

**ТОЛЩИНОМЕР УЛЬТРАЗВУКОВОЙ  
УТ- 301**

**РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ**

2004

## Содержание

	Стр.
1. Назначение толщиномера.....	3
2. Технические характеристики .....	4
3. Комплектность .....	5
4. Устройство и работа толщиномера.....	5
4.1 Принцип работы толщиномера .....	5
4.2 Органы управления и разъемы .....	7
5. Подготовка к работе, включение .....	8
5.1. Подготовка поверхности.....	8
5.2. Выбор контактной смазки. ....	8
5.3. Выбор преобразователя.....	9
5.4. Включение толщиномера .....	9
6. Порядок работы с толщиномером .....	9
6.1 Ввод исходных данных .....	9
6.2 Калибровка нуля.....	10
6.3 Измерение толщины.....	10
6.3.1 Технология измерений .....	10
6.3.2 Режим измерения толщины .....	12
6.4 Измерение скорости УЗК.....	15
6.5 Порядок работы с памятью толщиномера	16
6.5.1 Запись информации в память .....	16
6.5.2 Стирание информации в памяти.....	18
6.5.3 Вывод информации из памяти на	
индикатор толщиномера .....	18
6.5.4 Вывод информации из памяти через	
последовательный интерфейс.....	19
7 Возможные неисправности и способы их устранения	20
8 Указание мер безопасности .....	20
9 Техническое обслуживание .....	20
10. Методика поверки .....	20
10.1 Операции поверки .....	20
10.2 Средства поверки .....	20
10.3 Требования к квалификации поверителя	20
10.4 Требования безопасности при	
проведении поверки .....	20
10.5 Условия поверки.....	21
10.6 Подготовка к поверке .....	21
10.7 Проведение поверки.....	21
10.8 Оформление результатов поверки .....	24
11 Транспортирование и хранение.....	25
12 Гарантии изготовителя .....	25
13 Свидетельство о выпуске .....	25
Приложение 1.	
Протокол поверки толщиномера.....	26
Приложение 2. Блок схема измерения параметров	
преобразователей.....	27

## 1 Назначение толщиномера

Толщиномер ультразвуковой УТ-301, в дальнейшем - толщиномер, предназначен для измерения толщины изделий, изготовленных из конструкционных металлических сплавов и неметаллических материалов с затуханием ультразвуковых колебаний (УЗК) на частоте 2,5 МГц не более 0,1 дБ/см и со скоростями распространения продольных УЗК в диапазоне от 100 до 9999 м/с при одностороннем доступе.

Толщиномер является переносным ультразвуковым контактным толщиномером для ручного контроля общего назначения по ГОСТ 25863. Использует эхо импульсный метод контроля при работе с преобразователями ультразвуковыми прямыми раздельно-совмещенными по ГОСТ 26266, в дальнейшем преобразователи, на номинальные частоты 1,25; 2,5; 5 и 10 МГц.

Толщиномер может применяться для измерения толщины стенки ёмкостей, труб, трубопроводов, толщины мостовых, корпусных, транспортных и других конструкций и изделий, в том числе с корродированными поверхностями, в процессе их эксплуатации или изготовления на энергетических, трубопрокатных, машиностроительных, судостроительных, судоремонтных, транспортных и других предприятиях.

Предельные значения параметров контролируемых объектов:

- максимально допускаемое значение параметра шероховатости поверхности со стороны ввода УЗК  $R_z = 160$  мкм;
- максимально допускаемое значение параметра шероховатости поверхности со стороны, противоположной стороне ввода УЗК,  $R_z = 320$  мкм;
- минимальный радиус кривизны поверхности полого цилиндра - 5 мм;
- минимальная толщина стенки полого цилиндра при минимальном радиусе кривизны - 1,0 мм;
- максимальная непараллельность поверхностей на участке измерения базовой длиной 20 мм, не более 3 мм.

Толщиномер, при известном значении толщины, может использоваться для измерения скорости распространения продольных УЗК в диапазоне от 100 до 9999 м/с в материале изделий, имеющих толщину от 20 до 300 мм.

По эксплуатационной законченности толщиномер относится к изделиям третьего порядка по ГОСТ 12997.

По устойчивости к воздействию атмосферного давления толщиномер и преобразователи соответствуют группе PI по ГОСТ 12997.

Степень защиты от воздействия пыли и воды соответствует исполнению IP40 по ГОСТ 14254.

Толщиномер может эксплуатироваться при температуре окружающего воздуха от минус 10 до 50 °С, верхнее значение относительной влажности 95 % при 35 °С и более низких температурах, без конденсации влаги (группа исполнения С3 по ГОСТ 12997).

Пример записи наименования и условного обозначения толщиномера при заказе и в документации другой продукции, в которой он может быть применен:

Толщиномер ультразвуковой УТ-301 ТУ 4276-002-30872128-04.

## 2 Технические характеристики

2.1 Диапазоны измерения толщины при работе с различными преобразователями должны соответствовать таблице 1.

Таблица 1

Тип преобразователя	Код преобразователя	Диапазон, мм
П112-10-6/2-А	10 - А	0,5 – 20
П112-10-4х4-Б	10 - Б	0,5 – 100
П112-5-12/2-Б	5.0 - Б	1,0 – 300
П112-2,5-12/2-Б	2.5 - Б	2,0 – 300
П112-1,25-20/2-А	1.25 - А	4,0 – 300

2.2 Пределы допускаемой основной погрешности при измерении толщины,  $\delta_n$ , мм:

-  $\pm 0,1$  мм в диапазоне от 0,5 до 300 мм при установленной дискретности измерений «0,1»;

-  $\pm (0,05 + 0,001 \cdot dx)$ , мм в диапазоне от 0,5 до 50 мм при установленной дискретности измерений «0,01» и работе с преобразователями П112-10-4х4-Б, П112-10-6/2-А, где  $dx$  – толщина измеряемого образца, мм;

-  $\pm 0,1$  мм в диапазоне от 50 до 99,9 мм при установленной дискретности измерений «0,01»;

-  $\pm 0,3$  мм при измерении толщины преобразователем П112-1,25-20/2-А.

2.3 Предел допускаемой основной погрешности измерения скорости распространения УЗК,  $\delta_v$ , м/с:  $\pm (0,1/dx + 0,005) \cdot C_x$ ,

где  $C_x$  – скорость в измеренном образце, м/с;

$dx$  – толщина образца, в котором измеряется скорость распространения УЗК, мм.

2.4 Предел допускаемого значения основной погрешности измерения расстояния до дискового плоскодонного отражателя диаметром 1,0 мм с глубиной залегания 10 мм от поверхности ввода УЗК для преобразователей П112-10-6/2-А и П112-10-4х4-Б,  $\delta_n$ , мм:  $\pm 0,3$ .

2.5 Предел допускаемой дополнительной погрешности толщиномера при измерениях, вызванной изменением температуры окружающей среды, на каждые 10 °С от границ температурного диапазона ( $20 \pm 5$ ) °С в интервале температур от минус 10 до 50 °С,  $\delta_s$ , мм:  $\pm 0,2$ .

2.6 Электрическое питание толщиномера осуществляется от одной батареи типа 6F22 («Крона») или аккумулятора номинальным напряжением 9 В. Минимальное значение напряжения питания, при котором происходит включение сигнализации разряда батарей и автоматическое отключение от источника питания - ( $5,5 \pm 0,2$ ) В.

2.7 Время автоматического отключения электрической схемы от источника питания после последнего измерения или нажатия клавиши - ( $3 \pm 0,2$ ) мин.

2.8 Ток, потребляемый толщиномером, мА – не более 6.

2.9 Время непрерывной работы от батареи в режиме измерений с дискретностью 0,1 мм - не менее 200 ч.

2.10 Время, необходимое для одного измерения на стандартном образце, не более 3 с.

2.11 С толщиномером должны использоваться преобразователи ультразвуковые прямые раздельно-совмещенные по ГОСТ 26266, относящиеся к группе II вид I по ГОСТ 27.502 (неремонтируемые, не восстанавливаемые, одноканальные, однофункциональные, специализированные). Преобразователи должны иметь следующие параметры и характеристики:

- импульсный коэффициент преобразования  $K_{\text{УУ}}$ , и эффективная частота эхо-импульса  $f_{\text{э}}$  на плоскопараллельных образцах толщины  $H$  должны соответствовать таблице 2.

Таблица 2

Тип преобразователя	$K_{\text{УУ}}$ , дБ	$f_{\text{э}}$ , МГц	Толщина образца, $H$ , мм
П112-1,25 -20/2-А	- $50 \pm 10$	$1,25 \pm 0,25$	20
П112-2,5-12/2-Б	- $45 \pm 10$	$2,5 \pm 0,25$	10
П112-5,0-12/2-Б	- $45 \pm 10$	$5,0 \pm 0,5$	10
П112-10-4х4-Б	- $50 \pm 10$	$10,0 \pm 1,0$	5
П112-10-6/2-А	- $50 \pm 10$	$10,0 \pm 1,0$	5

- отношение сигнал/шум –  $A_c$  для всех типов преобразователей - не менее 6 дБ.

2.12 Средняя наработка на отказ толщиномера не менее 12000 ч.

2.13 Габаритные размеры толщиномера не более 83x140x36 мм.

2.14 Масса толщиномера не более 0,36 кг.

2.15 Устойчивость к климатическим воздействиям (условия эксплуатации).

Толщиномер должен сохранять работоспособность при температуре окружающей среды от минус 10 до 50 °С, верхнее значение относительной влажности 95 % при 35 °С (группа СЗ, ГОСТ 12997).

2.16 Устойчивость к механическим воздействиям

Толщиномер должен быть устойчив к воздействию вибраций частотой до 35 Гц с амплитудой не более 0,35 мм (группа L1 по ГОСТ 12997).

2.17 Устойчивость к предельным климатическим воздействиям при транспортировании.

Толщиномер должен сохранять работоспособность после транспортирования при температуре окружающей среды от минус 25 до 55 °С.

### 3 Комплектность

3.1 В комплект основной поставки толщиномера входят (см. табл.3):

Таблица 3.

