[**www.pce-group-europe.com**](http://www.pce-group-europe.com)





**Руководство пользователя**

**Толщиномер слоя**

**PCE-CT 60**

**Введение.**

Толщиномер PCE CT 60 в своей работе использует два принципа действия: магнитный и вихретоковый. Выбор методики выполняется автоматически, в зависимости от материала подложки (сталь/немагнитные металлы)

**Общее описание и спецификация**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Технические характеристики** | | |
| Материал | Сталь / Железо | Немагнитные металлы |
| Принцип действия | магнитная индукция | вихретоковый |
| Диапазон измерений | 0 ... 1250 µm | 0 ... 1250 µm |
| Точность | 0 ... 850 µm  ± 3 % 1 µm 850 ... 1250 µm ± 5 % | 0 ... 850 µm  ± 3 % 1,5 µm 850 ... 1250 µm ± 5 % |
| Минимальная площадь измерения | Ø 7 мм | Ø 5 мм |
| Минимальный радиус изгиба подложки/образца | 1,5 мм | 3 мм |
| Толщина подложки | 0,5 мм | 0,3 мм |
| Режим измерения | отдельные измерения или сканирование | |
| Функции | сигнализация, подсветка дисплея, автоматическое отключение питания, максимальное значение, минимальное значение, среднее значение, калибровка | |
| Интрефейс | USB | |
| Условия эксплуатации | 0 ... +40 °C / 20 ... 90 % r.F. | |
| Питание | 2 x 1,5 В, две батареи типа AAA | |
| Габариты | 110 x 50 x 23 мм | |
| Вес | 100 в комплекте с батареями | |

**Описание прибора**

**Функции**

Измеряемые покрытия: немагнитные покрытия (гальванические покрытия, краски, лаки) на стали; изолирующие покрытия (краски) на немогнитных подложках (медь, латунь)

Простота работы

Два режима измерения: CONTINUE (сканирование) и SINGLE (отдельные измерения)

Два режима работы: DIRECT и GROUP (4 группы)

Статистическая функция: AVG (среднее значение), MAX (максимальное значение), MIN (минимальное значение), S.DEV (стандартное отклонение)

Калибровка по одной или двум точкам

Установка нуля

Память на 320 значений

Простое удаление отдельных значений или всех групп значений

Сигнализация при превышении заданных пороговых значений

Индикация низкого заряда батареи

Автоматическое отключение питания

**Органы управления**

****

1. Сенсор
2. Кнопка включения
3. Кнопка установки нуля
4. Кнопка перемещения (вниз/вправо)
5. Кнопка функций ESC/NO BACK или кнопка включения/выключения подсветки
6. Основное значение на дисплее
7. Единицы измерения
8. NFe. Значения, полученные на немагнитных подложках
9. FE. Значения, полученные на магнитных подложках
10. Индикатор подключения к компьютеру
11. Порт USB
12. Индикатор заряда
13. Индикатор режима работы: DIRECT или GROUP
14. Индикатор статистической функции: AVG, MAX, MIN, S.DEV
15. Порядковый номер полученного значения
16. Кнопка OK/YES/MENU/SELCT
17. Кнопка перемещения (вверх/влево)

**Эксплуатация прибора**

**Меню и настройка**

Нажмите кнопку включения прибора. Прибор перейдет в режим измерения. Нажмите кнопку 16, чтобы перейти в меню.

ВНИМАНИЕ! Внимательно ознакомьтесь с меню, чтобы упростить и ускорить дальнейшую работу с прибором.

Базовые настройки

Нажмите кнопку 16 и выберите одну из следующих функций: OK/JA/MENU/Auswahl (ок/да/меню/выбор)

Нажмите кнопку 5 ESC/NO/BACK для следующих действий: ESC/NEIN/ZURÜCK (ESC/нет/назад)

Используйте кнопки перехода вверх/вниз для выбора отдельных элементов

**Режим измерения**

Сканирование: режим сканирования поверхности без отрыва сенсора. Преимущество этого режима заключается в возможности обнаружения дефектов на большой поверхности, а также в уменьшении времени измерения. Результат измерения выводится на дисплея без звукового сигнала, обозначающего окончание измерения.

