OLYMPUS

27MG
Ультразвуковой толщиномер
Руководство по эксплуатации

DMTA-10043-01RU — Версия B
Август 2016

Данное руководство по эксплуатации содержит важную информацию по безопасному и эффективному использованию изделия Olympus. Перед использованием прибора внимательно ознакомьтесь с руководством и используйте прибор только в соответствии с изложенными инструкциями.

Храните руководство по эксплуатации в надежном и легкодоступном месте.

Olympus Scientific Solutions Americas, 48 Woerd Avenue, Waltham, MA 02453, USA

© 2016 Olympus. Все права защищены. Ни одна часть этого издания не может быть воспроизведена, переведена или распространена без особого на то письменного разрешения Olympus.

Первое издание на английском языке: *27MG—Ultrasonic Thickness Gage: User's Manual* (DMTA-10043-01EN – Rev. B, April 2016)
Copyright © 2013, 2016 by Olympus.

При написании и переводе данного документа особое внимание было уделено обеспечению точности содержащейся в нем информации и соответствию этой информации версии изделия, изготовленного до даты, указанной на титульном листе. Однако, если впоследствии в прибор были внесены модификации, в данном руководстве они не отражены.

Информация, приведенная в данном руководстве, может быть изменена без предварительного уведомления.

Номер изделия: DMTA-10043-01RU
Версия B
Август 2016

Отпечатано в США

Названия продуктов являются товарными знаками или зарегистрированными торговыми марками соответствующих компаний.

Содержание

Список сокращений vii

Маркировка 1

Важная информация. Ознакомьтесь перед использованием оборудования. 5

Назначение 5
Руководство по эксплуатации 5
Совместимость прибора 6
Ремонт и модификации 6
Знаки безопасности 6
Сигнальные слова 7
Примечания и предупреждения 8
Общие предупреждения 8
Утилизация батарей 9
Утилизация оборудования 10
CE (Директивы Европейского сообщества) 10
Директива WEEE 10
Директива RoHS (Китай) 11
Корейская комиссия по связи (KCC) 11
Директива об электромагнитной совместимости (ЭМС). 11
Соответствие нормам FCC (США) 12
Соответствие ICES-001 (Канада) 12
Информация о гарантии 12
Техническая поддержка 13

1. Описание прибора 15

1.1 Описание изделия 15
1.2 Защита от воздействия окружающей среды 16

1.3 Компоненты приборной части 17
1.4 Разъемы 17
1.5 Функции клавиатуры 18

2. Источники питания для 27MG 23
2.1 Индикатор питания 23
2.2 Батареи 24
2.2.1 Время работы батарей 24
2.2.2 Уровень заряда батареи и хранение батареи 24
2.2.3 Замена батареи 24

3. Программные элементы пользовательского интерфейса 29
3.1 Экран измерений 29
3.2 Экраны параметров 30

4. Начальные установки прибора 33

5. Стандартное калибровочное измерение 37
5.1 Введение 37
5.2 Компенсация нуля преобразователя 38
5.3 Калибровка нуля и скорости звука в материале 38
5.4 Калибровка скорости звука в материале 40
5.4.1 Если скорость звука в материале неизвестна 40
5.4.2 Если скорость звука в материале известна 41
5.5 Калибровка нуля 42

6. Измерения 43

7. Дополнительные функции толщиномера 27MG 45
7.1 Настройка подсветки 46
7.2 Активация режима Стоп-кадр 47
7.3 Настройка усиления 47
7.4 Оптимизация чувствительности усиления материала 47
7.5 Восстановление значения усиления по умолчанию 49
7.6 Конфигурация настроек измерения 49
7.6.1 Единицы измерения 49
7.6.2 Разрешение изображения 49
7.6.3 Конфигурация режима Мин/Макс 50
7.6.4 Конфигурация режима Hold/Blank (Сохр/Игнор) 51
7.6.5 Конфигурация частоты измерения 51
7.6.6 Активация функции CAL LOCK (Блокировка калибровки) 52

7.7 Конфигурация системных настроек 52
7.7.1 Настройка звукового сигнала 52
7.7.2 Конфигурация параметра Время простоя 53
7.7.3 Конфигурация параметра Radix (разделитель) 53
7.7.4 Изменение режима подсветки 54
7.8 Установка порогов сигнализации (высокий/низкий) 54
7.9 Активация дифференциального режима 55
7.10 Сброс параметров толщиномера 56
7.10.1 Сброс параметров измерения 56
7.10.2 Сброс всех параметров толщиномера 57

8. Технические характеристики 59

9. Теоретическая часть 61

10. Указания по применению 63
10.1 Факторы, влияющие на точность измерений 63
10.2 Выбор преобразователя 65
10.3 Измерение объектов с высокой температурой 67

11. Технический уход и устранение неисправностей 71
11.1 Регулярный уход и техническое обслуживание 71
11.2 Уход за преобразователями 71
11.3 Сообщения об ошибках 72
11.4 Неисправность батарей 72
11.5 Ошибки конфигурации (Do--) 72
11.6 Диагностика проблем в системе измерения 73
11.7 Самодиагностика 74
11.8 Проверка эксплуатационных характеристик прибора 75
11.8.1 Функция КЛАВИШИ 76
11.8.2 ВИДЕО-ТЕСТ 77
11.9 Обслуживание и ремонт 78
11.10 Запасные части и дополнительное оборудование 78

Приложение: Скорость звука 79

Список изображений 83

Список таблиц 85

Алфавитный указатель 87

Список сокращений

DIAG	диагностика
EFUP	период экологически безопасного использования изделия
IP	защита от проникновения пыли и влаги
LOS	потеря сигнала
Макс	максимум
Мин	минимум
NiMH	никель-металлгидридный
PDF	формат переносимого документа
T/R	передача/прием
USB	последовательный интерфейс передачи данных
БД	база данных
ДИФФ.	дифференциальный

Маркировка

Ярлыки с информацией и символы безопасности расположены на приборе в местах, указанных на Рис. i-1 на стр. 1. Символы безопасности описаны в Табл. 1 на стр. 2 и Табл. 2 на стр. 3. Если часть или вся маркировка отсутствует или неразборчива, обратитесь в региональное представительство компании Olympus.

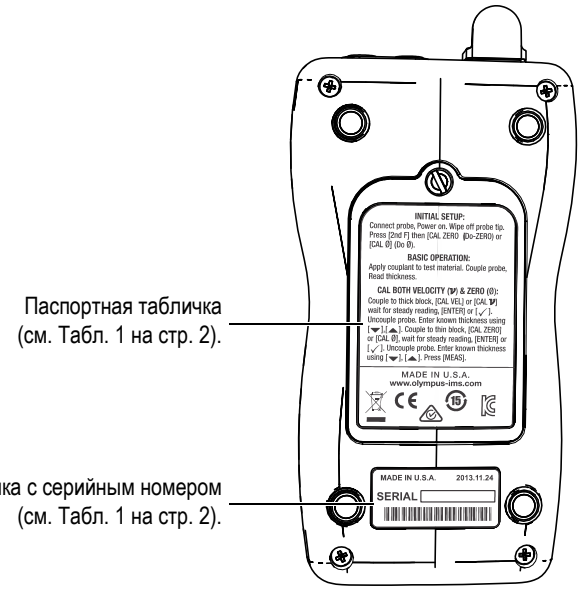


Рис. i-1 Паспортная табличка и серийный номер прибора

Табл. 1 Паспортная табличка



Содержание	
CE	Пометка CE – извещение о соответствии данного изделия всем директивам Европейского Сообщества. Подробности см. в *Заявлении о соответствии*. За дополнительной информацией обращайтесь в региональное представительство компании Olympus.
	Знак соответствия RCM указывает на соответствие изделия всем действующим стандартам и его регистрацию в Управлении по связи и средствам массовой информации Австралии (ACMA) для размещения на австралийском рынке.
	Символ WEEE указывает на недопустимость утилизации оборудования в качестве несортированных бытовых отходов и на необходимость его отдельной обработки.