	<b>Наименование и условное обозначение</b>	Кол-во
1	Блок электронный УТ-301	1 шт.
2	Преобразователь ультразвуковой П112-10-4х4-Б ("10Б")	1 шт.
3	Преобразователь ультразвуковой П112-10-6/2-А ("10А")	1 шт.
4	Преобразователь ультразвуковой П112-5-12/2-Б ("5Б12/2")	1 шт.
5	Кабель подключения преобразователя к толщиномеру	3 шт.
6	Кабель подключения к ЭВМ	1 шт.
7	Программное обеспечение для вывода информации на ЭВМ	1 диск
8	Батарея 6F22	1 шт.
9	Отвертка	1 шт.
10	Руководство по эксплуатации с методикой поверки	1 шт.
11	Сумка для транспортировки и хранения	1 шт.

**Примечание.** По дополнительному заказу потребителей, в комплект поставки могут включаться дополнительные преобразователи П112-10-4х4-Б, П112-10-6/2-А, П112-5-12/2-Б, П112-2.5-12/2-Б и П112-1.25-А20/2 (с образцом для калибровки толщиной 10 мм), вместе с комплектом эксплуатационной документации.

### 4 Устройство и работа толщиномера

#### 4.1 Принцип работы толщиномера

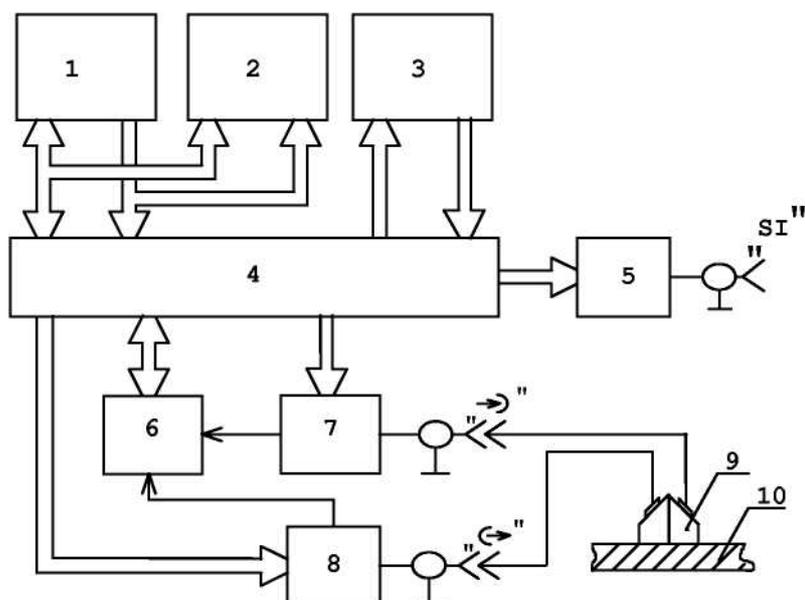
Принцип работы толщиномера основан на ультразвуковом импульсном эхо-методе измерения, который использует свойство ультразвуковых колебаний отражаться от границы раздела сред с разными акустическими сопротивлениями.

Передающая пластина преобразователя излучает импульс УЗК через линию задержки (призму) в направлении наружной поверхности изделия, толщину которого нужно измерить. Импульс УЗК распространяется в изделии до внутренней поверхности, отражается от нее, распространяется в направлении наружной поверхности и, пройдя линию задержки (призму), принимается приемной пластиной.

Время распространения УЗК от одной грани изделия до другой и обратно связано с толщиной изделия зависимостью:

$$d = \frac{Ct}{2}$$

где d - толщина изделия,  
C - скорость распространения УЗК в материале изделия,  
t - время распространения УЗК от одной грани до другой и обратно.  
Функциональная блок схема толщиномера приведена на рис.1.



- 1 - Постоянное запоминающее устройство (ПЗУ)
- 2 - Оперативное запоминающее устройство (ОЗУ)
- 3 - Клавиатура
- 4 - Блок микропроцессорного управления (БМУ)
- 5 - Блок интерфейса
- 6 - Измерительный блок
- 7 - Усилитель
- 8 - Генератор УЗК
- 9 - Преобразователь
- 10 - Контролируемое изделие

Рис.1. Блок схема толщиномера

Работа толщиномера осуществляется под управлением блока микропроцессорного управления (БМУ) в соответствии с программой, находящейся в ПЗУ, и командами оператора, поступающими с клавиатуры толщиномера.

Генератор формирует короткий отрицательный импульс УЗК амплитудой около 80 В и длительностью переднего фронта не более 20 нс, который через разъем «» толщиномера поступает на излучающую пластину преобразователя.

Импульс УЗК, отраженный от внутренней поверхности изделия, принимается приемной пластиной преобразователя и преобразуется в электрический сигнал, который поступает на вход усилителя, а с выхода усилителя в измерительный блок. В измерительном блоке формируется импульс, длительность которого равна интервалу времени от момента формирования импульса генератора до момента прихода отраженного импульса в измерительный блок. Данный импульс в измерительном блоке преобразуется в цифровой код, который поступает в БМУ.

БМУ осуществляет расчет толщины изделия в соответствии с цифровым кодом, поступающим из измерительного блока, скоростью УЗК, введенной оператором и хранящейся в ОЗУ, типом преобразователя и времени распространения УЗК в призме данного преобразователя.

БМУ по командам оператора может также запоминать полученные значения в ОЗУ толщиномера, выводить ранее записанные величины на индикатор или, с помощью блока последовательного интерфейса, на внешние устройства.

Раздельно-совмещенные преобразователи типа П112-10-6/2-А (код 10 - А) используют для измерения толщины в диапазоне от 0,6 до 20 мм (по стали). В качестве материала акустической линии задержки (призмы) преобразователя используется полиимид, обеспечивающий улучшенное акустическое согласование преобразователя и контролируемого изделия, в том числе при шероховатой и криволинейной поверхности объекта контроля. Рабочая поверхность преобразователя плоская, круглой формы, диаметром 6 мм. Максимальный размер контактной поверхности на плоскости -  $\varnothing$  10 мм.

Раздельно-совмещенные преобразователи типа П112-10-4х4-Б (код 10 -Б) используют для измерения толщины в диапазоне от 0,5 до 100 мм (по стали). В качестве материала призмы преобразователя используется кварцевое стекло, что обеспечивает высокую температурную стабильность времени задержки УЗК в призме и повышенную износостойкость преобразователя. Рабочая поверхность преобразователя плоская, прямоугольной формы, размером 9 x 5 мм.

Раздельно-совмещенные преобразователи типа П112-5-12/2-Б (код 5.0 - Б) используют для измерения толщины в диапазоне от 1 до 300 мм (по стали). В качестве материала призм используется кварцевое стекло. Более низкая частота максимума преобразования (5 МГц) позволяет использовать их при контроле изделий из материалов с повышенным акустическим затуханием.

Рабочая поверхность преобразователя плоская, круглой формы, Ø 13 мм.

Раздельно-совмещенные преобразователи типа П112-2,5-12/2-Б (код 2.5 - Б) используют для измерения толщины в диапазоне от 2 до 300 мм (по стали). В качестве материала призм используется кварцевое стекло. Низкая частота максимума преобразования (2,5 МГц) позволяет использовать их при контроле изделий с повышенным акустическим затуханием и при контроле сильно корродированных изделий.

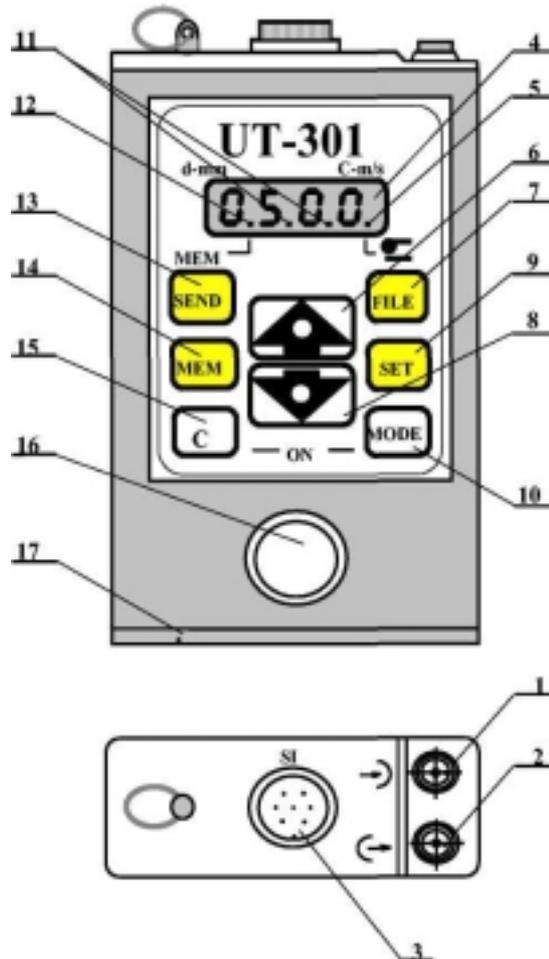
Рабочая поверхность преобразователя плоская, круглой формы, Ø 13 мм.

Раздельно-совмещенные преобразователи типа П112-1,25-20/2-А (код 1.25 - А) используют для измерения толщины в диапазоне от 4 до 300 мм (по стали). Низкая рабочая частота (1,25 МГц) позволяет использовать их при контроле изделий с повышенным акустическим затуханием (чугун, полиэтилен и т.д.) и при контроле сильно корродированных изделий.

Рабочая поверхность преобразователя плоская, круглой формы Ø 21 мм.

## 4.2 Органы управления и разъемы

Назначение и расположение клавиш и разъемов толщиномера представлены на рис.2



- 1 - входной разъем приемника;
- 2 - выходной разъем генератора;
- 3 - разъем последовательного интерфейса;
- 4 - 4-х разрядный жидкокристаллический индикатор;
- 5 - индикатор акустического контакта;
- 6 - клавиша увеличения показаний;
- 7 - клавиша установки номера файла;
- 8 - клавиша уменьшения показаний;
- 9 - многофункциональная клавиша:
  - вкл./выкл. режима ввода данных в режимах калибровки, измерения толщины и скорости УЗК,
  - сброс показаний индикатора в режиме измерения толщины с индикацией минимального значения,
  - запись информации в память в режиме записи,
  - переключение режима вывода в режиме вывода информации на индикатор;
- 10 - клавиша циклического переключения режимов калибровки, измерения толщины и скорости УЗК;
- 11 - индикатор дискретности измерения толщины (разрядная точка);
- 12 - индикатор режима вывода информации из памяти на индикатор;
- 13 - Клавиша вкл./выкл. режима вывода информации из памяти;
- 14 - клавиша вкл./выкл. режима записи;
- 15 - многофункциональная клавиша:
  - переключение вводимых данных в режиме калибровки,
  - вкл./выкл. режима индикации минимальных значений в режиме измерения толщины,
  - переключение разрядов в режимах установки номера файла, записи и вывода информации, а также при вводе данных в режиме измерения толщины и скорости УЗК;
- 16 - образец для калибровки толщиномера;
- 17 - крышка батарейного отсека.

