ТОЛЩИНОМЕРЫ ПОКРЫТИЙ

МОДИФИКАЦИИ:

В7-517
В7-527
В7-537
В7-557
В7-К2
В7-К3
В7-К4

Руководство по эксплуатации, объединённое с паспортом и методикой поверки (МП 203-33-2020)

***ЗАЯВЛЕНИЯ**:*

- ***«Знания принадлежат человечеству»** - исходя из этого принципа материалы данной документации являются свободными для использования без какого-либо разрешения со стороны компании ВОСТОК-7*
- *Все сведения в данной документации изложены добросовестно.*
- *В конструкцию изделий могут быть внесены незначительные изменения без предварительного уведомления.*
- *Любые замечания, исправления или пожелания в наш адрес касательно материалов данной документации и усовершенствования изделий всемерно приветствуются.*

***ОБРАЩЕНИЯ**:*

- *Благодарим за Ваш выбор продукции компании ВОСТОК-7, изготовленной в соответствии с мировыми стандартами качества. Нами приложены все усилия для того, чтобы Вы были удовлетворены качеством на протяжении всего срока эксплуатации.*
- *Пожалуйста, уделите время внимательному прочтению данной документации, что позволит использовать изделие на всё 100%. Мы постарались изложить материал простым и доступным языком.*
- *Обновления и видеоматериалы с инструкциями выложены на сайте: WWW.VOSTOK-7.RU*
- *Если, несмотря на все наши усилия, Вы столкнётесь с трудностями при эксплуатации или у Вас возникнут уточняющие вопросы, пожалуйста, непременно свяжитесь с нами для получения поддержки.*

ПРОСЬБА:

- *Напишите отзыв через несколько месяцев эксплуатации нашего средства измерения. Отзыв необходим реальный, включая негативные оценки, если таковые будут, а также пожелания по улучшению изделий. Реальная обратная связь нам необходима для модернизации средств измерений Восток- 7, их адаптации под нужды пользователей.*

Оглавление

1. НАЗНАЧЕНИЕ И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ, МОДИФИКАЦИИ. 3
2. МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ. 7
3. КОМПЛЕКТАЦИЯ. 7
4. ТОЛЩИНОМЕР ПОКРЫТИЙ В7-517. 8
5. ТОЛЩИНОМЕР ПОКРЫТИЙ В7-527. 27
6. ТОЛЩИНОМЕР ПОКРЫТИЙ В7-537. 33
7. ТОЛЩИНОМЕР ПОКРЫТИЙ В7-557. 41
8. ТОЛЩИНОМЕР ПОКРЫТИЙ В7-К2. ..... **Ошибка! Закладка не определена.**
9. ТОЛЩИНОМЕР ПОКРЫТИЙ В7-К3. ..... **Ошибка! Закладка не определена.**
10. ТОЛЩИНОМЕР ПОКРЫТИЙ В7-К4. ..... **Ошибка! Закладка не определена.**
11. МЕТОДИКА ПОВЕРКИ МП 203-33-2020. ..... **Ошибка! Закладка не определена.**
12. ГАРАНТИЯ И СЕРВИСНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ, ИЗГОТОВИТЕЛЬ. ИДЕНТИФИКАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ ПРИБОРА. **Ошибка! Закладка не определена.**

В7-557	**В7-517**	**В7-527**	**В7-537**
	В7-К2	**В7-К3**	**В7-К4**

1. НАЗНАЧЕНИЕ И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ, МОДИФИКАЦИИ.

Уважаемый покупатель!

Благодарим за выбор продукции ООО «Восток-7»: толщиномера покрытий (далее толщиномер, прибор). С целью обеспечить продолжительный срок безотказной службы и высокую точность этого оборудования настоятельно рекомендуется придерживаться приведённых ниже инструкций. Мы непрерывно совершенствуем и постоянно развиваем свои наработки. По этой причине возможны незначительные расхождения между текстом и иллюстрациями в настоящем документе и конкретным изделием. Изготовитель сохраняет за собой право внесения изменений в конструкцию и объём поставки, право внесения дальнейших технических улучшений и все права, связанные с переводом этой документации.

Назначение: толщиномеры покрытий В7-517, В7-527, В7-537, В7-557, В7-К2, В7-К3, В7-К4 предназначены для измерений толщины диэлектрических и токопроводящих покрытий, нанесённых на токопроводящие магнитные или немагнитные материалы основания.

Толщиномеры предназначены для измерения толщины покрытий изделий при одностороннем доступе к контролируемому объекту. Толщиномеры предназначены для измерения толщины покрытий изделий с плоской и цилиндрической поверхностями со стороны контакта с датчиком. Толщиномеры предназначены для эксплуатации в лабораторных и цеховых условиях, допускается использование прибора в полевых условиях. **Эксплуатация прибора возможна только при условии отсутствия сильных магнитных полей**.

Принцип действия толщиномеров основан на магнитоиндукционном методе и методе вихревых токов. Толщиномеры состоят из электронного блока и преобразователя (датчика), преобразователь может быть интегрирован в корпус толщиномера или быть выносным.

Толщиномеры покрытий модификации В7-517 с выносным (съёмным) датчиком применяются для измерений толщины немагнитных диэлектрических покрытий (с преобразователем типа F на магнитных основаниях и с преобразователем типа N на немагнитных основаниях):

- преобразователь тип **F** (от лат. Ferrum – железо/сталь) для магнитных оснований из чёрных металлов, например: цинковое, алюминиевое, медное, кадмиевое или резиновое покрытие или краска лак, грунт, шпатлёвка, ржавчина на основании из железа и его сплавов: стали, чугуна.
- преобразователь тип **N** (от лат. Non Ferrum – не железо) для немагнитных оснований из цветных металлов, например: краска, резиновое, пластмассовое и эмалированное покрытие на основании из меди, алюминия (в т. ч. фольга), цинка, олова и т. д.

Отличительные особенности толщиномера покрытий модификации В7-517:

- Комбинированный толщиномер с применением двух типов выносных преобразователей: **F** и **N**.
- Возможность использования 11 различных преобразователей для чёрных и цветных металлов, из них 3 внесены в госреестр РФ.
- Возможность измерения покрытия из хрома на медном основании.
- 2 режима замеров: одиночный (1 измерение/сек) и непрерывный, сканирование (3 измерения/сек);
- V-образный паз на основании преобразователя толщиномера для удобства замеров на тонких изделиях: стержни, прутки и др.;
- Установка допустимых пределов измерений (max и min), оповещение при выходе за пределы установленных пороговых значений;
- Статистическая обработка результатов измерений: среднее значение, макс. и мин. значения, к-во измерений в серии, стандартное отклонение;
- Возможность корректировки заводской калибровки прибора пользователем, когда преобразователь толщиномера изношен.
- Связь с ПК через USB для передачи данных, анализа и распечатки;
- Режим автоотключения питания, малое энергопотребление;
- Алюминиевый корпус прибора: стойкий к ударам, коррозии, легко очищается от производственной грязи и запылений.

Толщиномеры покрытий модификаций В7-527 с выносным (съёмным) датчиком применяются для измерений толщины немагнитных диэлектрических покрытий (напр. лаки, краски и др. диэлектрики) или немагнитных проводящих (гальванических как цинк, хром, серебро, кадмий, алюминий, медь и др.) покрытий, нанесённых на ферромагнитное основание.

Отличительные особенности толщиномера покрытий В7-527:

- Проведение локальных (одиночные) и непрерывных (режим сканирования) измерений.

- Подпружиненный наконечник датчика обеспечивает надежный контакт преобразователя с контролируемой поверхностью покрытия и высокую повторяемость измерений.
- Отсутствует память для сохранения измеренных значений.
- Электронный блок толщиномера работает только с одним типом преобразователя по выбору покупателя при заказе прибора.

Толщиномеры покрытий модификаций В7-537 с выносным (съёмным) датчиком применяются для измерений толщины немагнитных диэлектрических покрытий (напр. лаки, краски и др. диэлектрики) или немагнитных проводящих (гальванических как цинк, хром, серебро, кадмий, алюминий, медь и др.) покрытий, нанесённых на ферромагнитное основание.

Отличительные особенности толщиномера покрытий В7-537:

- Проведение локальных (одиночные) и непрерывных (режим сканирования) измерений.
- Подпружиненный наконечник датчика обеспечивает надежный контакт преобразователя с контролируемой поверхностью покрытия и высокую повторяемость измерений.
- Имеется память для сохранения измеренных значений.
- Электронный блок толщиномера работает с неограниченным количеством любых заказанных преобразователей.

Толщиномеры покрытий модификации В7-557 с интегрированными в корпус прибора (несъёмными) датчиками применяются для измерений толщины немагнитных диэлектрических покрытий как на магнитных (с преобразователем типа F), так и на немагнитных (с преобразователем типа N) основаниях:

- преобразователь тип **F** (от лат. Ferrum – железо/сталь) для магнитных оснований из чёрных металлов, например: цинковое, алюминиевое, медное, кадмиевое или резиновое покрытие или краска лак, грунт, шпатлёвка, ржавчина на основании из железа и его сплавов: стали, чугуна.
- преобразователь тип **N** (от лат. Non Ferrum – не железо) для немагнитных оснований из цветных металлов, например: краска, резиновое, пластмассовое и эмалированное покрытие на основании из меди, алюминия, цинка, олова и т. д.

Отличительные особенности толщиномера покрытий модификации В7-557:

- комбинированный толщиномер с применением двух типов интегрированных в корпус прибора преобразователей: датчиком тип **F** (**Ч**ёрные металлы) и датчиком тип **N** (**Ц**ветные металлы) для измерения толщины покрытий и на магнитном и на немагнитном основаниях соответственно (тип **FNF**);
- конструкция со встроенным датчиком позволяет исключить риск обрыва кабеля как у приборов с выносным (съёмным) кабелем, а автоматический выбор прибором типа датчика для измерения в зависимости от типа основания изделия позволяет исключить ошибки оператора при выборе датчика;
- 2 режима замеров: одиночный (1 измерение/сек) и непрерывный, сканирование (3 измерения/сек);
- V-образный паз на датчике толщиномера для удобства замеров на тонких изделиях: стержни, прутки и т. п.;
- поворот отображения экрана на 180^0 – удобно при измерении вертикальных и потолочных поверхностей;
- прорезиненные боковые поверхности корпуса – надёжное удержание в руке, анти-выскальзывание прибора;
- установка допустимых пределов измерений (max и min), оповещение при выходе за пределы установленных пороговых значений;
- статистическая обработка результатов измерений: среднее значение, макс. и мин. значения, к-во измерений в серии, стандартное отклонение;
- режим автоотключения питания, малое энергопотребление.

Толщиномеры покрытий модификации В7-К2 с выносным интегрированным (несъёмным) датчиком применяются для измерений толщины немагнитных непроводящих покрытий (краски, лаки и т. п.), наносимых на ферромагнитное основание.

Отличительные особенности толщиномера покрытий модификации В7-К2:

- Измерение на ферромагнитных материалах проводится магнитно-индукционным методом для снижения влияния электропроводности.
- Повышенная стабильность и повторяемость результатов благодаря усовершенствованной конструкции преобразователей;
- Возможность калибровки записанной шкалы как по одной точке (на неокрашенном основании), так и по двум точкам (на основании и любом образце);
- Режим автоотключения питания, малое энергопотребление;
- Предельно простая конструкция прибора без функций памяти и анализа результатов, программирования

шкал, связи с ПК и др. делает его оптимальным в соотношении цена/качество для простых задач контроля толщины краски, наносимой на однотипный материал и т. п.

Толщиномеры покрытий модификации В7-К3 с выносным (съёмным) датчиком применяются для измерений толщины токопроводящих (гальванических) покрытий на немагнитном или проводящем магнитном основании толщиной не менее 1 мм, например цинк, кадмий или хром на стали, а также таких как серебро или медь на титане и подобных.

Отличительные особенности толщиномера покрытий модификации В7-К3:

- Память на 10.000 результатов измерений, интерфейс USB для подключения к ПК;
- Возможность записи до 25 аппроксимационных шкал как с клавиатуры прибора, так и с ПК;
- Режим выборочного усреднения результатов;
- Режим автоматической сигнализации брака (АСБ);
- Режим автоотключения
- Возможность заказа специализированных преобразователей различной конфигурации с возможностью доступа в труднодоступные места (замер в отверстиях, трубках и т. д.).

Толщиномеры покрытий модификации В7-К4 с выносным (съёмным) датчиком совмещают два режима работы: магнитный (на низкой частоте) для контроля покрытий на ферромагнитном основании и вихретоковый (на высокой частоте) для контроля покрытий на неферромагнитном основании. Применяются с разными преобразователями в зависимости от требований измерений:

- М120, М150, М215 - для измерений толщины непроводящих покрытий на магнитном или немагнитном основании;
- Н120, Н150, Н215 - для измерений толщины непроводящих покрытий на немагнитном основании.

Большой выбор преобразователей различных типов и широкий функционал делают эту модель одной из самых продвинутых на рынке толщиномеров покрытий. Прибор предназначен для измерения декоративных, лакокрасочных и других защитных покрытий на любом токопроводящем основании, и позволяет измерять любые немагнитные (лакокрасочные, гальванические и пр.) покрытия на ферромагнитном (сталь, чугун и пр.) основании, а также любые непроводящие покрытия на неферромагнитном (алюминий, латунь и пр.) основании.

Отличительные особенности толщиномера покрытий модификации В7-К4:

- Память на 9.800 результатов измерений, интерфейс USB для подключения к ПК;
- Возможность записи до 20 аппроксимационных шкал как с клавиатуры прибора, так и с ПК;
- Режим выборочного усреднения результатов;
- Режим автоматической сигнализации брака (АСБ);
- Режим автоотключения;
- Режим сканера и толщиномера;
- Высокая точность и большой выбор преобразователей;
- Автоматическое определение преобразователя;
- Возможность калибровки записанной шкалы по одной, либо двум точкам;

ВНИМАНИЕ!

Пожалуйста, внимательно прочтите следующую информацию перед использованием толщиномера покрытий.

Общая информация

Правильное и эффективное использование любого оборудования неразрушающего контроля требует обязательного наличия:

• методики контроля;

• обученного оператора;

• соответствия технических характеристик оборудования необходимым требованиям задачи контроля.

Назначение настоящего руководства – дать оператору подробные инструкции по настройке и функциональному использованию оборудования. Описание методик и теоретических основ контроля не входит в задачу настоящего документа.

Теория вихревых токов

Оператор должен знать общие принципы теории вихревых токов, в том числе – понятия электромагнитного поля, электрической проводимости, магнитной проницаемости, краевого эффекта и пр.

Обучение

Оператор должен пройти соответствующее обучение для компетентного использования оборудования и

приобретения знаний об общих принципах электромагнитного контроля, а также частных условиях контроля конкретного вида изделий.

Проведение контроля

Для правильного проведения вихретокового (электромагнитного) контроля оператор должен иметь методику контроля подобных изделий и частные требования к контролю конкретного изделия. На основании этих требований оператор производит определение задачи контроля, выбор подходящей техники контроля, подбор преобразователей и оценку известных условий контроля (температурные колебания, качество поверхности и пр.).

Методика контроля

Пользователь должен знать и понимать методические указания по контролю, разработанные для соответствующих изделий.

Измерение толщины покрытия

Измерение толщины покрытий основано на анализе взаимодействия внешнего электромагнитного поля с электромагнитным полем вихревых токов, наводимым в объекте контроля. Точность измерения зависит от правильного учета физических характеристик металла объекта контроля и его однородности, температуры, шероховатости поверхности, геометрии объекта контроля прочих факторов.

Зависимость от температуры

Изменение температуры объекта контроля вызывает изменение электропроводности и магнитной проницаемости материала основания, что неизбежно влияет на характеристики электромагнитного поля и, соответственно, на показания прибора. Данный факт должен учитываться оператором при измерениях.

2. МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ.

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений толщины покрытий, мкм	
- В7-517	
• Базовый датчик F1/N1 (с поверкой); F1/90^0 и F5/90 (с калибровкой)	от 0 до 1250
• Датчик F400 (с поверкой)	от 0 до 400
• Датчик F10 (с калибровкой)	от 0 до 10000
- В7-527	
• Датчик МТ2-01	от 5 до 2000
• Датчик МТ20-01	от 100 до 15000
- В7-537	
• Датчик МТ2-01	от 5 до 2000
• Датчик МТ20-01	от 100 до 15000
- В7-557	от 0 до 1500
- В7-К2	от 10 до 2000
- В7-К3	от 0 до 100
- В7-К4	
• М120	от 0 до 2000
• Н120	от 20 до 2000
• М150, Н150	от 100 до 5000
• М215, Н215	от 2000 до 15000
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений толщины, мкм	
- В7-517	
• Базовый датчик F1/N1 (с поверкой); F1/90^0 и F5/90 (с калибровкой)	± (0,01·Н+5)
• Датчик F400 (с поверкой)	± (0,01·Н+2)
• Датчик F10 (с калибровкой)	± (0,01·Н+10)
- В7-527	
• Датчик МТ2-01	± (0,03·Н+1)
• Датчик МТ20-01	± (0,03·Н+10)
- В7-537	± (0,03·Н+1,5)
- В7-557	± (0,03·Н+1)
- В7-К2	± (0,05·Н+5)
- В7-К3	±(0,03·Н+1)
- В7-К4	± (0,04·Н+4)
Примечание: Н – измеренное значение толщины покрытий, мкм	
Напряжение электрического питания, В	
- В7-517 (два элемента питания типа АА)	1,5
- В7-527 (два элемента питания типа А316)	3
- В7-537 (четыре элемента питания типа АА)	6
- В7-557 (два элемента питания типа ААА)	1,5
- В7-К2(два элемента питания типа ААА)	1,5
- В7-К3, В7-К4	
• аккумуляторный блок	2,4
• от сети через блок питания	5
Габаритные размеры, мм, не более	
- длина / ширина / высота	120 / 60 / 200

3. КОМПЛЕКТАЦИЯ.

Наименование	Количество
Блок электронный с преобразователем (F1 или N1 по выбору заказчика)	1 шт.
Руководство по эксплуатации	1 экз.
Методика поверки МП 203-33-2020	1 экз.

4. ТОЛЩИНОМЕР ПОКРЫТИЙ В7-517.

4.1. Параметры, типы преобразователей, рекомендации по выбору.

Наименование	Параметр	
Типы датчиков (материал основания)	**F** (чёрные металлы)	**N** (цветные металлы)
Принцип работы	Магнитная индукция	Вихревые токи
Модификации подключаемых датчиков	Базовый F1; доп. F400, F10, F1/90^0, F5/90	Базовый N1
Мин. диаметр области измерений для базового датчика, мм	Ø7	Ø5
Мин. толщина металлического основания, мм	0,2	0,3
Диапазон измерений толщины покрытий, мкм Датчик F1/N1 (с поверкой); F1/90^0 и F5/90 (с калибровкой) Датчик F400 (с поверкой) Датчик F10 (с калибровкой)	от 0 до 1250 от 0 до 400 от 0 до 10000	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений толщины, мкм Датчик F1/N1 (с поверкой); F1/90^0 и F5/90 (с калибровкой) Датчик F400 (с поверкой) Датчик F10 (с калибровкой)	± (0,01·H+5) ± (0,01·H+2) ± (0,01·H+10)	
Мин. расстояние от центра датчика до края основания, мм	15	
Мин. радиус кривизны поверхности: выпуклой / вогнутой, мм	3 / 50	
Шероховатость поверхности покрытия и основания, не более Ra мкм	10	
Режимы замеров, время каждого измерения (сек)	Одиночный (1 измерение/сек) и непрерывный, сканирование (3 измерения/сек)	
Режимы калибровки	Нулевая калибровка / Калибровка по 4-м точкам / Заводская (базовая) калибровка	
Статистическая обработка серии измерений	К-во измерений, среднее арифметическое значение, мин. и макс. значения, стандартное отклонение	
Системы единиц измерения (с конвертацией значений)	мкм (метрическая); мл (английская)	
Звуковой сигнал	При измерении, калибровке, выходе за границы верхнего и нижнего пределов	
Макс. скорость измерений	2 измерения в сек	
Связь с компьютером, порт	USB 2.0	
Память	5 независимых групп по 100 значений в каждой	
Длина кабеля датчика, не менее, мм	900	
Температурный диапазон окружающей среды при работе / хранении толщиномера, °C	0…+40 / -20…+70	
Верхнее значение относительной влажности при 35 °C, %	90	
Элементы питания: от батарей или аккумуляторов	2 шт. 1,5 V тип AA	
Время работы при полной зарядке и выкл. подсветке экрана, ч	не менее 300	
Время автоотключения питания, мин	3	
Гарантийный срок эксплуатации, мес	24	
Габаритные размеры электронного блока Д*Ш*В, мм, не менее	100*40*140	
Масса прибора (без элементов питания), кг, не менее	0,400	

Тип датчиков – F (чёрные металлы), метод измерения – магнитная индукция.							
Модель датчика		**F400**	**F1**	***F1/90⁰**	***F5/90**	***F5**	***F10**
Диапазон измерений, мкм		0…400	0…1250			0…5000	0…10000
Точность (дискретность) измерения, мкм		0,1	0,1			1	10
Условия измерения	Мин. радиус кривизны поверхности, мм	1 (выпуклая)	1,5	Плоская	1,5	5	10
	Мин. диаметр области измерений, мм	Ø3	Ø7			Ø20	Ø40
	Мин. толщина основания, мм	0,2	0,5			1	2

Тип датчиков – N (цветные металлы), метод измерения – вихревые токи.				
Модель датчика		***N**	**N1**	
Диапазон измерений, мкм		0…400	0…1250	
		Хром на меди 0…40		
Точность (дискретность) измерения, мкм		0,1	0,1	
Условия измерения	Мин. радиус кривизны поверхности, мм	1,5 (выпуклая)	5	Плоская
	Мин. диаметр области измерений, мм	Ø4	Ø7	
	Мин. толщина основания, мм	0,3		

F1/90⁰ – датчик угловой (кабель входит в датчик под углом 90 гр. к основанию поверхности) для измерения поверхностей с температурой до 90⁰С

F5/90 – датчик угловой (кабель входит в датчик под углом 90 гр. к основанию поверхности)

***датчики F1/90⁰, F5/90, F5, F10 и N** не внесены в госреестр РФ и поставляются со свидетельством о заводской калибровке.