Режим отдельных измерений: измерение выполняется только в одно точке при установке прибора на объект. Завершение измерения обозначается звуковым сигналом. Преимущество данного режима заключается в более высокой точности измерения, а также в том, что исследуемая поверхность не повреждается.

**Используемые сенсоры**

Сенсор прибора может работать в трех режимах:

AUTO: сенсор автоматически выбирает оптимальный режим работы, определяет тип материала подложки.

FE: сенсор работает только в магнитном режиме

No-FE: сенсор работает только в режиме для немагнитной подложки (вихретоковый метод)

**Единицы измерения**

Вы можете выбрать единицы измерения метрической (мкм или мм) или классической ( американской) системы измерения (mils). В режиме метрической системы измерения прибор автоматически переключит единицы измерения на мм при превышении значения толщины в 850 мкм.

**Сброс настроек**

«Сброс» позволяет удалить все сделанные настройки и сохраненные результаты. Для выполнения сброса:

1. Выключите прибор
2. Нажмите одновременно кнопку ZERO+Включение
3. На дисплее появится сообщение sure to reset (выполнить сброс?) Нажмите кнопку 16, если хотите подтвердить сброс или кнопку 5, если хотите отменить сброс настроек
4. Прибор автоматически перезапустится

**Подсветка дисплея**

Вы можете включить или выключить подсветку дисплея кнопкой 16

**Статистика**

В меню вы можете выбрать несколько статистических функций: минимальное, максимальное, среднее значение, а также стандартное отклонение. Выбранное значение будет показано на дисплее в нижнем правом углу. Слева будет показан порядковый номер ячейки памяти, где сохранено полученное значение. С помощью функции просмотра результатов (statistic view) вы можете просмотреть все полученные значения.

**Просмотр результатов**

Функция меню measurement view позволяет вам просмотреть все полученные и сохраненные результаты.

**Автоматическое отключение**

Прибор автоматически выключится через 3 минуты бездействия.

**Питание**

Нажмите кнопку включения прибора для контроля уровня заряда батареи:

На дисплее не появился значок батареи: уровень заряда в норме

На дисплее появился значок батареи: Это означает, что уровень заряда крайне низкий, в этом случае прибор выключится через 1 сек. Выполнять измерения при низком заряде батареи нельзя – результат измерений будет неточен.

**Измерение в режиме DIRECT и GROUP**

Прибор поддерживает два режима работы: прямое измерение и измерение группами. Режим групп позволяет объединять значения в 1-4 группы.

Режим прямого измерения: самый простой, быстрый и точный метод. В нем возможна индивидуальная калибровка и настройка прибора. Каждое отдельное измерение выводится на дисплей и сохраняется до выполнения следующего. В данном режиме также доступны статистические измерения. После того, как память прибора будет заполнена, новые результаты записываются поверх старых (максимум 80 значений). Текущее полученное значение сохраняется только до тех пор, пока не выполнен новый замер или не активирована функция **GROUP**

В режиме измерения группами значений вы можете сохранить до 80 значений и 5 результатов статистических расчетов. Для каждой группы можно установить индивидуальные значения калибровки и установки нуля. При заполнении памяти дальнейшая запись будет невозможна. При необходимости вы можете удалить группы данных и все индивидуальные настройки для каждой группы.

В меню вы можете выбрать функции DIRECT и GROUP.

**Внимание**: для работы в режиме GROUP,например для проведения калибровки или записи значений, необходимо дождаться появления ан дисплее символа GROX. Если этого не произошло, необходимо выполнить переход в режим повторно.

Если держать прибор на весу и одновременно нажать кнопку включения прибора, прибор автоматически перейдет в режим DIRECT. На дисплее будет последнее показано значение.

Если держать прибор на весу и одновременное нажать кнопку , прибор включится в режиме DIRECT. На дисплее будет показано последнее полученное значение.

**6 Калибровка и измерение**

**6.1 Общие указания по калибровке**

**6.1.1 Методы калибровки**

Доступны 4 методики калибровки:

 Нормальная калибровка: для измерений на гладкой поверхности. Провести калибровку можно либо на эталоне, входящем в комплект поставки, либо на ровной гладкой поверхности, схожем по составу материала и площади эталонному образцу.