Рис. 2 Внешний вид толщиномера

## **5 Подготовка к работе, включение**

### **5.1 Подготовка поверхности**

Точность, с которой будут произведены измерения, сильно зависит от состояния контакта между преобразователем и поверхностью изделия.

Если контактирующая с преобразователем поверхность контролируемого изделия сильно шероховатая, корродированная или покрыта большим слоем ржавчины, то необходимо провести очистку поверхности с помощью напильника, рашпиля, шлифовальной бумаги и т.д.

Особенно тщательно необходимо подготовить поверхность при проведении измерений на изделиях с радиусом кривизны менее 40 мм.

Краска не обязательно должна быть удалена, если ее слой тонкий и она хорошо адгезирована с материалом, который будет измеряться. Однако при этом надо учитывать, что толщина краски войдет в полученный результат измерения.

### **5.2 Выбор контактной смазки**

Чтобы дать возможность ультразвуку распространяться в материале, необходимо создать тонкий соединяющий слой между поверхностью материала и поверхностью преобразователя. В большинстве случаев обычное машинное масло дает вполне удовлетворительные результаты. Возможно также использование глицерина, трансформаторного масла и т.д.

При контроле изделий с сильно корродированными поверхностями хорошие результаты может дать применение густых смазок типа циатим, солидол и т.д.

Густые смазки могут применяться также при контроле вертикальных поверхностей.

При выборе контактной смазки для контроля необходимо учитывать следующее:

- смазка не должна взаимодействовать с материалом контролируемого изделия (например, кислотосодержащие смазки могут привести к сильной коррозии);
- некоторые смазки имеют тенденции к образованию воздушных пузырей при манипулировании преобразователем, что затрудняет введение ультразвука;
- применяемая смазка не должна густеть при работе в условиях отрицательных температур окружающей среды, поскольку это может привести к изменению показаний индикатора в момент снятия преобразователя с изделия (происходит прилипание смазки к преобразователю).

### **5.3 Выбор преобразователя**

В зависимости от условий и объекта контроля выберите тип преобразователя. При этом необходимо учитывать диапазоны измерений, указанные в табл.1, а также следующие рекомендации:

- преобразователь **П112-10-4х4-Б** применять при необходимости проведения измерений толщины плоских изделий с повышенной точностью, а также при измерении толщины стенок труб диаметром более 10 мм;
- преобразователь **П112-5-12/2-Б** применять при проведении измерений толщины сильно корродированных плоских изделий и стенок труб большого диаметра (более 100 мм), а также при измерении толщины изделий из материалов с большим акустическим затуханием УЗК, например чугуна, латуни;
- преобразователь **П112-10-6/2-А** применять при измерении толщины стенок труб малого диаметра;
- преобразователи **П112-2,5-12/2-Б** и **П112-1,25-20/2-А** применять при измерении толщины изделий из материалов с повышенным затуханием УЗК.

### **5.4 Включение толщиномера**

Установите в толщиномер батарею типа «Крона». Для этого снимите нижнюю крышку батарейного отсека поз. 17 (Рис.2) и подключите к батарее колодку питания. Установив батарею в батарейном отсеке, закрепите крышку на корпусе толщиномера четырьмя винтами.

Подключите выбранный преобразователь к толщиномеру. При этом к разъему «» толщиномера подключить разъем ответвления соединительного кабеля с отличительной биркой.

Нажмите одновременно клавиши  и  и удерживайте их 1 - 2 с до появления на индикаторе надписи "On", которая перейдет в надпись "GOOD", что свидетельствует о положительных результатах тестирования памяти толщиномера и его готовности к работе.

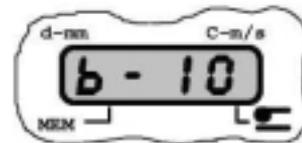
Отпустите клавиши и на индикаторе появится надпись "CAL" - толщиномер переходит в режим калибровки нуля.

## 6 Порядок работы с толщиномером

### 6.1. Ввод исходных данных

Установите тип используемого преобразователя, дискретность измерения и величину усиления. Для этого нажмите клавишу **SET**, а затем **C**.

После появления на индикаторе меню выбора кода типа преобразователя, клавишами  и  установите код преобразователя в соответствии с табл. 1 и рекомендациями п. 5.3



Нажмите клавишу **C**.

После появления на индикаторе меню установки величины усиления, клавишами  или  установите необходимое усиление в соответствии с рекомендуемым в табл.4.

При этом учтите, что G--16 - минимальное усиление, а G--1 - максимальное.

Таблица 4

Код преобразователя	Рекомендуемое усиление	
	Для изделий с радиусом кривизны более 20 мм.	Для изделий с радиусом кривизны менее 20 мм.
10 - А	G--3, G--2	G--2, G--1
10 - б	G--6, G--4	G--3, G--2
5.0 - б	G--10, G--8	G--G, G--4
2.5 - б	G--16	G--12, G--10
1.25 - А	G--4, G--G	G--3

Нажмите клавишу **C**

После появления на индикаторе меню выбора значения дискретности, клавишами  или  установите нужную вам дискретность показаний- «0,01» или «0,1».

**Внимание!** Погрешность измерения в значительной степени определяется объектом и условиями контроля, поэтому установка дискретности 0,01 мм может не дать ожидаемых результатов. Реальное повышение точности измерений получается при контроле изделий толщиной от 0,5 до 50 мм с плоской поверхностью или радиусом кривизны более 25 мм. Шероховатость поверхности изделия должна быть не более 20 мкм. Скорость распространения УЗК в материале изделия должна быть известна с точностью не хуже  $\pm 0,2\%$  или, если измерение проводится в узком диапазоне толщины, должна иметься возможность провести определение скорости распространения УЗК на верхней границе измеряемой толщины.

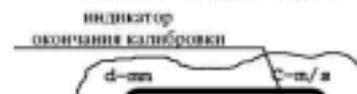
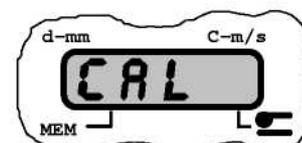
При дискретности измерения «0,01» ток, потребляемый толщиномером, приблизительно в три раза больше тока, потребляемого при дискретности измерения «0,1», что значительно уменьшает время работы от одной батареи или аккумулятора.

При смене кода преобразователя, толщиномер по умолчанию устанавливает режим усиления, дискретность измерений, также номер файла записи измерений в память, ранее используемые с данным типом преобразователя. При необходимости скорректируйте их по вышеприведенной методике.

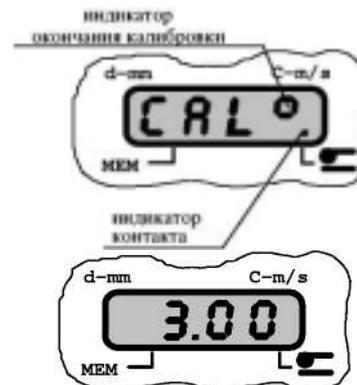
### 6.2 Калибровка нуля

Нажмите клавишу **SET** и установите преобразователь на образец для калибровки толщиномера (см. рис. 2, поз. 16), предварительно нанеся на него слой контактной смазки.

Для калибровки толщиномера с преобразователем П112-1.25-А20/2 необходимо установить преобразователь на стальной образец толщиной 10 мм (маркировка "10"), который находится отдельно от толщиномера в сумке - чехле для переноски ( Поставляется только в комплекте с данным преобразователем).



На индикаторе появится точка наличия контакта, а после окончания калибровки (через 2-3 с) - знак окончания калибровки в крайнем правом разряде индикатора.



Снимите преобразователь с образца для калибровки и толщиномер перейдет в режим измерения толщины

Результаты калибровки "нуля" запоминаются в памяти и, поэтому, не требуется проводить ее при последующих включениях толщиномера, если не происходила смена преобразователя.

При отсутствии необходимости проведения калибровки "нуля" (преобразователь не менялся) при последующих включениях толщиномера, необходимо нажать клавишу **MODE** и толщиномер перейдет в режим измерения толщины.

Рекомендуется проводить калибровку "нуля" толщиномера ежедневно перед началом работ, а также в процессе работы в случае изменения температуры окружающей среды более чем на 10 °С.

### **6.3 Измерение толщины**

#### **6.3.1 Технология измерений**

При проведении измерений толщины изделия необходимо учитывать следующие рекомендации:

- постоянно контролируйте наличие сигнализации акустического контакта. Только появление индикации акустического контакта свидетельствует о произошедшем измерении. В противном случае на индикаторе находится результат предыдущего измерения;
- не давите сильно преобразователем на поверхность контролируемого изделия. Не скользите преобразователем по поверхности изделия, особенно, если она шероховатая. Поднимайте преобразователь всегда, когда собираетесь перейти к следующей точке измерения. Соблюдение этих условий предотвратит ненужный износ контактной поверхности преобразователя и продлит срок его службы;
- никогда не доверяйте однократному измерению в определенной точке. Целесообразно сделать второе измерение в той же точке, предварительно незначительно повернув преобразователь по или против часовой стрелки;
- увеличивая интенсивность измерений на "подозрительной" области, не поддерживайте ориентацию преобразователя в одном и том же направлении. Осуществляйте вращение преобразователя по или против часовой стрелки перед каждым новым измерением.

При контроле изделий сложной формы возможны такие условия, что отраженная энергия не поступит на приемную часть преобразователя (т.е. задняя стенка изделия отразит энергию в сторону от преобразователя). В этом случае может помочь легкое движение и вращение преобразователя, однако, чтобы избежать ошибочных или сомнительных измерений, необходимо обязательно проводить повторные измерения с поворотом преобразователя относительно его оси по или против часовой стрелки.

