# ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

## Толщиномеры ультразвуковые БУЛАТ 2

**Назначение средства измерений**

Толщиномеры ультразвуковые БУЛАТ 2 (далее толщиномеры) предназначены для измерений толщины:

- изделий из конструкционных металлических сплавов и изотропных неметаллических материалов при одностороннем доступе к ним с использованием преобразователей серии П112;
- металлических ферромагнитных и неферромагнитных изделий под защитными лакокрасочными покрытиями с использованием преобразователей ТМК.

**Описание средства измерений**

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

Толщиномер состоит из блока обработки информации (рисунок 1) и преобразователей.




Рисунок 1. Блок обработки информации

Блок обработки информации вырабатывает запускающий импульс, подаваемый на излучающую пластину акустического преобразователя, которая излучает импульс УЗК через линию задержки в изделие. Импульс УЗК распространяется в изделии до внутренней поверхности изделия, отражается от нее, распространяется в противоположном направлении и, пройдя линию задержки, принимается приемной пластиной. Время распространения УЗК связано с толщиной изделия. Принятый импульс усиливается и подается на вход блока обработки информации, который формирует цифровой код, пропорциональный времени распространения импульса в изделии с учетов времени распространения в линиях задержки, после чего встроенная микро-ЭВМ вычисляет толщину измеряемого изделия. Блок обработки информации состоит из корпуса, на верхней крышке которого расположены клавиатура, дисплей и установочная мера толщиной 6 мм с обозначением ее толщины, применяемая для юстировки отсчетного устройства толщиномера, на торцевой поверхности - разъемы для подключения преобразователей. На дисплее отображаются результаты измерений.

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

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

Питание толщиномеров осуществляется от 2 батарей типа АА или 2 батарей аккумуляторных (АА), устанавливаемых в расположенный в нижней части корпуса блока обработки информации батарейный отсек.

Для переноски толщиномеров предназначен съемный держатель, крепящийся к торцевой крышке блока обработки информации съемным винтом.

Возможно подключение толщиномеров к разъему порта COM1 или COM2 компьютера с использованием переходного кабеля.

**Метрологические и технические характеристики**

1. Диапазон измерений толщины, мм:

| | |
|---|---|
| для преобразователя П112-10-6/2-А-02 | 0,6 ÷ 20; |
| для преобразователя П112-10-6/2-А-04 | 0,4 ÷ 10; |
| для преобразователя П112-10-2х8-А-04 | 0,5 ÷ 10; |
| для преобразователя П112-10-4/2-А-04 | 0,5 ÷ 10; |
| для преобразователя П112-10-4х4-Б-02 | 0,5 ÷ 50; |
| для преобразователя П112-5-10/2-А-02 | 1,0 ÷ 100; |
| для преобразователя П112-5-6/2-А-02 | 1,0 ÷ 30; |
| для преобразователя П112-5-12/2-Б-02 | 1,0 ÷ 300; |
| для преобразователя П112-2,5-12/2-Б-01 | 2,0 ÷ 300; |
| для преобразователя ТМК 112-10-6-F1-01 | 0,8 ÷ 10; |
| для преобразователя ТМК 112-10-6-NF1-01 | 0,8 ÷ 10; |
| для преобразователя ТМК 112-5-10-F1-01 | 1,5 ÷ 75; |
| для преобразователя ТМК 112-5-10-NF1-01 | 1,5 ÷ 75. |

2. Дискретность отсчета, мм:

| | |
|---|---|
| для диапазона измерений (0,400 ÷ 9,999) мм | 0,005; 0,01; 0,1; |
| для диапазона измерений (10,00 ÷ 99,99) мм | 0,01; 0,1; |
| для диапазона измерений (100 ÷ 300) мм | 0,1. |

3. Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений толщины при измерении образцов с шероховатостью поверхности Rz ≤10 мкм и радиусом кривизны не менее 200 мм, мм:

- при дискретности отсчета 0,005 и 0,01:

| | |
|---|---|
| для преобразователя П112-10-6/2-А-02 | ± (0,001h + 0,03); |
| для преобразователя П112-10-6/2-А-04 | ± (0,001h + 0,03); |
| для преобразователя П112-10-2х8-А-04 | ± (0,001h + 0,03); |
| для преобразователя П112-10-4/2-А-04 | ± (0,001h + 0,03); |
| для преобразователя П112-10-4х4-Б-02 | ± (0,001h + 0,03); |
| для преобразователя П112-5-10/2-А-02 | ± (0,001h + 0,03); |
| для преобразователя П112-5-6/2-А-02 | ± (0,001h + 0,03); |
| для преобразователя П112-5-12/2-Б-02 | ± (0,001h + 0,03); |
| для преобразователя П112-2,5-12/2-Б-01 | ± (0,001h + 0,05); |
| для преобразователя ТМК 112-10-6-F1-01 | ± (0,001h + 0,05); |
| для преобразователя ТМК 112-10-6-NF1-01 | ± (0,001h + 0,08); |
| для преобразователя ТМК 112-5-10-F1-01 | ± (0,001h + 0,05); |
| для преобразователя ТМК 112-5-10-NF1-01 | ± (0,001h + 0,08); |

- при дискретности отсчета 0,1:

| | |
|---|---|
| для всех преобразователей | ± (0,001h + 0,1). |

где h – номинальное значение толщины, мм.

4. Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности измерений толщины изделий при толщине нанесенного лакокрасочного покрытия, мм:

- до 250 мкм:

| | |
|---|---|
| ТМК 112-10-6-F1-01 | ± 0,05; |
| ТМК 112-10-6-NF1-01 | ± 0,05; |
| ТМК 112-5-10-F1-01 | ± 0,05; |
| ТМК 112-5-10-NF1-01 | ± 0,05; |

- от 250 до 500 мкм:

| | |
|---|---|
| ТМК 112-10-6-F1-01 | ± 0,10; |
| ТМК 112-10-6-NF1-01 | ± 0,10; |
| ТМК 112-5-10-F1-01 | ± 0,10; |
| ТМК 112-5-10-NF1-01 | ± 0,10. |

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

| | |
|---|---|
| П112-10-6/2-А-02 | ± (0,001h + 0,05); |
| П112-10-6/2-А-04 | ± (0,001h + 0,05); |
| П112-10-2х8-А-04 | ± (0,001h + 0,05); |
| П112-10-4/2-А-04 | ± (0,001h + 0,05); |
| П112-10-4х4-Б-02 | ± (0,001h + 0,05); |
| П112-5-10/2-А-02 | ± (0,001h + 0,06); |
| П112-5-6/2-А-02 | ± (0,001h + 0,06); |
| П112-5-12/2-Б-02 | ± (0,001h + 0,06); |
| П112-2,5-12/2-Б-01 | ± (0,001h + 0,1); |
| ТМК 112-10-6-F1-01 | ± (0,001h + 0,1); |
| ТМК 112-10-6-NF1-01 | ± (0,001h + 0,1); |
| ТМК 112-5-10-F1-01 | ± (0,001h + 0,1); |
| ТМК 112-5-10-NF1-01 | ± (0,001h + 0,1), |

где h- измеряема величина, мм.

6. Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности измерений толщины в диапазоне значений параметра шероховатости поверхности Rz изделий в зоне измерения, мм:

-от 10 мкм до 80 мкм включительно:

| | |
|---|---|
| П112-10-6/2-А-02 | ±0,10; |
| П112-10-6/2-А-04 | ±0,10; |
| П112-10-2х8-А-04 | ±0,10; |
| П112-10-4/2-А-04 | ±0,15; |
| П112-10-4х4-Б-02 | ±0,15; |
| П112-5-10/2-А-02 | ±0,10; |
| П112-5-6/2-А-02 | ±0,10; |
| П112-5-12/2-Б-02 | ±0,15; |
| П112-2,5-12/2-Б-01 | ±0,15. |

- от 80 мкм до 160 мкм включительно:

| | |
|---|---|
| П112-10-6/2-А-02 | ±0,20; |
| П112-10-4х4-Б-02 | ±0,20; |
| П112-5-10/2-А-02 | ±0,20; |
| П112-5-6/2-А-02 | ±0,20; |
| П112-5-12/2-Б-02 | ±0,25; |
| П112-2,5-12/2-Б-01 | ±0,25. |

-от 160 мкм до 320 мкм включительно:

| | |
|---|---|
| П112-5-10/2-А-02 | ±0,25; |
| П112-5-12/2-Б-02 | ±0,25; |
| П112-2,5-12/2-Б-01 | ±0,25. |

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

- при минимально допускаемом радиусе кривизны 10 мм:

| | |
|---|---|
| П112-10-6/2-А-02 | ±0,10; |
| П112-10-6/2-А-04 | ±0,10; |
| П112-10-2х8-А-04 | ±0,10; |
| П112-10-4/2-А-04 | ±0,10; |
| П112-10-4х4-Б-02 | ±0,10; |
| П112-5-6/2-А-02 | ±0,10. |

- при минимально допускаемом радиусе кривизны 20 мм:

| | |
|---|---|
| П112-5-10/2-А-02 | ±0,20; |
| П112-5-12/2-Б-02 | ±0,20; |
| П112-2,5-12/2-Б-01 | ±0,30; |
| ТМК 112-10-6-F1-01 | ±0,15; |
| ТМК 112-10-6-NF1-01 | ±0,15. |

- при минимально допускаемом радиусе кривизны 40 мм:

| | |
|---|---|
| ТМК 112-5-10-F1-01 | ±0,30; |
| ТМК 112-5-10-NF1-01 | ±0,30. |

8. Масса, кг, не более:

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

9. Габаритные размеры, мм, не более:

| | |
|---|---|
| - блока обработки информации | 160х87х30; |
| - преобразователей: | |
| П112-10-6/2-А-02 | ∅15 х 40; |
| П112-10-6/2-А-04 | ∅14 х 26; |
| П112-10-2х8-А-04 | 15х15х20; |
| П112-10-4/2-А-04 | ∅10 х 20; |
| П112-10-4х4-Б-02 | ∅9 х 11; |
| П112-5-10/2-А-02 | ∅18 х 26; |
| П112-5-6/2-А-02 | ∅18 х 26; |
| П112-5-12/2-Б-02 | ∅14 х 26; |
| П112-2,5-12/2-Б-01 | ∅18 х 26; |
| ТМК 112-10-6-F1-01 | ∅15 х 40; |
| ТМК 112-10-6-NF1-01 | ∅15 х 40; |
| ТМК 112-5-10-F1-01 | ∅15 х 60; |
| ТМК 112-5-10-NF1-01 | ∅15 х 60. |

10. Условия эксплуатации:

| | |
|---|---|
| - диапазон температуры окружающего воздуха, °С | от -10 до +50; |
| - диапазон атмосферного давления, кПа | от 96 до 104; |
| - относительная влажность воздуха при температуре плюс 30 °С, | до 95. |

| | |
|---|---|
| 11. Минимальный допускаемый радиус кривизны измеряемого изделия, мм | 10. |
| 12. Потребляемая мощность, мВт, не более | 45. |
| 13. Напряжение питания, В | от 2,0 до 3,2. |
| 14. Средний срок службы, лет, не менее | 10. |

При нормировании метрологических характеристик учтено влияние ПО.

**Программное обеспечение**

В комплект поставки входят встроенное программное обеспечение (далее ПО) U.2.0 и дополнительно ПО Constanta-data для передачи и обработки данных.

Таблица 1

| Наименование программного обеспечения | Идентификационное наименование программного обеспечения | Номер версии (идентификационный номер) программного обеспечения | Цифровой идентификатор программного обеспечения (контрольная сумма исполняемого кода) | Алгоритм вычисления цифрового идентификатора программного обеспечения |
|---|---|---|---|---|
| U | 2.0 | 8 | - | - |

Уровень защиты программного обеспечения от непреднамеренных и преднамеренных изменений соответствует уровню С по МИ 3286-2010.

**Знак утверждения типа**

Знак утверждения типа наносится методом металлографии на лицевую панель блока обработки информации толщиномера и типографским способом на титульный лист руководства по эксплуатации.

**Комплектность средства измерений**

Таблица 2

| Наименование изделия | Количество, шт. |
|---|---|
| 1 | 2 |
| 1. Толщиномер ультразвуковой БУЛАТ 2 в составе: | 1 |
| 1.1. Блок обработки информации | 1 |
| 1.2. Преобразователи*<br>П112-10-6/2-А-02<br>П112-10-6/2-А-04<br>П112-10-2х8-А-04<br>П112-10-4/2-А-04<br>П112-10-4х4-Б-02 | от 1 |
| П112-5-10/2-А-02<br>П112-5-6/2-А-02<br>П112-5-12/2-Б-02<br>П112-2,5-12/2-Б-01<br>ТМК 112-10-6-F1-01<br>ТМК 112-10-6-NF1-01<br>ТМК 112-5-10-F1-01<br>ТМК 112-5-10-NF1-01 | |
| 2. Батареи типа АА | 2 |
| 3. Батареи аккумуляторные (АА) | 4 |
| 4. Зарядное устройство | 1 |
| 5. Кабель связи с компьютером | 1 |
| 6. Диск со служебной программой для передачи данных в компьютер и статистической обработки Constanta-data | 1 |
| 7. Футляр | 1 |
| 8. Руководство по эксплуатации | 1 |
| 9. Методика поверки МП 2512-0008-2010 | 1 |

13 МИ 3286-2010 Рекомендация. ГСИ. Проверка защиты программного обеспечения и определение ее уровня при испытаниях средств измерений в целях утверждения типа.

**Рекомендации по областям применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений**

Осуществление торговли и товарообменных операций.

**Изготовитель**

ООО «ЭнергоСнабСтройСервис-Холдинг»
Юридический адрес: 121500, г. Москва, Дорога МКАД 60 км, д. 40А, офис 204

Почтовый адрес: 600021, г.Владимир, ул.Мира, д.4а, офис №3
Тел. (4922) 42-46-09, 34-67-26

**Испытательный центр**

Федеральное государственное учреждение «Российский центр испытаний и сертификации – Москва» (ФГУ «Ростест-Москва»). Аттестат аккредитации № 30010-10 от 15.03.2010 года.

117418 г. Москва, Нахимовский проспект, 31
Тел.(495) 544-00-00, 668-27-40, (499) 129-19-11
Факс (499) 124-99-96

Заместитель
Руководителя Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии В.Н. Крутиков

М.П. «28» 03 2011г.