Набор доступных типов датчиков постоянно обновляется, актуальные данные представлены на сайте www.vostok-7.ru

Преобразователи толщиномера покрытий В7-517	
F1	**F10**
N1	**F400**
F1/90⁰	**F5/90**

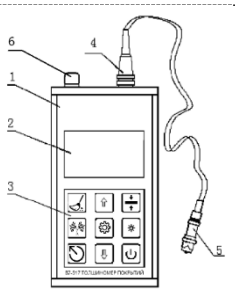
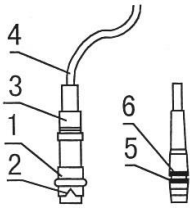
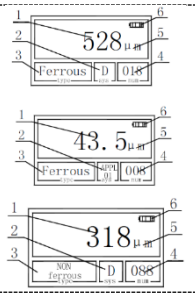
Рекомендации по выбору датчиков			
ПОКРЫТИЕ / ОСНОВАНИЕ		**Немагнитное покрытие из органического материала (напр. краска, отделка, эмаль, фарфоровая эмаль, пластик, анодирование и т. п.)**	
		Толщина покрытия ≤ 100 мкм	Толщина покрытия ≤ 100 мкм
Чёрные металлы, такие как сталь, чугун и т. п.	Область измерения, Ø>30мм	Датчики F1/F5 0…1250 мкм Датчик F400 0…400 мкм	Датчики F1/F5 0…1250 мкм Датчик F10 0…10 мм
	Область измерения, Ø<30мм	Датчик F400 0…400 мкм	Датчики F1/F5 0…1250 мкм Датчик F400 0…400 мкм
Цветные металлы, такие как медь, алюминий, латунь, цинк, олово и т. п.	Область измерения, Ø>10мм	Датчик N1 0…1250 мкм	Датчик N1 0…1250 мкм
	Область измерения, Ø<10 мм	Датчик N1 0…1250 мкм	Датчик N1 0…1250 мкм

Рекомендации по выбору датчиков			
ПОКРЫТИЕ / ОСНОВАНИЕ		**Немагнитное покрытие из цветных металлов (напр. хром, цинк, алюминий, медь, олово, серебро и т. п.)**	
		Толщина покрытия ≤ 100 мкм	Толщина покрытия ≤ 100 мкм
Чёрные металлы, такие как сталь, чугун и т. п.	Область измерения, Ø>30мм	Датчики F1/F5 0…1250 мкм Датчик F400 0…400 мкм	Датчики F1/F5 0…1250 мкм Датчик F10 0…10 мм Датчик F400 0…400 мкм
	Область измерения, Ø<30мм		Датчики F1/F5 0…1250 мкм Датчик F400 0…400 мкм
Цветные металлы, такие как медь, алюминий, латунь, цинк, олово и т. п.	Область измерения, Ø>10мм	Датчик N1 0…1250 мкм	---
	Область измерения, Ø<10 мм	---	---

4.2. Комплектация.

Наименование	Количество
Блок электронный с преобразователем*	1 шт.
Руководство по эксплуатации с методикой поверки МП 203-33-2020	1 экз.
Упаковочный кейс	1 шт.
ПО с кабелем USB	1 компл.
Образцы толщины покрытий (5 плёнок различной толщины)	1 компл.
Образцы основания для настройки нижней границы диапазона в случаях отсутствия доступа к непокрытой части металлического образца, на котором планируется проводить измерение толщины покрытия: • образец основания (сталь) • образец основания (алюминий)	На заказ
*Прибор поставляется с первичной поверкой, количество и тип дополнительных преобразователей определяются требованиями заказчика.	

4.3. Вид толщиномера, дисплея.

Электронный блок с внешним датчиком	
1. Блок электронный B7-517	
2. Экран	
3. Клавиатура	
4. Разъём датчика	
5. Датчик	
6. Разъём USB	
Элементы датчика	
1. Установочная гильза	
2. V-образный паз для удобства замеров на тонких изделиях: стержни, прутки и др.	
3. Нагружающая гильза	
4. Соединительный кабель	
5. Вилка	
6. Соединительная муфта	
Дисплей	
1. Измеренное значение толщины покрытия	
2. Режим эксплуатации групп памяти	
3. Тип подключенного датчика	
4. Номер измерения	
5. Единицы измерений	
6. Индикатор уровня заряда батарей	

4.4. Процедура измерения.

4.4.1. Подготовка к измерению.

4.4.1.1. **Выбор оператора**. Оператор должен знать общие принципы теории вихревых токов, в том числе – понятия электромагнитного поля, электрической проводимости, магнитной проницаемости, краевого эффекта и пр. Оператор должен пройти соответствующее обучение для компетентного использования оборудования и приобретения знаний об общих принципах электромагнитного контроля, а также частных условиях контроля конкретного вида изделий. Оператор должен быть очень внимателен, делая выводы о результатах измерений. Назначение настоящего руководства – дать оператору подробные инструкции по настройке и функциональному использованию оборудования. Описание методик и теоретических основ контроля не входит в задачу настоящего документа.

4.4.1.2. **Выбор места контроля**. Параметры поверхности контролируемого изделия (шероховатость, радиус кривизны, температура и толщина) должны соответствовать техническим характеристикам толщиномера (п.2 и п.4.1.). Место контроля должно быть свободно от пыли и грязи. Для правильного проведения вихретокового (электромагнитного) контроля оператор должен иметь методику контроля подобных изделий и частные требования к контролю конкретного изделия. На основании этих требований оператор производит определение задачи контроля, выбор подходящей техники контроля, подбор преобразователей и оценку известных условий контроля (температурные колебания, качество поверхности и пр.). Пользователь должен знать и понимать методические указания по контролю, разработанные для соответствующих изделий.

4.4.1.3. **Выбор датчика.** Подберите необходимый тип датчика согласно техническим характеристикам (п.2 и п.4.1.). Датчик, используемый при измерениях, должен быть в хорошем состоянии, без видимых повреждений контактной поверхности, кабеля и разъёмов. Повреждённый или загрязненный датчик приводит к некорректным результатам измерений. Пределы, в которых будет проводиться измерение должны соответствовать допустимой толщине, которую можно измерять данным датчиком. Для выносных датчиков проверьте целостность сигнального кабеля и мест его соединения с разъёмами и самим датчиком. Температура поверхности измеряемого объекта не должна выходить за пределы, указанные в документации датчика.

4.4.1.4. **Измерение толщины покрытия.** Измерение толщины покрытий основано на анализе взаимодействия внешнего электромагнитного поля с электромагнитным полем вихревых токов, наводимым в объекте контроля. Точность измерения зависит от правильного учёта физических характеристик металла объекта контроля и его однородности, температуры, шероховатости и геометрии поверхности и прочих факторов.

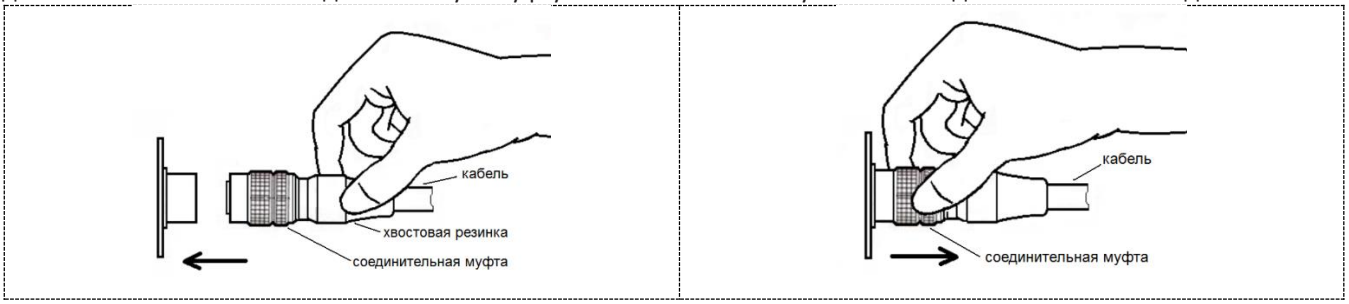
4.4.1.5. **Статирование.** Если толщиномер находился в условиях, резко отличающихся от рабочих, подготовку к измерениям следует начать после выдержки в нормальных условиях в течение 24 ч. Толщиномер и объект контроля должны быть выдержаны в одних и тех же рабочих условиях не менее 2 ч перед началом измерений.

4.4.1.6. **Зависимость от температуры.** Изменение температуры объекта контроля вызывает изменение электропроводности и магнитной проницаемости материала основания, что неизбежно влияет на характеристики электромагнитного поля и, соответственно, на показания прибора. Данный факт должен учитываться оператором при измерениях.

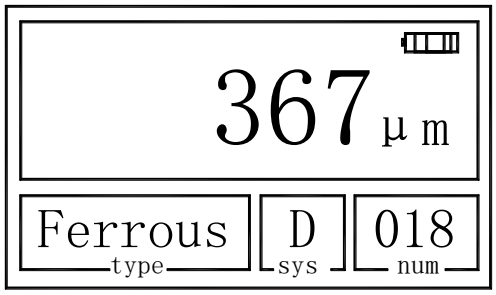
4.4.2. Режим измерений.

4.4.2.1. Если вы впервые пользуетесь толщиномером покрытий, то сначала изучите п. 4.6 ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ТОЧНОСТЬ ПРОВОДИМЫХ ИЗМЕРЕНИЙ.

4.4.2.2. Для подключения вилки кабеля датчика к гнезду на электронном блоке возьмите разъём за хвостовую резинку и, поворачивая вокруг оси, совместите направляющие вилки и гнезда. Далее поступательным движением вдавите вилку в гнездо до упора и характерного щелчка задвижки соединительной муфты. Для отсоединения датчика возьмитесь за соединительную муфту и потяните её поступательным движением от гнезда.



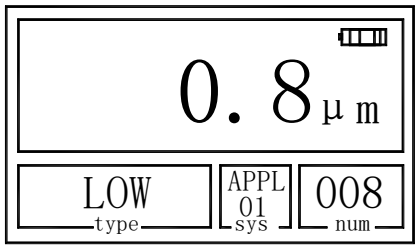
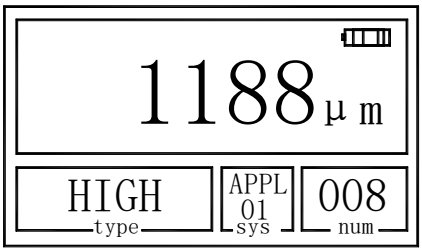
Дальнейшая пошаговая инструкция:

Шаг 1.	Подготовьте место контроля (п.4.4.1.2.)
Шаг 2.	Разместите датчик толщиномера на открытом пространстве (далее 5 см от любого металлического объекта, т.н. предварительная калибровка “на воздухе” чтобы получить амплитуду собственных шумов датчика) и нажмите клавишу ПИТАНИЕ (прозвучит двойной короткий звуковой сигнал). Кратковременно сперва появиться заставка с указанием типа подключенного датчика (напр. Probe Type: **F1**), которая сменится картинкой экрана в режиме измерения:  • Индикатор уровня заряда батарей должен быть полным (), при пустом индикаторе ( ) измерения будут некорректны – требуется немедленно заменить батареи; • При первом включении толщиномер будет работать согласно установленным заводским настройкам: режим замеров – Одиночный, режим эксплуатации группы памяти – D (DIRECT - простой) и т.д. • «367 um» данные последнего перед выключением прибора измерения; «FERROUS» для датчиков тип F (чёрные металлы) либо «NON- FERROUS» для датчиков тип N (цветные металлы); «D» режим измерения DIRECT – простой; 018 – текущий номер измерения в серии.
Шаг 3.	Согласно требованиям п.4.6 определите требуется калибровка толщиномера или нет.
Шаг 4.	Разместите датчик толщиномера строго вертикально к измеряемой поверхности и надавите на корпус датчика, плотно прижав его к поверхности. Как только прозвучит звуковой сигнал (для режима замеров – Одиночный) –отведите датчик от поверхности. На экране отобразиться измеренное текущее значение толщины покрытия, а также изменится текущий номер измерения в серии.
Шаг 5.	Произведите следующее измерение согласно Шагу 4.
Шаг 6.	Нажмите клавишу ПИТАНИЕ (прозвучит звуковой сигнал) для выключения толщиномера, либо он автоматически отключится через 3 минуты при отсутствии измерений и действий с Меню толщиномера. • Если текущее измеренное значение вызывает подозрение в корректности – его можно удалить, нажав клавишу ОЧИСТИТЬ – текущее измерение будет удалено, отобразиться значение предыдущего измерения, текущий номер измерения также уменьшиться до предыдущего значения. Для удаления всех результатов измерений в текущей серии нажмите клавишу ОЧИСТИТЬ повторно – все результаты измерений в этой серии будут удалены, а номер текущего измерения примет нулевое значение – 000. • Для отсоединения датчика от электронного блока потяните металлическую задвижку штекера вверх – датчик отсоединиться. Можно отсоединить датчик до отключения питания прибора – вам будет доступно управление меню в толщиномере: статистика, настройки и пр. Однако включение прибора без подсоединённого датчика невозможно – на экране появится ошибка «Error08» и прибор автоматически отключится.

4.5. Работа с толщиномером.

4.5.1. **Клавиши на лицевой панели**.

Клавиша	Функции
	ВКЛ / ВЫКЛ ПИТАНИЯ толщиномера
	ВКЛ / ВЫКЛ ПОДСВЕТКИ дисплея
	Установка ПРЕДЕЛОВ ИЗМЕРЕНИЙ Нажмите клавишу установки ПРЕДЕЛОВ ИЗМЕРЕНИЙ – сперва вам будет предложено установить нижний предел измерений: слева экрана появятся надписи **LOW** (нижний). Установите нужное вам минимально допустимое значение толщины используя клавиши ▼ и ▲, для подтверждения нажмите клавишу выбора . Снова нажимайте клавишу установки ПРЕДЕЛОВ ИЗМЕРЕНИЙ

	пока вам не будет предложено установить верхний предел измерений: слева экрана появятся надписи **HIGH** (верхний). Установите нужное вам максимально допустимое значение толщины используя клавиши ▼ и ▲, для подтверждения нажмите клавишу выбора ⚙. Для просмотра установленных пороговых значений в каждой группе нажимайте клавишу ПРЕДЕЛ ИЗМЕРЕНИЙ.
	 
	Для удаления установленных оператором ПРЕДЕЛОВ ИЗМЕРЕНИЙ и возврата к заводским установкам войдите в **Основное меню** (п.4.5.2.) - **Delete File (Очистка – удаление данных)** 🧹, клавишами ▼ и ▲ выберите группу памяти, в которой установлен этот ПРЕДЕЛ ИЗМЕРЕНИЙ (напр. APPL-1 как на рис. сверху) и нажмите клавишу ОЧИСТКА 🧹 – будут восстановлены заводские настройки. • *Функция установки ПРЕДЕЛОВ ИЗМЕРЕНИЙ не доступна в режиме эксплуатации группы памяти DIRECT, только в группах APPL 01/02/03/04/05* • *Срабатывание сигнализации ПРЕДЕЛОВ ИЗМЕРЕНИЙ (верхнего и нижнего порогов) для каждой из групп памяти производится отдельно и независимо от значений, установленных в других группах. Данный режим востребован при необходимости проведения нескольких групп измерений, основанных на различных калибровочных и пороговых значениях. При срабатывании сигнализации на экране вместо значения толщины появится надпись ошибки «Error21», а порядковый номер измерения останется прежним.* • *Значения измерений, превышающие пороги, не записываются вместе с остальными значениями и не учитываются при расчёте статистики.* • *Степень сближения между нижним и верхним пороговыми значениями лимитировано. Когда верхнее пороговое значение превышает 200 мкм, минимальное сближение между верхним и нижним порогом составляет 3% от верхнего порогового значения; если верхний порог меньше 200 мкм, сближение между верхним и нижним порогом составляет 5 мкм.*
▲ и ▼	Перемещение соответственно по строкам вверх и вниз / увеличение и уменьшение значений в режиме Основного меню
⚙	• Вход в режим Основное меню из режима ИЗМЕРЕНИЕ; • Подтверждение выбора / Ок / Удаление в режиме Основное меню
↖	Выход / Назад в режиме Основное меню.
🏁	ZERO – стартовая клавиша нулевой калибровки
🧹	ОЧИСТКА – удаление значений • В режиме ИЗМЕРЕНИЯ Однократное нажатие клавиши ОЧИСТКА удаляет значение последнего измерения – на экране отобразится значение от предыдущего измерения и предыдущий порядковый номер измерения. Двукратное нажатие удаляет все значения измерений, сохранённых в данной группе памяти – на экране отобразятся прочерки (--,--) вместо результата измерения, а порядковый номер измерения будет обнулён (000). • В режиме ОСНОВНОЕ МЕНЮ Очистка данных в любой из групп памяти: DIRECT; APPL 01/02/03/04/05: **в**ыберите группу памяти, из которой необходимо удалить данные, и нажмите клавишу ОЧИСТКА – прозвучит длинный звуковой сигнал и в данной группе памяти будут удалены все сохранённые значения измерений,

	статистические расчёты, установленные ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕРЕНИЙ, а также настроенные оператором калибровочные данные для нулевой калибровки и калибровке по 2-м точкам.

4.5.2. **Основное меню**.

Основное меню толщиномера организованно циклически, управление с помощью клавиш на лицевой панели. В нём можно настроить режимы работы толщиномера, просмотреть статистику, память и др. функции.

В режиме ИЗМЕРЕНИЕ для входа внутрь Основного меню нажмите центральную клавишу ⚙, для перемещения по строкам меню используйте клавиши ▼ или ▲, для Выбора строки и подтверждения выбранного параметра снова нажмите центральную клавишу ⚙, для возврата назад, поднятия на уровень вверх, отмены и выхода из Основного меню – клавишу ↺.