Табл. 1 Паспортная табличка *(продолжение)*

	Маркировка China RoHS указывает на период экологически безопасного использования изделия (EFUP). Период EFUP определяется количеством лет, на протяжении которых в приборе не будет утечки или химического разложения подконтрольных веществ. Период EFUP для 27MG составляет 15 лет. **Примечание**: Указанный период экологически безопасного использования (EFUP) не следует понимать как период, в течение которого гарантируется функциональность и работоспособность изделия.
	Данный прибор совместим с электромагнитным оборудованием для работы на предприятии (класс A) и вне помещения. Код MSIP для прибора 27MG: MSIP-REM-OYN-27MG

Табл. 2 Наклейка с серийным номером



Содержание	
SERIAL	Серийный номер

ВНИМАНИЕ

Во избежание поражения электрическим током не прикасайтесь к внутренним контактам разъемов приема/передачи (T/R 1 и T/R 2). На внутреннем контакте может присутствовать напряжение до 150 В (см. Рис. i-2 на стр. 4).

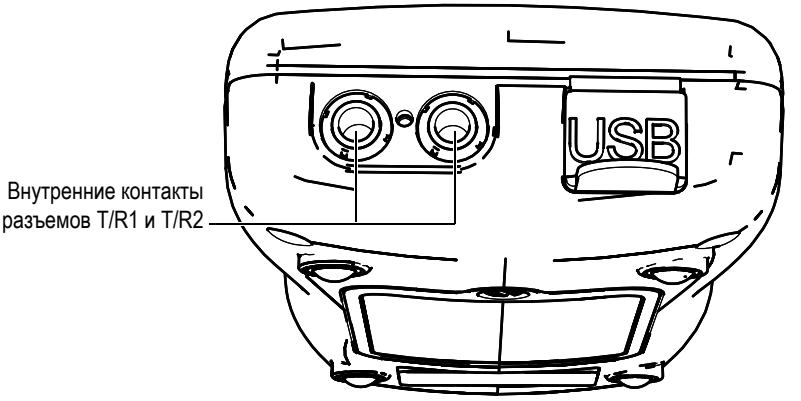


Рис. i-2 Внутренние контакты разъемов T/R1 и T/R2

Важная информация. Ознакомьтесь перед использованием оборудования.

Назначение

27MG предназначен для измерения толщины промышленных материалов методом неразрушающего контроля.

ОСТОРОЖНО

Используйте толщиномер 27MG строго по назначению. Оборудование не может использоваться для обследования или осмотра тел людей или животных.

Руководство по эксплуатации

Данное руководство по эксплуатации содержит важную информацию по безопасному и эффективному использованию изделия Olympus. Перед использованием прибора внимательно ознакомьтесь с данным руководством и используйте прибор только в соответствии с изложенными инструкциями.

Храните руководство по эксплуатации в безопасном и доступном месте.

Совместимость прибора

Для получения подробной информации об использовании дополнительного оборудования и комплектующих обращайтесь в компанию Olympus.

ВНИМАНИЕ

Всегда используйте оборудование и комплектующие, соответствующие техническим характеристикам Olympus. Использование несовместимого оборудования может привести к неисправности и/или поломке прибора.

Ремонт и модификации

27MG не содержит деталей, обслуживаемых пользователем. Неавторизированное самопроизвольное открытие прибора лишает права на использование гарантии.

ВНИМАНИЕ

Во избежание травм и/или повреждения оборудования не пытайтесь разбирать, модифицировать или самостоятельно ремонтировать прибор.

Знаки безопасности

Следующие знаки безопасности могут фигурировать на приборе и в руководстве по эксплуатации:

Общий предупреждающий знак

Этот знак предупреждает пользователя о возможной опасности. Все сообщения о безопасности, следующие за этим знаком, должны быть приняты к сведению во избежание возможных травм.


Знак предупреждения о высоком напряжении

Этот знак предупреждает пользователя о потенциальной опасности поражения током высокого напряжения (свыше 1 000 Вольт). Все сообщения о безопасности, следующие за этим знаком, должны быть приняты к сведению во избежание возможных травм.

Сигнальные слова

Следующие символы безопасности могут фигурировать в сопровождающей прибор документации:


ОПАСНО

Сигнальное слово ОПАСНО указывает на неминуемо опасную ситуацию. Оно обращает ваше внимание на процедуру или операцию, которая может привести к несчастному случаю или смерти при некорректном выполнении действий или при несоблюдении техники безопасности. Прежде чем продолжить работу, вы должны полностью понять смысл приведенных при сигнальном слове ОПАСНО условий и принять необходимые меры безопасности.


ОСТОРОЖНО

Сигнальное слово ОСТОРОЖНО указывает на потенциально опасную ситуацию. Оно обращает ваше внимание на процедуру или операцию, которая может привести к несчастному случаю или смерти при некорректном выполнении действий или при несоблюдении техники безопасности. Прежде чем продолжить работу, вы должны полностью понять смысл знака ОСТОРОЖНО и принять необходимые меры безопасности.


ВНИМАНИЕ

Сигнальное слово ВНИМАНИЕ указывает на потенциально опасную ситуацию. Оно обращает ваше внимание на процедуру или операцию, которые, при некорректном выполнении действий или при несоблюдении техники безопасности, могут привести к травмам легкой или умеренной степени

тяжести, повреждениям оборудования, особенно самого прибора, разрушению части или всего прибора или к потере данных. Прежде чем продолжить работу, вы должны полностью понять смысл знака ВНИМАНИЕ и принять необходимые меры безопасности.

Примечания и предупреждения

Следующие символы безопасности могут фигурировать в сопровождающей прибор документации:

ВАЖНО

Слово ВАЖНО обозначает важную информацию или информацию, необходимую для успешного завершения описываемой задачи.

ПРИМЕЧАНИЕ

Слово ПРИМЕЧАНИЕ обращает ваше внимание на процедуру или операцию, требующую особого внимания. Примечание также служит для выделения связанной с главной темой информации, которая может быть полезна, но не обязательна для выполнения.

СОВЕТ

Слово СОВЕТ обращает ваше внимание на примечание, призванное помочь вам выполнить процедуры, описанные в руководстве, применительно к конкретной задаче, либо содержащее полезную информацию о том, как эффективно использовать возможности прибора.

Общие предупреждения



ОСТОРОЖНО

- Перед включением прибора внимательно ознакомьтесь с инструкциями, приведенными в данном руководстве по эксплуатации.
- Храните руководство по эксплуатации в надежном месте, предусматривающем возможность его использования в дальнейшем.

- Соблюдайте указанные процедуры установки и использования.
- Предупреждающие символы, указанные на самом приборе и в инструкции по его эксплуатации, являются обязательными к исполнению.
- При нецелевом использовании оборудования защитные функции прибора могут быть ослаблены.
- Запрещается устанавливать запасные части или вносить несанкционированные изменения в конструкцию прибора.
- Сервисные инструкции (при их наличии) предназначены для специально обученного персонала. Во избежание риска поражения электрическим током к обслуживанию прибора допускаются только квалифицированные специалисты. В случае возникновения каких-либо проблем или вопросов, относящихся к данному прибору, обратитесь в компанию Olympus или к уполномоченному представителю компании Olympus.
- Во избежание поражения электрическим током не прикасайтесь руками к внутренним проводникам разъемов.
- Во избежание поражения электрическим током и повреждения прибора не допускайте проникновения металлических или других посторонних предметов в основной блок через разъемы или любые другие отверстия.

Утилизация батарей



ВНИМАНИЕ

- Утилизация батарей должна производиться надлежащим образом, в соответствии с местными законами и правилами по ликвидации опасных отходов.
- Во избежание травм не допускайте открытия, раздавливания или прокалывания батарей.
- Не сжигайте батареи. Храните батареи вдали от огня и других источников тепла. Воздействие избыточного тепла (свыше 50 °C) может стать причиной взрыва и повлечь за собой серьезные травмы.
- Не допускайте падения, ударов или другого некорректного обращения с батареями, так как это может привести к вытеканию едкого и взрывоопасного содержимого элементов.

- Не замыкайте клеммы батареи. Короткое замыкание может стать причиной травмы и привести к серьезному повреждению батареи, что сделает ее нефункциональной.
- Предохраняйте батарею от воздействия влаги или дождя.
- Не оставляйте батареи внутри 27MG на время хранения прибора.