Показаниям толщиномера в этом случае можно доверять, если при установленном на изделие преобразователе они минимальные и отличаются не более, чем на  $\pm 0,1$  мм, а последующие измерения в этой же точке отличаются от предыдущих не более, чем на  $\pm 0,2$  мм.

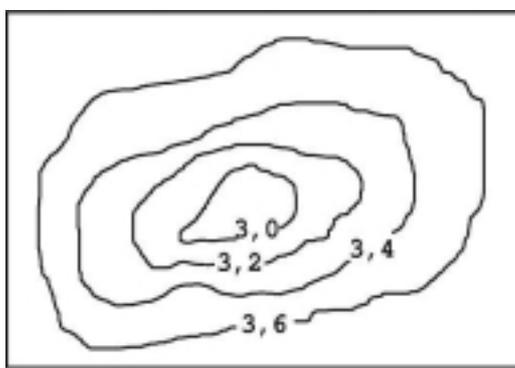
Очень эффективным способом контроля изделий сложной формы является режим индикации минимального значения толщины. При контроле в этом режиме толщиномер, проводя измерения с повышенной частотой (10 изм./с при дискретности «0,1» и 3 изм./с при дискретности «0,01»), сам выберет при легком движении или вращении преобразователя минимальные показания и отобразит их на индикаторе. Однако и в этом случае обязательно необходимо проводить повторные измерения с предварительным сбросом индикатора. Последующие измерения в одной и той же точке должны отличаться от предыдущих не более чем на  $\pm 0,2$  мм. В противном случае это означает, что условия контроля (форма изделия, качество поверхности или структура материала изделия) не позволяют провести точные и достоверные измерения.

Проведение контроля "подозрительных" областей желательно проводить не хаотично, а планомерно, заноса результаты измерений в память толщиномера (см. ниже). При этом

возможно линейное планирование - проведение ряда однократных измерений (включая вращение) с постоянным шагом, например 5 мм вдоль намеченной линии.



При проведении матричного двух координатного планирования, измерения осуществляются по намеченным координатам. Контроль подобным образом позволяет создать карту распределения толщины контролируемой области и увеличить достоверность контроля. Если при контроле изделия толщиномер устойчиво показывает толщину, заведомо меньшую толщины изделия в данной точке, то это может свидетельствовать о наличии раковины, расслоения, неоднородности и т.д. в данном месте. В этом случае необходимо провести контроль этого места ультразвуковым дефектоскопом или другим способом (например, рентген).



#### *Измерение толщины изделий с корродированными поверхностями*

В тех случаях, когда контактная или отражающая поверхность контролируемого изделия имеет большую шероховатость или сильно корродированна, необходимо учитывать следующие рекомендации:

- применять двукратные измерения с поворотом преобразователя по или против часовой стрелки;
- при плохой контактной поверхности применять густые контактные смазки, которые заполнили бы "впадины". При этом, возможно, необходимо увеличить усилие при установке преобразователя для уменьшения слоя смазки и его влияния на результат измерений;
- при применении густых смазок следует учитывать возможность изменения показаний в момент снятия преобразователя (см. выше). Поэтому, при необходимости запоминания значений толщины в памяти, запись можно проводить при установленном преобразователе;
- хорошие результаты может дать применение режима индикации минимального значения. При этом включение режима (или сброс показаний индикатора) необходимо проводить после установки преобразователя, а считывание показаний или запись в память до его снятия;
- следует учитывать, что при шероховатой или корродированной поверхности изделий, толщиномер измеряет расстояние от контактной поверхности преобразователя до "впадин" на отражающей поверхности;
- при контроле сильно корродированных или очень шероховатых участков изделий возможно, что излученный ультразвук не будет приниматься приемной пластиной преобразователя, т.е. будет отсутствовать индикация акустического контакта. Это означает, что контроль толщины на данном участке изделия невозможен.

#### *Измерение толщины стенок труб*

Измерение толщины стенок труб имеет свои особенности, которые необходимо учитывать при контроле:

- при контроле труб диаметром менее 40 мм увеличьте усилие в соответствии с табл. 3;
- необходимо устанавливать преобразователь на трубу таким образом, чтобы линия эк-

рана, разделяющего приемную и передающую часть преобразователя, была ориентирована перпендикулярно к продольной оси трубы с допустимым отклонением не более  $\pm 30^\circ$ ;

- после установки преобразователя на трубу добейтесь минимальных показаний индикатора, плавно покачивая преобразователь в плоскости перпендикулярной оси трубы;
- хорошие результаты дает применение режима индикации минимального значения;
- для увеличения достоверности измерений, обязательно проводите повторные измерения в той же точке. Результаты измерений при этом должны отличаться от предыдущих не более, чем на  $\pm 0,2$  мм.

### 6.3.2 Режим измерения толщины

Вход в режим измерения толщины происходит автоматически после проведения калибровки "нуля", а также при циклическом переключении основных режимов (калибровки, измерения

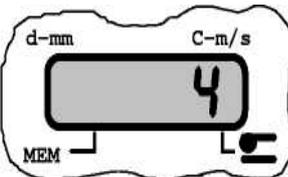
толщины и измерения скорости УЗК) при нажатии клавиши .

Перед проведением измерения толщины необходимо установить скорость распространения УЗК в материале изделия, подлежащего контролю. Определение скорости распространения УЗК с помощью толщиномера описано ниже в разделе **"Измерение скорости распространения УЗК"**. Для установки необходимой скорости распространения

УЗК нажмите клавишу . При этом на индикаторе появится значение скорости распространения УЗК.

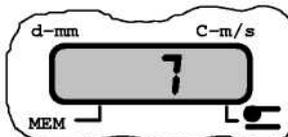


Удерживая клавишу  в нажатом состоянии, нажмите клавишу . При этом на индикаторе останется только младший разряд значения скорости. Отпустите удерживаемые клавиши и, используя клавиши  или , установите требуемое значение младшего разряда скорости УЗК.

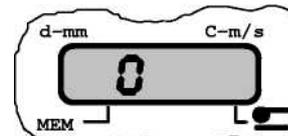


При нажатии клавиш  и  на индикаторе отображается полное значение скорости УЗК.

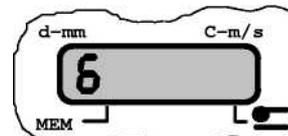
При переполнении или обнулении разряда происходит, соответственно перенос или заем в последующем старшем разряде. После установки младшего разряда нажмите клавишу . После отпущения клавиши на индикаторе останется только второй разряд скорости



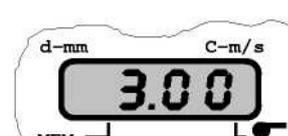
Используя клавиши   установите требуемое вам значение второго разряда скорости так же, как устанавливали значение первого разряда.



После установки второго разряда нажмите клавишу  и произведите установку третьего разряда скорости также, как и предыдущих.



После установки третьего разряда, нажмите клавишу  и произведите установку четвертого разряда скорости.



По окончании установки скорости нажмите клавишу  и, после отпущения клавиши, толщиномер вернется в режим измерения толщины

Установленная скорость распространения УЗК запоминается в памяти толщиномера?

Выйти из режима установки скорости УЗК можно в любой момент, нажав клавишу 

Для измерения толщины нанесите контактную смазку на контролируемый участок изделия и прижмите к нему преобразователь. После появления индикации наличия контакта на индикаторе появляется измеренное значение толщины.



После снятия преобразователя с изделия индикатор контакта исчезает, а на экране остается значение последнего измерения.

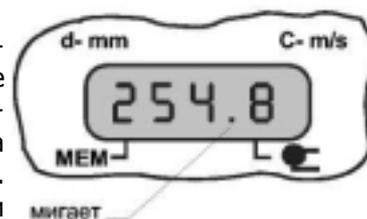
Измерение толщины может осуществляться как в обычном режиме (с индикацией результатов каждого измерения), так и в режиме с индикацией минимального значения.

Данный режим обеспечивает стабильную индикацию минимального значения толщины в пределах конкретного измерения, исключая небольшие вариации толщины, например, из-за нестабильного контакта или большой шероховатости поверхности.

Режим измерения с индикацией минимального значения отличается от обычного режима миганием разрядной точки.

Для установки данного режима, находясь в режиме измерения толщины, нажмите клавишу **C**. При этом разрядная точка через 2 - 3 с начнет мигать.

При проведении измерения толщины в данном режиме толщиномер выбирает из получаемых значений минимальное, которое и выводится на индикатор. Таким образом смена показаний индикатора происходит только в случае, когда измеряемая толщина меньше значения, находящегося в данный момент на индикаторе. Частота измерений при этом (при установленной дискретности 0,1 мм увеличивается в 4 раза (до 8 измерений в секунду). Частота измерений при установленной дискретности 0,01 мм увеличивается в два раза - до 4-х измерений в секунду.



Выбор минимального значения осуществляется постоянно во время наличия контакта. В это время разрядная точка не мигает. После пропадания контакта через 2-3 с разрядная точка начинает мигать, что означает готовность толщиномера к выбору нового минимального значения.

Для выхода из режима индикации минимального значения необходимо нажать клавишу **C**, при этом толщиномер возвращается в обычный режим измерения толщины и разрядная точка перестает мигать.

#### 6.4 Измерение скорости УЗК

Для установки данного режима, находясь в режиме измерения толщины, нажмите клавишу **MODE**.

На индикаторе появится значение скорости, полученное при последнем измерении скорости распространения УЗК. Перед проведением измерения скорости распространения УЗК необходимо установить толщину изделия или образца на участке контроля.

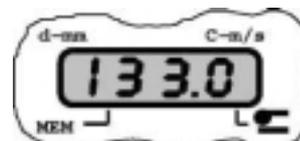


Для этого нажмите клавишу **SET**.

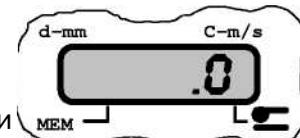
На индикаторе появится значение толщины.

Удерживая клавишу **SET** нажатой, нажмите клавишу **C**.

На индикаторе останется младший разряд установленной толщины.



Отпустите клавиши **SET** и **C** и, используя клавиши

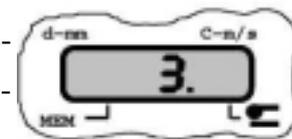


 , установите требуемое значение младшего разряда толщины.

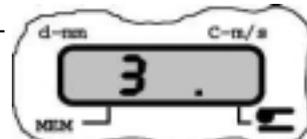
При нажатых клавишах   на индикаторе появляется полное значение толщины.