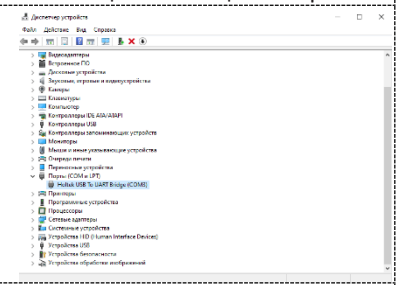
ОСНОВНОЕ МЕНЮ	ДОСТУПНЫЕ ПАРАМЕТРЫ И ФУНКЦИИ
Data Statistic (Статистика)	**Total** – общее кол-во измерений **Mean** – среднее арифметическое **Max** – максимальное значение **Min** – минимальное значение **Sdev** – стандартное отклонение *Для статистической обработки данных необходимо произвести не менее 3-х измерений. В каждой из групп памяти (DIRECT, APPL 01/02/03/04/05) полученные данные измерений участвуют в расчёте статистики ТОЛЬКО для данной группы.* • *В режиме эксплуатации групп памяти DIRECT (простая) – подсчёт количества измерений (вместимость до 100 значений, затем каждое новое измерение циклически заменяет самое старое значение), среднего арифметического, максимального и минимального значений, стандартного отклонения из всей серии. Все показатели серии пересчитываются каждый раз при новом измерении.* • *В режиме эксплуатации групп памяти APPL 01/02/03/04/05 – подсчёт количества измерений (вместимость в каждой из 5-ти групп до 100 значений, при заполнении всех 100 значений в каждой группе запись новых значений прекращается и вместо порядкового номера измерения появляется символ «F». Прибор и дальше может производить измерения, но это не повлияет на показатели уже подсчитанной статистики: среднего арифметического, максимального и минимального значений, стандартного отклонения из 100 сохранённых измерений. По необходимости можно очистить память для сохранения новых значений и расчёта новой статистики.*
Measuring mode (Режим замеров)	• **Single (одиночный)** *(основной режим работы толщиномера)* *Режим однократного измерения – прижать датчик к поверхности и поднять его, наличие звукового сигнала по окончании измерения. Замер толщины производится однократно (1 измерение/сек).* • **Continue (непрерывный)** *(для особых участков объекта контроля)* *Режим непрерывного измерения – прижмите датчик к поверхности и не поднимайте его, измерение будет выполняться непрерывно, отсутствие звукового сигнала. Замеры толщины покрытия в реальном времени при сканировании (2 измерения/сек).*
Working mode (Режим эксплуатации групп памяти)	• **DIRECT (простая)** *Оперативная память RAM, вместимость до 100 значений, затем каждое новое измерение циклически заменяет самое старое значение. В статистической обработке данных **(Data Statistic)** участвуют последние 100 сохранённых значений. При выключении питания данные измерений, включая последнее значение толщины и подсчитанной статистики, сохраняются в памяти прибора и доступны при новом включении питания толщиномера.*

	***Важно**: при включении питания прибор автоматически устанавливает режим эксплуатации групп памяти* – **DIRECT (простая)**, *установка и выбор других групп памяти (**APPL 01/02/03/04/05**) – вручную через меню.* • **Группы памяти APPL 01/02/03/04/05** *Постоянная память ROM, вместимость каждой из 5-ти групп до 100 значений, при заполнении всех 100 запись новых значений в этой группе прекращается и вместо порядкового номера измерения появляется символ «F». При этом можно продолжать измерения и новые измеренные значения будут отображаться на экране, однако в статистической обработке данных **(Data Statistic)** и в памяти прибора эти новые измеренные значения не будут присутствовать. Для записи новых значений удалите сохранённые данные в текущей группе или выберите другую свободную группу памяти. При выключении питания данные измерений, включая последнее значение толщины и подсчитанной статистики, сохраняются в памяти прибора и доступны при новом включении питания толщиномера.* ***Важно**: Группы в постоянной памяти независимы друг от друга, т. о. КАЛИБРОВКА датчика, установка и срабатывание сигнализации ПРЕДЕЛОВ ИЗМЕРЕНИЙ (верхнего и нижнего порогов) для каждой из групп производится отдельно и независимо от значений, установленных в других группах. Данный режим востребован при необходимости проведения нескольких групп измерений, основанных на различных калибровочных и пороговых значениях.*
Measuring Unit (Единицы измерений)	**um** (микроны) / **mils** (мил)
View Data File (Просмотр памяти)	*Просмотр сохранённых значений толщины в каждой текущей группе памяти: DIRECT, APPL 01/02/03/04/05 – предварительно выберите группу в режиме **Working mode (Режим эксплуатации групп памяти).***
Delete File (Очистка – удаление данных)	• **Очистка данных в любой из групп памяти: DIRECT; APPL 01/02/03/04/05** *Выберите группу памяти, из которой необходимо удалить данные, и нажмите клавишу ОЧИСТКА – прозвучит длинный звуковой сигнал и в данной группе памяти будут удалены все сохранённые значения измерений, статистические расчёты, установленные ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕРЕНИЙ, а также настроенные оператором калибровочные данные для нулевой калибровки и калибровке по 2-м точкам.* • **Очистка данных в режиме измерений** *В процессе измерений, независимо от текущего режима эксплуатации групп памяти (DIRECT; APPL 01/02/03/04/05), при однократном нажатии клавиши ОЧИСТКА произойдёт удаление последнего измеренного значения и на экране отобразится предыдущий результат измерения, а также предыдущий порядковый номер измерения. При повторном нажатии клавиши ОЧИСТКА на экране отобразятся прочерки (--,--) вместо результата измерения и порядковый номер измерения будет обнулён (000), а в данной группе памяти будут удалены все сохранённые значения измерений, статистические расчёты, установленные ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕРЕНИЙ, а также настроенные оператором калибровочные данные для нулевой калибровки и калибровке по 2-м точкам*
LCD Brightness (Яркость экрана)	**Регулировка клавишами ▲ и ▼**
About Software (О приборе)	**Версия ПО, заводской код и серийный номер прибора.**

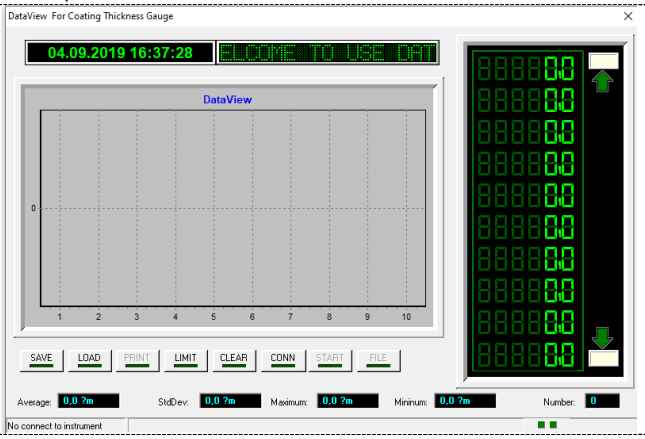
4.5.3. **Связь с компьютером**.

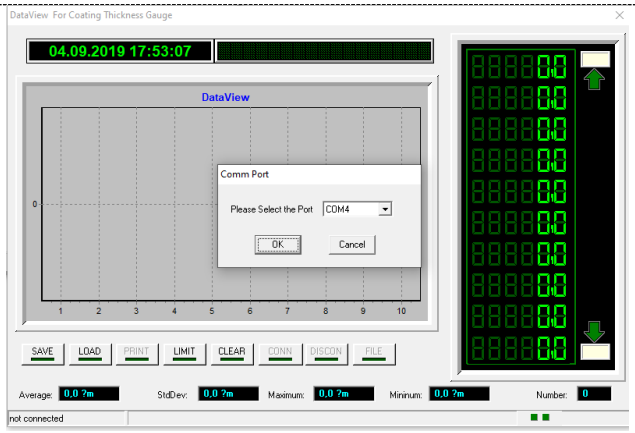
Шаг 1. Установите на компьютере ПО и драйверы с диска, которое идёт в комплектации с толщиномером.

Шаг 2. Подключите USB-кабель к толщиномеру через разъём в верхнем торце электронного блока, а другой конец кабеля к USB-порту компьютера – на компьютере в Диспетчере устройств отобразиться подключенный толщиномер (напр. COM4). Щелкните по нему правой кнопкой мышки и обновите драйвер на загруженный в Шаге 1.

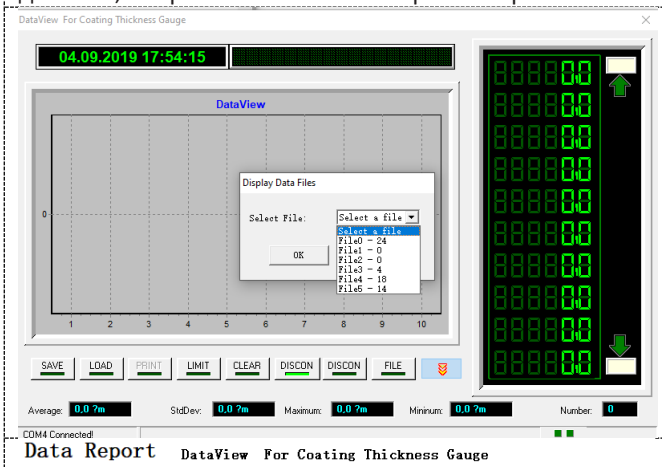


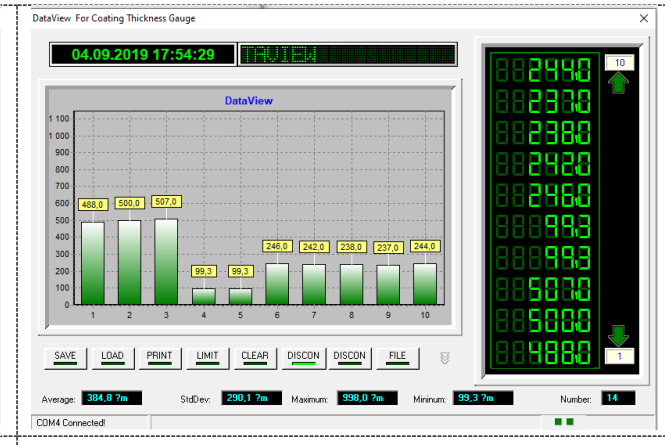
Шаг 3. Запустите установленную с диска на компьютер программу Dataview of coating thickness gauge, в открывшейся программе кликните клавишу **CONN** и выберите порт (в нашем примере COM4), подтвердите выбор.





Шаг 4. Нажмите клавишу **FILE** и правее неё кликните стрелки вниз – в выпавшем списке папок выберите группу памяти, данные из которой вы хотите выгрузить в программу, подтвердите выбор Ок. Данные измерений можно просматривать, строить диаграммы, рассчитывать статистику, делать пометки и записи к данным, сохранять на компьютере и отправлять на печать.





Data Report DataView For Coating Thickness Gauge

Page: 1 / 1

Sensor:

Comments:

Time: Print: 04.09.2019 17:54:34

[1] 488,0 ¦Mn	[2] 500,0 ¦Mn	[3] 507,0 ¦Mn	[4] 99,3 ¦Mn
[5] 99,3 ¦Mn	[6] 246,0 ¦Mn	[7] 242,0 ¦Mn	[8] 238,0 ¦Mn
[9] 237,0 ¦Mn	10] 244,0 ¦Mn	11] 247,0 ¦Mn	12] 245,0 ¦Mn
13] 998,0 ¦Mn	14] 997,0 ¦Mn		

4.5.4. **Погрешности и расчёт толщины покрытия**.

Факторы, влияющие на точность проводимых измерений, указаны в п.4.6. При нормальных условиях и правильно проведённой калибровке прибора полученные значения толщины покрытий будут находиться в допустимых пределах погрешности, указанной в метрологических характеристиках.

Для увеличения точности расчёта среднеарифметического значения толщины покрытия рекомендуется произвести серию замеров в одинаковых точках или в одной фиксированной точке. Любое подозрительное значение измерения или выходящее за пределы пороговых значений должно быть немедленно удалено из памяти и расчёта статистики. Окончательный расчёт толщины покрытия из серии с достоверными измерениями производится по следующей формуле:

СН (толщина покрытия) = А (среднее арифметическое значение из серии измерений) + О (отклонение стандартное) + П (погрешность)

4.6. Факторы, влияющие на точность проводимых измерений.

Способ измерений / Факторы	При использовании магнитных полей: датчик тип F (Ч)	При использовании вихревых токов: датчик тип N (Ц)
Магнетизм металла основания	▲	
Электрические характеристики металла основания		▲
Толщина металлического основания	▲	▲
Краевой эффект	▲	▲
Изгиб	▲	▲
Деформация тестового образца	▲	▲
Шероховатость поверхности	▲	▲
Магнитное поле	▲	
Посторонние вещества	▲	▲
Давление на датчик	▲	▲
Положение датчика	▲	▲

Описание факторов из таблицы.

4.6.1. **Магнетизм металла основания**.

При использовании магнитного метода при определении толщины на результаты измерений влияет изменение магнетизма в металле (на практике, изменением магнетизма в низкоуглеродистой стали можно пренебречь). Во избежание влияния термической обработки или охлаждения, калибровку прибора следует проводить на стандартном образце с теми же характеристиками, что и у металла основания; так же можно провести калибровку на образце, на который будет нанесено покрытие.

4.6.2. **Электрические характеристики металла основания**.

Электропроводность металла основания, которая зависит от состава материала и способа его температурной обработки, будет оказывать влияние на измерения. Калибровку прибора следует проводить на образце с теми же характеристиками, что и у металла основания.

4.6.3. **Толщина металлического основания**.

Для каждого прибора существует критическая толщина металла основания. Если толщина измеряемого материала превышает данную критическую толщину, то данный фактор не будет влиять на точность измерений. Критические толщины для толщиномера приведены в п.2 и п.4.1.

4.6.4. **Краевой эффект**.

Толщиномер чувствителен к резким изменениям формы поверхности тестового образца. Вследствие этого, измерения, проводимые близко к краю тестового образца или его внутреннему углу, могут быть не точны. Следует избегать случаев установки датчика близко к точкам резких перепадов: краёв, отверстий, внутренних углов и т.п.

4.6.5. **Изгиб**.

Искривление тестового образца оказывает влияние на точность измерения. Данное влияние более выражено при увеличении радиуса кривизны. Поэтому измерения, проводимые на поверхности искривленного тестового образца, могут быть не точны.

4.6.6. **Деформация тестового образца**.

Использование датчика приведет к небольшой деформации покрытия, поэтому на подобном тестовом образце невозможно получить точные данные.

4.6.7. **Шероховатость поверхности**.

Шероховатость металла основания и покрытия оказывает влияние на измерения. Чем больше шероховатость, тем больше неточность измерения. Проведение измерений на шероховатой поверхности приведет к возникновению постоянных и случайных ошибок. В этом случае следует увеличивать время исследования на разных участках во избежание возникновения ошибок. Если шероховатым является металл основания, необходимо установить ноль на нескольких позициях на тестовом основании без покрытия со схожей степенью шероховатости поверхности; можно настроить нулевую позицию для толщиномера, удалив покрытие, если это не приведет к возникновению коррозии на металле.

4.6.8. **Магнитное поле**.

Сильные магнитные поля, генерируемые разными электрическими устройствами, могут оказать существенное влияние на результаты измерений при использовании магнитного метода.

4.6.9. **Посторонние вещества**.

Данный прибор чувствителен к наличию веществ на поверхности, препятствующих установлению близкого контакта между датчиком и покрытием. В связи с этим, сторонние вещества должны быть удалены для обеспечения прямого контакта между датчиком и поверхностью.

4.6.10. **Давление датчика**.

Давление, оказываемое датчиком на тестовый образец, оказывает влияние на получаемые данные, поэтому давление на датчик в процессе проведения исследования должно быть постоянным.

4.6.11. **Положение датчика**.

Положение датчика влияет на точность полученных результатов. В процессе измерения датчик должен располагаться строго вертикально к поверхности тестового образца.

Общие влияющие факторы.

4.6.12. **Чистота поверхности.**

Перед проведением измерений необходимо аккуратно удалить все посторонние вещества: грязь, масло, продукты коррозии и т.п. без повреждения и удаления измеряемого покрытия.

4.6.13. **Число измерений.**

В обычных условиях, когда измеренные в одной области замеров полученные значения толщины разнятся рекомендуется увеличить число замеров в серии и сузить область контроля, возможно даже разбить эту область не несколько мелких зон. Так вы сможете выявить локальные зоны с разными значениями толщины покрытия. Также рекомендуется увеличивать число измерений для изделий с высокой шероховатостью.

4.6.14. **Характеристики металла основания**.

Для магнитного метода – датчик тип F (**Ч**) магнетизм и шероховатость поверхности металла основания должны быть идентичны этим же характеристикам материала, использованного для калибровки толщиномера.

При использовании вихревых токов – датчик тип N (**Ц**) электрические характеристики металлического основания и материала, использованного для калибровки толщиномера, должны быть схожи

4.7. Процедура калибровки.

Перед началом калибровки внимательно изучите п.4.6.

4.7.1. Типы средств измерений, используемых для калибровки.

4.7.1.1. **Меры толщины покрытий / калибровочные образцы (включая Плёнку и Основание).**

Любая плёнка известной толщины или тестовый образец с заданной номинальной толщиной покрытия может использоваться в качестве калибровочного образца / меры толщины покрытия.

- **Стандартная плёнка** (Foil)

При использовании магнитной индукции F (Чёрные металлы) понятие плёнка относится к немагнитной и неметаллической плёнке или прослойке. При использовании вихревых токов N (Цветные металлы) используется обычная полимерная плёнка. Преимущества плёнки – она более удобна для проведения калибровки на искривлённых поверхностях, нежели плоский стандартный образец с покрытием.

- **Стандартный калибровочный образец с покрытием**

Покрытие известной толщины, ровное, хорошо лежащее на поверхности может использоваться в качестве

калибровочного образца / меры толщины покрытия. При использовании магнитной индукции покрытие должно быть немагнитным, при использовании вихревых токов – непроводящим.

4.7.1.2. **Основание.**

При использовании магнитной индукции магнетизм и шероховатость поверхности основания из металла на калибровочном образце должны совпадать с соответствующими параметрами исследуемого образца. При использовании вихревых токов электрические характеристики основания из металла стандартного образца / меры толщины покрытий должны быть близки к соответствующим параметрам тестируемого материала.

Если толщина основания из металла не превышает критическую толщину, указанную в характеристиках толщиномера п.2 и п.4.1, то калибровку можно проводить следующими способами:

- калибровка с использованием металлического стандартного образца / меры толщины покрытий с такой же толщиной, как и у металлического основания контролируемого изделия;
- калибровка с использованием металлического стандартного образца / меры толщины покрытий или контролируемого изделия достаточной толщины со схожими электрическими характеристиками. Следует убедиться, что нет зазоров между металлическим основанием и материалом покрытия. Данный способ не следует использовать для изделий с двухсторонним покрытием.

Если искривление покрытия не даёт возможности провести калибровку на плоском образце, тогда степень кривизны стандартного образца с покрытием или металлического основания с плёнкой должны совпадать со степенью кривизны исследуемого образца.

4.7.2. Режим калибровки.

Калибровка прибора необходима перед началом работы, при смене объекта контроля и смене датчика (при наличии такой функции). Рекомендуется не реже, чем через 2 часа непрерывной работы проверять точность измерений по контрольным образцам / мерам толщины покрытий.

Для повышения точности измерений необходимо провести предварительно не менее 3-5 измерений в разных точках образца или меры и найти среднее значение показаний. В дальнейшем найти такую точку на образце, значение показаний на которой будет максимально приближено к среднему значению, и провести калибровку.

Калибровка наиболее результативна при проведении измерений на близких по свойствам марках металлов оснований и в узком диапазоне измерений.

В режиме эксплуатации каждой из групп памяти (DIRECT; APPL 01/02/03/04/05) калибровка индивидуальна, т.е. калибровка в любой группе памяти не зависит от калибровки в другой группе памяти.

Калибровку прибора можно проводить следующими способами:

- калибровка нуля;
- калибровка по 2-м точкам (может проводиться на одном или нескольких калибровочных образцах / мерах толщины покрытий);
- калибровка на поверхности, прошедшей пескоструйную обработку;
- корректировка заводской калибровки прибора пользователем.

4.7.2.1. **Нулевая калибровка.**

Данный метод применим для всех типов датчиков, за исключением датчика CN02.

Для достижения максимальной точности измерений рекомендуется производить калибровку прибора на основании измеряемого изделия. Нулевую тестовую пластину из комплектации толщиномера использовать только в том случае, если использование объекта контроля в качестве основания не представляется возможным.

Шаг 1.	Проведите измерение на основании, на дисплее отобразится некое значение, напр. «**X.X um**»
Шаг 2.	Нажмите стартовую клавишу нулевой калибровки ZERO – на дисплее отобразиться значение «**0.0 um**». Нулевая калибровка завершена, можно переходить к измерениям.
*	Шаги 1 и 2 могут быть повторены для получения более корректной нулевой точки.

4.7.2.2. **Калибровка по 2-м точкам**

Данный метод применим для всех типов датчиков, за исключением датчика CN02.

С использованием 1-го калибровочного образца / меры толщины покрытий – применяется для проведения высокоточных измерений и при контроле изделий малых размеров.	
Шаг 1.	Проведите нулевую калибровку (п.4.7.2.1.)
Шаг 2.	Выберите калибровочный образец / меру толщины покрытия (плёнку из пластика, блок из полистирола, пластину из металла) с номинальным значением толщины, максимально

	приближенным к предполагаемому значению толщины покрытия контролируемого изделия. Проведите измерение на выбранном калибровочном образце / мере толщине покрытия, на дисплее отобразится некое значение в формате «**XXX um**», напр. «241 um», при этом номинальное значение меры толщины иное, напр. «236 um».
Шаг 3	При помощи клавиш ▼ и ▲ откорректируйте отображаемое на экране измеренное значение толщины («241 um») до номинального значения меры толщины («236 um»). Когда значение толщины покрытия на экране совпадёт с номинальным значением на мере толщины покрытия (в нашем примере это «236 um»), то калибровка завершена, можно переходить к измерениям.
*	• Если на Шаге 3 измеренное значение толщины на экране совпадёт с номинальным значением меры толщины (в нашем примере это «236 um» будет и на экране и на мере толщины), то для записи его в память прибора всё равно придётся сперва нажать клавишу ▼ , а затем ▲ для возврата к прежнему значению, которое и будет записано в память прибора в текущей группе памяти APPL 01/02/03/04/05. • Для проведения калибровки по 2-м точкам необходимо повторить Шаги 2 и 3 для повышения точности измерений и уменьшения вероятности случайной ошибки. • При использовании датчиков тип F5 и F10 для измерения металлического покрытия необходимо применять метод калибровки по 2-м точкам.
С использованием 2-х калибровочных образцов / мер толщины покрытий – применяется для проведения высокоточных измерений, когда толщина измеряемого покрытия находится между диапазонами номинальных значений имеющихся в наличии калибровочных образцов / мер толщины покрытий, а также при измерении шероховатых поверхностей, подвергнутых пескоструйной обработке. Толщина двух соседних образцов должна отличаться более чем в 3 раза.	
*	Шаги калибровки аналогичны режиму калибровки с 1-м калибровочным образцом / мерой толщины покрытия, однако 2 измерения производятся не на 1-м образце, а на 2-х разных образцах / мерах толщины покрытий. При этом процесс калибровки надо начинать с тонкого образца, а заканчивать на толстом.

4.7.2.3. **Калибровка на поверхности, подвергнутой пескоструйной обработке**

Свойства поверхностей, подвергнутых пескоструйной обработке, часто приводят к существенным отличиям полученных прибором измеренных значений от реальных значений толщины покрытия. Для нивелирования этого эффекта рекомендуются следующие способы измерения таких поверхностей:

Способ 1.	
Шаг 1.	Проведите нулевую калибровку (п.4.7.2.1.) на гладкой поверхности с радиусом кривизны одинаковой с кривизной основания контролируемого изделия.
Шаг 2.	Проведите 10 измерений на поверхности без покрытия, которая была подвергнута пескоструйной обработке. На экране высветится среднее значение, обозначим его как «**Mo**»
Шаг 3.	Проведите 10 измерений на подвергнутой пескоструйной обработке поверхности с покрытием. На экране высветится среднее значение, обозначим его как «**Mm**»
Шаг 4.	Рассчитайте толщину покрытия как **H=(Mm-Mo)+S**, где S (стандартное отклонение) – наибольшее из SMm и SMo
Способ 2.	
Шаг 1.	Проведите калибровку прибора на поверхности с пескоструйной обработкой аналогично шагам калибровки **с использованием 1-го калибровочного образца / меры толщины покрытий** (п.4.7.2.2.)
Шаг 2.	Проведите 10 измерений на подвергнутой пескоструйной обработке поверхности с покрытием. На экране высветиться среднее значение – оно и будет являться толщиной покрытия.

