний ▲ предел В-SCAN;
- значение нижнего предела В-SCAN (См. Рис. 19).

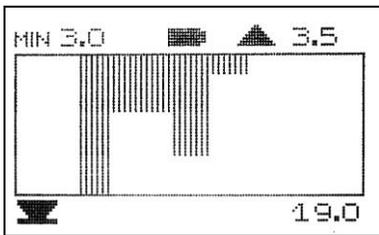


Рис. 18

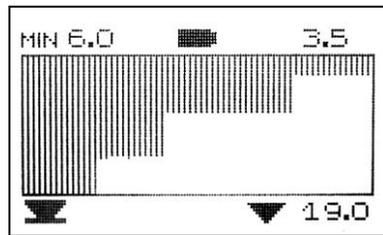


Рис. 19

В нижней строке будет отображена следующая информация:

- значок акустического контакта;
- значок выхода измеренного значения толщины за установленный верхний ▼ предел В-SCAN;
- значение верхнего предела В-SCAN (См. Рис. 18).

При отсутствии акустического контакта в нижней строке в левом углу будет отображаться надпись "ЗАПИСЬ", для записи графиков В-SCAN в память прибора, Рис 20.

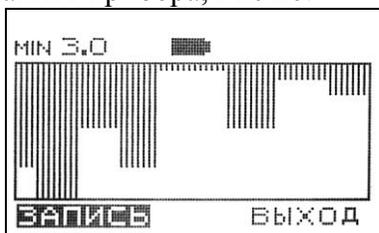


Рис. 20

В правом углу надпись "ВЫХОД", для выхода из режима измерений В-SCAN.

Переключение между режимами "ЗАПИСЬ" и "ВЫХОД" производится клавишами "Стрелка вверх" и "Стрелка вниз". Для подтверждения выбора нажать клавишу "Ввод".

8.4.5 Для просмотра записанных графиков В-SCAN в меню "В-SCAN" установить курсор клавишами "Стрелка вверх" и "Стрелка вниз" на надписи "ПРОСМОТР" и нажать клавишу "Ввод" (Рис. 21):

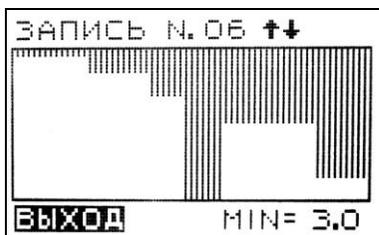


Рис. 21

При этом в верхней строке слева будет отображаться номер просматриваемой записи, который можно изменять клавишами "Стрелка вверх" и "Стрелка вниз".

В нижней строке слева находится надпись "ВЫХОД" с установленным на нее курсором. А справа будет отображаться минимальное значение текущего графика, записанного в памяти прибора.

Для выхода из этого режима нажмите клавишу "Ввод".

В случае если в памяти прибора нет записей графиков В-SCAN, на индикаторе будет выдано сообщение Рис. 22:

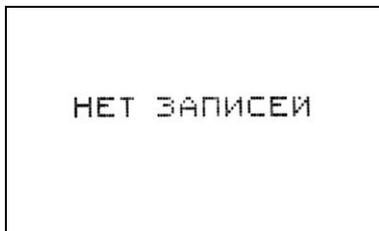


Рис. 22

#### 8.4.6 Очистка записей В-SCAN:

- в меню "В-SCAN" клавишами "Стрелка вверх" и "Стрелка вниз" установить курсор на надпись "**ОЧИСТКА ЗАПИСЕЙ**" и нажать клавишу "Ввод". На индикаторе появится предупреждающее сообщение (Рис. 23)

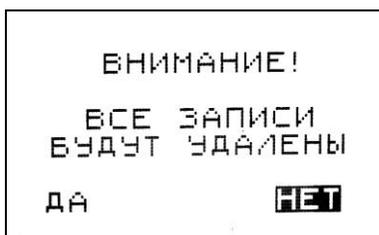


Рис. 23

Клавишами "Стрелка вверх" и "Стрелка вниз" переместить курсор на надпись "ДА" и нажать клавишу "Ввод". На индикаторе прибора будет выдано подтверждение

**"ПАМЯТЬ В-SCAN  
ОЧИЩЕНА".**

Для выхода из режима "ОЧИСТКА ЗАПИСЕЙ" без удаления, установить курсор на надпись "НЕТ", нажать клавишу "Ввод", прибор перейдет в основной измерительный режим.