При переполнении или обнулении разряда происходит, соответственно, перенос или заем в последующем старшем разряде.

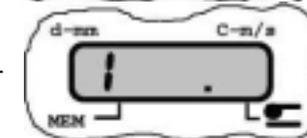
После установки младшего разряда нажмите клавишу  и после отпущения клавиши на индикаторе останется только второй разряд установленной толщины. Используя клавиши   установите требуемое вам значение второго разряда толщины так же, как устанавливали значение первого разряда.



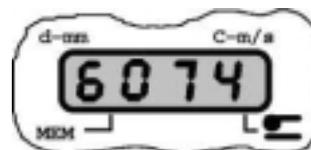
После установки второго разряда нажмите клавишу  и произведите установку третьего разряда толщины.



После установки третьего разряда нажмите клавишу  и произведите установку четвертого разряда толщины.



После окончания установки толщины нажмите клавишу  и толщиномер вернется в режим измерения скорости распространения УЗК.



Выйти из режима установки толщины можно в любой момент, нажав клавишу .

Установленное значение толщины запоминается в памяти толщиномера.

Для измерения скорости распространения УЗК нанесите контактную смазку на контролируемый участок изделия и прижмите к нему преобразователь. После появления индикации наличия контакта на индикаторе высвечивается измеренное значение скорости распространения УЗК в контролируемом материале.

После снятия преобразователя с изделия индикатор контакта исчезает, а на индикаторе остается значение последнего измерения.



При измерении скорости распространения УЗК в материале необходимо учитывать следующее:

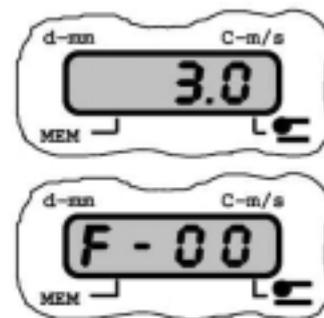
- толщина участка изделия, на котором производится измерение скорости распространения УЗК, должна быть известна с погрешностью не более  $\pm 0,1$  %. В противном случае будет увеличиваться погрешность измерения скорости распространения УЗК;
- погрешность измерения скорости распространения УЗК обратно пропорциональна толщине участка, на котором производится измерение;
- при измерении скорости распространения УЗК на участках изделий с толщиной до 50 мм с плоской поверхностью или радиусом кривизны более 25 мм и шероховатостью поверхности не более 20 мкм уменьшить погрешность измерений можно, используя дискретность измерения «0,01»;
- в том случае, если измерение скорости распространения УЗК в материале изделия производилось для ее использования, в дальнейшем при контроле толщины необходимо по окончании измерения скорости распространения УЗК перейти в режим измерения толщины и установить полученное значение скорости распространения УЗК как описано в разделе "**Измерение толщины**".

## **6.5 Порядок работы с памятью толщиномера**

### **6.5.1 Запись информации в память**

Запоминание информации об измеренных значениях толщины или скорости распространения УЗК контролируемого материала может производиться в один из 99-ти файлов, выбранный оператором.

Для установки номера файла, находясь в режиме измерения толщины или режиме измерения скорости, нажмите клавишу **FILE**. При этом на индикаторе появится номер установленного файла. Используя клавиши   установите требуемое значение младшего разряда номера файла. Нажмите клавишу **C** и, используя клавиши  , установите требуемое значение старшего разряда номера файла.



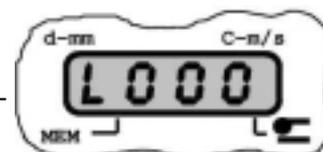
Если, находясь в данном режиме, нажать клавишу **MODE**, на индикаторе появится информация о количестве свободных ячеек памяти толщиномера.

При смене типа преобразователя автоматически устанавливается номер файла, в который производилась запись измерений данным типом преобразователя, если таковое имело место.

Каждое нажатие клавиш   приводит к изменению разряда на одну единицу.

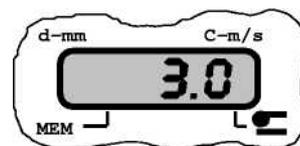
При переполнении или обнулении младшего разряда происходит соответственно перенос или заем в старшем разряде.

Нажмите клавишу **FILE**. При этом на индикаторе появится величина длины файла (число равно количеству ячеек памяти, находящихся в данном файле).



Максимальная длина файла - 999 измерений.

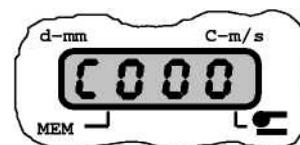
Нажмите клавишу **FILE**, при этом толщиномер вернется в тот режим (измерения толщины или скорости распространения УЗК), в котором он находился до первого нажатия клавиши **FILE**.



При этом на индикаторе также восстановится значение, бывшее на нем до предыдущего нажатия клавиши **FILE**.

В память толщиномера записываются значения толщины или скорости распространения УЗК, находящиеся в момент записи на индикаторе, при этом толщиномер должен находиться в режиме измерения толщины или скорости УЗК соответственно.

Нажмите клавишу **MEM**. При этом на индикаторе появится номер ячейки памяти файла, в которую будет произведена запись. Используя клавиши  , можно, при необходимости, установить любой номер ячейки, в которую будет произведена запись информации, при этом для установки второго и третьего разряда номера необходимо нажать клавишу **C** соответственно один или два раза.

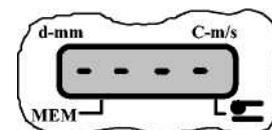


Номер ячейки, появляющейся после нажатия клавиши **MEM**, всегда на единицу больше номера ячейки, куда была произведена предыдущая запись.

Запись может осуществляться в ячейку, в которой уже имеется информация, записанная ранее, при этом она после записи новой информации теряется.

При пропуске номеров ячеек они резервируются в файле и в них записываются "пробелы".

Номер ячейки, в которую может быть произведена запись, должен лежать в пределах от 1 до 999.



Для выхода из режима "записи информации" без записи информации необходимо повторно нажать клавишу **MEM**. При этом толщиномер вернется в тот режим (измерения толщины или ско-

рости распространения УЗК), в котором он был до первого нажатия клавиши **MEM**

Нажмите клавишу **SET**.

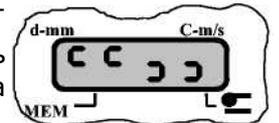
При этом на индикаторе появится надпись «**SAVE**».



После отпускания клавиши толщиномер вернется в тот режим (измерения толщины или скорости распространения УЗК), в котором он был до нажатия клавиши **MEM**, а на индикатор вернется значение толщины или скорости распространения УЗК.

При записи в память толщиномер также запоминает тип преобразователя и уровень усиления, которые установлены в момент проведения записи.

Если при нажатии клавиши **SET** на индикаторе появляются следующие знаки, то это означает либо переполнение файла (попытка осуществить запись в ячейку с номером 999), либо то, что вся память толщиномера (3926 ячеек) занята информацией.



Для записи в память толщиномера значения скорости распространения УЗК, при которой производится измерение толщины, необходимо:

- находясь в режиме измерения толщины, нажать клавишу **SET**. На индикаторе появится значение установленной скорости;

- отпустить клавишу **SET** и, нажав клавишу **MODE**, перейти в режим измерения скорости распространения УЗК. При этом на индикаторе появится значение установленной скорости распространения УЗК;

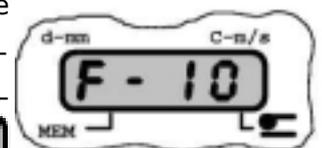
- записать скорость распространения УЗК в ячейку памяти, как описано выше;

- дважды нажав клавишу **MODE**, вернуться в режим измерения толщины.

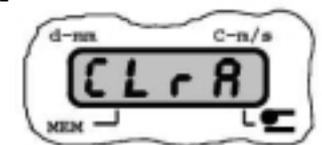
Аналогично можно записать в память значение базы (толщины), на которой измеряется скорость распространения УЗК.

### 6.5.2 Стирание информации из памяти

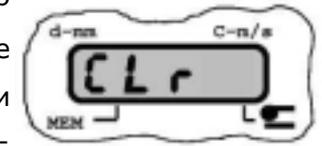
Для стирания информации во всех файлах памяти нажмите клавишу **FILE**. После появления на индикаторе информации об установленном номере файла (может быть любой) нажмите клавишу **SET** и, удерживая ее в нажатом состоянии, нажмите клавишу **FILE**. При этом во время стирания (примерно 10 с) на экране горит надпись:



Информация во всех файлах будет уничтожена.



Для стирания информации в одном из файлов после нажатия клавиши **FILE**, с помощью клавиш   и **C** установите номер файла, в котором необходимо стереть информацию. Повторно нажмите клавишу **FILE**. На индикаторе появится информация о длине файла. Если необходимо стереть часть информации, т.е. "укоротить" файл, с помощью клавиш   и **C** установите длину файла, которую необходимо сохранить, и нажмите клавишу **MODE**. При этом информация, находящаяся в данном файле в ячейках с номерами равными и большими установленной длины файла, будет стерта.



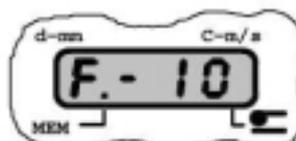
Если необходимо стереть всю информацию в выбранном файле, то после появления на индикаторе величины длины файла нажмите клавишу **SET** и, удерживая ее в нажатом состоянии, нажмите клавишу **FILE**.



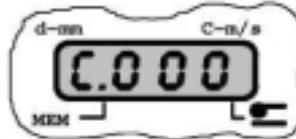
При стирании информации, как во всех, так и в части файлов, в памяти толщиномера сохраняется информация о выбранном типе преобразователя, дискретности измерения, величине усиления, установленной скорости распространения УЗК и величине базы (толщины) для измерения скорости распространения УЗК, а также параметры калибровки "нуля" толщиномера.

### 6.5.3 Вывод информации из памяти на индикатор толщиномера

Перед выводом информации из памяти на индикатор необходимо установить номер файла, из которого будет производиться вывод информации.



Установка номера файла осуществляется также, как при подготовке к записи информации (подраздел **"Запись информации в память"**).



После установки необходимого номера файла, находясь в режиме измерения толщины или скорости распространения УЗК, нажмите клавишу **SEND**, при этом на индикаторе появится номер файла, а после отпускания клавиши - номер первой ячейки выбранного файла.