4.7.2.4. **Калибровка для измерения толщины хрома на меди**

Данный метод пригоден для датчиков тип N400, N1 и N1/90^{0}C.

Для проведения калибровки необходимо:

- использовать только метод калибровки по 2-м точкам с использованием 1-го калибровочного образца / меры толщины покрытий (п.4.7.2.2.);

- использовать специальный калибровочный образец с маркировкой "CHROME ON COPPER" (Хром на меди).

4.7.2.5. **Калибровка для датчика CN02**

Датчик CN02 пригоден только для измерения толщины медной пластины или медной пленки на гладкой поверхности.

Шаг 1.	Проведите нулевую калибровку (п.4.7.2.1.), разместив датчик CN02 на основании из меди толщиной не менее 5 мм на гладкой поверхности с радиусом кривизны одинаковой с кривизной основания контролируемого изделия.
Шаг 2.	Проведите измерение плёнки (калибровочного образца / меры толщины покрытий) на поверхности основания из меди.
Шаг 3.	При помощи клавиш ▼ и ▲ откорректируйте отображаемое на экране измеренное значение толщины до номинального значения меры толщины. Когда значение толщины покрытия на экране совпадёт с номинальным значением на мере толщины покрытия, то калибровка завершена, можно переходить к измерениям.
*	• Для измерения медной пластины с покрытием на обеих сторонах для калибровки необходим медный калибровочный образец с покрытием на обеих сторонах. • В случаях крайних температур, таких как работа вне помещений в зимний период или жарким летом, процедуру калибровки необходимо проводить на стандартной плёнке, толщина которой близка к толщине плёнки, которую предполагается измерять. Температура окружающего воздуха при проведении калибровки должна быть идентичной температуре при проведении измерений.

4.7.3. Общие рекомендации к процессу калибровки и сбросу (очистке) сохранённой оператором калибровки:

- процедуру калибровки необходимо производить каждый раз при смене преобразователя / изменении температуры окружающей среды / после продолжительного простоя толщиномера;
- температура окружающей среды и калибровочных образцов / мер толщины покрытий должны быть идентичны температуре окружающей среди и контролируемых изделий;
- группы памяти в приборе независимы друг от друга, т. о. КАЛИБРОВКА датчика, установка и срабатывание сигнализации ПРЕДЕЛОВ ИЗМЕРЕНИЙ (верхнего и нижнего порогов) для каждой из групп производится отдельно и независимо от значений, установленных в других группах. Данный режим востребован при необходимости проведения нескольких групп измерений, основанных на различных калибровочных и пороговых значениях.
- при проведении точных измерений на различных материалах при различных условиях, чем ближе калибровочный образец / мера толщины покрытий к объекту измерений, тем точнее измерения. В идеальный набор калибровочных образцов должны входить контрольные образцы с различной толщиной поверхности, выполненные из материалов, аналогичных материалам в контролируемом изделии. Для обеспечения высоких требований по точности измерений набор калибровочных образцов / мер толщины покрытий имеет очень большое значение. В большинстве случаев удовлетворительную точность измерений можно получить с одним калибровочным образцом, аналогичным объекту контроля по материалу и толщине основания и покрытия. При калибровке прибора на одном материале и последующем использовании его для проведения измерений на другом материале результаты измерений могут быть ошибочными. Пожалуйста, будьте внимательны.

В следующих случаях необходима повторная калибровка:

- при калибровке было внесено неправильное значение;
- ошибка в процедуре калибровки;
- смена датчика

В режиме эксплуатации группы памяти DIRECT (простая), если было внесено неправильное значение калибровки, пожалуйста, произведите еще одну калибровку, чтобы получить новое значение, которое заменит неправильное значение.

Калибровка нуля и калибровка по 2-м точкам могут многократно повторяться для достижения более точных значений и улучшения точности измерения. Однако процедура калибровки будет остановлена, если проведено измерение.

В режиме эксплуатации каждой из групп памяти (DIRECT; APPL 01/02/03/04/05) повторная калибровка может быть проведена только после того, как все сохранённые данные и калибровочное значение в текущей группе памяти будут сброшены, иначе будет отображён код ошибки E20, что будет сопровождаться звуковым сигналом. Для сброса воспользуйтесь функцией ОЧИСТКА – удаление данных любым из 2-х способов:

- **Очистка данных в режиме Основного меню (п.4.5.2.) для групп памяти: DIRECT; APPL 01/02/03/04/05.**

Выберите группу памяти, из которой необходимо удалить данные, и нажмите клавишу ОЧИСТКА – прозвучит длинный звуковой сигнал и в данной группе памяти будут удалены все сохранённые значения измерений, статистические расчёты, установленные ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕРЕНИЙ, а также настроенные оператором калибровочные данные для нулевой калибровки и калибровке по 2-м точкам.

- **Очистка данных в режиме измерений (п.4.4.2.) при помощи клавиши ОЧИСТКА на панели прибора.**

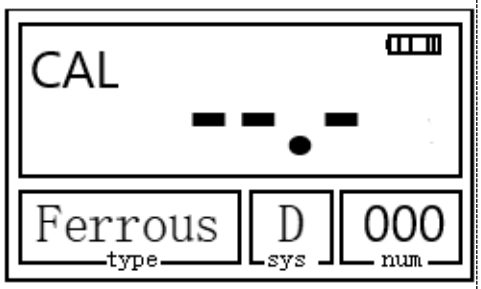
В процессе измерений, независимо от текущего режима эксплуатации групп памяти (DIRECT; APPL 01/02/03/04/05), при однократном нажатии клавиши ОЧИСТКА произойдёт удаление последнего измеренного значения и на экране отобразится предыдущий результат измерения, а также предыдущий порядковый номер измерения. При повторном нажатии клавиши ОЧИСТКА на экране отобразятся прочерки (--,--) вместо результата измерения и порядковый номер измерения будет обнулён (000), а в данной группе памяти будут удалены все сохранённые значения измерений, статистические расчёты, установленные ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕРЕНИЙ, а также настроенные оператором калибровочные данные для нулевой калибровки и калибровке по 2-м точкам.

4.7.4. **Корректировка заводской калибровки.**

Заводская калибровка проводится на мерах толщины из чёрных и цветных металлов с гладкими и ровными поверхностями, записывается в постоянную память ROM прибора как базовая калибровка, но может быть изменена пользователем в следующих случаях:

- наконечник датчика изношен;
- датчик был отремонтирован;
- специальные условия использования.

Настройки датчика должны быть повторно калиброваны (так называемая базовая калибровка), если погрешность измерений выходит за рамки допустимого диапазона согласно указанным характеристикам датчика в п.2 и п.4.1. Датчик может быть повторно калиброван внесением 6 калибровочных значений (1-го нулевого значения и 5-ти значений толщины).

Шаг 1.	При выключенном питании толщиномера нажмите и удерживайте клавишу ▼ ВНИЗ. Затем однократно нажмите клавишу ПИТАНИЕ, сперва как обычно прозвучит двойной короткий звуковой сигнал активации прибора и появиться заставка с указанием типа подключенного датчика (напр. Probe Type: **F1**). После прозвучит одинарный длинный звуковой сигнал и картинка сменится на режиме заводской калибровки с пометкой «CAL» в левой части экрана. После этого клавишу ▼ ВНИЗ можно отпустить. 
Шаг 2.	Проведите нулевую калибровку (п.4.7.2.1.). Процедура может быть повторена несколько раз для получения среднего значения из нескольких измерений, что улучшает точность нулевой калибровки.
Шаг 3.	Проведите измерения на различных по толщине плёнках (калибровочных образцах / мерах толщины покрытий), начиная с самой тонкой и далее по возрастанию толщины. На каждой плёнке можно провести многократные измерения. Толщина следующей измеряемой плёнки должна превышать толщину предыдущий плёнки мин. в 1,6 раза. Оптимальным показателем является соотношение 2, к примеру следующий числовой ряд: 50, 100, 200, 400, 800. Максимальное и минимальное значения толщины калибровочных плёнок должны быть приближены к максимальному и минимальному значениям толщин, измеряемых выбранным типом датчика, но не выходить за пределы его диапазона измерений. **Важно**: если толщина следующей измеряемой плёнки не будет превышать толщину предыдущей плёнки более чем в 1,6 раза, то такая калибровка будет признана недействительной базовой калибровкой.

Шаг 4.	После того как будут введены 6 калибровочных значений – измерьте ноль. Прибор автоматически выключится, а новые калибровочные значения будут сохранены в приборе. Прибор будет функционировать на основе новых калибровочных значений, когда он будет снова включен.

4.8. Уход, обслуживание, транспортирование, хранение и утилизация.

4.8.1. **Калибровочные образцы / меры толщины покрытий.**

Калибровочные образцы / меры толщины покрытия являются важным средством измерения, обеспечивающим точность работы прибора после калибровки. Пожалуйста, оберегайте их и примите меры от повреждений поверхности – царапин, изломов, выбоин и т.п.

4.8.2. **Очистка корпуса прибора.**

Спирт и растворители разъедают жидкокристаллический дисплей, поэтому для его очистки можно использовать только чистую воду. Алюминиевый корпус можно очищать спиртом и мягкими растворителями.

4.8.3. **Защита датчика.**

Поверхность датчика легко царапается грубой поверхностью. Поэтому в ходе работы, пожалуйста, не прижимайте датчик к поверхности объекта с чрезмерным усилием. При измерениях на грубой поверхности, пожалуйста, сведите к минимуму царапание рабочей поверхности преобразователя.

Когда измерения проводятся при нормальной температуре, температура поверхности объекта измерения не должна превышать предельных значений, установленных для используемого типа датчика.

Масло и грязь приводят к старению и растрескиванию кабеля датчика, так что, пожалуйста, после работы удаляйте с кабеля грязь.

4.8.4. **Замена батареек.**

Когда сработает сигнализация падения напряжения, пожалуйста, вовремя замените батарейки: выключите прибор, откройте отделение для батареек, выньте старые батарейки, вставьте новые батарейки. Обращайте внимание на полярность батареек. Если прибор не будет использоваться длительное время, пожалуйста, выньте батарейки, чтобы избежать их протечек и коррозии в отсеке для батареек и контактов.

4.8.5. **Воздействие внешней среды.**

Воздействие влаги и удары необходимо полностью исключить.

4.8.6. **Обслуживание.**

Если ошибка измерений слишком большая, обратитесь к главам 4.6 и 4.7. Если Вы столкнулись с проблемами, перечисленными ниже, пожалуйста, свяжитесь с нами:

- часть прибора повреждена и проводить измерения невозможно;
- жидкокристаллический дисплей не работает должным образом;
- при работе в нормальных условиях ошибка измерений слишком велика;
- клавиатура не работает или работает с нарушениями.

Поскольку прибор является высокотехнологичной продукцией, его обслуживание должен проводить профессионально подготовленный персонал. Пользователь не должен сам разбирать и чинить прибор.

4.8.7. **Транспортирование.**

Транспортирование и хранение толщиномера осуществляют упакованным в специальную тару или кейс, входящими в комплект поставки.

Транспортирование толщиномера может осуществляться любым видом транспорта, предохраняющим от непосредственного воздействия осадков, при температуре окружающей среды от -20…+70 ^{0}C (ГОСТ 12997 п. 2.24). При транспортировании допускается дополнительная упаковка толщиномера в полиэтиленовый мешок, картонную коробку или ящик, предохраняющие от внешнего загрязнения и повреждения.

Толщиномеры не подлежат формированию в транспортные пакеты.

4.8.8. **Хранение.**

При эксплуатации и хранении прибора избегайте падений, интенсивной вибрации, тяжёлой пыли, воды и высокой влажности, жировых и масляных пятен, сильных электромагнитных полей.

4.8.9. **Утилизация.**

Изделие не содержит в своём составе опасных и ядовитых веществ, способных нанести вред здоровью человека или окружающей среде и не представляет опасности для жизни, здоровья людей и окружающей среды по окончании срока службы. В этой связи утилизация изделия может производиться по правилам утилизации общепромышленных отходов.

4.8.10. **Возможные ошибки и способ их устранения.**

Код ошибки	Возможная причина	Решение
E02	Датчик или прибор повреждены	Требуется ремонт или замена
E03	Датчик или прибор повреждены	Требуется ремонт или замена
E04	Большой разброс измеренных значений (например, при измерении на мягком покрытии); влияние сторонних магнитных полей	При измерении на мягком покрытии необходимо использовать дополнительное оборудование; исключить влияние сторонних магнитных полей
E05	Датчик слишком близко к металлическому основанию при включении прибора	Удалите датчик на большее расстояние от металлического основания
E08	Датчик или прибор повреждены / Датчик не подключен к электронному блоку	Требуется ремонт или замена / Подключите датчик
E11	Тип подсоединённого датчика не совпадает с оригинальными данными, сохранёнными в текущей группе памяти.	Замените на подходящий датчик. Выберите другую группу памяти, которая ещё не использована, либо проведите новую калибровку после сброса сохранённых данных.
E15	Отклонение от нулевого значения слишком большое при выполнении нулевой калибровке, что делает невозможным проведение данной процедуры	Выберите более подходящее основание, если проблема не устраняется – отремонтируйте прибор.
E20	В текущей группе памяти уже сохранено данное калибровочное значение	Выберите другую группу памяти, свободную от сохранённых калибровочных значений, либо проведите повторную калибровку после сброса сохранённых значений.
E21	Выход за установленные пользователем ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕРЕНИЙ (верхнего и нижнего). На экране вместо значения толщины появится надпись ошибки «Error21», а порядковый номер измерения останется прежним.	Продолжите серию измерений, данное значение не будет сохранено и учтено при расчёте статистики. Либо измените установленный верхний или нижний ПРЕДЕЛ ИЗМЕРЕНИЙ. Срабатывание сигнализации ПРЕДЕЛОВ ИЗМЕРЕНИЙ (верхнего и нижнего порогов) для каждой из групп памяти производится отдельно и независимо от значений, установленных в других группах.

Если прибор не функционирует, но при этом не выдает кодов ошибки на экране, например:

- не выключается автоматически;
- не может произвести измерение;
- не работают клавиши;
- значения измерений необычны

то не пытайтесь самостоятельно разобрать и отремонтировать прибор – отправьте его производителю для сервисного ремонта, приложив письмо с описанием возникшей проблемы.

4.9. Справочные материалы.

4.9.1. **Таблица ПОКРЫТИЕ/ОСНОВАНИЕ – выбор типа толщиномера покрытий.**

В таблице приведены типичные комбинации покрытие/основание для выбора правильного типа прибора или датчика – тип F (Чёрные металлы) или N (Цветные металлы).

Покрытие	**Основание**									
	Al	**Латунь**	**Бронза**	**Cu**	**Сталь**	**Mg**	**Нерж. сталь**	**Ti**	**U**	**Zn**
Алюминий	–	–	–	–	F	–	–	–	–	–
Анодированное	N	–	–	–	–	N	–	–	–	–
Латунь	–	–	–	–	F	–	–	–	–	–
Бронза	–	–	–	–	F	–	–	–	–	–
Кадмий	–	–	–	–	F	–	–	–	–	–
Керамика	–	–	–	–	F	–	–	–	–	–
Хром (твердый)	N*	–	–	N*	F	–	–	–	–	–
Медь	–	–	–	–	F	–	–	–	–	–
Eloxal	N	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Эпоксидное	N	N	N	N	F	–	N	N	–	N
Гальваническое	–	–	–	–	F	–	–	–	–	–
Лакированное	N	N	N	N	F	–	N	–	–	N
Напыление металлом	–	–	–	–	F	–	–	–	–	–
Дисульфид молибдена	–	–	–	–	F	–	N	–	–	–
Восстановленный никель (electroless nickel)	N*	N*	–	N*	F*	–	–	–	–	–
Краска	N	N	N	N	F	N	–	N	N	N
Пластик	N	N	N	N	F	N	–	N	N	N
Металлизация	–	–	–	–	F	–	–	–	–	–
Резина	N	–	–	–	F	–	–	–	N	–
Резистивные (resist)	–	–	–	N	–	–	–	–	–	–
Олово	–	–	–	–	F	–	–	–	–	–
Лак	N	N	N	N	F	–	–	–	–	–
Цинк	–	–	–	–	F	–	–	–	–	–

***-** необходима калибровка по образцам с известной толщиной.

5. ТОЛЩИНОМЕР ПОКРЫТИЙ В7-527.

5.1. Параметры, типы преобразователей, рекомендации по выбору.

5.1.1. Параметры контролируемого объекта, ограничивающие область применения толщиномера в диапазоне от 5 до 2000 мкм:

- толщина основания – не менее 0,5 мм;
- расстояние от центра преобразователя до края основания – не менее 15 мм;
- радиус кривизны поверхности объекта контроля – не менее 20 мм;
- параметр шероховатости поверхности покрытия и основания – не более Ra10;
- температура объекта контроля соответствует температуре окружающего воздуха.

5.1.2. Параметры контролируемого объекта, ограничивающие область применения толщиномера в диапазоне от 100 до 15000 мкм:

- толщина основания – не менее 0,8 мм;
- расстояние от центра преобразователя до края основания – не менее 30 мм;
- радиус кривизны поверхности объекта контроля – не менее 40 мм;
- параметр шероховатости поверхности покрытия и основания – не более Ra20;
- температура объекта контроля соответствует температуре окружающего воздуха.

5.1.3. Нормальные условия применения толщиномера:

- температура окружающего воздуха плюс (20±5) °С;
- относительная влажность воздуха от 30 % до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа.

5.1.4. Условия эксплуатации толщиномера:

- температура окружающего воздуха от 0 до +40 °С;
- относительная влажность воздуха до 80 % при температуре +35 °С;
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа.

5.1.5. Гарантийный срок эксплуатации – 24 месяца со дня ввода толщиномера в эксплуатацию.

5.1.6. Гарантийный срок хранения – 6 месяцев со дня изготовления толщиномера.

5.2. Основные технические данные.

5.2.1. Диапазон измерений толщины покрытий – от 5 до 2000 мкм (с преобразователем МТ2-01) и от 100 до 15000 мкм (с преобразователем МТ20-01).

Дискретность отсчёта составляет:

– при использовании преобразователя МТ2-01:

- 0,1 мкм в диапазоне от 5 до 100 мкм,
- 1 мкм в диапазоне от 100 до 2000 мкм;

– при использовании преобразователя МТ20-01:

- 1 мкм в диапазоне от 100 до 10000 мкм,
- 10 мкм в диапазоне от 10000 до 15000 мкм.

5.2.2. Пределы допускаемой абсолютной погрешности (Δ0) в микрометрах не превышают величин, рассчитанных по формулам (1) и (2):

$\Delta 0 = (0{,}03x + 1)$ – в диапазоне от 5 до 2000 мкм, ...(1)

$\Delta 0 = (0{,}03x + 10)$ – в диапазоне от 100 до 15000 мкм, ...(2)

где x – измеряемая величина, мкм.

5.2.3. Толщиномер обеспечивает сохранение калибровочных настроек при отключении от батареи питания.

5.2.4. Толщиномер обеспечивает вычисление среднего арифметического, минимального и максимального значений измеряемой толщины покрытия, а также среднего квадратического отклонения измеренных значений.

5.2.5. В толщиномере предусмотрено автоматические отключение питания через 2 мин после последнего измерения или нажатия клавиши.

5.2.6. Электрическое питание толщиномера осуществляется от двух батарей типа АА напряжением (3-0,8) В.

5.2.7. Ток потребления в рабочем режиме – не более 60 мА.

5.2.8. Ток потребления в выключенном режиме – не более 1 мкА.

5.2.9. Время установления рабочего режима – не более 4 с.

5.2.10. Продолжительность непрерывной работы от комплекта свежеизготовленных батарей – не менее 15 ч.

5.2.11. Габаритные размеры:

- электронного блока (Д х Ш х В) – не более 152 х 82 х 33 мм;
- преобразователя МТ2-01 на диапазон от 5 до 2000 мкм – диаметр 15 х 60 мм;
- преобразователя МТ20-01 на диапазон от 100 до 15000 мкм – диаметр 18 х 75 мм.

Длина кабеля преобразователя – не менее 1,0 м.

5.2.12. Масса – не более 0,3 кг.

5.2.13. Толщиномер по электромагнитной совместимости соответствует требованиям ГОСТ Р 51522:

а) по эмиссии индустриальных радиопомех толщиномер соответствует нормам для оборудования класса Б по ГОСТ Р 51522;

б) толщиномер устойчив к воздействию электростатических разрядов по ГОСТ Р 51317.4.2 напряжением ±4 кВ (контактный и воздушный разряды);

в) толщиномер устойчив к воздействию радиочастотного электромагнитного поля по ГОСТ Р 51317.4.3 напряженностью 3 В/м.

5.2.14. Средняя наработка на отказ – не менее 12500 ч.

5.2.15. Среднее время восстановления работоспособности – не более 4 ч.

5.2.16. Средний срок службы – не менее 5 лет.

5.3. Комплектность.

Комплект поставки толщиномера с первичной поверкой соответствует указанному в Табл. 1.

Таблица 1

Наименование и условное обозначение	Количество
Блок электронный	1 шт.
Преобразователь МТ2-01*	1 шт.
Преобразователь МТ20-01	1 шт.
Мера толщины (115 мкм)	1 шт.
Образец основания (Ст20)	1 шт.
Кофр для хранения и переноски	1 шт.
Руководство по эксплуатации с методикой поверки МП 203-33-2020	1 экз.
*Прибор поставляется с первичной поверкой, количество и тип преобразователей определяются требованиями заказчика.	