Утилизация оборудования

Внимательно ознакомьтесь с местными правилами утилизации электрического и электронного оборудования.

CE (Директивы Европейского сообщества)

Данное устройство соответствует Директиве по электромагнитной совместимости (2004/108/EC) и Директиве по низкому напряжению (2006/95/EC). Маркировка CE указывает на соответствие данного изделия директивам Европейского Сообщества.

Директива WEEE



В соответствии с Директивой ЕС 2002/96/EC об Утилизации отработанного электрического и электронного оборудования (WEEE), данный символ указывает на недопустимость утилизации оборудования в качестве несортированных бытовых отходов и на необходимость его отдельной обработки. Для получения информации о системе возврата и утилизации оборудования в вашей стране обратитесь к местному представителю Olympus.

Директива RoHS (Китай)

Термин China RoHS используется в промышленности для обозначения закона, принятого Министерством промышленности и информатизации Китайской Народной Республики для контроля загрязнения окружающей среды, исходящего от электронной продукции.



Маркировка China RoHS указывает на период экологически безопасного использования изделия (EFUP). Период EFUP определяется количеством лет, на протяжении которых в приборе не будет утечки или химического разложения подконтрольных веществ. Период EFUP для 27MG составляет 15 лет.
Примечание: Указанный период экологически безопасного использования (EFUP) не следует понимать как период, в течение которого гарантируется функциональность и работоспособность изделия.

Корейская комиссия по связи (КСС)

A 급 기기 (업무용 방송통신기자재)

이 기기는 업무용 (A 급) 전자파적합기기로서 판 매자 또는 사용자는 이 점을주의하시기 바라 며 , 가정외의 지역에서 사용하는 것을 목적으로 합니다 .

Директива об электромагнитной совместимости (ЭМС).

Данное оборудование генерирует и использует радиочастотное излучение, поэтому в случае несоблюдения инструкций при установке и эксплуатации оно может вызывать недопустимые помехи радиосвязи. Прибор 27MG протестирован и соответствует ограничениям для цифровых устройств в соответствии с требованиями директивы ЭМС.

Соответствие нормам FCC (США)

This equipment has been tested and found to comply with the limits for a Class A digital device, pursuant to Part 15 of the FCC Rules. These limits are designed to provide reasonable protection against harmful interference when the equipment is operated in a commercial environment. This equipment generates, uses, and can radiate radio frequency energy, and if not installed and used in accordance with the instruction manual, might cause harmful interference to radio communications. Operation of this equipment in a residential area is likely to cause harmful interference, in which case you will be required to correct the interference at your own expense.

Данное оборудование было протестировано и признано соответствующим нормам, установленным для цифровых устройств класса A, согласно Части 15 Правил FCC. Эти ограничения направлены на обеспечение защиты от вредного воздействия, если оборудование эксплуатируется в учреждениях и на производстве. Это оборудование генерирует, использует и может излучать радиочастотную энергию и, при установке и эксплуатации без соответствия руководству по эксплуатации, может создавать вредные помехи радиосвязи. Использование данного оборудования в жилых районах может вызвать вредные помехи. В таком случае пользователь должен будет устранить помехи за собственный счет.

Соответствие ICES-001 (Канада)

This Class A digital apparatus complies with Canadian ICES-001.

Cet appareil numérique de la classe A est conforme à la norme NMB-001 du Canada.

Данный цифровой прибор класса A соответствует стандартам Министерства промышленности Канады ICES-001.

Информация о гарантии

Компания Olympus гарантирует отсутствие в изделии дефектов качества материала и изготовления в течение периода и при соблюдении требований, указанных в документе *Olympus Scientific Solutions Americas Inc. Terms and Conditions*, с которыми можно ознакомиться на сайте http://www.olympus-ims.com/en/terms/.

Гарантия Olympus распространяется только на оборудование, которое использовалось в соответствии с правилами эксплуатации, приведенными в данном руководстве по эксплуатации, и не подвергалось неправильному обращению, попыткам неавторизованного ремонта или модификации.

Сразу после получения тщательно осмотрите прибор на предмет обнаружения внешних или внутренних повреждений, которые могли возникнуть при транспортировке. В случае обнаружения любых повреждений немедленно поставьте в известность компанию, отвечающую за транспортировку, поскольку ответственность за повреждения при перевозке, как правило, несет перевозчик. Сохраните упаковку, накладные и прочую транспортную документацию для составления претензии. После уведомления транспортной компании свяжитесь с Olympus для получения помощи по акту-рекламации и для замены поврежденного оборудования в случае необходимости.

В данном руководстве по эксплуатации содержится информация, предназначенная для помощи в освоении прибора производства компании Olympus. Информация, содержащаяся в данном документе, предназначена для использования исключительно в качестве учебного пособия и не может использоваться в каких-либо иных целях без предварительного тестирования и проверки, выполняемых оператором или контролирующим специалистом. Важность такой независимой проверки процедур возрастает по мере возрастания критичности исследований. По этой причине Olympus не берет на себя ответственности утверждать, что методики, примеры и процедуры, описанные в данном руководстве, соответствуют стандартам промышленности, или что они отвечают требованиям конкретных исследований.

Olympus оставляет за собой право вносить изменения в любые изделия и не несет ответственности за внесение изменений в ранее изготовленные изделия.

Техническая поддержка

Компания Olympus прилагает все усилия для предоставления максимально качественного послепродажного обслуживания и технической поддержки. При возникновении трудностей в процессе эксплуатации, а также в случае несоответствия с документацией, мы рекомендуем в первую очередь обратиться к руководству пользователя. Если вам все еще требуется помощь, обратитесь в нашу службу послепродажного обслуживания. Адрес ближайшего сервисного центра можно найти на странице: http://www.olympus-ims.com.

1. Описание прибора

В данном разделе представлены основные характеристики и составляющие компоненты толщиномера 27MG.

ВАЖНО

Руководство по эксплуатации 27MG в формате PDF находится на прилагаемом компакт-диске.

1.1 Описание изделия

Прибор 27MG производства компании Olympus представляет собой портативный ультразвуковой толщиномер, предназначенный для измерения толщины различных материалов. При работе с 27MG необходим доступ лишь к одной стороне изделия для измерения толщины деталей с коррозионными и эррозионными повреждениями, внутренними отложениями, выполненных из материалов с крупнокристаллической структурой и других сложных для измерения материалов.

27MG работает с раздельно-совмещенными преобразователями и способен измерять толщину материала от 0,50 мм до 635,0 мм. Диапазон температур измеряемых материалов может находиться в пределах от −20 °C до 500 °C, в зависимости от характеристик материала, типа преобразователя и режима измерения.

Основные характеристики

- Индикаторы состояния и сигнализации, соответствующие измерениям

- ЖК-дисплей со светодиодной подсветкой
- Автоматическое распознавание стандартных ПЭП серии D79X и MTD705
- Калибровка неизвестной скорости звука в материале и/или нуля преобразователя
- Режим скоростного сканирования (20 показаний в секунду)
- По выбору: сохранение или очистка экрана при потере сигнала (LOS)
- Фиксация Мин. и Макс. значений толщины
- Дифференциальное отображение толщины относительно контрольной точки в абсолютном или процентном отношении
- Разрешение: низкое 0,1 мм; стандартное 0,01 мм

1.2 Защита от воздействия окружающей среды

Ультразвуковой толщиномер 27MG – прочный и надежный инструмент, созданный для работы в сложных климатических условиях. 27MG разработан с учетом требований стандарта IP65 (Защита от проникновения пыли и воды).

ВНИМАНИЕ

Olympus не может гарантировать защиту прибора от проникновения загрязнений, если уплотнительные прокладки были сняты или модифицированы. Прежде чем подвергнуть прибор воздействию неблагоприятных погодных условий, следует оценить ситуацию и принять должные меры предосторожности.

Для сохранения первоначального уровня защиты от проникновения твердых частиц и жидкостей следите за исправностью мембранных уплотнителей. Кроме того, рекомендуется ежегодно доставлять прибор в авторизованный сервисный центр компании Olympus для проверки целостности уплотнительных элементов.