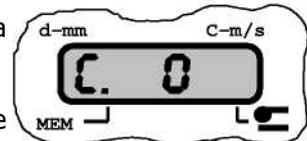
Для просмотра информации используйте клавиши  и , при нажатии на которые номер ячейки изменяется на одну единицу и информация, находящаяся в данной ячейке, появляется на индикаторе. При отпускании клавиш на индикаторе появляется номер ячейки, из которой до этого выводилась информация на индикатор.

Для установки начального адреса просмотра информации, отличного от нуля, используйте клавиши  и , установите требуемое значение младшего разряда номера ячейки.

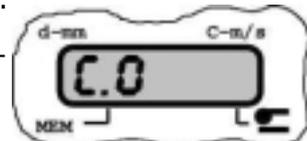
При нажатии и удержании клавиши **FILE** на индикатор выводится тип преобразователя, клавиши **MODE** - усиление, при которых была произведена запись в данную ячейку.

При нажатии на клавиши  или  номер ячейки увеличивается или уменьшается на единицу, а на индикатор выводится информация, находящаяся в ячейке.

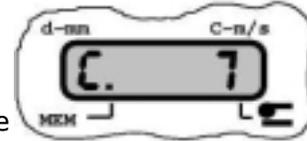
Нажмите клавишу **C**. При нажатой клавише на индикаторе останется только второй разряд номера ячейки. Отпустите клавишу. Клавишами  и  установите требуемое значение второго разряда номера ячейки.



Нажмите клавишу **C**. При нажатой клавише на индикаторе останется только старший разряд номера ячейки. Отпустите клавишу. Клавишами  и  установите требуемое значение старшего разряда номера ячейки.



Нажмите клавишу **C**. При этом на индикаторе останется только младший разряд номера ячейки. Отпустите клавишу. Используя клавиши  и , начните просмотр информации.



Для изменения номера ячейки через десять или через сто нажмите клавишу **C** один или два раза соответственно.

Для изменения последовательности вывода информации, (номер ячейки при нажатых кла-

вишах  или  и информация, содержащаяся в этой ячейке, при отпущенных клавишах  и , нажмите клавишу .

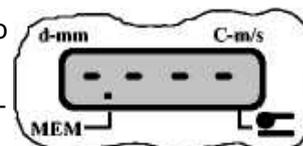
Для выхода из режима вывода информации из памяти на индикатор нажмите клавишу , при этом толщиномер вернется в тот режим (измерения толщины или скорости распространения УЗК), в котором он находился до входа в режим вывода информации на индикатор.

При каждом входе в режим вывода информации на индикаторе устанавливается номер первой ячейки выбранного файла.

Номер ячейки, информация из которой выводится на индикатор, не может быть больше максимального номера ячейки в выбранном файле, в которую записывалась информация.

Выводимое значение записанной толщины отличается от выводимого значения записанной скорости наличием разрядной точки.

При выводе информации из ячеек, в которые запись не проводилась, на индикатор выводятся "пробелы".



#### 6.5.4 Вывод информации из памяти через последовательный интерфейс

Перед выводом информации из памяти необходимо установить номер файла, из которого будет производиться вывод информации. Установка номера файла осуществляется также, как при подготовке к записи информации (раздел "**Запись информации в память.**").

Вывод информации осуществляется через упрощенный последовательный интерфейс со следующим протоколом:

- скорость обмена - 4800 Бод;
- длина слова - 7 бит;
- количество стоповых бит - 2 бита;
- контроль четности - есть.

Для вывода информации на компьютер необходимо подключить выход последовательного интерфейса толщиномера к последовательному интерфейсу компьютера.

Для вывода информации в операционной системе DOS установите в дисковод прилагаемый диск и запустите программу "ut\_pc.exe".

При необходимости, после имени программы укажите номер порта, через который будет осуществляться прием (по умолчанию - первый), например: **ut\_pc.exe 2**.

Находясь в режиме измерения толщины или скорости УЗК, нажмите

клавишу  и удерживайте ее до начала выдачи информации. При-

близительно через 5 с толщиномер начнет выдачу информации, содержащейся в выбранном файле. По окончании выдачи информации тол-

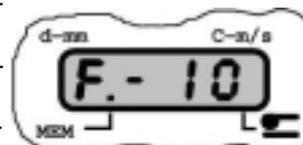
щиномер вернется в тот режим (измерения толщины или скорости распространения УЗК), в котором он находился до входа в режим вывода ин-

формации.

Для формирования файла после имени программы укажите имя файла, например: **ut\_pc.exe > имя файла.**

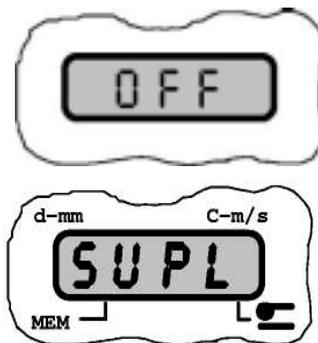
Для вывода информации в операционной системе WINDOWS запустите программу **UT301com.exe** и следуйте указаниям подсказки.

Запись результатов измерений в нулевой файл памяти толщиномера можно осуществлять как в любой другой файл.



```
Data will be entered      COM1:
FILE-000 LENGTH - 0003
0001#03.00  b-10 G -06
0002#6074   b-   G -06
0003#030.3  A-10 G -02
```

Выключение толщиномера осуществляется автоматически через 3 мин. после проведения последнего измерения или манипуляций с клавишами толщиномера. При этом на экране загорается надпись "OFF". После выключения (пропадания индикации) толщиномер переходит в режим хранения информации.



При снижении напряжения питания ниже допустимого предела (5,6 В), если в это время толщиномер находился во включенном состоянии, на индикаторе появляется индикация разряда батареи и через ~ 10 с толщиномер автоматически отключается и переходит в режим хранения информации.

Информация, записанная в память толщиномера, а также все настройки толщиномера сохраняются при отсутствии батареи сколь угодно долго.

Если отключение произошло во время работы, то, возможно, после нахождения в режиме хранения, батарея несколько "восстановится" и толщиномер включится. Однако сразу после включения увеличение тока потребления приведет к снижению напряжения на батарее и повторному автоматическому отключению. Информация при этом также не теряется.

## 7 Возможные неисправности и способы их устранения

Таблица 4. Перечень возможных неисправностей, их причина и способы устранения

	Наименование неисправности	Вероятная причина	Метод устранения
1	При нажатии на клавиши  и  толщиномер не включается	Не установлена батарея. Отсутствует контакт в месте подключения батареи. Разряжена батарея.	Открыть батарейный отсек и установить батарею питания. Проверить контактную систему и устранить неисправность. Заменить батарею питания.
2	После нажатия на клавиши  и  на индикаторе появляется [SUPL] и толщиномер выключается.	Разряжена батарея.	Заменить батарею питания.
3	При нажатии на клавиши  и  толщиномер включается, но происходит "зависание", толщиномер не реагирует на нажатия клавиш	Недостаточно было время нажатия (менее 2 с) на клавиши  и 	Открыть батарейный отсек, отключить батарею. Через 3-5 с вновь подключить батарею и повторить включение.
4	При проведении калибровки «нуля», после установки преобразователя на образец, отсутствует сигнализация акустического контакта.	Отсутствие контакта в промежуточных разъемах цепей соединения преобразователя с электронным блоком толщиномера. Неисправен преобразователь.	Осмотреть соединительные кабели. Проверить надежность контакта в переходных разъемах, обнаруженную неисправность устранить. Неисправный преобразователь заменить.
5	При проведении калибровки «нуля», после установки преобразователя на образец, есть сигнализация акустического контакта, но калибровка не выполняется.	Износ преобразователя превысил допустимые пределы	Заменить преобразователь.
6	Преобразователь неустойчиво устанавливается на плоскопараллельные поверхности.	Контактная поверхность преобразователя неравномерно износилась и имеет большую неплоскостность.	Отшлифовать контактную поверхность на плоскопараллельной плите с использованием тонкой наждачной бумаги.

## **8 Указание мер безопасности**

В толщиномере отсутствуют опасные и вредные производственные факторы, влияющие на безопасность труда.

Класс защиты человека от поражения электрическим током – «0» по ГОСТ 12.2.007.0.

С толщиномером должны использоваться пьезопреобразователи для импульсных дефектоскопов с рабочими частотами от 1 до 10 МГц по ГОСТ 26266, интенсивность ультразвука у которых в контактном варианте, т.е. в случае, когда оператор перемещает преобразователь вручную, не должна превышать 0,1 Вт/см<sup>2</sup> в соответствии с ГОСТ 12.1.001.

Для полного обесточивания толщиномера после его выключения необходимо вынуть батарею или аккумулятор. Устранение неисправностей толщиномера производится только после полного обесточивания.

## **9 Техническое обслуживание**

Техническое обслуживание толщиномера сводится к проведению профилактических работ с целью обеспечения нормальной работы при его эксплуатации. Окружающая среда, в которой находится толщиномер, определяет частоту осмотра. При проведении профилактических работ рекомендуется проводить визуальный осмотр каждые 3 месяца и внешнюю чистку каждый месяц.

При визуальном осмотре внешнего состояния толщиномера проверять отсутствие вмятин и трещин корпуса, четкость действия и отсутствие повреждений клавиатуры, крепление и состояние разъемов на корпусе прибора. Грязь и следы масла на корпусе устраняйте мягкой ветошью, смоченной спиртом этиловым марки А.

## 10 Методика поверки

Настоящая методика поверки устанавливает методы и средства первичной и периодической поверки толщиномера.

Межповерочный интервал – 1 год.

### 10.1 Операции поверки

10.1.1 При проведении поверки должны выполняться операции поверки, указанные в таблице 5.

10.1.2 Поверка проводится организациями Госстандарта или уполномоченными им организациями.

10.1.3 В случае отрицательного результата при проведении одной из операций, поверку прекращают, а толщиномер признают не прошедшим поверку.