## 8.5 Запись результатов в память и их просмотр.

8.5.1 Прибор позволяет записать в память, сохранять при выключении питания, передавать в ПК либо просмотреть на индикаторе прибора до 2000 результатов измерения с разбивкой на 1-200 "страниц".

8.5.2 Запись результатов в память осуществляется в основном измерительном режиме.

Последовательность действий при записи результатов в память:

- произвести одиночное измерение;
- клавишами "Стрелка вверх" и "Стрелка вниз" установить курсор на надпись "**ЗАПИСЬ**" в левой части индикатора и нажать клавишу "Ввод". В память будет записан результат, отображаемый в центре индикатора крупными цифрами. После этого на индикаторе появится номер (адрес) ячейки и текущей "страницы" памяти, в которую записан результат (Рис. 24).



Рис. 24

Для возврата в основной измерительный режим нажать клавишу "Ввод".

8.5.3 **Просмотр результатов, записанных в память толщиномера**, осуществляется следующим образом:

- клавишами "Стрелка вверх" и "Стрелка вниз" установить курсор на надпись "**АРХИВ**" и нажать клавишу "Ввод";
- клавишами "Стрелка вверх" и "Стрелка вниз" установить курсор на надпись "**ПРОСМОТР**" и нажать "Ввод". При этом курсор перейдет на номер отображаемой страницы (**СТР. xxx**), если данные сохранены более чем на одной странице, клавишами "Стрелка вверх" и "Стрелка вниз" выбрать необходимый номер, нажать ввод. Курсор перейдет на номер просматриваемой ячейки (**ЯЧ. ууу**), клавишами "Стрелка вверх" и "Стрелка вниз" выбрать

номер ячейки. На индикаторе будет отображаться значение толщины, записанной в соответствующие страницу и ячейку (Рис. 25).

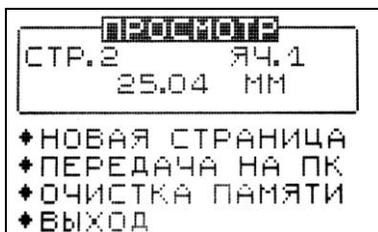


Рис. 25

В случае, если в памяти не окажется ни одной записи индикатор будет выглядеть следующим образом (Рис. 26).

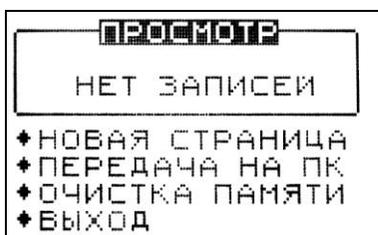


Рис. 26

### 8.6 Открытие новой странице в памяти прибора:

- в основном измерительном режиме клавишами "Стрелка вверх" и "Стрелка вниз" установить курсор на индикаторе на надпись "АРХИВ" и нажать клавишу "Ввод";

- клавишами "Стрелка вверх" и "Стрелка вниз" установить курсор на надпись "НОВАЯ СТРАНИЦА" и нажать клавишу "Ввод". На индикаторе появится надпись "СТРАНИЦА" и номер новой страницы (Рис. 27)



Рис. 27

Для возврата в основной измерительный режим нажать клавишу "Ввод";

### **8.7 Очистка памяти измерений.**

В случае необходимости очистки памяти прибора:

- клавишами "Стрелка вверх" и "Стрелка вниз" установить курсор на надпись "**АРХИВ**" и нажать клавишу "Ввод";
- клавишами "Стрелка вверх" и "Стрелка вниз" установить курсор на надпись "**ОЧИСТКА ПАМЯТИ**" и нажать клавишу "Ввод". На индикаторе появится предупреждающее сообщение (Рис. 23)

Клавишами "Стрелка вверх" и "Стрелка вниз" переместить курсор на надпись "**ДА**" и нажать клавишу "Ввод". На индикаторе прибора будет выдано сообщение "**ПАМЯТЬ ОЧИЩЕНА**".

Для выхода из режима без удаления записей установить курсор на надпись "**НЕТ**", нажать клавишу "Ввод", прибор перейдет в основной измерительный режим.

### **8.8 Передача данных на ПК**

Для подготовки передачи результатов измерений на ПК, необходимо переписать на жесткий диск ПК файлы UT51\_2010.exe, B\_SCAN.exe и драйвер виртуального COM порта CP210x\_DRIVER.exe, входящие в состав поставляемого программного обеспечения.