5.4. Устройство и принцип работы.

5.4.1. Принцип работы толщиномера основан на регистрации ЭДС, возникающей в измерительной обмотке магнитоиндукционный преобразователя дифференциального типа при его установке на ферромагнитное основание объекта контроля. Уровень ЭДС зависит от величины зазора между рабочей частью преобразователя и ферромагнитным основанием. В общем случае данная зависимость является нелинейной функцией.

5.4.2. Конструктивно толщиномер включает в себя электронный блок, выполненный в корпусе из ударопрочного пластика, и магнитоиндукционный преобразователь, подключаемый к электронному блоку с помощью кабеля.

5.4.3. Электронный блок обеспечивает измерение ЭДС на сигнальной и опорной обмотках, линеаризацию передаточной характеристики измерительного тракта, статистическую обработку и вывод результата измерения на двухстрочный жидкокристаллический индикатор.

5.4.4. На лицевой панели электронного блока расположены герметично защищённые:

- графический жидкокристаллический индикатор, отображающий результаты измерения и режимы работы толщиномера;
- клавиатура управления толщиномером (см. рисунок 1).

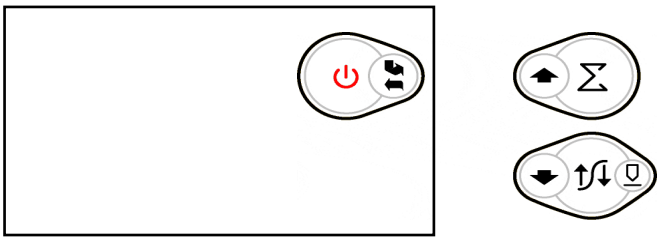


Рисунок 1. Клавиатура управления толщиномером

5.4.5. Функции клавиш толщиномера приведены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2 – Функции клавиш толщиномера в режиме измерения

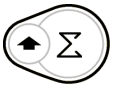
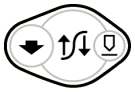
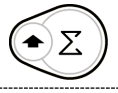
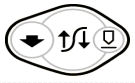
Клавиша	Название	Основная функция	Дополнительная функция
	Питание	Подсветка	Вкл / Выкл
	Статистика	Переключение статистики	Сброс статистики
	Режим	Дискретный режим/ Непрерывный режим	Калибровка
П р и м е ч а н и е – Для доступа к основной функции клавиши необходимо использовать кратковременное нажатие (менее 0,8 с), для доступа к дополнительной функции – продолжительное (более 0,8 с)			

Таблица 3 – Функции клавиш толщиномера в режиме ввода значений

Клавиша	Название	Основная функция	Дополнительная функция
	Выбор	Ввод	Отмена
	Вверх	Вверх / Увеличить	<автоповтор>
	Вниз	Вниз / Уменьшить	<автоповтор>
П р и м е ч а н и е – Для доступа к основной функции клавиши необходимо использовать кратковременное нажатие (менее 0,8 с), для доступа к дополнительной функции – продолжительное (более 0,8 с)			

5.4.6. На тыльной стороне корпуса электронного блока расположена крышка батарейного отсека. На верхнем торце электронного блока расположены разъем для подключения преобразователя.

5.4.7. В комплект поставки толщиномера входят:

- мера толщины (диэлектрическая пластина толщиной от 100 до 1900 мкм), предназначенная для калибровки и проверки работоспособности толщиномера;
- образец основания, предназначенный для калибровки при подготовке толщиномера к работе и при проверке его работоспособности.

Образец основания необходимо использовать только в том случае, если использование объекта контроля в качестве основания не представляется возможным.

5.4.8. Толщиномер имеет следующие режимы работы: «ДИСКРЕТНОЕ ИЗМЕРЕНИЕ», «НЕПРЕРЫВНОЕ ИЗМЕРЕНИЕ», «КАЛИБРОВКА».

5.4.9. Режим «ДИСКРЕТНОЕ ИЗМЕРЕНИЕ» – основной режим работы толщиномера. Предусматривает получение результатов измерений непосредственно в единицах длины во всем диапазоне измеряемых толщин. Измерения производятся после каждой установки преобразователя на объект. Значения толщины фиксируются и подвергаются статистической обработке (вычисление среднего арифметического, минимального и максимального значений).

5.4.10. Режим «НЕПРЕРЫВНОЕ ИЗМЕРЕНИЕ» отображает текущее значение толщины покрытия в реальном времени и обеспечивает обновление результата с периодичностью не менее четырех раз в секунду. Предназначен для контроля особых участков объекта и для комплексной проверки работоспособности толщиномера.

5.4.11. Режим «КАЛИБРОВКА» предназначен для калибровки толщиномера по образцовой мере толщины покрытия, входящей в комплект поставки толщиномера, либо по образцовому участку контролируемого объекта. Позволяет уменьшить влияние температурных эффектов и магнитных свойств материалов основания и покрытия на результаты измерений.

5.5. Подготовка к работе.

5.5.1. Толщиномер обслуживается одним оператором, изучившим настоящее руководство по эксплуатации.

5.5.2. Выдержать толщиномер после транспортирования или хранения при температуре воздуха ниже 0 °С перед распаковкой в тёплом сухом помещении при температуре окружающего воздуха от 0 °С до +40 °С в течение 2 ч.

5.5.3. Выдержать толщиномер после транспортирования или хранения при температуре воздуха выше +40 °С после распаковки в тёплом сухом помещении при температуре окружающего воздуха от 0 °С до +40 °С в течение не менее 4 ч.

5.5.4. Произвести внешний осмотр толщиномера, при котором должно быть установлено соответствие следующим требованиям:

- толщиномер должен быть укомплектован в соответствии с разделом 5.3;
- заводской номер толщиномера должен быть хорошо различим и соответствовать приведенному в разделе идентификационных данных прибора;
- электронный блок, преобразователь и кабель преобразователя не должны иметь механических повреждений и дефектов покрытий, при которых их эксплуатация недопустима.

5.5.5. Установить батареи, соблюдая полярность.

5.5.6. Подключить преобразователь к электронному блоку.

5.5.7. Включить толщиномер продолжительным нажатием на клавишу «Питание». После звукового сигнала на дисплее должна отобразиться информационная заставка с названием толщиномера, номером версии встроенного программного обеспечения и текущим напряжением батарей питания. В случае недостаточного напряжения питания на дисплее будет отображено сообщение «РАЗРЯД», сопровождающееся звуковым сигналом. В этом случае батареи необходимо заменить. Во время эксплуатации толщиномера с разряженными батареями на протяжении всего сеанса работы будет звучать прерывистый звуковой сигнал. Погрешность измерений при этом может превышать нормированную величину.

При включении толщиномера происходит автоматическая настройка преобразователя. При этом необходимо держать преобразователь на расстоянии не менее 100 мм от ферромагнитных объектов, также желательно сохранить пространственную ориентацию преобразователя, используемую при дальнейшем измерении.

5.5.8. Дождаться окончания автоматической настройки преобразователя (~1 с) и перехода толщиномера в режим «ДИСКРЕТНОЕ ИЗМЕРЕНИЕ». Толщиномер готов к работе.

5.6. Порядок работы.

5.6.1. Подготовить поверхность в месте измерения толщины покрытия. Поверхность не должна иметь следов загрязнения. Контролируемый участок должен иметь характеристики, приведенные в таблице 4.

Таблица 4 – Характеристики контролируемого объекта

Диапазон измерений толщиномера, мкм	от 5 до 2000	от 100 до 15000
Размеры основания, мм, не менее	30 x 30	60 x 60
Расстояние от центра преобразователя до края изделия, мм, не менее	15	30
Толщина основания контролируемого изделия, мм, не менее	0,5	0,8

5.6.2. Подготовить образец основания и меру толщины для калибровки толщиномера.

Поверхности образца основания и меры толщины не должны иметь следов загрязнения.

Для достижения наибольшей точности измерений образец основания (по толщине, марке материала, шероховатости и кривизне поверхности) должен быть идентичен контролируемому изделию. Рекомендуется использовать непосредственно участок контролируемого изделия без покрытия. Толщина меры покрытия должна быть близка к среднему значению измеряемого диапазона.

5.6.3. Подготовить толщиномер к работе в соответствии с разделом 5.5.

5.6.4. Разместить преобразователь на расстоянии не менее 100 мм от ферромагнитных объектов, также желательно сохранить пространственную ориентацию преобразователя, используемую при дальнейших измерениях.

5.6.5. Продолжительным нажатием на клавишу «Калибровка» войти в режим «КАЛИБРОВКА». Сразу после сообщения о переходе в режим калибровки будет произведена автоматическая компенсация преобразователя.

5.6.6. Установить меру толщины в виде диэлектрической пленки или неферромагнитной фольги на образец основания и установить преобразователь на меру толщины. На индикаторе должно появиться показание, равное значению меры толщины с погрешностью измерения, указанной в пункте 5.2.2. В случае удовлетворительного результата измерения продолжительным нажатием на клавишу «Выбор» завершить калибровку без подстройки результата и перейти в режим «ДИСКРЕТНОЕ ИЗМЕРЕНИЕ».

5.6.7. При отличии показаний толщиномера от значения меры толщины произвести несколько дополнительных измерений с целью снижения погрешности установки преобразователя и кратковременным нажатием клавиши «Вниз» перейти к коррекции значения. Клавишами «Уменьшить» и «Увеличить» установить значение на индикаторе толщиномера максимально близким к значению меры толщины и нажать клавишу «Выбор» (кратковременно). Толщиномер перейдет в режим «ДИСКРЕТНОЕ ИЗМЕРЕНИЕ».

5.6.8. Если при подготовке толщиномера к измерениям была нарушена последовательность действий, необходимо повторить операции по методике 5.6.2 – 5.6.7.

5.6.9. Установить преобразователь на контролируемый участок изделия и после сдвоенного звукового сигнала считать показания цифрового индикатора.

5.6.10. Толщиномер обеспечивает вычисление статистических значений.

5.6.11. После входа в режим «ДИСКРЕТНОЕ ИЗМЕРЕНИЕ» в правой части индикатора отображаются среднее арифметическое значение и среднее квадратическое отклонение, слева в нижней части – количество измерений.

5.6.12. Кратковременным нажатием клавиши «Статистика» толщиномер переключается в режим отображения максимального и минимального значений. Повторное кратковременное нажатие клавиши «Статистика» возвращает толщиномер к отображению среднего арифметического значения и среднего квадратического отклонения.

5.6.13. Сброс накопленных статистических данных производится продолжительным нажатием клавиши «Статистика».

5.7. Техническое обслуживание.

5.7.1. Техническое обслуживание толщиномера состоит из профилактического осмотра, текущего ремонта и поверки.

5.7.2. Профилактический осмотр должен производиться обслуживающим персоналом перед началом работы и включать:

- внешний осмотр;
- проверку работоспособности органов управления и коммутации;
- проверку целостности кабеля преобразователя.

5.7.3. Ремонт толщиномера производится на предприятии-изготовителе.

5.7.4. Поверку толщиномера следует проводить в соответствии с МП 203-33-2020 «ГСИ. Толщиномеры покрытий В7-517, В7-527, В7-537, В7-557, В7-К2, В7-К3, В7-К4. Методика поверки» не реже 1 раза в год.

5.8. Возможные неисправности и способы их устранения.

5.8.1. Возможные неисправности и способы их устранения приведены в таблице 5.

Таблица 5

Наименование неисправности, внешнее проявление и дополнительные признаки	Вероятная причина	Способ устранения
При включении питания показания индикатора мигают или толщиномер сразу выключается	Разряжен элемент питания	Заменить элемент питания
Большой разброс показаний при измерении в одной точке	Неудовлетворительно подготовлена контролируемая поверхность	Произвести подготовку контролируемой поверхности в соответствии с методикой 5.6.1
Показания толщиномера выходят за пределы погрешности	Попадание загрязнений внутрь преобразователя	Аккуратно разобрать преобразователь, удалить загрязнение
Отсутствуют показания на индикаторе при измерениях	1 Отсутствует контакт в разъеме преобразователя 2 Обрыв соединительного кабеля	Проверить контакт, устранить неисправность. Устранить обрыв кабеля

5.8.2. При эксплуатации толщиномера могут иметь место неисправности, не перечисленные в таблице 5.

5.8.3. После устранения неисправностей подготовить толщиномер к работе в соответствии с указаниями раздела 5.5 настоящего руководства по эксплуатации.

5.8.4. Устранение неисправностей, требующих вскрытия толщиномера, производится на предприятии-изготовителе.

5.9. Правила хранения и транспортирования.

5.9.1. Толщиномер в течение гарантийного срока хранения должен храниться в упаковке предприятия-изготовителя при температуре окружающего воздуха от +10 °С до +35 °С, относительной влажности воздуха до 80 % при температуре +35 °С.

В помещении для хранения не должно быть пыли, паров кислот и щелочей, агрессивных газов и других вредных примесей, вызывающих коррозию и разрушающих покрытия и изоляцию.

5.9.2. Толщиномер, освобожденный от транспортной упаковки, должен храниться при температуре окружающего воздуха от +10 °С до +35 °С, относительной влажности до 80 % при температуре +25 °С.

5.9.3. Толщиномер должен транспортироваться упакованным в транспортный ящик. При транспортировании ящик должен быть закреплён и защищён от прямого воздействия атмосферных осадков и механических повреждений.

5.9.4. Толщиномер может транспортироваться в закрытых железнодорожных вагонах, контейнерах, автомашинах, в трюмах судов, отапливаемых герметизированных отсеках самолетов при температуре от минус 25 °С до +55 °С и относительной влажности воздуха до 90 % при температуре +25 °С.

5.9.5. Транспортирование производить в соответствии с правилами, действующими на соответствующем виде транспорта.

6. ТОЛЩИНОМЕР ПОКРЫТИЙ В7-537.

6.1. Параметры, типы преобразователей, рекомендации по выбору.

6.1.1. Параметры контролируемого объекта, ограничивающие область применения толщиномера в диапазоне от 5 до 2000 мкм с преобразователем ТМ2-01:

- толщина основания – не менее 0,5 мм;
- расстояние от центра преобразователя до края основания – не менее 15 мм;
- радиус кривизны поверхности объекта контроля – не менее 20 мм;
- параметр шероховатости поверхности покрытия и основания – не более Ra10;
- температура объекта контроля соответствует температуре окружающего воздуха.

6.1.2. Параметры контролируемого объекта, ограничивающие область применения толщиномера в диапазоне от 100 до 15000 мкм с преобразователем ТМ20-01:

- толщина основания – не менее 0,8 мм;
- расстояние от центра преобразователя до края основания – не менее 30 мм;
- радиус кривизны поверхности объекта контроля – не менее 40 мм;
- параметр шероховатости поверхности покрытия и основания – не более Ra20;
- температура объекта контроля соответствует температуре окружающего воздуха.

6.1.3. Нормальные условия применения толщиномера:

- температура окружающего воздуха плюс (20±5) °С;
- относительная влажность воздуха от 30 % до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа.

6.1.4. Условия эксплуатации толщиномера:

- температура окружающей среды от 0 до +40 °С;
- относительная влажность воздуха от 30% до 80 % при температуре +35 °С;
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа.

6.1.5. Поверка толщиномера осуществляется согласно приложенной методикой поверки: МП 203-33-2020.

6.2. Основные технические данные

6.2.1. Диапазон измерений толщины покрытий – от 5 до 2000 мкм (с преобразователем ТМ2-01) и от 100 до 15000 мкм (с преобразователем ТМ20-01).
Дискретность отсчета (разрешение) составляет:

- при использовании преобразователя ТМ2-01: 1 мкм
- при использовании преобразователя ТМ20-01:
- 1 мкм в диапазоне от 50 до 10000 мкм,
- 10 мкм в диапазоне от 10000 до 15000 мкм.

6.2.2. Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений толщины покрытий, мкм: ± (0,03 · Н + 1,5),
где Н – толщина измеряемого покрытия, мкм

6.2.3. Толщиномер обеспечивает возможность регистрации (запоминания) результатов измерений в восьми группах, по 120 значений в каждой группе.

6.2.4. Толщиномер обеспечивает сохранение калибровочных настроек и зарегистрированных значений при отключении от батареи питания.

6.2.5. Толщиномер обеспечивает вычисление среднего арифметического, минимального и максимального значений измеряемой толщины покрытия, а также, в режиме запоминания – среднего квадратического отклонения измеренных значений.

6.2.6. В толщиномере предусмотрено автоматические отключение питания через 2 мин после последнего измерения или нажатия клавиши.

6.2.7. Электрическое питание толщиномера осуществляется от четырех батарей типа АА номинальным напряжением 6 В.

6.2.8. Ток потребления в рабочем режиме: не более 15 мА;

6.2.9. Ток потребления в выключенном режиме – не более 100 мкА.

6.2.10. Время установления рабочего режима – не более 4 с.

6.2.11. Продолжительность непрерывной работы от комплекта свежеизготовленных батарей – не менее 20 ч.

6.2.12. Габаритные размеры:

- электронного блока (Д х Ш х В) – не более 180 х 100 х 45 мм;
- преобразователя ТМ2-01 на диапазон от 5 до 2000 мкм – диаметр 19 х 60 мм;
- преобразователя ТМ20-01 на диапазон от 100 до 15000 мкм – диаметр 20 х 75 мм.

6.2.13. Длина кабеля преобразователя – не менее 1,0 м.

6.2.14. Масса – не более 0,5 кг.

6.2.15. Толщиномер по электромагнитной совместимости соответствует требованиям ГОСТ Р 51522:

- а) по эмиссии индустриальных радиопомех толщиномер соответствует нормам для оборудования класса Б по ГОСТ Р 51522;
- б) толщиномер устойчив к воздействию электростатических разрядов по ГОСТ Р 51317.4.2 напряжением ±4 кВ (контактный и воздушный разряды);
- в) толщиномер устойчив к воздействию радиочастотного электромагнитного поля по ГОСТ Р 51317.4.3 напряженностью 3 В/м.

6.2.16. Средняя наработка на отказ – не менее 12500 ч.

6.2.17. Среднее время восстановления работоспособности – не более 4 ч.

6.2.18. Средний срок службы – не менее 5 лет.

6.3. Комплектность

6.3.1. Комплект поставки толщиномера соответствует указанному в Табл. 1.

Таблица 1

Наименование	Количество
Блок электронный с преобразователем*	1 шт.
Руководство по эксплуатации с методикой поверки МП 203-33-2020	1 экз.
Упаковочный кофр	1 экз.
*Прибор поставляется с первичной поверкой, количество и тип преобразователей определяются требованиями заказчика.	

6.4. Устройство и принцип работы

6.4.1. Принцип работы толщиномера основан на регистрации ЭДС, возникающей в измерительной обмотке магнитоиндукционный преобразователя дифференциального типа при его установке на ферромагнитное основание объекта контроля. Уровень ЭДС зависит от величины зазора между рабочей частью преобразователя и ферромагнитным основанием. В общем случае данная зависимость является нелинейной функцией.

6.4.2. Конструктивно толщиномер включает в себя электронный блок, выполненный в корпусе из ударопрочного пластика, и магнитоиндукционный преобразователь, подключаемый к электронному блоку с помощью кабеля.

6.4.3. Электронный блок обеспечивает измерение ЭДС на сигнальной и опорной обмотках, линеаризацию передаточной характеристики измерительного тракта, статистическую обработку и вывод результата измерения на двухстрочный жидкокристаллический индикатор.

6.4.4. На лицевой панели электронного блока расположены герметично защищенные:

- графический жидкокристаллический индикатор, отображающий результаты измерения и режимы работы толщиномера;
- клавиатура управления толщиномером (см. рисунок 1).

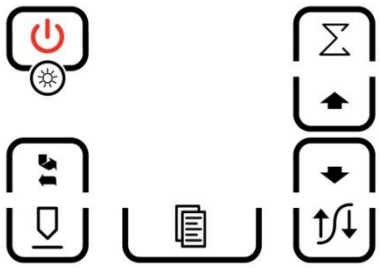


Рисунок 1 - Клавиатура управления толщиномером

6.4.5. На тыльной стороне корпуса электронного блока расположена крышка батарейного отсека.

6.4.6. На верхнем торце электронного блока расположены разъем для подключения преобразователя и разъём для соединения с компьютером (устанавливается по требованию заказчика).

Таблица 2 – Функции клавиш толщиномера в режиме измерения

Клавиша	Название	Основная функция	Дополнительная функция
	Питание	Подсветка	ВКЛ/ВЫКЛ
	Калибровка	Калибровка	Градуировка преобразователя
	Память	Регистрация	Просмотр памяти
	Режим	Дискретный режим/ Непрерывный режим	Выбор градуировочной таблицы
	Статистика	Переключение статистики	Сброс статистики
Примечание: для доступа к основной функции клавиши необходимо использовать кратковременное нажатие (менее 0,8 с), для доступа к дополнительной функции – продолжительное (более 0,8 с).			

Таблица 3 – Функции клавиш толщиномера в режиме ввода значений

Клавиша	Название	Основная функция	Дополнительная функция
	Ввод	Ввод	Отмена
	Вверх	Увеличение	<автоповтор>
	Вниз	Уменьшение	<автоповтор>
Примечание: для доступа к основной функции клавиши необходимо использовать кратковременное нажатие (менее 0,8 с), для доступа к дополнительной функции – продолжительное (более 0,8 с).			