1.3 Компоненты приборной части

На передней панели 27MG расположены цветной дисплей и клавиатура. В комплект поставки включен ремень на запястье. Защитный резиновый чехол (опция) имеет четыре кольца для крепления ремня с каждой стороны (см. Рис. 1-1 на стр. 17).

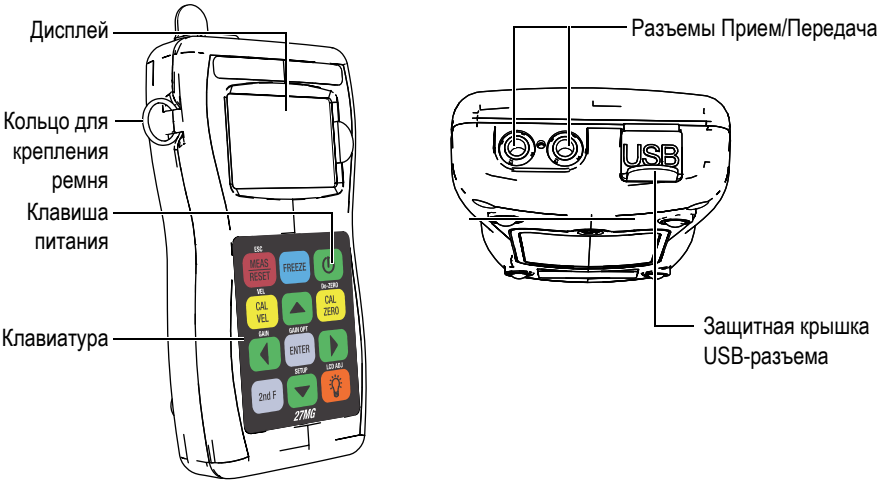


Рис. 1-1 Компоненты приборной части 27MG — Вид спереди и вид сверху

1.4 Разъемы

На Рис. 1-2 на стр. 18 представлены возможные способы подключения 27MG к внешним устройствам

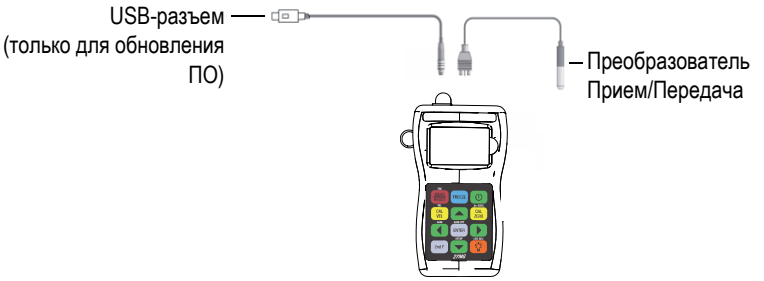


Рис. 1-2 Схема подключения внешних устройств к 27MG

Разъемы USB и Прием/Передача расположены в верхней части прибора 27MG (см. Рис. 1-3 на стр. 18). USB-разъем на приборе 27MG используется только для обновления встроенного программного обеспечения.

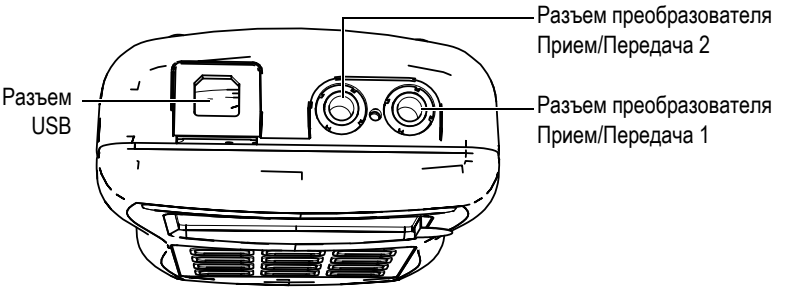
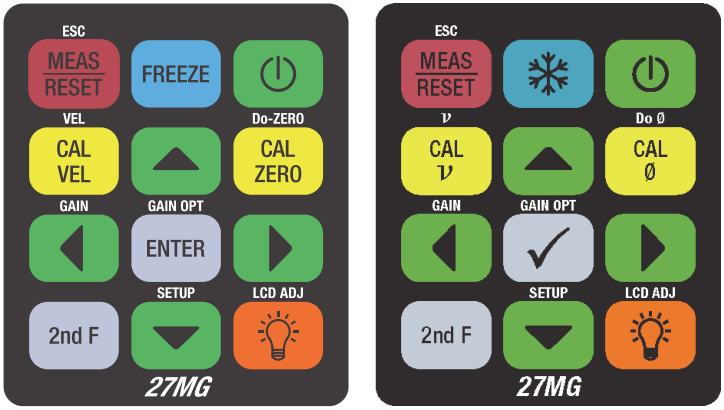


Рис. 1-3 Разъемы верхней части прибора

1.5 Функции клавиатуры

Толщиномер 27MG поступает с английской или с международной клавиатурой (см. Рис. 1-4 на стр. 19). Обе клавиатуры обладают одинаковыми функциями. На международной клавиатуре текстовые наклейки на многих клавишах заменены пиктограммами. Данное руководство основывается на использовании прибора с английской клавиатурой, где названия клавиш обозначены жирным шрифтом и в скобках (например, **[MEAS]**).



Английская клавиатура Международная клавиатура

Рис. 1-4 Клавиатуры 27MG

Каждая клавиша обозначает ее основную функцию. Непосредственно над клавишей указана ее вторичная функция, которую можно активировать нажав в начале **[2nd F]**. В данном документе вторичные функции указаны следующим образом: **[2nd F]**, **[Первичная] (Вторичная)**. Например, инструкция по активации функции настройки усиления пишется следующим образом:

Нажмите **[2nd F]**, **[◂] (Gain)**.

Клавиши **[▲]**, **[▼]**, **[◂]** и **[▸]**, вместе с клавишей **[ENTER]** используются для выбора функций меню или параметров экрана, а также для изменения значения параметров. Используйте клавишу **[MEAS]**, чтобы вернуться к экрану измерений. Желтые клавиши отвечают за калибровку.

В Табл. 3 на стр. 20 представлены ключевые функции клавиатуры 27MG.

Табл. 3 Функции клавиатуры

Английская	Международная	Функции
		Измерения — завершает текущую операцию и возвращает к исходному экрану измерений.
		Вторичная функция — нажатие [2nd F] до выбора основной клавиши активирует вторичную функцию данной клавиши.
		Стоп-кадр — фиксирует отображенное значение или A-скан до повторного нажатия клавиши.
		Усиление — активирует настройку значения усиления при использовании раздельно-совмещенного преобразователя.
		Enter — выбирает выделенную функцию или принимает введенное значение.
		Стрелка вверх • На экране или в списке перемещает курсор к предыдущему элементу. • Увеличивает значение некоторых цифровых параметров.
		Стрелка вниз • На экране или в списке перемещает курсор к следующему элементу. • Уменьшает значение некоторых цифровых параметров.
		Стрелка влево • Выбирает предыдущее доступное значение для выбранного параметра. • В режиме редактирования перемещает курсор на один знак влево.

Табл. 3 Функции клавиатуры *(продолжение)*

Английская	Международная	Функции
		Стрелка вправо • Выбирает следующее доступное значение для выбранного параметра. • В режиме редактирования перемещает курсор на один знак вправо.
		Калибровка скорости звука — переключает на полуавтоматический режим калибровки по ступенчатому образцу.
		Скорость звука — открывает экран, позволяя просматривать и вручную изменять значение скорости звука.
		Калибровка нуля • Корректирует смещение нуля или активирует режим калибровки нуля по ступенчатому образцу. • В традиционном режиме редактирования текстов вставляет знак на месте курсора.
		Do ZERO — корректирует задержку для раздельно-совмещенных преобразователей.
		Меню настройки — предоставляет доступ к параметрам прибора (измерение, система, отображение, сигнализация, дифференциальный режим и коммуникация).
		Клавиша питания — включает и выключает прибор.
		Настройка подсветки ЖК-дисплея — включает или выключает подсветку экрана.