Для передачи данных:

- сначала установить драйвер виртуального COM порта. Для этого запустить файл CP210x\_DRIVER.exe. После завершения работы мастера установки драйвера откройте диспетчер устройств  
Пуск => Панель управления => система => оборудование => диспетчер устройств (для Win XP)

В ветке Порты должен появиться COM порт с автоматически назначенным номером, который необходимо запомнить.

- присоединить кабель, входящий в комплект, к разъему USB ПК и электронному блоку прибора;

**Примечание:** В приборе используются многоконтактные разъемы типа LEMO. Для предотвращения раннего выхода из строя данных разъемов, а также соответствующих кабелей внимательно прочтите следующие ниже инструкции по работе с данными разъемами!

Используемые в приборе разъемы состоят из двух частей: разъем на корпусе прибора и разъем на кабеле. (Рис. 28).

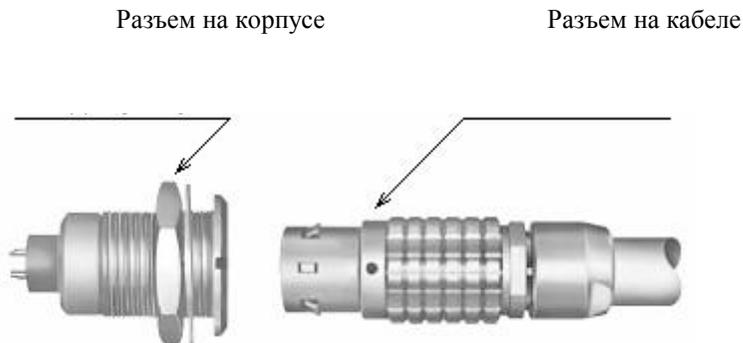


Рис. 28. Разъемы, используемые в приборе

Разъем на кабеле вставить в разъем на корпусе прибора без усилия, повернуть до совпадения его ключа с пазом в разьеме на корпусе (в некоторых разъемах они обозначены точкой красного цвета, нанесенной на корпус) и, не прилагая лишних усилий, вставить до упора.

Внимание! При отсоединении разъема ни в коем случае нельзя тянуть за кабель, а только за рифленую область разъема на кабеле.

- включить прибор
- запустить программу UT51\_2010.exe с жесткого диска
- в окне запущенной программы на ПК выбрать тот номер СОМ порта, который был автоматически назначен Windows. Нажать клавишу "Ok", появится окно "Ожидание приема данных".

- в приборе в основном измерительном режиме клавишами "Стрелка вверх" и "Стрелка вниз" установить курсор на надпись "АРХИВ" и нажать клавишу "Ввод". Клавишами "Стрелка вверх" и "Стрелка вниз" установить курсор на надпись "ПЕРЕДАЧА НА ПК" и нажать клавишу "Ввод". На индикаторе появится надпись **ПЕРЕДАЧА НА ПК**.

В окне программы на мониторе ПК появиться сообщение "Прием данных";

- после окончания приема данных, программа предложит сохранить их на жесткий диск в формате "rtf" под любым именем. После указания имени и сохранения данных программа откроет

файл результатов для дальнейшего редактирования. Сама же программа приема данных будет закрыта.

Прибор после окончания передачи данных перейдет в измерительный режим.

### **8.9 Передача данных B-SCAN на ПК**

- включить прибор
- запустить программу **B\_SCAN.exe** с жесткого диска.
- в окне запущенной программы на ПК выбрать тот номер СОМ порта, который был автоматически назначен Windows. Нажать клавишу "Ok", появится окно "Ожидание приема данных".
- в приборе в основном измерительном режиме клавишами "Стрелка вверх" и "Стрелка вниз" установить курсор на надпись "СКАН" и нажать клавишу "Ввод". Клавишами "Стрелка вверх" и "Стрелка вниз" установить курсор на надпись "**ПЕРЕДАЧА НА ПК**" и нажать клавишу "Ввод". На индикаторе появится надпись **ПЕРЕДАЧА НА ПК**.

В окне программы на мониторе ПК появиться сообщение "**Прием данных**";

- после окончания приема данных, программа сохранит изображения B-SCAN на жесткий диск в формате .gif, в ту же папку, в которой находится файл B\_SCAN.exe. В имени графических файлов будет присутствовать информация о номере B-SCAN, дате передачи данных на ПК, а также о номере прибора. Сама же программа приема данных будет закрыта.