6.4.7. Толщиномер имеет следующие режимы работы: «ДИСКРЕТНОЕ ИЗМЕРЕНИЕ», «НЕПРЕРЫВНОЕ ИЗМЕРЕНИЕ», «КАЛИБРОВКА», «ГРАДУИРОВКА ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ», «РЕГИСТРАЦИЯ», «ПРОСМОТР ПАМЯТИ», «СОЕДИНЕНИЕ С ПК».

6.4.8. Режим «ДИСКРЕТНОЕ ИЗМЕРЕНИЕ» – основной режим работы толщиномера. Предусматривает получение результатов измерений непосредственно в единицах длины во всем диапазоне измеряемых толщин. Измерения производятся после каждой установки преобразователя на объект. Значения толщины фиксируются и подвергаются статистической обработке (вычисление среднего арифметического, минимального и максимального значений).

6.4.9. Режим «НЕПРЕРЫВНОЕ ИЗМЕРЕНИЕ» отображает текущее значение толщины покрытия в реальном времени и обеспечивает обновление результата с периодичностью не менее четырех раз в секунду. Предназначен для контроля особых участков объекта и для комплексной проверки работоспособности толщиномера.

6.4.10. Режим «КАЛИБРОВКА» предназначен для калибровки толщиномера по образцовой мере толщины покрытия, входящей в комплект поставки толщиномера, либо по образцовому участку контролируемого объекта. Позволяет уменьшить влияние температурных эффектов и магнитных свойств материалов основания и покрытия на результаты измерений.

6.4.11. Режим «ГРАДУИРОВКА ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ» позволяет, при наличии образцовых мер толщины покрытия и основания, составить таблицу опорных точек градуировочной (передаточной) характеристики преобразователя. Пригоден для адаптации толщиномера к особым условиям контроля – влияние краевого эффекта, нестандартные ферромагнитные свойства основания и покрытия, контроль в узком диапазоне толщин с максимальной точностью.

6.4.12. Режим «РЕГИСТРАЦИЯ» предназначен для занесения результатов измерений в энергонезависимую память и дальнейшего их хранения. Работает только в сочетании с режимом «ДИСКРЕТНОЕ ИЗМЕРЕНИЕ». При входе в режим необходимо выбрать для записи одну из 8 групп, емкость каждой группы составляет 120 значений. Для каждой группы накапливается сводная статистическая информация: количество измерений в группе, среднее арифметическое, минимальное и максимальное значения, среднее квадратическое отклонение.

6.4.13. Режим «ПРОСМОТР ПАМЯТИ» реализует возможность пролистывания зарегистрированных значений каждой из 8 групп и просмотр сводной статистической информации по группе.

6.4.14. Режим «СОЕДИНЕНИЕ С ПК» позволяет перенести зарегистрированные значения в компьютер для дальнейшей обработки и печати на принтере.

6.5. Подготовка к работе

6.5.1. Толщиномер обслуживается одним оператором, изучившим настоящее руководство по эксплуатации.

6.5.2. Выдержать толщиномер после транспортирования или хранения при температуре воздуха ниже 0 °С перед распаковкой в теплом сухом помещении при температуре окружающего воздуха от 0 °С до +40 °С в течение 2 ч.

6.5.3. Выдержать толщиномер после транспортирования или хранения при температуре воздуха выше +40 °С после распаковки в теплом сухом помещении при температуре окружающего воздуха от 0 °С до +40 °С в течение не менее 4 ч.

6.5.4. Произвести внешний осмотр толщиномера, при котором должно быть установлено соответствие следующим требованиям:

- толщиномер должен быть укомплектован в соответствии с разделом 6.3;
- заводской номер толщиномера должен быть хорошо различим и соответствовать приведенному в разделе с идентификационными данными прибора;
- электронный блок, преобразователь и кабель преобразователя не должны иметь механических повреждений и дефектов покрытий, при которых их эксплуатация недопустима.

6.5.5. Установить батареи, соблюдая полярность.

6.5.6. Подключить преобразователь к электронному блоку.

6.5.7. Включить толщиномер продолжительным нажатием на клавишу «Питание». После отображения информационной заставки с названием фирмы-изготовителя, названием толщиномера и номером версии встроенного программного обеспечения, на дисплей будет выведено текущее напряжение батарей питания. В случае недостаточного напряжения питания на дисплее будет отображено сообщение «РАЗРЯД», сопровождающееся звуковым сигналом. В этом случае батареи необходимо заменить. Во время эксплуатации

толщиномера с разряженными батареями на протяжении всего сеанса работы будет звучать прерывистый звуковой сигнал. Погрешность измерений при этом может превышать нормированную величину.

При включении толщиномера происходит автоматическая настройка преобразователя. При этом необходимо держать преобразователь на расстоянии не менее 100 мм от ферромагнитных объектов, также желательно сохранить пространственную ориентацию преобразователя, используемую при дальнейшем измерении.

6.5.8. Дождаться окончания автоматической настройки преобразователя (~1 с) и перехода толщиномера в режим «ДИСКРЕТНОЕ ИЗМЕРЕНИЕ».

Толщиномер готов к работе.

6.6. Порядок работы

6.6.1. Подготовить поверхность в месте измерения толщины покрытия. Поверхность не должна иметь следов загрязнения. Контролируемый участок должен иметь характеристики, приведённые в таблице 4.

Таблица 4 – Характеристики контролируемого объекта

Диапазон измерений толщины покрытий, мкм	от 5 до 2000	от 100 до 15000
Размеры основания, мм, не менее	30 x 30	60 x 60
Расстояние от центра преобразователя до края изделия, мм, не менее	15	30
Толщина основания контролируемого изделия, мм, не менее	0,5	0,8

6.6.2. Подготовить образец основания и меру толщины для калибровки толщиномера.

Поверхности образца основания и меры толщины не должны иметь следов загрязнения.

Для достижения наибольшей точности измерений образец основания (по толщине, марке материала, шероховатости и кривизне поверхности) должен быть идентичен контролируемому изделию. Рекомендуется использовать непосредственно участок контролируемого изделия без покрытия. Толщина меры покрытия должна быть близка к среднему значению измеряемого диапазона.

Подготовить толщиномер к работе в соответствии с разделом 6.5.

6.6.3. Разместить преобразователь на расстоянии не менее 100 мм от ферромагнитных объектов, также желательно сохранить пространственную ориентацию преобразователя, используемую при дальнейших измерениях.

6.6.4. Кратковременным нажатием на клавишу «Калибровка» войти в режим «КАЛИБРОВКА». Сразу после сообщения о переходе в режим калибровки будет произведена автоматическая компенсация преобразователя.

6.6.5. Установить меру толщины в виде диэлектрической пленки или неферромагнитной фольги на образец основания и установить преобразователь на меру толщины. На индикаторе должно появиться показание, равное значению меры толщины с погрешностью измерения, указанной в пункте 6.2.2. В случае удовлетворительного результата измерения продолжительным нажатием на клавишу «Выбор» завершить калибровку и перейти в режим «ДИСКРЕТНОЕ ИЗМЕРЕНИЕ».

6.6.6. При отличии показаний толщиномера от значения меры толщины произвести несколько дополнительных измерений с целью снижения погрешности установки преобразователя и кратковременным нажатием клавиши «Выбор» перейти к коррекции значения. Клавишами «Уменьшить» и «Увеличить» установить значение на индикаторе толщиномера максимально близким к значению меры толщины и нажать клавишу «Выбор» (кратковременно). Толщиномер перейдет в режим «ДИСКРЕТНОЕ ИЗМЕРЕНИЕ».

6.6.7. Если при подготовке толщиномера к измерениям была нарушена последовательность действий, необходимо повторить операции по методике 6.6.2 – 6.6.6.

6.6.8. Установить преобразователь на контролируемый участок изделия и после сдвоенного звукового сигнала считать показания цифрового индикатора.

6.6.9. Толщиномер обеспечивает вычисление статистических значений.

6.6.10. После входа в режим «ДИСКРЕТНОЕ ИЗМЕРЕНИЕ» в правой части индикатора отображаются среднее арифметическое значение и количество измерений. После нажатия клавиши «Вверх» толщиномер переключается в режим отображения максимального и минимального значений. Повторное нажатие клавиши «Вверх» возвращает прибор к отображению среднего арифметического и количества измерений.

6.6.11. Сброс накопленных статистических данных производится нажатием клавиши «Вниз».

6.6.12. Толщиномер позволяет работать с несколькими (до семи) преобразователями поочередно, для каждого преобразователя может быть создано несколько калибровочных таблиц (всего не более восьми) для различных условий контроля – нестандартные ферромагнитные свойства основания или покрытия, краевой эффект, кривизна поверхности и т.д. Смена преобразователя и/или калибровочной таблицы без выключения толщиномера доступна только в режимах «ДИСКРЕТНОЕ ИЗМЕРЕНИЕ» и «НЕПРЕРЫВНОЕ ИЗМЕРЕНИЕ».

6.6.13. Для смены преобразователя перейти в один из вышеуказанных режимов. Отключить преобразователь от толщиномера. Подключить другой преобразователь. Выполнить операции по методике 6.6.15 – 6.6.17.

ВНИМАНИЕ!

ЕСЛИ В МОМЕНТ ОТКЛЮЧЕНИЯ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ РЕЖИМ РЕГИСТРАЦИИ БЫЛ АКТИВЕН, ТО ПОСЛЕ ВЫБОРА КАЛИБРОВОЧНОЙ ТАБЛИЦЫ (6.6.23) СЕАНС РЕГИСТРАЦИИ БУДЕТ АВТОМАТИЧЕСКИ ЗАВЕРШЕН С СОХРАНЕНИЕМ НАКОПЛЕННЫХ ЗНАЧЕНИЙ

6.6.14. Для смены калибровочной таблицы в режиме «ДИСКРЕТНОЕ ИЗМЕРЕНИЕ» при отключенной регистрации или «НЕПРЕРЫВНОЕ ИЗМЕРЕНИЕ» продолжительным нажатием клавиши «Выбор» перейти в режим выбора калибровочной таблицы. Выполнить по методике 6.6.15 – 6.6.17.

6.6.15. Рядом с символом преобразователя отобразится номер калибровочной таблицы, по умолчанию совпадающий с номером преобразователя, а также диапазон измерения и количество опорных точек. При необходимости клавишами «Вверх» и «Вниз» установить номер желаемой таблицы.

6.6.16. Разместить преобразователь согласно указанию 6.6.3.

6.6.17. Подтвердить выбор калибровочной таблицы кратковременным нажатием клавиши «Выбор». После завершения автоматической компенсации преобразователя толщиномер перейдет в режим «ДИСКРЕТНОЕ ИЗМЕРЕНИЕ».

6.6.18. В памяти толщиномера организовано 8 групп измерений, в каждую из которых может быть записано до 120 измеренных значений.

6.6.19. Для входа в режим «РЕГИСТРАЦИЯ» необходимо кратковременно нажать на клавишу «Память» и выбрать номер группы для записи значений. Подтвердить кратковременным нажатием клавиши «Выбор», после чего все ранее зарегистрированные измерения в выбранной группе будут стерты, либо отменить переход в режим «РЕГИСТРАЦИЯ» продолжительным нажатием на клавишу «Выбор».

6.6.20. При возврате в режим «ДИСКРЕТНОЕ ИЗМЕРЕНИЕ» на дисплее будет высвечиваться пиктограмма режима «РЕГИСТРАЦИЯ» с номером группы.

6.6.21. Отображение статистической информации аналогично 6.6.10. Сброс накопленных статистических данных происходит при входе в режим «РЕГИСТРАЦИЯ», в процессе накопления значений сброс статистических данных невозможен.

6.6.22. В случае ошибочного измерения толщиномер позволяет удалить из памяти любое количество сделанных измерений, начиная с последнего, вплоть до полной очистки группы. Продолжительное нажатие клавиши «Выбор» удаляет последнее значение, при этом обновляется статистическая информация, и на место удаленного значения выводится предыдущее, либо прочерк, если группа пуста.

6.6.23. Для завершения процесса регистрации необходимо кратковременно нажать клавишу «Память». Пиктограмма режима «РЕГИСТРАЦИЯ» и номер группы погаснут.

6.6.24. Для просмотра накопленных значений предназначен режим «ПРОСМОТР ПАМЯТИ».

6.6.25. При помощи продолжительного нажатия на клавишу «Память» войти в режим «ПРОСМОТР ПАМЯТИ». Клавишами «Вверх» и «Вниз» выбрать группу и подтвердить кратковременным нажатием клавиши «Выбор».

6.6.26. Клавишами «Вверх» и «Вниз» просмотреть значения.

6.6.27. Нажатием клавиши «Память» вызвать отображение сводной статистической информации по группе: максимальное и минимальное значения, среднее арифметическое значение и среднее квадратическое отклонение. Вернуться в предшествующий режим повторным кратковременным нажатием клавиши «Память».

6.6.28. Отмена просмотра памяти и возврат в режим «ДИСКРЕТНОЕ ИЗМЕРЕНИЕ» осуществляется продолжительным нажатием на клавишу «Выбор».

6.6.29. При работе в условиях недостаточной освещенности толщиномер позволяет воспользоваться подсветкой дисплея (дисплей с подсветкой устанавливается по требованию заказчика). Для включения подсветки необходимо кратковременно нажать клавишу «Питание», отключить подсветку можно повторным нажатием. Если в течение 15 с не было произведено измерение или нажатие на любую клавишу, подсветка будет отключена автоматически.

6.6.30. В режиме «ГРАДУИРОВКА ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ» толщиномер позволяет калибровать передаточную функцию преобразователя путем создания в энергонезависимой памяти прибора таблицы опорных точек. Данная операция производится только квалифицированным специалистом при наличии необходимого метрологического обеспечения: аттестованные меры толщины, ферромагнитное основание с заданными характеристиками. Методика калибровки линейности описана в документе «Методика градуировки преобразователя для магнитного толщиномера покрытий МТ» и предоставляется по требованию заказчика.

6.7. Техническое обслуживание.

6.7.1. Техническое обслуживание толщиномера состоит из профилактического осмотра, текущего ремонта и поверки.

6.7.2. Профилактический осмотр должен производиться обслуживающим персоналом перед началом работы и включать:

- внешний осмотр;
- проверку работоспособности органов управления и коммутации;
- проверку целостности кабеля преобразователя.

6.7.3. Ремонт толщиномера производится на предприятии-изготовителе.

6.7.4. Поверку толщиномера следует проводить в соответствии с МП 203-33-2020 «ГСИ. Толщиномеры покрытий В7-517, В7-527, В7-537, В7-557, В7-К2, В7-К3, В7-К4. Методика поверки», не реже 1 раза в год.

6.8. Возможные неисправности и способы их устранения

6.8.1. Возможные неисправности и способы их устранения приведены в таблице 5.

Таблица 5

Наименование неисправности, внешнее проявление и дополнительные признаки	Вероятная причина	Способ устранения
При включении питания показания индикатора мигают или толщиномер сразу выключается	Разряжен элемент питания	Заменить элемент питания
Большой разброс показаний при измерении в одной точке	Неудовлетворительно подготовлена контролируемая поверхность	Произвести подготовку контролируемой поверхности в соответствии с методикой 6.6.1
Показания толщиномера выходят за пределы погрешности	Попадание загрязнений внутрь преобразователя	Аккуратно разобрать преобразователь, удалить загрязнение
Отсутствуют показания на индикаторе при измерениях	1 Отсутствует контакт в разъеме преобразователя. 2 Обрыв соединительного кабеля	Проверить контакт, устранить неисправность. Устранить обрыв кабеля

6.8.2. При эксплуатации толщиномера могут иметь место неисправности, не перечисленные в таблице 5.

6.8.3. После устранения неисправностей подготовить толщиномер к работе в соответствии с указаниями раздела 6 настоящего руководства по эксплуатации.

6.8.4. Устранение неисправностей, требующих вскрытия толщиномера, производится на предприятии-изготовителе.

6.9. Правила хранения и транспортирования.

6.9.1. Толщиномер в течение гарантийного срока хранения должен храниться в упаковке предприятия-изготовителя при температуре окружающего воздуха от +10 °С до +35 °С, относительной влажности воздуха до 80 % при температуре +35 °С.

В помещении для хранения не должно быть пыли, паров кислот и щелочей, агрессивных газов и других вредных примесей, вызывающих коррозию и разрушающих покрытия и изоляцию.

6.9.2. Толщиномер, освобожденный от транспортной упаковки, должен храниться при температуре окружающего воздуха от +10 °С до +35 °С, относительной влажности до 80 % при температуре +25 °С.

6.9.3. Толщиномер должен транспортироваться упакованным в транспортный ящик. При транспортировании ящик должен быть закреплен и защищен от прямого воздействия атмосферных осадков и механических повреждений.

6.9.4. Толщиномер может транспортироваться в закрытых железнодорожных вагонах, контейнерах, автомашинах, в трюмах судов, отапливаемых герметизированных отсеках самолетов при температуре от минус 25 °С до +55 °С и относительной влажности воздуха до 90 % при температуре +25 °С.

6.9.5. Транспортирование производить в соответствии с правилами, действующими на соответствующем виде транспорта.

7. ТОЛЩИНОМЕР ПОКРЫТИЙ В7-557.

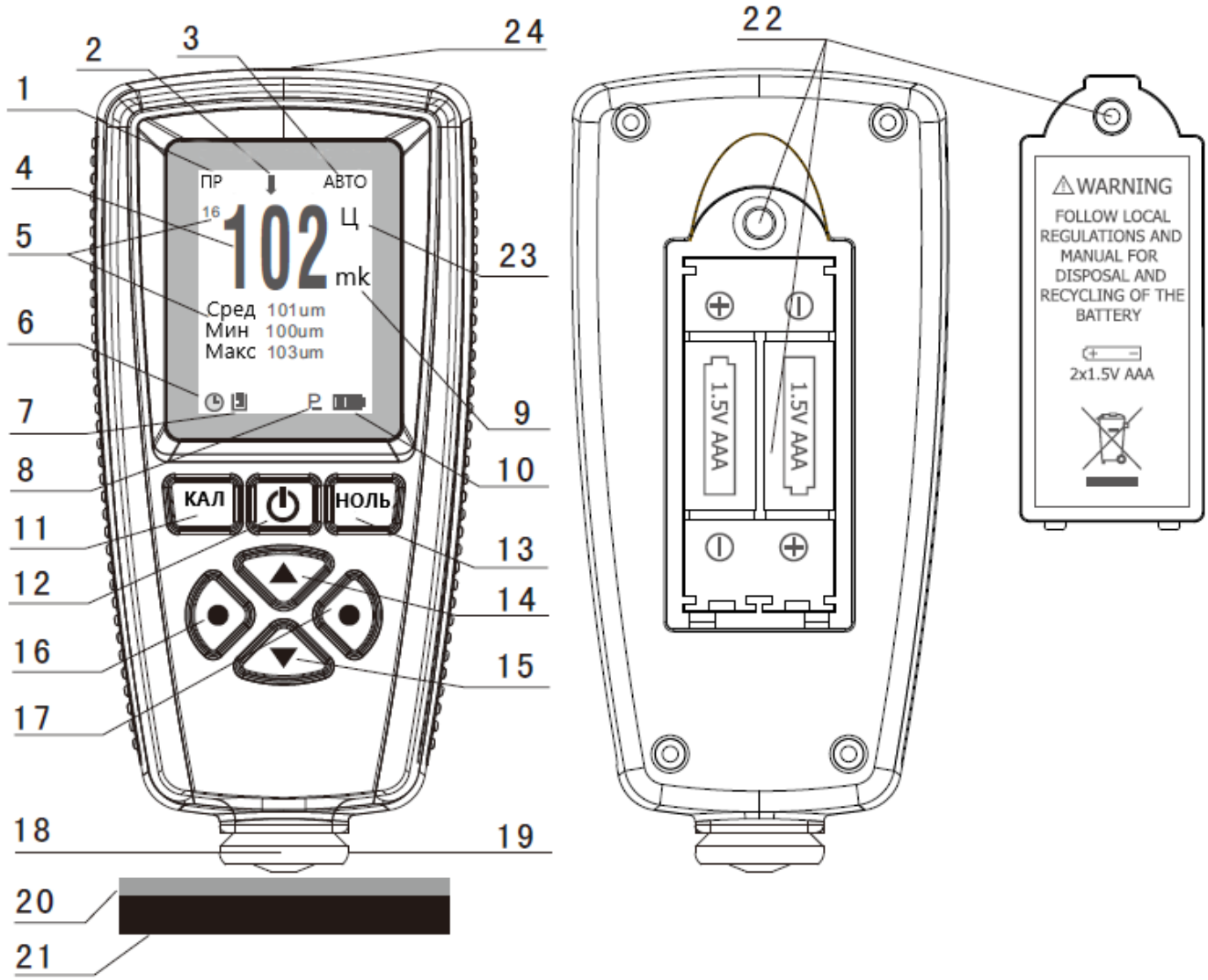
7.1. Параметры, типы преобразователей.