 Установка нуля: рекомендуется если отклонение превышает установленную погрешность для данного типа сенсора (± 3% от полученного значения)

 Калибровка по одной точке (калибровка только по одному образцу): рекомендуется в том случае, если ожидаемые значения превышают допустимую погрешность ±1%...3% от полученного значения

 Калибровка по двум точкам (калибровка по двум эталонам):

A) рекомендуется для измерений на объектах с шероховатой поверхностью

B) рекомендуется для повышения точности измерения на гладких поверхностях

**6.1.2 Сохранение результатов калибровки**

Если прибор был откалиброван пользователем для особых условий применения, то вы можете сохранить результаты его настройки.

.

ВАЖНО: Калибровку необходимо провести если:

 получено неверное значение

 дана неверная команда

 прибор выключился

**6.1.3 Пример калибровки**

Качественная калибровка является основой для обеспечения точных результатов измерения. Чем ближе эталон, используемый для калибровки, к измеряемому объекту по характеристикам, тем точнее будет результат калибровки прибора.

Например:

Исследуемый объект представляет собой стальной цилиндр, качество ST37, диаметр 6 мм

Эталон без покрытия должен таким же цилиндром схожим по характеристикам и аналогичного диаметра. Эталон и объект измерения должны соответствовать по следующим параметрам:

 Радиус кривизны

 характеристики материала

 Толщина материала

 Размер поверхности

 Точка калибровки на эталоне должна совпадать с точкой на объекте измерения, особенно, что касается сложных форм: углов или окантовки небольших объектов.

**6.1.4 Высокоточная калибровка**

Для проведения такой калибровки необходимо выполнить стандартную калибровку не менее 10 раз. При этом результаты калибровки должны быть стабильными. Также как и установка нуля, а также калибровка по эталонам. При многократном повторении калибровки прибор рассчитает среднее значение для калибровочных величин. Более подробное описание процедуры вы найдете в главе 6.2. Высокоточная калибровка особенно необходима на неровных поверхностях.

**6.1.5 Очистка поверхности**

Перед проведение калибровки необходимо очистить поверхность и сенсор от любых возможных загрязнений: жиров, масел, пули. Малейшее загрязнение может стать причинно очень существенной ошибки.

**6.2 Специальные требования к калибровке**

Базовая калибровка, сохраненная в памяти прибора, может быть использована только на гладких полированных поверхностях (например, на стали или алюминии).

В главном меню вы можете активировать режим калибровки (Menu ->Calibration ->Enable). На дисплее появится сообщение „Cal n (или 1~2) Zero n(или y)“. Символ n означает, что калибровка не выполнена. Символ „y“ означает, что выполнена установка нуля. Символ „Cal 1~2“ означает, что выполнена калибровка по одной или двум точкам. После того, как вы завершили калибровку, мы рекомендуем вам выключить в главном меню режим калибровки.

Подготовка к проведению калибровки:

 Включите прибор (держите его на расстоянии не менее 10 см от любого металла)

 Подготовьте калибровочный образец

 Настройка рабочего режима: выберите режим работы – отдельные измерения или сканирование

**6.2.1 Установка нуля (калибровка должна быть деактивирована)**

 Установите сенсор на образце без покрытия строго вертикально

 На дисплее будет показано значение <x.xμm>. Прибор имеет два режима работы, сканирование и отдельные измерении (более подробно об этом вы могли прочитать ранее). Теперь быстро удалите зонд с поверхности образца (держите прибор на удалении от любого металла)

 Нажмите кнопку „ZERO“ и удерживайте ее 1,5 сек. На дисплее будет показано значение 0.0μm. Установка нуля завершена

 Повторите процедуру несколько раз. Прибор автоматически сохранит среднюю величину отклонения по нескольким процедурам калибровки.

**ВНИМАНИЕ: Вы можете удалить старую установку нуля в меню перед началом новой процедуры. Прибор рассчитывает среднее значение основываясь на 5 предыдущих результатах калибровки. Если было выполнено более 5 калибровок то новое значение сохраняется автоматически. Мы рекомендуем провести установку нуля перед началом работы.**

**6.2.2 Калибровка по одной точке**

Данная методика обеспечивает высокую точность измерений на небольших участках поверхности, при проведении измерений на стальной подложке.