### **8.10 Выключение толщиномера.**

Автоматическое выключение толщиномера произойдет через 1,5-3 минуты после проведения последнего измерения или нажатия любой клавиши толщиномера. Для принудительного выключения толщиномера нажать кнопку "ВКЛ".

При транспортировке прибора, во избежание преждевременного выхода из строя соединительных кабелей и разъемов, необходимо отсоединить подключенный преобразователь потянув за **корпус разъема** на кабеле, сложить прибор и преобразователь в упаковочную тару.

## 9 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

Техническое обслуживание толщиномера производится изготовителем в случае обнаружения неисправностей в его работе.

## 10 ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ, РЕГУЛИРОВКА И НАСТРОЙКА

Проверка работоспособности толщиномера производится путем измерения толщины нескольких образцов с известными значениями толщины и скорости распространения УЗК.

Несоответствие показаний прибора не должно превышать значений, указанных в 2.16.

Регулировка и настройка толщиномера в случае обнаружения неисправностей должна производиться изготовителем.

## 11 МЕТОДИКА ПОВЕРКИ (КАЛИБРОВКИ)

Эта методика предназначена для проведения первичной и периодической поверки (калибровки) толщиномера ультразвукового УТ-51.

Межповерочный интервал – не более 12 месяцев, рекомендуемый межкалибровочный интервал - один год.

### 11.1 Операции поверки (калибровки)

При проведении поверки (калибровки) должны проводиться операции, перечисленные в таблице 3.

Таблица 3 – Операции поверки (калибровки)

Наименование операции поверки (калибровки)	Номер пункта методики	Обязательность проведения операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	11.6.1	Да	Да
2 Опробование	11.6.2	Да	Да
3 Контроль диапазона измерений толщины и основной абсолютной погрешности при измерении толщины	11.6.3	Да	Да

4 Контроль диапазона определения скорости распространения УЗК и относительного отклонения при определении скорости распространения УЗК	11.6.4	Да	Да
5 Контроль дополнительной абсолютной погрешности при предельных значениях геометрических параметров поверхности контролируемых изделий	11.6.5	Да	Нет

В случае получения отрицательного результата при проведении одной из операции, поверку толщиномера прекращают, а толщиномер признают непригодным к применению.

### 11.2 Средства поверки (калибровки)

При проведении поверки должны быть применены средства, указанные в таблице 4.

Таблица 4 - Средства поверки (калибровки)

Номер пункта методики	Наименование и тип средства измерительной техники, его статус и основные метрологические характеристики
11.6.3 – 11.6.4	Комплект ультразвуковых стандартных образцов толщины КУСОТ-180 (далее по тексту - образцы) – рабочий эталон, диапазон воспроизведения значений толщины – от 0,2 до 300,0 мм; границы допускаемой относительной погрешности при воспроизведении значений толщины: - от 0,6 до 3,0 мм - $\pm 0,7\%$ ; - от 3,0 до 10,0 мм - $\pm 0,3\%$ ; - от 10, до 30,0 мм - $\pm 0,1\%$ ; - от 30,0 до 100,0 мм - $\pm 0,03\%$ ; - от 100,0 до 300,0 мм - $\pm 0,015\%$ .

**Примечание.** При проведении поверки (калибровки) могут использоваться другие средства измерительной техники, с характеристиками не хуже чем у приведенных выше.

### 11.3 Требования безопасности

В помещении, где проводится поверка, должны соблюдаться следующие требования:

- параметры микроклимата в помещении должны соответствовать требованиям ДСН 3.3.6.042-99;
- освещенность рабочих мест должна соответствовать требованиям СНиП II-4-79;

- допустимые уровни шума на рабочих местах должны соответствовать требованиям ДСН 33.3.6.037-99.

#### 11.4 Условия поверки (калибровки)

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха - от плюс 15 до плюс 25°C;

- относительная влажность - от 40 до 80%;

- атмосферное давление - от 96 до 104 кПа.

#### 11.5 Подготовка к поверке (калибровке)

Перед началом работы нанести на поверхность образцов, контактирующую с ПЭП, слой контактной смазки указанной в таблице 3.