Наименование	Параметр	
Тип датчика (материал основания)	**F** (**Ч**ёрные металлы)	**N** (**Ц**ветные металлы)
Принцип работы	Магнитная индукция	Вихревые токи
Диапазон измерений толщины покрытий, мкм	от 0 до 1500	от 0 до 1500
Точность (дискретность, шаг отсчёта) измерения	1 мкм в диапазоне 0…999 0,01 мм в диапазоне 1000…1500	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений толщины покрытий, мкм	± (0,03·H+1)	
Мин. диаметр области измерений, мм	Ø7	Ø5
Мин. толщина металлического основания, мм	0,5	0,3
Мин. расстояние от центра датчика до края основания, мм	15	
Мин. радиус кривизны поверхности: выпуклой / вогнутой, мм	1,5 / 25	
Шероховатость поверхности покрытия и основания, не более Ra мкм	10	
Режимы замеров, время каждого измерения (сек)	Одиночный (1 измерение/сек) и непрерывный (3 измерения/сек)	
Режимы калибровки	Нулевая калибровка / Калибровка по 4-м точкам / Заводская (базовая) калибровка	
Статистическая обработка серии измерений	К-во измерений, среднее арифметическое значение, мин. и макс. значения, стандартное отклонение	
Звуковой сигнал	При измерении, калибровке, выходе за границы верхнего и нижнего пределов	
Макс. скорость измерений	2 измерения в сек	
Связь с компьютером, порт	USB	
Память	4 независимых группы по 80 значений в каждой	
Диапазон рабочих температур, °С	от 0 до +40	
Верхнее значение относительной влажности при 35 °С, %	80	
Элементы питания: от батарей или аккумуляторов	2 шт. 1,5 V тип AAA	
Время работы при полной зарядке и выкл. подсветке экрана, ч	не менее 200	
Время автоотключения питания, мин	3	
Габаритные размеры В*Ш*Т, мм	1100*53*24	
Масса прибора (без элементов питания), кг	0,500	

7.2. Комплектация.

Базовая комплектация:	К-во
Блок электронный со встроенными преобразователями тип F и тип N с поверкой	1 шт.
USB-кабель и диск с ПО для подключения к ПК	1 шт.
Упаковочный кейс	1 шт.
Руководство по эксплуатации с методикой поверки МП 203-33-2020	1 экз.
Образцы толщины покрытий (5 плёнок различной толщины)	1 компл.
Образцы основания для настройки нижней границы диапазона в случаях отсутствия доступа к непокрытой части металлического образца, на котором планируется проводить измерение толщины покрытия: • образец основания (пластина, сталь) • образец основания (пластина, алюминий)	 1 шт. 1 шт.

7.3. Вид толщиномера покрытий, дисплея.



1. Режим памяти: ПР (простая) или ГР (группы)	**13. Клавиша НОЛЬ для нулевой калибровки**
2. Пределы измерений верхний (↑) и нижний (↓)	**14. Клавиша ВВЕРХ**
3. Режим датчика: АВТО / Чер.Мет. / Цвет. Мет	**15. Клавиша ВНИЗ**
4. Текущее значение измерения	**16. Клавиша ЛЕВАЯ: Меню / Выбор / Ок / Удаление**
5. Статистика измеренных значений	**17. Клавиша ПРАВАЯ: Выход / Назад / Подсветка / Поворот отображения экрана на 180^0**
6. Индикатор автоотключения питания	**18. Датчик**
7. Индикатор USB соединения	**19. V-образный паз для удобства замеров на тонких изделиях: стержни, прутки и др.**
8. Индикатор нестабильного контакта датчика	**20. Покрытие на металлическом основании**
9. Единицы измерения: mk / mm / mils	**21. Металлическое основание**
10. Индикатор уровня заряда батарей	**22. Батарейный отсе**
11. Клавиша КАЛИБРОВКА	**23. Тип металлического основания: цветные (Ц) или чёрные (Ч) металлы**
12. Клавиша ПИТАНИЕ	**24. USB разъём**

7.4. Процедура измерения.

7.4.1. Подготовка к измерению.

7.4.1.1. **Выбор оператора**. Оператор должен знать общие принципы теории вихревых токов, в том числе – понятия электромагнитного поля, электрической проводимости, магнитной проницаемости, краевого эффекта и пр. Оператор должен пройти соответствующее обучение для компетентного использования оборудования и приобретения знаний об общих принципах электромагнитного контроля, а также частных условиях контроля конкретного вида изделий. Оператор должен быть очень внимателен, делая выводы о результатах измерений. Назначение настоящего руководства – дать оператору подробные инструкции по настройке и функциональному использованию оборудования. Описание методик и теоретических основ контроля не входит в задачу настоящего документа.

7.4.1.2. **Выбор места контроля**. Параметры поверхности контролируемого изделия (шероховатость, радиус кривизны, температура и толщина) должны соответствовать техническим характеристикам толщиномера (п.7.1). Место контроля должно быть свободно от пыли и грязи. Для правильного проведения вихретокового (электромагнитного) контроля оператор должен иметь методику контроля подобных изделий и частные требования к контролю конкретного изделия. На основании этих требований оператор производит определение задачи контроля, выбор подходящей техники контроля, подбор преобразователей и оценку известных условий контроля (температурные колебания, качество поверхности и пр.). Пользователь должен знать и понимать методические указания по контролю, разработанные для соответствующих изделий.

7.4.1.3. **Выбор датчика.** Подберите необходимый тип датчика согласно техническим характеристикам (п.7.1). Датчик, используемый при измерениях, должен быть в хорошем состоянии, без видимых повреждений контактной поверхности. Повреждённый или загрязненный датчик приводит к некорректным результатам измерений. Пределы, в которых будет проводиться измерение должны соответствовать допустимой толщине, которую можно измерять данным датчиком. Для выносных датчиков проверьте целостность сигнального кабеля и мест его соединения с разъёмами и самим датчиком. Температура поверхности измеряемого объекта не должна выходить за пределы, указанные в документации датчика.

7.4.1.4. **Измерение толщины покрытия.** Измерение толщины покрытий основано на анализе взаимодействия внешнего электромагнитного поля с электромагнитным полем вихревых токов, наводимым в объекте контроля. Точность измерения зависит от правильного учёта физических характеристик металла объекта контроля и его однородности, температуры, шероховатости и геометрии поверхности и прочих факторов.

7.4.1.5. **Статирование.** Если толщиномер находился в условиях, резко отличающихся от рабочих, подготовку к измерениям следует начать после выдержки в нормальных условиях в течение 24 ч. Толщиномер и объект контроля должны быть выдержаны в одних и тех же рабочих условиях не менее 2 ч перед началом измерений.

7.4.1.6. **Зависимость от температуры.** Изменение температуры объекта контроля вызывает изменение электропроводности и магнитной проницаемости материала основания, что неизбежно влияет на характеристики электромагнитного поля и, соответственно, на показания прибора. Данный факт должен учитываться оператором при измерениях.

7.4.2. Измерение.

7.4.2.1. Если вы впервые пользуетесь толщиномером покрытий, то сначала изучите п. 7.5. ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ТОЧНОСТЬ ПРОВОДИМЫХ ИЗМЕРЕНИЙ.

7.4.2.2. Пошаговая инструкция:

Шаг 1.	Подготовьте место контроля (п.7.4.1.2.)
Шаг 2.	Разместите датчик толщиномера на открытом пространстве (далее 5 см от любого металлического объекта, т. н. предварительная калибровка “на воздухе” чтобы получить амплитуду собственных шумов датчика) и нажмите клавишу ПИТАНИЕ (прозвучит звуковой сигнал). • Индикатор уровня заряда батарей должен быть полным (▮▮▮▮), при пустом индикаторе (▯) измерения будут некорректны – требуется немедленно заменить батареи; • При первом включении толщиномер будет работать согласно установленным заводским настройкам: режим замеров – Одиночный, режим датчика – Авто, режим памяти – ПР (простая) и т. д. • После включения при активном режиме памяти ПР (простая) – на экране в строке текущего значения измерения будет пусто, при активном режиме памяти ГР (группы) – будет отражено значение последнего измерения и статистики серии измерений данной группы перед тем как питание толщиномера было отключено.

Шаг 3.	Согласно требованиям п.7.5 и п.7.6. определите требуется калибровка толщиномера или нет.
Шаг 4.	Разместите датчик толщиномера строго вертикально к измеряемой поверхности и быстро надавите на корпус прибора, плотно прижав его к поверхности. Как только прозвучит звуковой сигнал (для режима замеров – Одиночный) – быстро отведите толщиномер от поверхности. На экране отобразиться измеренное текущее значение толщины, а также статистические данные (к-во измерений; их среднее, минимальное и максимальные значения).
Шаг 5.	Произведите следующее измерение согласно Шагу 4.
Шаг 6.	Нажмите клавишу ПИТАНИЕ (прозвучит звуковой сигнал) для выключения толщиномера, либо он автоматически отключится через 3 минуты при отсутствии измерений и действий с Меню толщиномера (функция автоотключения питания должна быть активирована). • При отображении индикатора нестабильного контакта датчика есть 3 уровня (P1 / P2 / P3), при которых измерение прибором будет произведено, но погрешность измеренного значения будет увеличена. При отображении индикатора нестабильного контакта датчика (P-) измерение не будет произведено, пока датчик не будет установлен более стабильно на контролируемой поверхности. Если индикатор нестабильного контакта датчика вообще не отображается – измерение проведено абсолютно корректно. • Если измеренное значение вызывает подозрение в корректности – его можно удалить, нажав клавишу ВВЕРХ ▲ или через меню: нажав 4 раза ЛЕВУЮ клавишу и потом клавишу НОЛЬ для возврата в режим измерения. • Каждый раз при отведении датчика от поверхности подержите его ок. 1 сек на открытом пространстве и далее 5 см от любого металлического объекта.

7.4.3. Работа с толщиномером.

7.4.3.1. Клавиши на лицевой панели.

Клавиша	Функции
КАЛ	Вход и выход из меню КАЛИБРОВКА
⏻	ВКЛ / ВЫКЛ питания толщиномера
НОЛЬ	• Нажать и удерживать ок. 1 сек для активации режима нулевой калибровки; • Короткое однократное нажатие для быстрого перехода в режим ИЗМЕРЕНИЕ из режима Основное меню; • Нажать и удерживать при выключенном питании, а затем нажать клавишу ПИТАНИЕ ⏻ – произойдёт перезагрузка системы для восстановления заводских настроек.
▲ и ▼	• Перемещение соответственно по строкам вверх и вниз / увеличение и уменьшение значений в режиме Основного меню • Клавиша ВВЕРХ ▲ – короткое однократное нажатие для удаления последнего измеренного значения толщины с экрана и из расчёта статистики в режиме ИЗМЕРЕНИЕ
● - ЛЕВАЯ	• Вход в режим Основное меню из режима ИЗМЕРЕНИЕ; • Выбор / Ок / Удаление в режиме Основное меню
● - ПРАВАЯ	• Короткое однократное нажатие для ВКЛ / ВЫКЛ ПОДСВЕТКИ экрана в режиме ИЗМЕРЕНИЕ; • Нажать и удерживать для поворота отображения экрана на 180^0 в режиме ИЗМЕРЕНИЕ– удобно при измерении вертикальных и потолочных поверхностей; • Выход / Назад в режиме Основное меню.

7.4.3.2. **Основное меню.**

Основное меню толщиномера организованно циклически, управление с помощью клавиш на лицевой панели. В нём можно настроить режимы работы толщиномера, просмотреть статистику, память и др. функции.

В режиме ИЗМЕРЕНИЕ для входа внутрь Основного меню нажмите ЛЕВУЮ клавишу, для перемещения по строкам меню используйте клавиши ▼ или ▲, для Выбора строки и подтверждения нажимайте ЛЕВУЮ клавишу, для возврата Назад, поднятия на уровень вверх, Отмены и Выхода из меню – ПРАВУЮ клавишу.

Важно: в любой момент можно выйти из Основного меню обратно в режим Измерение (п.7.4.2.) простым нажатием клавиши НОЛЬ и продолжить измерение толщины покрытия.

Основное меню: *диалоговые окна – описание функций*.		
Удаление: *удаляет как последнее измеренное значение, так и всю группу сохранённых значений*	Текущее значение	
	Текущая группа	
Просмотр: *клавишами ▲ и ▼ пролистывание записанных в память значений, клавишей ● ЛЕВАЯ – удаление*		
Статистика *В каждой из групп памяти (ПР, ГР 1/2/3/4) полученные данные измерений участвуют в расчёте статистики <u>ТОЛЬКО</u> для данной группы.* • *В режиме групп памяти ПР (простая) – подсчёт количества измерений (вместимость до 80 значений, затем каждое новое измерение циклически заменяет самое старое значение), среднего арифметического, максимального и минимального значений, стандартного отклонения из всей серии. Все показатели серии пересчитываются каждый раз при новом измерении.* • *В режиме групп памяти ГР (группы 1/2/3/4) – подсчёт количества измерений (вместимость в каждой из 4-х групп до 80 значений, при заполнении всех 80-ти значений в каждой группе запись новых значений прекращается и вместо порядкового номера измерения появляется надпись fl. Прибор и дальше может производить измерения, но это не повлияет на показатели уже подсчитанной статистики: среднего арифметического, максимального и минимального значений, стандартного отклонения из 80-ти сохранённых измерений. По необходимости можно очистить память для сохранения новых значений и расчёта новой статистики.*	Номер Среднее Минимальное Максимальное Отклонение	
Опции	Режим замеров	**Одиночный** *(основной режим работы толщиномера)* *Режим единичного измерения – прижать датчик к поверхности и поднять его, наличие звукового сигнала по окончании измерения. Замер толщины производится однократно (1 измерение/сек).*
		Непрерывный *(для особых участков объекта контроля)* *Режим непрерывного измерения – прижмите датчик к поверхности и не поднимайте его, измерение будет выполняться непрерывно, отсутствие звукового сигнала. Замеры толщины*

		покрытия в реальном времени при сканировании (3 измерения/сек).
	Режим групп памяти	**ПР (простая)** *Оперативная память RAM, вместимость до 80 значений, затем каждое новое измерение циклически заменяет самое старое значение. При выключении питания данные измерений, включая последнее значение толщины и подсчитанной статистики не сохраняются во временной памяти прибора и не будут доступны при новом включении питания толщиномера.*
		Группа 1 / 2 / 3 / 4 *Постоянная память ROM, вместимость каждой из 4-х групп до 80 значений, при заполнении всех 80-ти запись новых значений в этой группе прекращается и вместо порядкового номера измерения появляется надпись fl. Для записи новых значений удалите сохранённые данные в этой группе или выберите другую свободную группу памяти. При выключении питания данные измерений, включая последнее значение толщины и подсчитанной статистики сохраняются в памяти прибора и отображаются на экране при новом включении питания толщиномера.* ***Важно**: Группы в постоянной памяти независимы друг от друга, т. о. КАЛИБРОВКА датчика, установка и срабатывание сигнализации ПРЕДЕЛОВ ИЗМЕРЕНИЙ (верхнего и нижнего порогов) для каждой из групп производится отдельно и независимо от значений, установленных в других группах. Данный режим востребован при необходимости проведения нескольких групп измерений, основанных на различных калибровочных и пороговых значениях.*
	Режим датчика	АВТО *Автоматические определение типа металлического основания*
		Чёрные металлы *Активирован только датчик тип F (**Ч**) для магнитного основания.*
		Цветные металлы *Активирован только датчик тип N (**Ц**) для магнитного основания.*
		Микроны (mk) -

	Единицы измерений	Мил (mл)
		Миллиметры (mm)
	Скорость	Нормально
		Быстро *Увеличенная скорость замеров с увеличением погрешности*
	Язык	Русский
	Автоотключение	Деактивировать
		Активировать
Предел • *В случае выхода полученного значения за установленные пороговые значения весь экран подсветиться красным фоном и появится символ выхода за пределы измерений: верхний (⬆) или нижний (⬇).* • *Срабатывание сигнализации ПРЕДЕЛОВ ИЗМЕРЕНИЙ (верхнего и нижнего порогов) для каждой из групп производится отдельно и независимо от значений, установленных в других группах. Данный режим востребован при необходимости проведения нескольких групп измерений, основанных на различных калибровочных и пороговых значениях.* • *Значения измерений, превышающие пороги, записываются вместе с остальными значениями и учитываются при расчёте статистики.* • *Степень сближения между нижним и верхним пороговыми значениями лимитировано. Когда верхнее пороговое значение превышает 200 мкм, минимальное сближение между верхним и нижним порогом составляет 3% от верхнего порогового значения; если верхний порог меньше 200 мкм, сближение между верхним и нижним порогом составляет 5 мкм.*	Настройки	Верхний предел
		Нижний предел
	Очистка	
Калибровка См. п.7.6.	Калибровка точек	Деактивировать
		Активировать
		Чёрные металлы, очистка
		Цветные металлы, очистка
	Калибровка нуля	Чёрные металлы, очистка
		Цветные металлы, очистка
	Очистить всё	

Справочно: при самостоятельном выборе типа датчика (когда отключена функция автоматического определения прибором типа металлического основания) оператор может воспользоваться таблицей ниже:

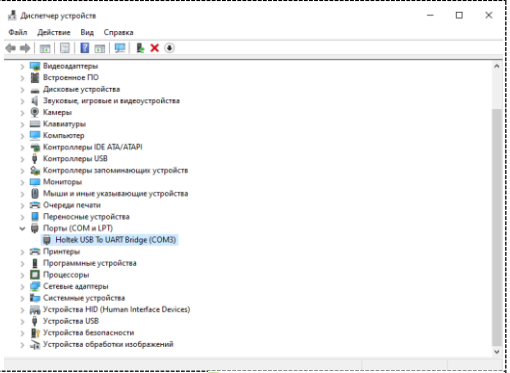
Покрытие / **Основание**	Немагнитное покрытие, например, органические материалы (краска, лак, эмаль, пластик и анодное оксидирование и т.д.)	Немагнитное покрытие из цветных металлов: например, Хром (Cr), Цинк (Zinc), Алюминий (Al.), Медь (Cu), Олово (Tin) и Серебро (Silver)
Магнитный металл, например чугун или сталь и т.д.	Датчик тип **F** (**Ч**)	Датчик тип **F** (**Ч**)

Цветные металлы, например медь (Cu), алюминий (Al.), Латунь (Brass), Цинк (Zinc), Олово (Tin) и т.д.	Датчик тип **N** (**Ц**)	Датчик тип **N** (**Ц**)

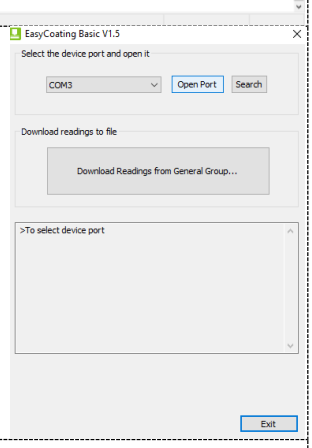
7.4.3.3. **Связь с компьютером.**

Шаг 1. Установите на компьютере ПО и драйверы с диска, которое идёт в комплектации с толщиномером.

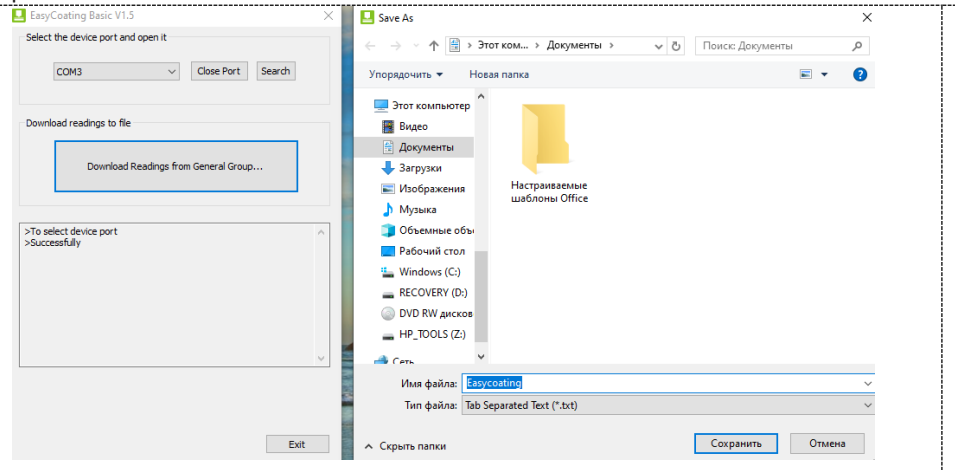
Шаг 2. Подключите USB-кабель к толщиномеру через разъём в верхнем торце электронного блока, а другой конец кабеля к USB-порту компьютера – на экране толщиномера отобразиться символ ⍇ индикатора USB соединения, а на компьютере в Диспетчере устройств отобразиться подключенный толщиномер (напр. COM3). Щёлкните по нему правой кнопкой мышки и обновите драйвер на загруженный в Шаге 1.

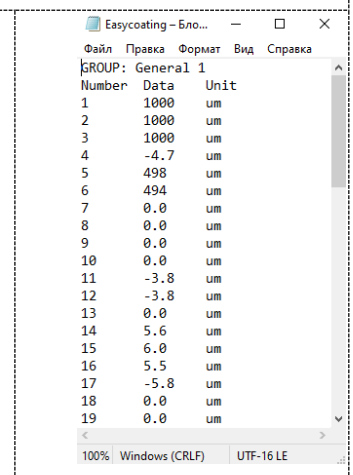


Шаг 3. Запустите установленную с диска на компьютер программу EasyCoating, выберите порт (в нашем примере COM3), подтвердите выбор и кликните на клавишу выгрузки данных.



Шаг 4. Будет создана папка EasyCoating, выберите место на компьютере для её сохранения и нажмите кнопку Сохранить. Данные будут загружены на компьютер в формате блокнота *txt, где будет указан порядковый номер каждого измерения, значение измеренной толщины и указание размерности единицы измерений.





7.4.4. **Перезагрузка прибора, восстановление заводских настроек.**

Перезагрузка в рабочем режиме производится в случаях если прибор автоматически не выключается / не производит измерения / не реагирует на нажатие клавиш – выньте батарейки и поставьте их на место спустя 3-5 минут, заново включите прибор.