 Установка нуля выполняется в соответствии с описанной процедурой в главе 6.2.1

 Установите эталон на металлической подложке, установите прибор на эталоне, удалите прибор только после того, как значение на дисплее стабилизируется. Нажмите кнопку HOCH (UP) или RUNTER (DOWN), чтобы скорректировать полученное значение. Полученный результат долже максимально соответствовать толщине эталона.

 Повторите процедуру несколько раз.

 Теперь проведите измерение, уберите прибор с поверхности после стабилизации показаний.

 Вам может понадобится удалить результат калибровки, например если было неверно введено значение толщины эталона. Для этого выполните следующие шаги: MENU->delete (удалить)->delete group data (удалить группы данных)

ВНИМАНИЕ!: при выборе данной строчки меню будут удалены все ранее полученные результаты и настройки. Сохранится только значение установки нуля.

**УКАЗНИЕ:** Приборрассчитывает среднее значение основываясь на 5 последних результатах. При проведении калибровки более 5 раз подряд, старое значение будет удалено автоматически.

 Нажмите кнопку (5), чтобы выйти из режима текущей калибровки.

 Нажмите кнопку ZERO, чтобы применить полученные результаты калибровки. Калибровка прибора возможна даже во время проведения измерений. Старые результаты калибровки при этом будут заменены на новые. Установка нуля останется неизменной.

**6.2.3 Калибровка по двум точкам**

 Для данной калибровки прибор должен быть переведен в режим отдельных измерений. Для данной методики калибровки вам необходимы два эталона. Эталоны должны отличаться друг от друга по толщине не менее чем в 1,5 раза.

 Оптимальный результат – полученное значение укладывается в допустимый порог отклонения значения, указанный на эталоне.

 данная методика калибровки наилучшим образом подходит для блестящей шероховатой поверхности. Рекомендуется провести процедуру несколько раз для получения среднего значения.

Эталоны могут быть использованы в любой последовательности.

 Установку нуля выполните в соответствии с главой 6.2.1

 Калибровку по одной точке в соответствии с главой 6.2.2

 Повторите шаг 2

 Выполните измерение

**ВНИМАНИЕ:**

 Приложите сенсор к поверхности несколько раз

 Толщина эталона и полученный результат измерения должны максимально совпадать

 Калибровка прибора возможна даже во время проведения измерений. Старые результаты калибровки при этом будут заменены на новые. Установка нуля останется неизменной.

**6.2.4 Блестящие поверхности**

Исходя из физических особенностей блестящих поверхностей, исходя из их высокой излучательной способности, предполагается их особое влияние на результаты измерений. Среднее значение der Schichtdicken über die Spitzen kann wie folgt ermittelt werden:

Метод A:

 Выполните калибровку прибора как описано в главе 6.2.2 или 6.2.3. Используйте подложку, схожую по характеристикам с будущим объектом измерения.

 Выполните не менее 10 измерений на чистой блестящей поверхности (без покрытия), для определения среднего значения Xo.

 Затем выполните не менее 10 измерений на поверхности с покрытием, для получения среднего значения Xm.

 Разница между этими значениями есть среднее толщина слоя Xeff в точках максимума. Максимальное отклонение s обеих величин Xo и Xm используется в формуле: Xeff = (Xm-Xo) ± s

Метод B:

 Выполните установку нуля 10 раз подряд на блестящей поверхности без покрытия. Выполните калибровку с использованием эталонов на чистой подложке (без покрытия). Набор эталонов должен состоять из нескольких образцов с максимальной толщиной не более 50 микрон.

 Полученная величина выводится на дисплей. Необходимо сделать от 5 до 10 измерений. При этом необходимо использовать статистические функции.

Метод C:

Этот метод также обеспечивает достоверные показания. Выполните калибровку по двум точкам, как описано в главе 6.2.3. Чтобы максимально приблизиться к физическим особенностям поверхности можно использовать сразу несколько эталонов общей толщиной 50 μm. Среднее значение будет получено по результатам от 5 до 10 измерений. При этом необходимо использовать статистическую функцию.

**ВНИМАНИЕ: При толщине слоя** более 300μm влияние свойств поверхности пренебрежительно мало и ранее описанные методики применять для работы с такими поверхностями не требуется

**6.3 Общие указания по проведению измерения**

После того, как вы завершили калибровку, все дальнейшие измерения будут гарантированно находиться в указанном диапазоне точности для данного прибора.