#### 11.6 Проведение поверки (калибровки)

##### 11.6.1 Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие толщиномера следующим требованиям:

- комплектность и маркировка толщиномера должны соответствовать настоящему руководству по эксплуатации;

- составные части толщиномера не должны иметь механических повреждений и нарушений покрытий, влияющих на их работоспособность;

- изоляция соединительных кабелей должна быть без нарушений, а их разъемы должны быть в исправном состоянии.

Результат операции поверки (калибровки) считается положительным, если выполнены все вышеуказанные требования.

##### 11.6.2 Опробование

При проведении опробования необходимо выполнить все операции предусмотренные разделом 7 настоящего руководства по эксплуатации.

Результат операции поверки (калибровки) считается положительным, если работа органов управления и индикации толщиномера позволяет провести все операции, предусмотренные в разделе 7.

11.6.3 Контроль диапазона измерений толщины и основной абсолютной погрешности при измерении толщины

11.6.3.1 Установить ПЭП П112-2.5-12/2-Б и подготовить толщиномер к работе в соответствии с разделом 7, причем

использовать для настраивания скорости распространения УЗК образцы толщиной, значение которой указано в таблице 5.

Таблица 5 – Значение толщины образцов

Условное обозначение ПЭП	Значение толщины образцов, мм
П112-2.5-12/2-Б	100,0
П112-10-2х3-М	6,0
П112-5-4х4-Б	10,0
П112-5-12/2-Б	100,0
П112-5-10/2-А	50,0
П112-5-6/2-А	10,0
П112-5-4х4-Б	10,0
П112-10-6/2-А	10,0

11.6.3.2 Подготовить к работе образец, действительное значение толщины которого соответствует наименьшему значению диапазона измерений в соответствии с таблицей 1.

11.6.3.3 Провести пять измерений толщины образца  $H_i$ , мм, и вычислить среднее арифметическое значение измеренной толщины  $H_i^{cp}$  в соответствии с формулой (1):

$$H_i^{cp} = \frac{1}{5} \cdot \sum_{i=1}^5 H_i, \quad (1)$$

11.6.3.4 Провести вычисление абсолютной погрешности при измерении толщины  $\Delta H$ , мм, по формуле (2):

$$\Delta H = H_i^{cp} - H_0, \quad (2)$$

где  $H_0$  - действительное значение толщины образца, мм.

11.6.3.5 Операции по 11.6.3.2 – 11.6.3.4 провести для наибольшего значения толщины и трех значений, равномерно распределенных по диапазону измерений толщины, кроме образца, который использовался для настраивания толщиномера по 11.6.3.1.

11.6.3.6 Операции по 11.6.3.1 – 11.6.3.5 провести для всех ПЭП, входящих в комплект поставки.

Результат операции поверки (калибровки) считается положительным, если значение основной абсолютной

погрешности при измерении толщины находиться в пределах  $\pm (0,05 + 0,01 \cdot T)$  мм, где  $T$  - численное значение толщины, выраженное в миллиметрах.

11.6.4 Контроль диапазона определения скорости распространения УЗК и относительного отклонения при определении скорости распространения УЗК

11.6.4.1 Установить ПЭП П112-2.5-12/2-Б на образец из материала 40Х13 толщиной 50 мм.

11.6.4.2 Установить на толщиномере значение, соответствующее действительному значению толщины образца. Определить скорость распространения УЗК в образце.

11.6.4.3 Операции по 11.6.4.2 провести пять раз и провести вычисление среднего арифметического значения скорости распространения УЗК в образце  $c_{cp}$ , м/с, в соответствии с формулой (1).

11.6.4.4 Провести вычисления относительной погрешности определения скорости распространения УЗК  $\delta_c$ , %, по формуле (3):

$$\delta_c = \frac{(c_{cp} - c_d)}{c_d} \cdot 100, \quad (3)$$

где  $c_d$  – действительное значение скорости распространения УЗК в образце, м/с.

11.6.4.5 Операции по 11.6.4.1 - 11.6.4.4 провести для образцов выполненных из материалов Д16Т, Л63, толщиной 50 мм.

11.6.4.6 Операции по 11.6.4.1 - 11.6.4.5 провести для всех ПЭП из комплекта поставки толщиномера, при этом толщину образцов следует выбирать из интервала значений от 10 до 50 мм в соответствии с таблицей 1.