Если перечисленные выше действия не помогли включить прибор либо вы желаете восстановить заводские настройки, то при выключенном питании прибора сперва нажмите и удерживайте клавишу НОЛЬ и затем нажмите клавишу ПИТАНИЕ. После загрузки на экране появиться предупреждение об удалении всех настроек пользователя (калибровочных значений, пределов измерений, данных из памяти и др.) и возвращения к заводским настройкам. Для подтверждения действия нажмите ЛЕВУЮ клавишу, для отказа – ПРАВУЮ клавишу. Если вам не удалось восстановить заводские настройки, то не пытайтесь самостоятельно разобрать и отремонтировать прибор – отправьте его производителю для сервисного ремонта, приложив письмо с описанием возникшей проблемы.

7.4.5. **Погрешности и расчёт толщины покрытия**.

Факторы, влияющие на точность проводимых измерений, указаны в п.7.5. При нормальных условиях и правильно проведённой калибровке прибора полученные значения толщины покрытий будут находиться в допустимых пределах погрешности, указанной в метрологических характеристиках.

Для увеличения точности расчёта среднеарифметического значения толщины покрытия рекомендуется произвести серию замеров в одинаковых точках или в одной фиксированной точке. Любое подозрительное значение измерения или выходящее за пределы пороговых значений должно быть немедленно удалено из памяти и расчёта статистики. Окончательный расчёт толщины покрытия из серии с достоверными измерениями производится по следующей формуле:

СН (толщина покрытия) = А (среднее арифметическое значение из серии измерений) + О (отклонение стандартное) + П (погрешность)

7.5. Факторы, влияющие на точность проводимых измерений.

Способ измерений / Факторы	При использовании магнитных полей: датчик тип F (Ч)	При использовании вихревых токов: датчик тип N (Ц)
Магнетизм металла основания	▲	
Электрические характеристики металла основания		▲
Толщина металлического основания	▲	▲
Краевой эффект	▲	▲
Изгиб	▲	▲
Деформация тестового образца	▲	▲
Шероховатость поверхности	▲	▲
Магнитное поле	▲	
Посторонние вещества	▲	▲
Давление на датчик	▲	▲
Положение датчика	▲	▲

7.5.1. Описание факторов из таблицы.

7.5.2. **Магнетизм металла основания**.

При использовании магнитного метода при определении толщины на результаты измерений влияет изменение магнетизма в металле (на практике, изменением магнетизма в низкоуглеродистой стали можно пренебречь). Во избежание влияния термической обработки или охлаждения, калибровку прибора следует проводить на стандартном образце с теми же характеристиками, что и у металла основания; так же можно провести калибровку на образце, на который будет нанесено покрытие.

7.5.3. **Электрические характеристики металла основания**.

Электропроводность металла основания, которая зависит от состава материала и способа его температурной обработки, будет оказывать влияние на измерения. Калибровку прибора следует проводить на образце с теми же характеристиками, что и у металла основания.

7.5.4. **Толщина металлического основания**.

Для каждого прибора существует критическая толщина металла основания. Если толщина измеряемого материала превышает данную критическую толщину, то данный фактор не будет влиять на точность измерений. Критические толщины для толщиномера приведены в разделе 7.1.

7.5.5. **Краевой эффект**.

Толщиномер чувствителен к резким изменениям формы поверхности тестового образца. Вследствие этого, измерения, проводимые близко к краю тестового образца или его внутреннему углу, могут быть не точны. Следует избегать случаев установки датчика близко к точкам резких перепадов: краёв, отверстий, внутренних углов и т.п.

7.5.6. **Изгиб**.

Искривление тестового образца оказывает влияние на точность измерения. Данное влияние более выражено при увеличении радиуса кривизны. Поэтому измерения, проводимые на поверхности искривленного тестового образца, могут быть не точны.

7.5.7. **Деформация тестового образца**.

Использование датчика приведет к небольшой деформации покрытия, поэтому на подобном тестовом образце невозможно получить точные данные.

7.5.8. **Шероховатость поверхности**.

Шероховатость металла основания и покрытия оказывает влияние на измерения. Чем больше шероховатость, тем больше неточность измерения. Проведение измерений на шероховатой поверхности приведет к возникновению постоянных и случайных ошибок. В этом случае следует увеличивать время исследования на разных участках во избежание возникновения ошибок. Если шероховатым является металл основания, необходимо установить ноль на нескольких позициях на тестовом основании без покрытия со схожей степенью шероховатости поверхности; можно настроить нулевую позицию для толщиномера, удалив покрытие, если это не приведет к возникновению коррозии на металле.

7.5.9. **Магнитное поле**.

Сильные магнитные поля, генерируемые разными электрическими устройствами, могут оказать существенное влияние на результаты измерений при использовании магнитного метода.

7.5.10. **Посторонние вещества**.

Данный прибор чувствителен к наличию веществ на поверхности, препятствующих установлению близкого контакта между датчиком и покрытием. В связи с этим, сторонние вещества должны быть удалены для обеспечения прямого контакта между датчиком и поверхностью.

7.5.11. **Давление датчика**.

Давление, оказываемое датчиком на тестовый образец, оказывает влияние на получаемые данные, поэтому давление на датчик в процессе проведения исследования должно быть постоянным.

7.5.12. **Положение датчика**.

Положение датчика влияет на точность полученных результатов. В процессе измерения датчик должен располагаться строго вертикально к поверхности тестового образца.

7.5.13. Общие влияющие факторы.

7.5.14. **Чистота поверхности.**

Перед проведением измерений необходимо аккуратно удалить все посторонние вещества: грязь, масло, продукты коррозии и т.п. без повреждения и удаления измеряемого покрытия.

7.5.15. **Число измерений.**

В обычных условиях, когда измеренные в одной области замеров полученные значения толщины разнятся рекомендуется увеличить число замеров в серии и сузить область контроля, возможно даже разбить эту область не несколько мелких зон. Так вы сможете выявить локальные зоны с разными значениями толщины покрытия. Также рекомендуется увеличивать число измерений для изделий с высокой шероховатостью.

7.5.16. **Характеристики металла основания**.

Для магнитного метода – датчик тип F (**Ч**) магнетизм и шероховатость поверхности металла основания должны быть идентичны этим же характеристикам материала, использованного для калибровки толщиномера.

При использовании вихревых токов – датчик тип N (**Ц**) электрические характеристики металлического основания и материала, использованного для калибровки толщиномера, должны быть схожи

7.6. ПРОЦЕДУРА КАЛИБРОВКИ.

Перед началом калибровки внимательно изучите п.7.5.

7.6.1. Типы средств измерений, используемых для калибровки.

7.6.1.1. **Меры толщины покрытий / калибровочные образцы (включая Плёнку и Основание).**

Любая плёнка известной толщины или тестовый образец с заданной номинальной толщиной покрытия может использоваться в качестве калибровочного образца / меры толщины покрытия.

- **Стандартная пленка** (Foil)

При использовании магнитной индукции **F** (**Ч**ёрные металлы) понятие плёнка относится к немагнитной и неметаллической плёнке или прослойке. При использовании вихревых токов **N** (**Ц**ветные металлы) используется обычная полимерная плёнка. Преимущества плёнки – она более удобна для проведения калибровки на искривлённых поверхностях, нежели плоский стандартный образец с покрытием.

- **Стандартный калибровочный образец с покрытием**

Покрытие известной толщины, ровное, хорошо лежащее на поверхности может использоваться в качестве калибровочного образца / меры толщины покрытия. При использовании магнитной индукции покрытие должно быть немагнитным, при использовании вихревых токов – непроводящим.

7.6.1.2. **Основание.**

При использовании магнитной индукции магнетизм и шероховатость поверхности основания из металла на калибровочном образце должны совпадать с соответствующими параметрами исследуемого образца. При использовании вихревых токов электрические характеристики основания из металла стандартного образца / меры толщины покрытий должны быть близки к соответствующим параметрам тестируемого материала.

Если толщина основания из металла не превышает критическую толщину, указанную в характеристиках толщиномера п.7.1., то калибровку можно проводить следующими способами:

- калибровка с использованием металлического стандартного образца / меры толщины покрытий с такой же толщиной, как и у металлического основания контролируемого изделия;
- калибровка с использованием металлического стандартного образца / меры толщины покрытий или контролируемого изделия достаточной толщины со схожими электрическими характеристиками. Следует убедиться, что нет зазоров между металлическим основанием и материалом покрытия. Данный способ не следует использовать для изделий с двухсторонним покрытием.

Если искривление покрытия не даёт возможности провести калибровку на плоском образце, тогда степень кривизны стандартного образца с покрытием или металлического основания с плёнкой должны совпадать со степенью кривизны исследуемого образца.

7.6.2. Режим калибровки.

Калибровка прибора необходима перед началом работы, при смене объекта контроля и смене датчика (при наличии такой функции). Рекомендуется не реже, чем через 2 часа непрерывной работы проверять точность измерений по контрольным образцам / мерам толщины покрытий.

Для повышения точности измерений необходимо провести предварительно не менее 3-5 измерений в разных точках образца или меры и найти среднее значение показаний. В дальнейшем найти такую точку на образце, значение показаний на которой будет максимально приближено к среднему значению, и провести калибровку.

Калибровка наиболее результативна при проведении измерений на близких по свойствам марках металлов оснований и в узком диапазоне измерений.

Калибровку прибора можно проводить следующими способами:

- калибровка нуля;
- калибровка по 4-м точкам (может проводится на одном или нескольких калибровочных образцах / мерах толщины покрытий;
- калибровка на поверхности, прошедшей пескоструйную обработку;
- восстановление заводской калибровки – сброс всех настроек и калибровок пользователя.

7.6.2.1. **Нулевая калибровка.**

Для достижения максимальной точности измерений рекомендуется производить калибровку прибора на основании измеряемого изделия. Нулевую тестовую пластину из комплектации толщиномера использовать только в том случае, если использование объекта контроля в качестве основания не представляется возможным.

Шаг 1.	Проведите измерение на основании, на дисплее отобразится некое значение, напр. «**X.X mk**»
Шаг 2.	Длительно (более 1 с) нажмите клавишу НОЛЬ, прозвучит двойной звуковой сигнал, в нижней части дисплея отобразится и начнёт мигать надпись «**ZERO**» - режим нулевой калибровки активирован.
Шаг 3.	Проведите одно или несколько измерений на основании, на дисплее должно отобразиться значение «0.0 mk» (любое случайное некорректное измерение вы всегда можете удалить, нажав клавишу ▲). Несколько измерений позволяет получить более точную нулевую калибровку и повысить точность измерений.
Шаг 4.	Длительно (более 1 с) нажмите клавишу НОЛЬ, прозвучит двойной звуковой сигнал, в нижней части дисплея исчезнет надпись «**ZERO**» - нулевая калибровка закончена, можно переходить к измерениям.
*	Для удаления из памяти прибора данных предыдущей калибровки войдите в Основное меню – Калибровка – Калибровка нуля – Чёрные металлы очистка / Цветные металлы очистка, либо проведите новую нулевую калибровку начиная с Шага 1.

7.6.2.2. **Калибровка по 4-м точкам**

С использованием 1-го калибровочного образца / меры толщины покрытий – применяется для проведения высокоточных измерений и при контроле изделий малых размеров.	
Шаг 1.	Проведите нулевую калибровку (п.7.6.2.1.)
Шаг 2.	Выберите калибровочный образец / меру толщины покрытия (плёнку из пластика, блок из полистирола, пластину из металла) с номинальным значением толщины, максимально приближенным к предполагаемому значению толщины покрытия контролируемого изделия. Для входа в режим калибровки нажмите клавишу КАЛ на лицевой панели. Под текущим значением измерения появится строка с надписью «**Калибр.**», а строки ниже, где ранее отображались данные статистики – будут пустыми.
Шаг 3	Проведите измерение толщины на калибровочном образце / мере толщины покрытия в 1-й точке. На экране над надписью «Калибр.» появится некое измеренное значение толщины, напр. «241 mk», при этом номинальное значение меры толщины иное, напр. «236 mk».
Шаг 4	При помощи клавиш ВНИЗ ▼ или ВВЕРХ ▲ откорректируйте отображаемое на экране измеренное значение толщины («241 mk») до номинального значения меры толщины («236 mk»). После нажатия любой из клавиш ▼ или ▲ под надписью «**Калибр.**» появиться строчка Pt1 (Точка 1) и в ней мигающее значение– дубликат отображаемого текущего измеренного значения толщины. Когда значение толщины покрытия на экране совпадёт с номинальным значением на мере толщины покрытия (в нашем примере это «236 mk»), то нажмите ЛЕВУЮ клавишу как подтверждение – дублирующее значение перестанет мигать и будет записано в память прибора в калибровочной строчке Pt1 (Точка 1).
Шаг 5	Проведите измерение толщины в другом месте калибровочного образца / меры толщины – во 2-й точке, затем клавишами ▼ или ▲ добейтесь совпадения значения толщины покрытия на экране с номинальным значением на мере толщины покрытия (в нашем примере это «236 mk») и нажмите ЛЕВУЮ клавишу как подтверждение – дублирующее значение перестанет мигать и будет записано в память прибора в калибровочной строчке Pt2 (Точка 2).
Шаг 6	Повторите шаг 5 для калибровки в Точке 3 и Точке 4. Нажмите клавишу КАЛ на лицевой панели для выхода из режима калибровки.
*	Для просмотра сохранённых в памяти прибора калибровочных значений по 4-м точкам нажмите клавишу КАЛ – значения всех 4-х точек отобразятся на экране. Для выхода из просмотра и возвращения в режим измерения снова нажмите клавишу КАЛ. Для проведения новой калибровки по 4-м точкам сначала необходимо удалить из памяти прибора данные предыдущей калибровки – войдите в Основное меню – Калибровка – Калибровка точек – Чёрные металлы очистка / Цветные металлы очистка. Для входа в режим калибровки вместо нажатия клавиши КАЛ на лицевой панели можно использовать вход в Основное меню – Калибровка – Калибровка точек – Активировать / Деактивировать Если на каком либо из Шагов 3…6 измеренное значение толщины на экране совпадёт с номинальным значением меры толщины (в нашем примере это «236 mk» будет и на экране и на мере толщины), то для записи его в память прибора надо сперва нажать поочерёдно клавиши ▼ , затем ▲ и в конце ЛЕВУЮ клавишу как подтверждение – дублирующее значение перестанет мигать и будет записано в память прибора в соответствующей калибровочной строчке Pt1 / Pt2 / Pt3 / Pt4.
С использованием 4-х калибровочных образцов / мер толщины покрытий – применяется для проведения высокоточных измерений, когда толщина измеряемого покрытия находится между диапазонами номинальных	

значений имеющихся в наличии калибровочных образцов / мер толщины покрытий, а также при измерении шероховатых поверхностей, подвергнутых пескоструйной обработке. Толщина двух соседних образцов должна отличаться мин. в 1,5 раза.	
*	Шаги калибровки аналогичны режиму калибровки с 1-м калибровочным образцом / мерой толщины покрытия, однако 4 измерения производятся не на 1-м образце, а на 4-х разных образцах / мерах. При этом процесс калибровки надо начинать с самого тонкого образца, а заканчивать на самом толстом.

7.6.2.3. **Калибровка на поверхности, подвергнутой пескоструйной обработке**

Свойства поверхностей, подвергнутых пескоструйной обработке, часто приводят к существенным отличиям полученных прибором измеренных значений от реальных значений толщины покрытия. Для нивелирования этого эффекта рекомендуются следующие способы измерения таких поверхностей:

Способ 1.	
Шаг 1.	Проведите нулевую калибровку (п.7.2.1.) на гладкой поверхности с радиусом кривизны одинаковой с кривизной основания контролируемого изделия.
Шаг 2.	Проведите 10 измерений на поверхности без покрытия, которая была подвергнута пескоструйной обработке. На экране высветится среднее значение, обозначим его как «**Mo**»
Шаг 3.	Проведите 10 измерений на подвергнутой пескоструйной обработке поверхности с покрытием. На экране высветится среднее значение, обозначим его как «**Mm**»
Шаг 4.	Рассчитайте толщину покрытия как **H=(Mm-Mo)+S**, где S (стандартное отклонение) – наибольшее из SMm и SMo
Способ 2.	
Шаг 1.	Проведите калибровку прибора на поверхности с пескоструйной обработкой аналогично шагам калибровки **с использованием 1-го калибровочного образца / меры толщины покрытий** (п.7.2.2.)
Шаг 2.	Проведите 10 измерений на подвергнутой пескоструйной обработке поверхности с покрытием. На экране высветиться среднее значение – оно и будет являться толщиной покрытия.

7.6.2.4. **Восстановление заводской калибровки.**

Для сброса всех настроек калибровок пользователя и возврата прибора к заводской калибровке выполните действия согласно п.5.3.4. Заводская калибровка проводится на мерах толщины из чёрных и цветных металлов с гладкими и ровными поверхностями, записывается в постоянную память ROM прибора как базовая калибровка и не может быть изменена или удалена пользователем.

Важно:

- процедуру калибровки необходимо производить каждый раз при смене преобразователя / изменении температуры окружающей среды / после продолжительного простоя толщиномера;
- температура окружающей среды и калибровочных образцов / мер толщины покрытий должны быть идентичны температуре окружающей среди и контролируемых изделий;
- группы в постоянной памяти независимы друг от друга, т.о. КАЛИБРОВКА датчика, установка и срабатывание сигнализации ПРЕДЕЛОВ ИЗМЕРЕНИЙ (верхнего и нижнего порогов) для каждой из групп производится отдельно и независимо от значений, установленных в других группах. Данный режим востребован при необходимости проведения нескольких групп измерений, основанных на различных калибровочных и пороговых значениях.
- при проведении точных измерений на различных материалах при различных условиях, чем ближе калибровочный образец / мера толщины покрытий к объекту измерений, тем точнее измерения. В идеальный набор калибровочных образцов должны входить контрольные образцы с различной толщиной поверхности, выполненные из материалов, аналогичных материалам в контролируемом изделии. Для обеспечения высоких требований по точности измерений набор калибровочных образцов / мер толщины покрытий имеет очень большое значение. В большинстве случаев удовлетворительную точность измерений можно получить с одним калибровочным образцом, аналогичным объекту контроля по материалу и толщине основания и покрытия. При калибровке прибора на одном материале и последующем использовании его для проведения измерений на другом материале результаты измерений могут быть ошибочными. Пожалуйста, будьте внимательны.

7.7. Уход, обслуживание, транспортирование, хранение и утилизация.

7.7.1. **Калибровочные образцы / меры толщины покрытий.**

Калибровочные образцы / меры толщины покрытия являются важным средством измерения, обеспечивающим точность работы прибора после калибровки. Пожалуйста, оберегайте их и примите меры от повреждений поверхности – царапин, изломов, выбоин и т. п.

7.7.2. **Очистка корпуса прибора.**

Спирт и растворители разъедают корпус прибора, особенно жидкокристаллический дисплей. Поэтому для очистки прибора можно использовать только чистую воду.

7.7.3. **Защита датчика.**

Поверхность датчика легко царапается грубой поверхностью. Поэтому в ходе работы, пожалуйста, не прижимайте датчик к поверхности объекта с чрезмерным усилием. При измерениях на грубой поверхности, пожалуйста, сведите к минимуму царапанье рабочей поверхности преобразователя.

Когда измерения проводятся при нормальной температуре, температура поверхности объекта измерения не должна превышать 60°C, в противном случае преобразователь использовать нельзя.

Масло и грязь приводят к старению и растрескиванию кабеля преобразователя, так что, пожалуйста, после работы удаляйте с кабеля грязь.

7.7.4. **Замена батареек.**

Когда сработает сигнализация падения напряжения, пожалуйста, вовремя замените батарейки: выключите прибор, откройте отделение для батареек, выньте старые батарейки, вставьте новые батарейки. Пожалуйста, обращайте внимание на полярность батареек. Если прибор не будет использоваться длительное время, пожалуйста, выньте батарейки, чтобы избежать их протечек и коррозии в отсеке для батареек и контактов.

7.7.5. **Воздействие внешней среды.**

Воздействие влаги и удары необходимо полностью исключить.

7.7.6. **Обслуживание.**

Если ошибка измерений слишком большая, обратитесь к главам 7.6. и 7.5. Если Вы столкнулись с проблемами, перечисленными ниже, пожалуйста, свяжитесь с нами:

- часть прибора повреждена и проводить измерения невозможно;
- жидкокристаллический дисплей не работает должным образом;
- при работе в нормальных условиях ошибка измерений слишком велика;
- клавиатура не работает или работает с нарушениями.

Поскольку прибор является высокотехнологичной продукцией, его обслуживание должен проводить профессионально подготовленный персонал. Пользователь не должен сам разбирать и чинить прибор.

7.7.7. **Транспортирование.**

Транспортирование и хранение толщиномера осуществляют упакованным в специальную тару или кейс, входящими в комплект поставки.

Транспортирование толщиномера может осуществляться любым видом транспорта, предохраняющим от непосредственного воздействия осадков, при температуре окружающей среды от -20…+70 ^{0}C (ГОСТ 12997 п. 2.24). При транспортировании допускается дополнительная упаковка толщиномера в полиэтиленовый мешок, картонную коробку или ящик, предохраняющие от внешнего загрязнения и повреждения.

Толщиномеры не подлежат формированию в транспортные пакеты.

7.7.8. **Хранение.**

При эксплуатации и хранении прибора избегайте падений, интенсивной вибрации, тяжёлой пыли, воды и высокой влажности, жировых и масляных пятен, сильных электромагнитных полей.

7.7.9. **Утилизация.**

Изделие не содержит в своём составе опасных и ядовитых веществ, способных нанести вред здоровью человека или окружающей среде и не представляет опасности для жизни, здоровья людей и окружающей среды по окончании срока службы. В этой связи утилизация изделия может производиться по правилам утилизации общепромышленных отходов.