Таблица 5

	Наименование операции	Номера пунктов
1	Внешний осмотр	10.7.1
2	Опробование	10.7.2
3	Проверка диапазона и основной погрешности измерения толщины	10.7.3
4	Проверка основной погрешности измерения скорости УЗК	10.7.4
5	Проверка основной погрешности измерения расстояния до плоскодонного отражателя диаметром 1,0 мм с глубиной залегания 10 мм от поверхности ввода УЗК для преобразователей П112-10-6/2-А и П112-10-4х4-Б	10.7.5
6	Проверка преобразователей	10.7.6

### 10.2 Средства поверки

10.2.1 При проведении поверки должны применяться средства, указанные в таблице 6.

10.2.2 Средства поверки должны быть поверены в установленном порядке.

Таблица 6

	Наименование средств измерения	Требуемые характеристики		Рекомендуемые средства поверки
		пределы измерений	погрешность измерений	
1	Стандартные образцы: КУСОТ –180, аттестованные по эквивалентной ультразвуковой толщине и скорости ультразвука ;  МД4-0-12 из набора КМД 4, аттестованный по глубине залегания плоскодонного отражателя.	для толщины, мм: от 0,5 до 3,0 от 3 до 10 от 10 до 30 от 30 до 100 200 300	не более, %: 0,7 0,3 0,1 0,03 0,015 0,015	

### 10.3 Требования к квалификации поверителя

10.3.1 К проведению измерений при поверке и обработке результатов измерений допускают лиц, имеющих квалификацию государственного или ведомственного поверителя и изучивших устройство и принцип действия аппаратуры по эксплуатационной документации.

### 10.4 Требования безопасности при проведении поверки

При проведении поверки должны быть соблюдены общие требования безопасности при работе с прибором и требования ГОСТ 12.3.019.

### **10.5 Условия поверки**

При проведении поверки должны соблюдаться следующие требования:

- температура окружающей среды ( $20 \pm 5$ ) °С;
- относительная влажность воздуха от 30 до 80 %;
- атмосферное давление ( $750 \pm 30$ ) мм рт. ст. (от 86 до 106,7 кПа);
- внешние электрические и магнитные поля должны находиться в пределах 40 А/м, не влияющих на работу толщиномера.

### **10.6 Подготовка к поверке**

Перед проведением поверки толщиномер должен быть подготовлен к работе согласно требованиям его эксплуатационной документации. Перед началом работы нанесите на поверхность стандартных образцов, контактирующую с преобразователем, слой трансформаторного масла или глицерина. Образцы толщиной 200 и 300 мм установить на резиновую прокладку толщиной не менее 10 мм.

### **10.7 Проведение поверки**

#### **10.7.1 Внешний осмотр**

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие толщиномера следующим требованиям:

- комплектность толщиномера и прилагаемой документации;
- отсутствие механических повреждений толщиномера и его составных частей;
- наличие маркировки толщиномера.

#### **10.7.2 Опробование**

Проверка исправности всех органов управления и индикации.

Подготовить толщиномер к работе с одним из преобразователей, входящих в комплект, и проделать операции в соответствии с разделом "**Подготовка к работе, включение**", в следующей последовательности:

- установить батарею типа 6F22 с номинальным напряжением 9 В в батарейный отсек толщиномера;

- подключить выбранный преобразователь к толщиномеру, при этом к разъёму «(→)» толщиномера подключить разъём ответвления соединительного кабеля с отличительной биркой;

- нажать одновременно клавиши «**C**» и «**MODE**» и удерживать их 1-2 с до появления на индикаторе надписи «**On**», которая перейдёт в надпись «**GOOD**». Отпустите клавиши. На индикаторе появится надпись «**CAL**», свидетельствующая о готовности толщиномера к калибровке.

- установить тип используемого преобразователя, дискретность измерения и величину усиления. Для этого нажмите клавишу «**SET**», а затем клавишу «**C**». После появления на индикаторе кода установленного типа преобразователя, клавишами «**↓**» или «**↑**» установите код выбранного типа преобразователя в соответствии с таблицей 1. Нажмите клавишу «**C**». После появления на индикаторе меню установки, клавишами «**↓**» или «**↑**» установите необходимое усиление в соответствии с рекомендуемым в табл. 4. Нажмите клавишу «**C**». После появления на индикаторе меню установки дискретности, клавишами «**↓**» или «**↑**» установить дискретность «0,1». Установите скорость УЗК согласно свидетельству о аттестации (паспорту) образца.

Нажмите клавишу «**SET**» и установите преобразователь на образец для калибровки толщиномера.

Провести операции калибровки, измерения толщины на образцах толщины, записи результатов измерения в память, извлечение результатов из файлов памяти, передачи данных на ЭВМ через кабель связи и проверку автоотключения. Отсутствие сбоев, правильность индикации и работоспособность клавиш определяет соответствие толщиномера данному пункту поверки.

#### **10.7.3 Проверка диапазона и основной погрешности измерения толщины**

Провести операции по подготовке толщиномера к работе аналогично п. 10.7.2.

Подготовить стандартные образцы из комплекта КУСОТ-180.

Перед проведением измерений установить дискретность измерения толщины «0,01» и скорость распространения УЗК, указанную для образцов в свидетельстве об аттестации (паспорте). После установки преобразователя на образец, прижимать его до появления индикации акустического контакта и на цифровом дисплее появится измеренное значение толщины. Произвести по 3 измерения толщины стандартных образцов в диапазонах измерений преобразо-

вателей, указанных в табл.1 РЭ, используя для измерений образцы с минимальной, максимальной и средней толщиной диапазона и вычислить средние значения измерений.

Основную погрешность определить по формуле:

$$\delta_{n1} = d_n - d_x \quad (1)$$

где  $\delta_{n1}$  - основная погрешность толщиномера, мм;

$d_x$  - значение толщины образца, округлённое до десятых долей, по свидетельству аттестации (паспорту), мм;

$d_n$  - среднее значение измеренной толщины, мм.

Измерения выполнить для каждого преобразователя входящего в комплект поставки.

Толщиномер считается выдержавшим испытание, если диапазон и основные погрешности измерения толщины соответствуют требованиям п.2.1.

### **10.7.3 Проверка основной погрешности измерения скорости УЗК**

Включить толщиномер и, после перехода в режим измерений, нажать клавишу «**MODE**». При этом толщиномер переключится в режим измерения скорости УЗК.

Выбрать образец из комплекта КУСОТ-180 толщиной 60 мм. Не устанавливая преобразователь на образец, нажмите «**SET**». При этом на индикаторе появится меню установки значения толщины. Удерживая клавишу «**SET**», нажмите клавишу «**C**», при этом на индикаторе останется только младший разряд установленной толщины.

Отпустить клавиши «**SET**» и «**C**» и, используя клавиши «**↑**» и «**↓**», установить требуемое значение младшего разряда толщины. Значение толщины взять из аттестата (паспорта) на этот образец.

Нажмите клавишу «**C**» и на индикаторе останется только второй разряд установленной толщины. Используя клавиши «**↑**» и «**↓**», установите требуемое значение второго разряда толщины так же, как установили значение первого разряда, затем установите значение третьего и четвёртого разряда толщины. Нажмите и отпустите клавишу «**SET**». Толщиномер вернётся в режим измерения скорости.

Установить преобразователь на измеряемый стандартный образец. После появления индикации наличия контакта на индикаторе высветится измеренное значение скорости распространения УЗК в данном образце. Провести 3 измерения и вычислить среднее.

Значение основной погрешности измерения скорости распространения УЗК вычислить по формуле:

$$\delta_{v1} = C_{обр.} - C_x \quad (2)$$

где  $\delta_{v1}$  - значение основной погрешности измерения скорости УЗК, м/с;

$C_{обр.}$  - скорость УЗК по свидетельству аттестации (паспорту) образца, м/с;

$C_x$  - среднее значение измеренной скорости, м/с.

Толщиномер считается выдержавшим испытания если полученная погрешность не превышает значения  $\delta_v = \pm (0,1/dx + 0,005) C_x$ , где  $dx$  - толщина образца, мм,  $C_x$  - значение скорости УЗК в образце по аттестату (паспорту).

### **10.7.4 Проверка основной погрешности измерения расстояния до дискового плоскодонного отражателя диаметром 1,0 мм с глубиной залегания 10 мм от поверхности ввода УЗК для преобразователей П112-10-6/2-А и П112-10-4х4-Б**

Провести операции по подготовке толщиномера к работе аналогично п. 10.7.2.

Подготовить стандартный образец МД4-0-12 из набора КМД 4.

Перед проведением измерений установить дискретность измерения толщины «0,01» и скорость распространения УЗК, указанную для в свидетельстве об аттестации (паспорте) образца. Установить режим индикации минимальной толщины. Для установки данного режима, находясь в режиме измерения толщины, нажать клавишу «**C**». При этом разрядная точка через 2 - 3 с начнет мигать. Установить преобразователь в центр образца, прижать его до появления индикации акустического контакта и на цифровом дисплее появится измеренное значение глубины залегания плоскодонного отражателя. Произвести по 3 измерения глубины залегания и вычислить среднее значение.

Основную погрешность определить по формуле:

$$\delta_{n1} = d_n - d_x, \quad (3)$$

где  $\delta_{n1}$  - основная погрешность толщиномера, мм;

$d_{x1}$  - значение глубины залегания плоскодонного отражателя образца МД4-0-12, округлённое до десятых долей, по свидетельству аттестации (паспорту), мм;

$d_n$  - среднее значение измеренной глубины залегания, мм.

Толщиномер считается выдержавшим испытание, если основная погрешность измерения глубины залегания плоскодонного отражателя не более  $\pm 0.3$  мм.

### 10.7.5 Проверка преобразователей

Проверку параметров и характеристик преобразователей проводить согласно ГОСТ 23702.

10.7.5.1 Проверку импульсного коэффициента преобразования  $K_{uu}$  проводить с использованием образцов из комплекта КУСОТ-180 по схеме приложения 2 в следующей последовательности:

- включить и подготовить толщиномер к работе аналогично п.10.7.2;
- установить преобразователь на соответствующий образец;
- измерить с помощью осциллографа на разъёме «А» амплитуду импульса возбуждения  $U_n, В$ ;
- измерить на разъёме «В» амплитуду первого донного эхо-импульса  $U_m$ ;
- импульсный коэффициент преобразования  $K_{uu}$  вычислить по формуле:

$$K_{uu} = 20 \cdot \log( U_m / U_n ) \quad (4)$$

где  $K_{uu}, dB$  - импульсный коэффициент преобразования;

$U_n, U_m, В$  - амплитуда импульса на разъёме «А» и амплитуда первого донного эхо-импульса на разъёме «В»;

Повторить операции для всех типов преобразователей с образцами, приведёнными в таблице 2.