2. Источники питания для 27MG

В данной главе представлены различные источники питания для ультразвукового толщиномера 27MG.

2.1 Индикатор питания

Индикатор заряда батареи всегда отображается в нижнем правом углу экрана. 27MG может питаться от трех батарей типа AA, от компьютера через USB-разъем или от 5-вольтового сетевого USB-адаптера (приобретается отдельно).

При использовании батарей, вертикальная зеленая полоса в индикаторе питания указывает на уровень заряда батарей (см. Рис. 2-1 на стр. 23). Каждое деление шкалы составляет 25 % заряда.

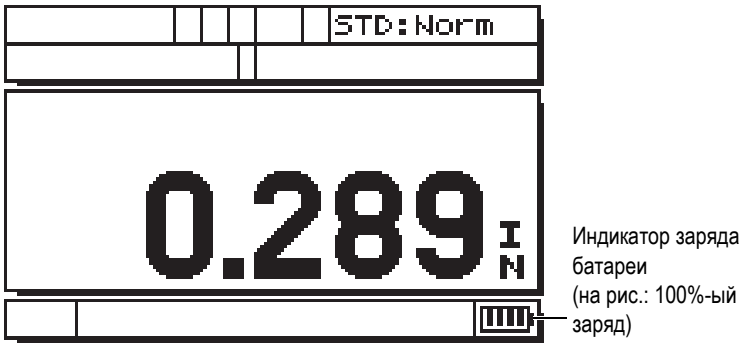


Рис. 2-1 Индикатор питания при использовании батарей

2.2 Батареи

Ультразвуковой толщиномер 27MG поступает с тремя щелочными батареями типа AA.

27MG может также работать с тремя перезаряжаемыми никель-металлгидридными (NiMH) батареями типа AA. 27MG не перезаряжает никель-металлгидридные батареи. Для подзарядки этих батарей необходимо использовать внешнее зарядное устройство (не включено).

2.2.1 Время работы батарей

Время работы батарей зависит от типа и возраста батарей, а также от установок толщиномера. Для установки реального времени работы батарей 27MG был протестирован с настройками среднего уровня (с частотой обновления 4 Гц).

Номинальный срок службы щелочной батареи составляет 150 часов при нормальных условиях (до 30 часов непрерывной работы с подсветкой). Индикатор батареи, расположенный в нижнем правом углу экрана, указывает на оставшийся уровень заряда.

2.2.2 Уровень заряда батареи и хранение батареи

При полном заряде батареи (100 %) отображаемая иконка батареи будет полностью заполненной (см. Рис. 2-1 на стр. 23).

Если толщиномер 27MG не будет использоваться в течение длительного периода времени, выньте батареи и храните их в соответствии с указанными ниже инструкциями:

- Храните батареи в прохладном, сухом месте.
- Не оставляйте батареи в чрезмерно нагретых местах, например, в салоне автомобиля, или под прямыми солнечными лучами.

2.2.3 Замена батареи

Батарейный отсек расположен на задней панели 27MG (см. Рис. 2-2 на стр. 25).

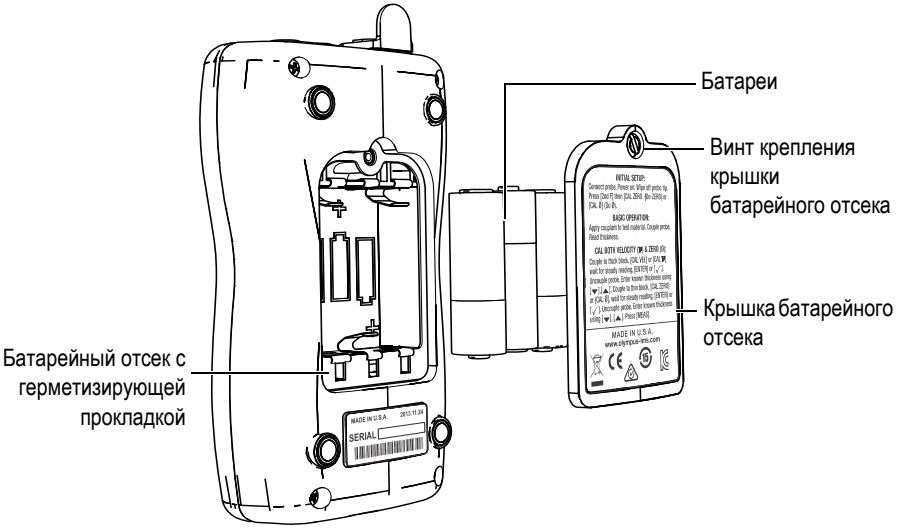


Рис. 2-2 Открытие батарейного отсека

ВНИМАНИЕ

Не меняйте батареи при включенном приборе. Своевременно утилизируйте использованные батареи. Храните батареи вдали от детей. При неправильном обращении, батареи, использованные в данном приборе, могут быть причиной возгорания или химического ожога. Не разбирайте батареи, не допускайте нагрева свыше 50 °C и не пытайтесь сжечь батареи.

Чтобы заменить батареи, выполните следующее:

1. Убедитесь, что 27MG выключен.
2. Отсоедините все кабели, подсоединенные к 27MG.
3. Снимите защитный резиновый чехол, если таковой имеется.
4. Вывинтите невыпадающий винт на крышке батарейного отсека, поворачивая его против часовой стрелки.
5. Снимите крышку.

6. Отсоедините и извлеките из отсека батареи AA.
7. Вставьте три новые щелочные батареи AA или перезаряжаемые никель-металлгидридные батареи, предварительно убедившись в правильной полярности для каждой батареи.
8. Установите на место крышку батарейного отсека, нажмите на нижнюю часть крышки и поверните крепительный винт по часовой стрелке до упора.

ПРИМЕЧАНИЕ

Утилизируйте использованные батареи в соответствии с местными правилами.

---

9. Наденьте защитный резиновый чехол (при наличии).
10. Нажмите клавишу питания **[⏻]**, чтобы включить 27MG.
11. Укажите тип используемой батареи, используя курсорные клавиши Влево/Вправо, затем нажмите **[ENTER]** (см. Рис. 2-3 на стр. 26):
    - Выберите **ALKALINE** в случае использования щелочных батарей AA.
    - Выберите **NiMH** в случае использования никель-металлгидридных батарей AA.



Рис. 2-3 Выбор типа батарей

ПРИМЕЧАНИЕ

При замене батарей убедитесь, что они полностью заряжены, чтобы обеспечить точность отображаемого индикатором уровня заряда батареи.

3. Программные элементы пользовательского интерфейса

В следующих ниже разделах представлены основные элементы экранов и меню ультразвукового толщиномера 27MG.

3.1 Экран измерений

Основной экран измерений 27MG содержит следующие элементы, представленные на Рис. 3-1 на стр. 29:

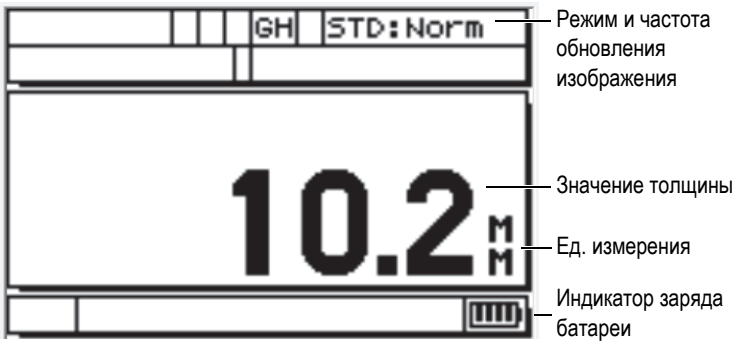


Рис. 3-1 Экран измерений

Экран измерений является основным экраном программного обеспечения 27MG. Из любого уровня ПО 27MG вы можете вернуться к экрану измерений простым нажатием клавиши **[MEAS]**. Индикатор питания отображается в правом нижнем углу экрана 27MG (подробнее см. в разделе «Индикатор питания» на стр. 23).