Результат операции поверки (калибровки) считается положительным, если значение относительного отклонения при определении скорости распространения УЗК находиться в пределах  $\pm 1,0$  % от измеряемой величины.

11.6.5 Контроль дополнительной абсолютной погрешности при предельных значениях геометрических параметров поверхности контролируемых изделий

11.6.5.1 Контроль дополнительной абсолютной погрешности при предельных значениях параметра шероховатости

11.6.5.1.1 Установить ПЭП П112-2.5-12/2-Б на образец-свидетель соответствующий образцу с параметром шероховатости поверхности  $R_z = 180$ , толщиной, близкой наименьшему значению диапазона измерений в соответствии с таблицей 1.

11.6.5.1.2 Установить показание цифрового индикатора, соответствующее номинальному значению толщины образца-свидетеля  $H_c$ , мм.

11.6.5.1.3 Провести пять измерений толщины соответствующего образца шероховатого -  $H_{ин}$ , мм, устанавливая ПЭП со стороны шероховатой поверхности, ориентируя акустический индикатор ПЭП перпендикулярно направлению линий выступов и впадин на образце.

11.6.5.1.4 Вычислить среднее арифметическое значение измеренной толщины  $H_{ин}^{cp}$ , мм, в соответствии с формулой (1).

11.6.5.1.5 Определить дополнительную абсолютную погрешность при предельных значениях параметра шероховатости поверхности  $\Delta H_{ин}$ , мм, по формуле (4):

$$\Delta H_{ин} = (H_{ин}^{ин} - H_c), \quad (4)$$

11.6.5.1.6 Операции по 11.6.5.1.1 – 11.6.5.1.5 провести для всех образцов шероховатых, значение толщины и параметра шероховатости которых соответствует диапазону измерений в соответствии с таблицей 1 и максимально допустимому параметру шероховатости по 2.19.

11.6.5.1.7 Операции по 11.6.5.1.1 – 11.6.5.1.6 провести для всех ПЭП из комплекта поставки толщиномера.

11.6.5.1.8 Провести операции по 11.6.5.1.1 – 11.6.5.1.7 на образцах шероховатых и соответствующих им образцах-свидетелях согласно 2.19, устанавливая при этом ПЭП на образцы шероховатые со стороны гладкой поверхности, ориентируя акустический индикатор ПЭП перпендикулярно направлению линий выступов и впадин на образце.

Результат операции проверки (калибровки) считается

положительным, если значение дополнительной абсолютной погрешности при предельных значениях параметра шероховатости находится в пределах:

-  $\pm 0,1$  мм – при измерении со стороны шероховатой поверхности;

-  $\pm 0,2$  мм – при измерении со стороны гладкой поверхности.

11.6.5.2 Контроль дополнительной абсолютной погрешности при предельном значении радиуса кривизны поверхности

11.6.5.2.1 Установить ПЭП П112-2.5-12/2-Б на образец-свидетель соответствующий образцу с радиусом кривизны 30 мм, толщиной, близкой наименьшему значению диапазона измерений.

11.6.5.2.2 Установить показание цифрового индикатора, соответствующее номинальному значению толщины образца-свидетеля  $H_r$ , мм.

11.6.5.2.3 Провести пять измерений толщины соответствующего образца криволинейного -  $H_{ri}$ , мм, ориентируя акустический индикатор ПЭП перпендикулярно оси образца.

11.6.5.2.4 Вычислить среднее арифметическое значение измеренной толщины  $H_r^{cp}$ , мм, в соответствии с формулой (1).

11.6.5.2.5 Определить дополнительную погрешность при предельном значении кривизны поверхности  $\Delta H_r$ , мм, по формуле (5):

$$\Delta H_r = (H_r^{cp} - Hr), \quad (5)$$

11.6.5.2.6 Операции по 11.6.5.2.1 – 11.6.5.2.5 провести на всех образцах криволинейных с указанным радиусом кривизны поверхности, толщина которых соответствует диапазону измерений в соответствии с таблицей 1.

11.6.5.2.7 Операции по 11.6.5.2.1 – 11.6.5.2.6 провести для всех ПЭП из комплекта поставки толщиномера на образцах криволинейных с радиусом кривизны в соответствии с 2.20 и значением толщины в соответствии с таблицей 1.

Результат операции поверки (калибровки) считается положительным, если значение дополнительной абсолютной

погрешности при предельном значении радиуса кривизны поверхности находиться в пределах  $\pm 0,1$  мм.