Влияние на точность могут однако оказать сильные электромагнитные поля. Если вы используете статистическую функцию, рекомендуется устанавливать сенсор в разны точках исследуемой поверхности. Тогда можно сразу выявить возникающие ошибки и удалить их.

Окончательное значение будет получено из статистического расчета и будет соответствоать заявленной точности измерения.

 Толщина слоя: D = X ± s ± μ

Например:

Получены результаты: 150μm, 156μm, 153μm

Среднее значение: X = 153μm

Стандартное отклонение: s = ±3μm

Точность измерения: μ = ±(1% от значения + 1μm)

D = 153 ± 3 ± (1,53μm+1μm) = 153 ± 5,5μm

**7 Функция предельных значений**

* Предельные значения можно задать в режиме DIRECT или для отдельной группы в режиме GROUP, например во время и после проведения измерения.
* Каждое значение, выходящее за пределы заданных границ, распознается программой и прибор подает сигнал: на дисплее появляется символ H – значение больше заданного порога, либо сообщение L: значение меньше заданного порога

Функция установки предельных значений доступна в главном меню

**8 Статистические измерения**

Прибор рассчитывает статистические значения из 80 полученных значений (GRO1 ~GRO4: в общей сложности можно сохранить 400). В режиме DIRECT сохранение значений невозможно, но статистическая функция, тем не менее, будет вам доступна. При этом если вы выключите прибор или измените режим работы все полученные статистические величины режима DIRECT будут потеряны.

Могут быть доступны следующие величины:

NO.: Номер значения в рабочем режиме

AVG: Среднее значение

Sdev: Стандартное отклонение

MAX: Максимальное значение

MIN: Минимальное значение

**8.1 Статистические элементы**

Среднее значение ( Х)

Сумма полученных значений деленная количество выполненных измерений.



Стандартное отклонение (Sdev)

Стандартное отклонение это статистическая величина, характеризующая отклонение значения от рассчитанного среднего значения за период измерения. Стандартное отклонение увеличивается вместе с увеличением разброса значений. Стандартное отклонение есть квадратный корень из дисперсии S².

Дисперсия есть квадрат стандартного отклонения. Она рассчитывается из квадратов отклонений значений в списке средних значений деленное на количество значений минус 1.

Дисперсия: 

Стандартное отклонение: 

ВАЖНО: удаление неверных значений необходимо выполнить немедленно после проведения измерения, в противном случае некорректные значения будут учтены в расчете статистических величин.

**8.2 Превышение емкости памяти**

 В режиме GROUP при превышении емкости памяти статистические функции больше обновляться не будут, тем не менее измерения можно продолжать. На дисплее будет показано сообщение „FULL“, что означает – память заполнена.

 В режиме DIRECT запись новых значений идет поверх старых, при этом в первую очередь удаляются наиболее старые результаты измерений.

**9 Удаление**

В меню вам доступны следующие функции:

* Удаление актуальных данных: Wenn вы можете удалить последнее полученное значение. Одновременно будут обновлены статистические значения
* Удаление всех данных: Эта функция позволяет удалить все статистические значения и результаты измерений
* Удаление групп данных: данная функция позволяет удалить абсолютно все значения, полученные в ходе эксплуатации. Также будут удалены значения HIGH-Alarm, LOW-Alarm и значения калибровки.

**10 Ошибки**

Коды ошибок:

Err1, Err2, Err3: сенсор подключен неправильно, слабы сигнал

Err1: Вихретоковый сенсор

Err2: магнитный индукционный сенсор

Err3: оба сенсора

Err4, Err5, Err6: резерв

Err7: ошибка толщины слоя

**11 Обслуживание и очистка**

**11.1 Замена батареи**

При появлении на дисплее символа заряда батареи необходимо провести ее замену. Для этого откройте батарейный отсек, удалите старые элементы и замените их на новые, проверьте полярность, а затем закройте батарейный отсек,

**11.2 Очистка**

Очистите прибор выполняется влажно хлопчатобумажной салфеткой. Не используйте агрессивные чистящие средства для очистки прибора!