В зависимости от контекста и от доступных функций и опций, вокруг экрана, отображающего значения толщины, расположены различные индикаторы и цифровые значения (см. Рис. 3-2 на стр. 30). При нажатии комбинации клавиш появляется сообщение-подсказка, которая указывает на нужные клавиши для навигации и выбора пунктов меню.

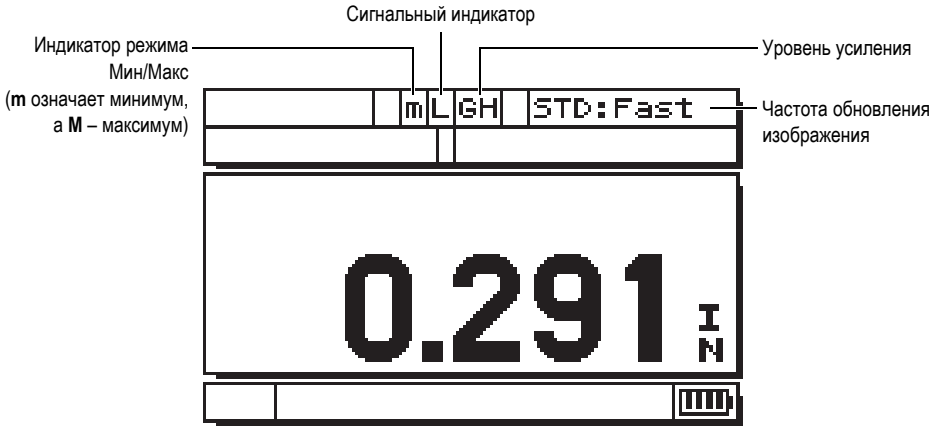


Рис. 3-2 Другие элементы экрана измерений

3.2 Экраны параметров

Конфигурационные параметры 27MG логически сгруппированы на вкладках меню, доступных при нажатии **[2ndF]** и курсорной клавиши «Вниз» **[▼] (SETUP)**. На Рис. 3-3 на стр. 31 в качестве примера показана вкладка **ИЗМЕР.**

Переход между вкладками осуществляется с помощью курсорных клавиш Вправо/Влево; для выбора параметра в списке меню используйте клавиши Вверх/Вниз; для изменения значения параметра используйте клавиши Влево/Вправо. Нажмите клавишу **[MEAS]**, чтобы покинуть меню настройки **SETUP** и вернуться к экрану измерений.



Рис. 3-3 Пример экрана параметров

ПРИМЕЧАНИЕ

В данном документе вышеуказанная процедура резюмируется простой инструкцией по выбору определенного параметра и его значения. Например:

В меню **ИЗМЕР.** установите **ЕДИНИЦЫ** на **ММ**.

4. Начальные установки прибора

В данной главе представлены основные установки прибора 27MG. Толщиномер поступает с завода-изготовителя с заранее заданными настройками (см. Табл. 4 на стр. 33).

Табл. 4 Настройки по умолчанию

Настройка	Комментарии
Стандартное разрешение	0,01 мм
Скорость звука	5,740 мм/мкс (приблизительная скорость звука для прилагаемого контрольного образца из углеродистой стали) См. примечание ниже.
Режим игнорирования	При отсутствии измерений экран пуст.

Данные настройки еще раз показывают насколько прост в эксплуатации толщиномер 27 MG. Более подробное описание настроек по умолчанию вы найдете в следующих разделах руководства. Настройки по умолчанию могут быть изменены после углубленного ознакомления оператора с расширенными функциями прибора.

ПРИМЕЧАНИЕ

Установленное значение скорости звука – это лишь приблизительное значение скорости распространения звука в материале тестового образца. Скорость звука в низкоуглеродистой и среднеуглеродистой стали составляет обычно 5,740 мм/мкс. Поэтому, если значение скорости звука по умолчанию дает неточные результаты при измерении толщины того или иного материала, обратитесь к разделу о калибровке.

Перед началом использования ультразвукового толщиномера 27MG необходимо задать начальные установки.

Чтобы конфигурировать прибор, выполните следующее:

1. Подключите преобразователь к разъему в верхней части 27MG.

ПРИМЕЧАНИЕ

При отключении преобразователя беритесь ТОЛЬКО за штепсель кабеля, НИ В КОЕМ СЛУЧАЕ не тяните за сам кабель.

2. Нажмите на клавишу питания **[⏻]**, чтобы включить прибор.

   НЕ устанавливайте преобразователь на тестовый образец. Открывается экран измерений, отображается слово **Do--** (см. Рис. 4-1 на стр. 34).



Рис. 4-1 Компенсация нуля преобразователя

Это значит, что нужно выполнить процедуру компенсации нуля преобразователя.

3. Удалите контактную жидкость с поверхности преобразователя.
4. Нажмите **[2nd F]**, **[CAL ZERO] (Do-ZERO)**.

   Прибор отображает нулевое значение, а затем появляется экран измерений (см. Рис. 4-2 на стр. 35).

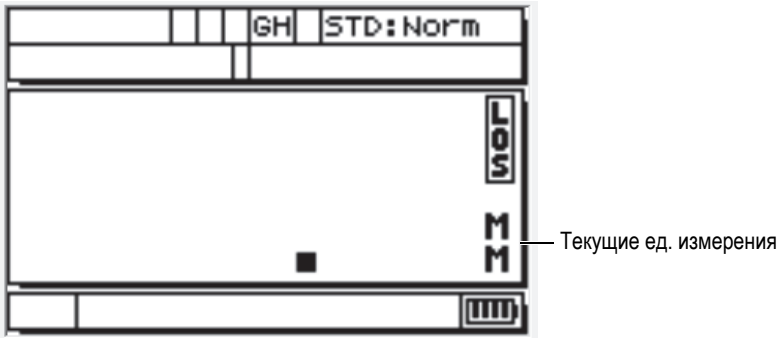


Рис. 4-2 Экран с нулевым значением

5. Толщиномер к работе готов. Текущие единицы измерения отображаются в правой части экрана. Чтобы перейти от одной системы мер (**ММ**) к другой (**ДЮЙМ**), нажмите **[2nd F]**, **[▼] (SETUP)**, а затем **[▼]**, чтобы выделить параметр единицы измерения; с помощью клавиш **[◀, ▶]** выберите английскую (дюймы) или метрическую (миллиметры) систему мер.
6. Нажмите клавишу **[MEAS]**.

ПРИМЕЧАНИЕ

Установка начальных параметров не заменяет этап калибровки (см. раздел «Стандартное калибровочное измерение» на стр. 37).

---

5. Стандартное калибровочное измерение

Для обеспечения точности измерений того или иного материала, с использованием определенного преобразователя, при определенной температуре, ультразвуковой толщиномер 27MG должен быть правильно откалиброван.

5.1 Введение

В процессе калибровки толщиномер 27MG конфигурируется для точного измерения конкретного материала при определенной температуре с использованием известного преобразователя. Процедура калибровки включает:

- **Компенсация нуля преобразователя –** калибровка времени прохождения звука в каждой линии задержки раздельно-совмещенного преобразователя, которое варьируется в зависимости от типа преобразователя и температуры. Процедура компенсации нуля преобразователя производится каждый раз при включении прибора, смене преобразователя или при существенном изменении температуры датчика.
- **Калибровка скорости звука в материале или CAL VEL –** выполняется с использованием толстого образца измеряемого материала с известной толщиной или требует ввода предварительно установленного значения скорости звука в материале. Данная процедура выполняется для каждого нового типа материала.
- **Калибровка нуля или CAL ZERO –** выполняется с использованием тонкого образца измеряемого материала известной толщины. В отличии от компенсации нуля преобразователя и калибровки скорости звука в материале, данная процедура требуется лишь в тех случаях, когда необходима максимальная точность (более ±0,10 мм). При необходимости, данная процедура выполняется один раз для каждого нового преобразователя и типа материала. Нет необходимости повторять

калибровку нуля при изменении температуры преобразователя; для этого существует компенсация нуля преобразователя.

5.2 Компенсация нуля преобразователя

Этот этап выполняется при появлении сообщения **Do--** и индикатора **DO ZERO** (см. Рис. 5-1 на стр. 38).