11.6.5.3 Контроль дополнительной абсолютной погрешности при предельном значении параметра параллельности поверхностей

11.6.5.3.1 Установить ПЭП П112-2.5-12/2-Б на образец-свидетель соответствующий наименьшему значению диапазона измерения толщины в соответствии с таблицей 1.

11.6.5.3.2 Установить показание цифрового индикатора, соответствующее действительному значению толщины образца-свидетеля  $Hn$ , мм.

11.6.5.3.3 Измерить с помощью штангенциркуля расстояние  $a1$  от упирающейся в движок 2 на рисунке 29 боковой поверхности ПЭП до линии акустического индикатора в плоскости излучающей поверхности ПЭП.

11.6.5.3.4 Установить на образец толщины непараллельный нониус 1, в соответствии с рисунком 29, чтобы он свободно скользил по образцу.

11.6.5.3.5 Провести вычисления значения расстояния  $L$ , мм, на которое, используя показания линейки 5, следует перемещать нониус, для воспроизведения значения толщины  $Hn$ , мм, по формуле (6):

$$L = \frac{Hn}{\sin \alpha} \pm d, \quad (6)$$

где  $\alpha$  – угол между рабочими поверхностями,  $\alpha, \dots^\circ$ ;

$d$  – значение параметра, учитывающего неточность изготовления образца (указано в паспорте на образец), мм.

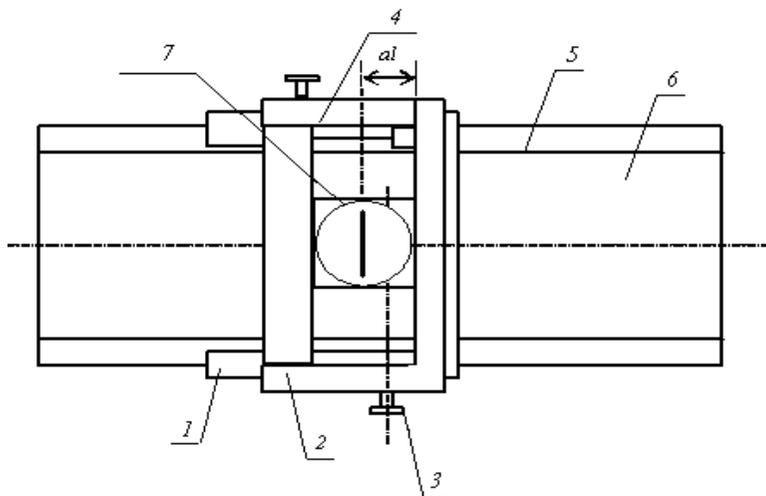
11.6.5.3.6 Передвигать по образцу толщины непараллельному нониус 1 до совмещения центральной (красной) риски нониуса с делением линейки, которое соответствует значению  $L$ , вычисленному для  $Hn$  по формуле 5.

11.6.5.3.7 При дробном значении  $L$  округлить его до первого знака после запятой и установить величину дробной части совмещением соответствующей риски нониуса с риской линейки 5, зафиксировать нониус винтом 3.

11.6.5.3.8 Установить движок 2 на нониус и совместить с центральной риской нониуса деление движка, соответствующее измеренному в 11.6.5.3.3 расстоянию  $al$ ; зафиксировать движок винтом 4.

11.6.5.3.9 Установить ПЭП на образец таким образом, чтобы линия акустического индикатора была перпендикулярна продольной оси образца, а боковая поверхность ПЭП, от которой проводилось измерение расстояния  $al$  в 11.6.5.3.3, касалась поперечины движка, в соответствии с рисунком 29.

11.6.5.3.10 Провести измерение толщины образца непараллельного раз и провести вычисление среднего арифметического значения измеренной толщины  $H_n^{cp}$ , мм, по формуле 1.



- 1 – нониус
- 2 – движок
- 3, 4 – винт
- 5 – линейка
- 6 – образец толщины
- 7 – ПЭП

Рисунок 29 – Расположение образца и измерительной линейки с нониусом при измерении толщины непараллельного образца

11.6.5.3.11 Вычислить дополнительную абсолютную погрешность при предельном значении параметра параллельности поверхностей  $\Delta Hn$ , мм, в соответствии с формулой (7):

$$\Delta Hn = (H_n^{cp} - Hn), \quad (7)$$

11.6.5.3.12 Операции по 11.6.5.3.1 – 11.6.5.3.11 провести для всех образцов-свидетелей образца непараллельности, действительное значение толщины которых соответствует значениям диапазона измерений в соответствии с таблицей 1 в интервале значений толщины от 1,0 до 50,0 мм.