10.7.5.2 Проверку эффективной частоты  $f_3$  эхо-импульса проводить в следующей последовательности:

- установить проверяемый преобразователь на образец согласно таблице 2;
- по экрану осциллографа измерить временной интервал от начала второго полупериода до начала четвёртого полупериода эхо-сигнала;
- эффективную частоту  $f_3$  определить по формуле:

$$f_3 = 1 / (\tau_2 - \tau_1), \quad (5)$$

где  $f_3$  - эффективная частота, МГц;

$(\tau_2 - \tau_1)$  - временной интервал между началом второго полупериода и окончанием третьего полупериодов, мс;

- отклонение эффективной частоты от номинального значения вычислить по формуле:

$$\delta f_3 = [(f_3 - f_{3 \text{ ном.}}) / f_{3 \text{ ном.}}] \times 100\%, \quad (6)$$

где  $\delta f_3$  - отклонение эффективной частоты от номинального значения, %;

$f_3$  - эффективная частота эхо-импульса;

$f_{3 \text{ ном.}}$  - номинальное значение  $f_3$ .

Повторить операции для всех преобразователей комплекта поставки.

10.7.5.3 Измерение отношения сигнал/шум  $A_c$  проводить на установке, схема которой приведена в приложении 2, с использованием образцов из комплекта КУСОТ-180. Толщина образца для преобразователей: П112-10-6/2-А, должна составлять 10 мм; для П112-10-4х4-Б, П112-1,25-20/2-А - 20 мм; для П112-2,5-12/2-Б и П112-5-12/2-Б - 100 мм.

Измерить с помощью осциллографа на разъёме «А» максимальное значение второго полупериода  $U_{\max}$ . Снять преобразователь со стандартного образца и протереть ветошью рабочую поверхность преобразователя. Измерить максимальное значение напряжения шума  $U_{\text{ш}}$  в точке расположения эхо-импульса. Отношение сигнала/шум  $A_c$  вычисляют по формуле:

$$A_c = 20 \cdot \lg( U_{\max} / U_{\text{ш}} ), \quad (7)$$

где  $U_{\max}$  - максимальное значение амплитуда отрицательного полупериода;

$U_{\text{ш}}$  - напряжения шума.

Преобразователи считаются выдержавшими испытания, если полученные значения импульсного коэффициента преобразования  $K_{uu}$  соответствуют требованиям таблицы 2, отклонения эффективной частоты от номинального значения  $f_3$  отличаются от номинального значения, не более чем указано в таблице 2 и отношения сигнал/шум  $A_c$  не менее 6 дБ.

### 10.8 Оформление результатов поверки

10.8.1 Результаты поверки должны заноситься в протокол, форма которого приведена в Приложении 1, и на толщиномер выдается свидетельство о поверке.

10.8.2 Толщиномеры, прошедшие поверку с отрицательным результатом, до проведения ремонта и повторной поверки к применению не допускаются.

## 11 Транспортирование и хранение

11.1 Транспортирование толщиномеров осуществляют упакованными в специальных сумках-чехлах упакованными в упаковочные ящики, входящие в комплект поставки.

11.2 Транспортирование толщиномеров может осуществляться любым видом пассажирского транспорта, предохраняющим толщиномеры от непосредственного воздействия осадков, при температуре окружающей среды от минус 25 до 55 °С. При транспортировании допускается дополнительная упаковка толщиномеров в полиэтиленовый мешок, картонную коробку или ящик, предохраняющие от внешнего загрязнения и повреждения.

Размещение укладочных ящиков с толщиномерами в транспортных средствах должны исключать возможность их смещения, ударов и толчков.

11.3 Толщиномеры должны храниться в сухом отапливаемом помещении при температуре окружающего воздуха от 5 до 40 °С, : верхнее значение относительной влажности 80 % при 25 °С, при среднегодовом значении 60 % при 20 °С, упакованными в сумку-чехол или специальный ящик. В помещении для хранения не должно быть токопроводящей пыли, паров кислот, щелочей, а также газов, вызывающих коррозию и разрушающих изоляцию.

11.4 Толщиномеры должны храниться на стеллажах. Расстояние между стенками, полом хранилищ и толщиномерами должно быть не менее 100 мм. Расстояние между отопительными устройствами хранилищ и толщиномерами должно быть не менее 0,5 м.

## 12 Гарантии изготовителя

12.1 Изготовитель гарантирует соответствие толщиномеров требованиям технических условий ТУ 4276-002-30872128-04, при соблюдении условий эксплуатации, транспортирования и хранения.

12.2 Гарантийный срок хранения - 6 месяцев с момента изготовления толщиномера.

12.3 Гарантийный срок эксплуатации толщиномера 12 месяцев со дня ввода его в эксплуатацию.

12.4 В случае обнаружения неисправностей, в период гарантийного срока, потребителем должен быть составлен акт о необходимости устранения неисправности прибора. Один экземпляр акта направляется ООО НПЦ «Кропус-ПО» по адресу: 142400, г.Ногинск, МО, а/я 1, либо ООО «Искатель-2» по адресу 109472, г. Москва, ул. Ташкентская, д. 24, кор.1, стр. 1.

## 13 Свидетельство о выпуске

Толщиномер ультразвуковой УТ-301, заводской номер \_\_\_\_\_ соответствует техническим условиям ТУ4276-002-30872128-04 и признан годным к эксплуатации.

Дата выпуска " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Толщиномер ультразвуковой УТ-301 заводской номер № \_\_\_\_\_ в комплекте с преобразователями:

---

---

---

---

---

прошел поверку и признан годным для эксплуатации.

Поверитель

Дата поверки

МЛ.

**ПРОТОКОЛ №**  
**поверки толщиномера**

Тип толщиномера \_\_\_\_\_

Заводской номер \_\_\_\_\_

Дата выпуска \_\_\_\_\_

Дата предыдущей поверки \_\_\_\_\_

**Результаты поверки:**

1. Внешний осмотр

1.1. Результаты осмотра \_\_\_\_\_

2. Опробование

2.1. Результаты опробования \_\_\_\_\_

3 Определение основных метрологических параметров:

	Наименование параметра	Номинальное значение	Измеренное значение (отклонение)
3.1	Проверка диапазона и основной погрешности измерения толщины	от 0,5 до 300 мм – ± 0,1 мм от 0,5 до 50,0 мм – ± (0,05 + 0,001dx) от 50,0 до 99,9 мм – ± 0,1 мм	
3.2	Проверка основной погрешности измерения скорости УЗК	$\pm (0,1/ dx + 0,005) \cdot Cx$	
3.3	Проверка основной погрешности измерения расстояния до дискового плоскодонного отражателя диаметром 1,0 мм с глубиной залегания 10 мм от поверхности ввода УЗК для преобразователей П112-10-6/2-А и П112-10-4х4-Б	± 0,3 мм	
3.4	Проверка преобразователей	(см. таблицу 2)	

Поверка проведена согласно п.10 Руководства по эксплуатации.

Следующие преобразователи проходили поверку с данным толщиномером:

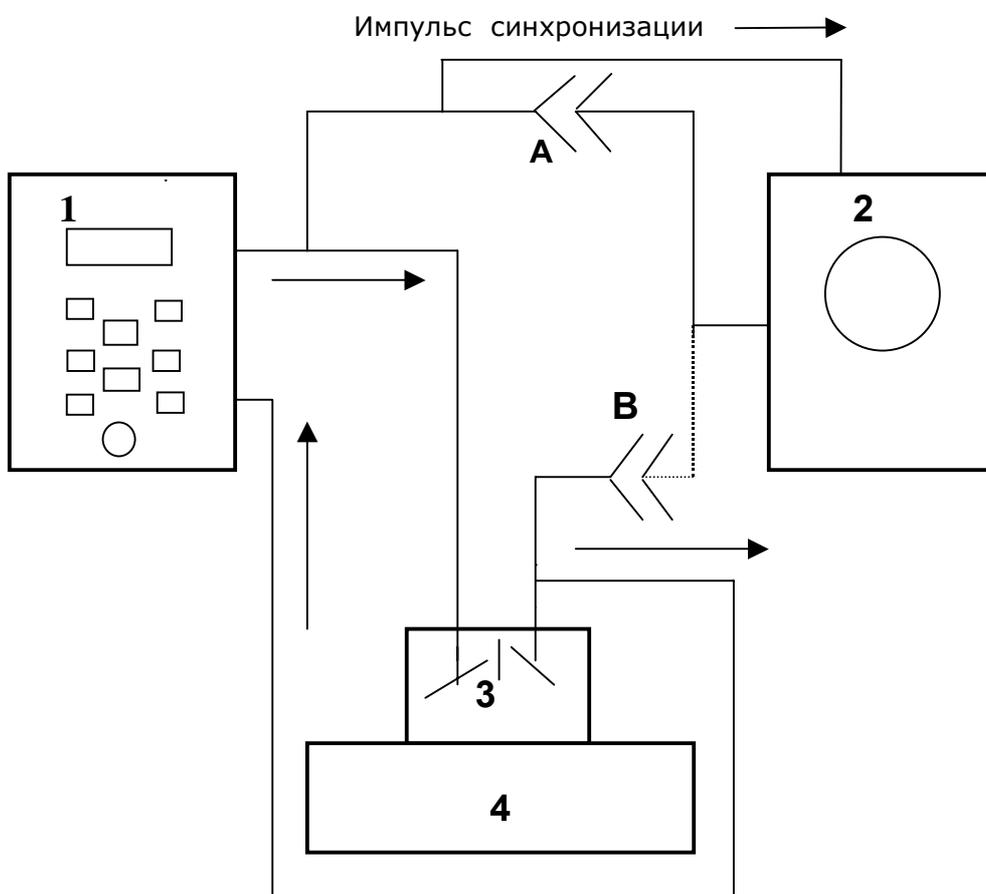
\_\_\_\_\_

Заключение поверителя \_\_\_\_\_

Поверитель \_\_\_\_\_

Дата поверки \_\_\_\_\_

**Блок схема измерения параметров преобразователей**



- 1 – толщиномер,
  - 2 – осциллограф,
  - 3 – преобразователь,
  - 4 – стандартный образец,
- A, B – тройники «ЛЕМО – СР» для подключения осциллографа.