Рис. 5-1 Экран с сообщением Do--

Чтобы выполнить компенсацию нуля преобразователя, протрите преобразователь и нажмите **[2ndF]**, **[CAL ZERO] (Do-ZERO)**. Прибор на мгновение отобразит значение калибровки нуля и автоматически переходит в режим измерений. Если температура поверхности измеряемого материала значительно отличается от комнатной температуры, нажмите **[2ndF]**, **[CAL ZERO] (Do-ZERO)** для компенсации температурных изменений преобразователя.

5.3 Калибровка нуля и скорости звука в материале

Процедуры калибровки нуля и калибровки скорости звука можно совместить, используя тонкую и толстую части образца одного материала.

1. Выполните компенсацию нуля преобразователя: для этого протрите поверхность преобразователя и нажмите **[2ndF]**, **[CAL ZERO] (Do-ZERO)** или **[2nd F]**, **[CAL Ø] (Do Ø)**.

2. Установите преобразователь на толстый образец.
3. Нажмите клавишу **[CAL VEL]** или **[CAL *v*]**.
4. Если показание толщины стабильно, нажмите **[ENTER]** или **[✓]**.
5. Уберите преобразователь с поверхности образца и с помощью курсорных клавиш **[▲]**, **[▼]**, **[◀]** и **[▶]** введите значение толщины толстого образца.
6. Установите преобразователь на тонкий образец и нажмите **[CAL ZERO]** или **[Cal Ø]**.
7. Если показание толщины стабильно, нажмите **[ENTER]** или **[✓]**.
8. Уберите преобразователь с поверхности образца и с помощью курсорных клавиш **[▲]**, **[▼]**, **[◀]** и **[▶]** введите значение толщины тонкого образца.
9. Нажмите клавишу **[MEAS]**, чтобы завершить калибровку и перейти в режим измерений.

ПРИМЕЧАНИЕ

Калибровка скорости звука всегда осуществляется с использованием толстого образца, тогда как для калибровки нуля требуется тонкий образец.

ПРИМЕЧАНИЕ

Перед калибровкой полученное значение толщины тонкого образца должно находиться в пределах ±0,20 мм от реальной толщины. Если данное значение в два или более раза превосходит реальную толщину тонкого калибровочного образца, при корректном приближенном значении скорости звука, – это значит, что толщиномер *дублирует* показания, т.е. измеряет по второму или третьему эхо-сигналу. В таком случае, во избежание ошибок, не следует выполнять калибровку нуля, ни калибровку скорости звука в материале. Сначала нужно устранить причину дублирования. Причиной может быть слишком маленькая толщина калибровочного образца (выходящая за пределы возможностей преобразователя), неисправность преобразователя или толщиномера.

5.4 Калибровка скорости звука в материале

Калибровка скорости звука в материале производится, когда скорость звука неизвестна; с использованием калибровочного образца, выполненного из того же материала, что измеряемый объект. Если скорость звука в материале известна, введите данное значение сразу в толщиномер.

5.4.1 Если скорость звука в материале неизвестна

Для калибровки скорости звука в материале используется калибровочный образец, сделанный из того же материала, что измеряемый объект. Толщина толстого образца должна быть приблизительно равна толщине самой толстой части измеряемого материала; образец должен иметь гладкую, ровную и параллельную поверхность с обеих сторон. Толщина образца должна быть известна (см. Рис. 5-2 на стр. 40).



Рис. 5-2 Экран с неизвестным значением скорости звука

Калибровка скорости звука в материале (если значение неизвестно)

1. Выполните компенсацию нуля преобразователя: для этого протрите поверхность преобразователя и нажмите **[2nd F]**, **[CAL ZERO] (Do-ZERO)**.
2. Установите преобразователь на образец.
3. Нажмите клавишу **[CAL VEL]**.
4. Если показание толщины стабильно, нажмите **[ENTER]**.

5. Уберите преобразователь с поверхности образца и с помощью курсорных клавиш **[▲]**, **[▼]**, **[◀]** и **[▶]** введите толщину образца.
6. Нажмите клавишу **[MEAS]**, чтобы завершить калибровку и перейти в режим измерений.

Если при переходе в режим измерений прибор издает звуковые сигналы, это значит, что в процессе калибровки произошла ошибка и скорость звука не поменялась. Скорее всего, было введено неправильное значение толщины.

В любое время в режиме измерений или после калибровки скорости звука вы можете нажать **[2nd F]**, **[CAL VEL] (VEL)** для просмотра и сохранения значения скорости звука в данном конкретном материале. В дальнейшем, при измерении этого материала введите данное значение скорости звука (с помощью курсорных клавиш) без использования образца.

ПРИМЕЧАНИЕ

Скорость звука в материале изменяется вместе с температурой. Для обеспечения максимальной точности калибровочный образец должен иметь приблизительно ту же температуру, что и измеряемые образцы.

5.4.2 Если скорость звука в материале известна

Если вам известна скорость звука в измеряемом материале, вы можете сразу ввести это значение, без выполнения вышеописанной процедуры калибровки CAL VEL.

Калибровка скорости звука в материале (если значение известно)

1. Нажмите клавиши **[2nd F]**, **[CAL VEL] (VEL)**. На экране появится текущее значение скорости звука.
2. Данное показание можно изменить, используя курсорные клавиши **[▲]**, **[▼]**, **[◀]** и **[▶]**.
3. Нажмите клавишу **[MEAS]**, чтобы подтвердить значение и перейти в режим измерений. Если выключить прибор, не нажав предварительно клавишу **[MEAS]**, значение скорости звука не будет обновлено и вернется к предыдущему показанию.

5.5 Калибровка нуля

Для осуществления калибровки нуля потребуется калибровочный образец, выполненный из материала контролируемого объекта. Толщина тонкого образца должна быть приблизительно равна толщине самой тонкой части измеряемого материала. Если поверхность измеряемого материала неровная, необходимо придать шероховатость поверхности калибровочного образца для воспроизведения реальных характеристик контролируемой детали. Шероховатая поверхность обычно снижает точность измерений, но имитация реальных условий поверхности на калибровочном образце может помочь улучшить результаты. Толщина образца должна быть точно известна.

Для осуществления калибровки нуля выполните следующее:

1. Выполните компенсацию нуля преобразователя: для этого протрите поверхность преобразователя и, находясь в режиме измерений, нажмите **[2ndF]**, **[CAL ZERO] (Do-ZERO)**.
2. Установите преобразователь на образец.
3. Нажмите клавишу **[CAL ZERO]**.
4. Если показание толщины стабильно, нажмите **[ENTER]**. Клавиша **[ENTER]** не сработает, если отображается индикатор потери сигнала **LOS**.
5. Уберите преобразователь с поверхности образца и с помощью курсорных клавиш **[▲]**, **[▼]**, **[◀]** и **[▶]** введите толщину образца.
6. Нажмите клавишу **[MEAS]**, чтобы завершить калибровку и перейти в режим измерений. Если выключить прибор, предварительно не нажав клавишу **[MEAS]**, значение нуля не будет обновлено и сохранит предыдущее показание.

Если при переходе в режим измерений прибор издает долгий звуковой сигнал, это значит, что в процессе калибровки произошла ошибка и нулевое значение не изменилось. Скорее всего, было введено неправильное значение толщины.

6. Измерения

После установки начальных параметров толщиномера 27MG (см. главу «Начальные установки прибора» на стр. 33) и успешного выполнения калибровки (см. раздел «Стандартное калибровочное измерение» на стр. 37) можно приступать к измерениям.

Процедура измерения

1. Нанесите контактную жидкость на тестовый образец или контролируемую деталь.

ВАЖНО

Как правило, чем ровнее поверхность материала, тем тоньше слой жидкости. Для неровных поверхностей лучше использовать более густые контактные жидкости, такие как гель или жир. Для измерения высоконагретых материалов требуются консистентные контактные жидкости.

2. Немного нажимая на преобразователь, установите его на тестируемый образец; постарайтесь зафиксировать преобразователь на поверхности материала.
3. Снимите показания измеренной толщины материала.

ПРИМЕЧАНИЕ

Для большей точности результатов выполните калибровку скорости звука и калибровку нуля.