11.6.5.3.13 Операции по 11.6.5.3.1 – 11.6.5.3.12 провести для всех ПЭП из комплекта поставки толщиномера.

Результат операции поверки (калибровки) считается положительным, если значение дополнительной абсолютной погрешности при предельном значении параметра параллельности поверхностей находится в пределах:

- $\pm 0,3$  мм - в диапазоне измерения толщины от 1 до 10 мм;
- $\pm (0,2 + 0,01 \cdot T)$  мм, где  $T$  - численное значение толщины, выраженное в миллиметрах, - в диапазоне измерения толщины от 10 до 50 мм.

## 11.7 Оформление результатов поверки (калибровки)

11.7.1 Результаты поверки считаются положительными, если все метрологические характеристики толщиномера соответствует требованиям данного руководства по эксплуатации.

11.7.2 При положительных результатах поверки пользователю толщиномера выдается свидетельство о поверке, оформленное в соответствии с приложением А ДСТУ 2708.

11.7.3 При отрицательных результатах поверки пользователю толщиномера выдается справки о непригодности, оформленная в соответствии приложением Б ДСТУ 2708.

11.7.4 Оформление результатов калибровки осуществляется в соответствии с требованиями нормативных документов.

## **12 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ**

12.1 Климатические условия транспортирования – 2(С) по ГОСТ 15150, но для диапазона рабочих температур от минус 25 °С до плюс 40 °С.

12.2 Механические условия транспортирования – Л по ГОСТ 23170.

12.3 Транспортирование упакованного толщиномера производится любым видом закрытого транспорта (за исключением морского), предохраняющим толщиномер от непосредственного воздействия осадков, с возможностью перегрузки с одного вида транспорта на другой. Транспортирование самолетами возможно только в отапливаемых герметизированных отсеках.

Расстановка и крепление ящиков с толщиномерами в транспортных средствах должно исключить возможность их смещения, ударов, толчков.

12.4 Условия хранения толщиномера в упаковке предприятия-изготовителя должны соответствовать условиям 2 (С) по ГОСТ 15150, но для диапазона рабочих температур от минус 25 °С до плюс 40 °С.

12.5 В хранилищах не должно быть пыли, паров кислот, щелочей и газов, вызывающих коррозию металлических поверхностей и разрушение лакокрасочных покрытий толщиномера.

12.6 Элементы питания должны быть извлечены из толщиномера и храниться отдельно во избежание повреждения толщиномера при вытекании электролита.

## **13 ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА**

13.1 Изготовитель гарантирует работу прибора при условии соблюдения правил хранения, транспортирования и эксплуатации.

13.2 Гарантийный срок эксплуатации электронного блока – 24 месяца с даты продажи.

13.3 Гарантийные обязательства не распространяются на кабели, элементы питания.

13.4 Гарантийный срок эксплуатации ПЭП – 6 месяцев с даты продажи.

#### **14 СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ**

Толщиномер ультразвуковой УТ-51 № \_\_\_\_\_ соответствует техническим характеристикам, указанным в разделе 2 паспорта и признан годным к эксплуатации.

Дата изготовления \_\_\_\_\_ г.

**М. П.** \_\_\_\_\_ **Подпись**

Дата продажи \_\_\_\_\_ г.

**М. П.** \_\_\_\_\_ **Подпись**

## Приложение А

### 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 "Армико"	5930	0,5 – 0,7
Сталь 3	5930	
Сталь 10	5920	
Сталь У 10	5925	
Сталь 40	5925	
Сталь У8	5900	
Сталь 50	5920	
Сталь 45П-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 ХН77ТОР	6080	
Сталь 40ХНМА	5600	
Сталь ХН70ВМТО	5960	
Сталь ХН35ВТ	5680	
Сталь Х15Н15ГС	5400	
Сталь 20ГСНДМ	6060	

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

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	
БрКМц3-1	4820	
БрОЦ4-3	4550	
БрАМц9-2	5060	

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	
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 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	1-1,2
OT4	6180	
BT4	6090	
BT14	6105	
BT9	6180	
ЗВ	6170	
BT1	6080	