7. Дополнительные функции толщиномера 27MG

Ультразвуковой толщиномер 27MG предоставляет несколько дополнительных функциональных возможностей. Данные характеристики не являются обязательными для базовой эксплуатации прибора; тем не менее, эти функции делают толщиномер универсальным гибким прибором для неразрушающего контроля.

Доступ к некоторым дополнительным функциям (перечисленным ниже) может осуществляться напрямую с клавиатуры прибора:

- Подсветка
- Стоп-кадр
- Настройка усиления
- Оптимизация чувствительности усиления материала
- Восстановление значения усиления по умолчанию

Другие дополнительные функции доступны в режиме настройки. Для доступа или редактирования этих функций нажмите **[2nd F], [▼] (SETUP)**.

Данные функции включают:

- Выбор единиц измерения (дюймы или миллиметры)
- Разрешение
- Режим Мин/Макс
- Hold/Blank (Сохр/Игнор)
- Частота измерения
- CAL Lock (Блокировка калибровки)
- Звуковой сигнал
- Время простоя
- Radix (Разделитель)

- Режим подсветки
- Сигнализация
- Дифференциальный режим
- Сброс

7.1 Настройка подсветки

Встроенная подсветка необходима для равномерного освещения матрицы ЖК-дисплея. Используется для улучшения читабельности в условиях низкой освещенности.

Включение/выключение подсветки

◆ Нажмите на клавишу настройки ЖК-дисплея **[ ]**.

Вы можете выбрать энергосберегающий режим подсветки дисплея, который включает освещение во время измерения и выключает в течение пяти секунд после потери сигнала LOS.

Функция автоматического отключения подсветки

1. Нажмите **[2nd F]**, **[▼] (SETUP)**.
2. Выберите режим **СИСТЕМА** с помощью клавиши **[▶]**.
3. Используя клавишу **[▼]**, выберите режим **ПОДСВЕТКА**.
4. Клавиши **[◀]** и **[▶]** используются для перехода между **СТАНДАРТ.** и **АВТО** режимами.
5. Нажмите клавишу **[MEAS]**, чтобы вернуться к режиму измерений с новыми настройками.

Настройка контрастности

Данная функция позволяет настроить контрастность (яркость) экрана ультразвукового толщиномера 27MG.

Настройка контрастности изображения

1. В режиме измерений нажмите клавиши **[2nd F]**, **[ ] (LCD ADJ)**.
2. С помощью клавиши **[▲]** или **[▼]** отрегулируйте контрастность.

3. Нажмите **[ENTER]**, чтобы выйти из режима настройки контрастности экрана.

7.2 Активация режима Стоп-кадр

Функция Стоп-кадр позволяет «замораживать» (фиксировать) отображаемый на экране результат при нажатии клавиши **[FREEZE]**. Чтобы вернуться в текущий режим измерений, повторно нажмите **[FREEZE]** или клавишу **[MEAS]**. Данная функция позволяет оператору при необходимости удерживать на экране полученное значение толщины, а также сокращает время простоя преобразователя во время измерения толщины на горячих поверхностях. Функция Стоп-кадр может использоваться в режиме Мин/Макс.

7.3 Настройка усиления

Функция настройки коэффициента усиления позволяет увеличивать или уменьшать стандартную чувствительность измерения на заданное число (приблизительный шаг регулировки: 10 дБ – высокий коэффициент усиления и –6 дБ – малый коэффициент усиления). Данная функция используется в тех случаях, когда требуется чувствительность больше или меньше значения по умолчанию, и когда предпочтительно увеличение чувствительности на фиксированный шаг, нежели пропорционально к коэффициенту измеренного шума. Использование функции настройки усиления рекомендуется при измерении толщины на горячих поверхностях.

Конфигурация значения усиления по умолчанию

- В режиме измерений нажмите **[2nd F]**, **[◂] (GAIN)** для переключения между **GAIN HIGH** (высокий коэффициент усиления), **GAIN LOW** (малый коэффициент усиления) и **DEFAULT GAIN** (усиление по умолчанию).

7.4 Оптимизация чувствительности усиления материала

Функция оптимизации чувствительности усиления материала позволяет увеличить или уменьшить стандартную чувствительность измерения в зависимости от уровня измеренного максимального шума в комбинации преобразователь-материал. Как правило, ультразвуковой толщиномер 27MG настраивает усиление приемника в зависимости от типа преобразователя и

характеристик полученного эхо-сигнала. Кроме того, каждый тип преобразователя определяет свой максимальный коэффициент усиления, чтобы шум от преобразователя или материала не был интерпретирован как эхо-сигнал толщины. Данная функция особенно полезна при измерении толщины корродированных металлов. Однако, в некоторых случаях, рекомендуется изменить заданные пороговые значения чувствительности.

Функция оптимизации чувствительности усиления материала оптимизирует измерение уровня шума в материале, а не просто увеличивает или уменьшает коэффициент усиления. Когда преобразователь находится на толстом образце исследуемого материала, прибор измеряет пиковое значение уровня шума вплоть до заданного значения толщины (референсное значение толщины, которое обычно меньше измеряемого значения). Затем коэффициент усиления автоматически подстраивается таким образом, чтобы обеспечить минимальную, но достаточную для определения толщины, величину сигнала, отраженного от задней стенки, без зацикливания на сигнале шума.

Процедура оптимизации чувствительности может дать разные результаты в зависимости от характеристик измеряемого материала. В случае гранулярных материалов (чугун) или материалов с высоким поверхностным шумом (алюминий) данная процедура может вызвать уменьшение чувствительности. При измерении горячих неровных поверхностей или других материалов с высоким затуханием, но с низким уровнем шума, данная процедура может вызвать увеличение чувствительности.

Автоматическая оптимизация чувствительности усиления материала

1. В режиме измерений нажмите **[2nd F]**, **[ENTER] (GAIN OPT)**. На экране толщиномера появится значение 0,00.
2. С помощью курсорных клавиш **[▲]**, **[▼]**, **[◀]** и **[▶]** установите приблизительную толщину стенки. Лучше поставить меньшее значение предполагаемой толщины.
3. Установите преобразователь на образец и нажмите **[MEAS]**. После завершения оптимизации чувствительности толщиномер возвращается в режим измерений. Отображаемый индикатор **GO** (Gain Optimized — оптимизированное усиление) показывает, что усиление установлено не на значение по умолчанию, а отредактировано в зависимости от ситуации.

7.5 Восстановление значения усиления по умолчанию

Чтобы восстановить значение усиления по умолчанию

- Нажмите **[2nd F], [◂] (GAIN)**.

7.6 Конфигурация настроек измерения

Меню настроек измерения позволяет оператору активировать/деактивировать дополнительные функции ультразвукового толщиномера 27MG.

Меню настроек измерения включает следующие параметры:

- Единицы измерения
- Разрешение
- Режим Мин/Макс
- Hold/Blank (Сохр/Игнор)
- Частота измерения
- CAL Lock (Блокировка калибровки)

7.6.1 Единицы измерения

Данная функция позволяет оператору переключаться между английской (дюймы) и метрической (мм) системами мер измерения.

Чтобы изменить единицы измерения

1. Нажмите **[2nd F] [▾] (SETUP)** для отображения режимов настройки.
2. С помощью клавиш **[◂, ▸]** выделите режим **MEAS** (ИЗМ.).
3. С помощью клавиши **[▾]**, перейдите к параметру **ЕДИНИЦЫ** и, используя клавиши **[◂, ▸]**, выберите (**ДЮЙМ**) или (**ММ**).
4. Нажмите **[MEAS]**, чтобы вернуться в режим измерений.

7.6.2 Разрешение изображения

Разрешение – величина, определяющая количество точек (элементов растрового изображения) на единицу площади.

Пользователь может выбрать **СТАНДАРТ.** (0,01 мм) или **НИЗК.** (0,1 мм) разрешение.

Чтобы изменить разрешение

1. Нажмите **[2nd F] [▼] (SETUP)** для отображения режимов настройки.
2. С помощью клавиш **[◀, ▶]** выделите режим **MEAS** (ИЗМ.).
3. С помощью клавиши **[▼]** перейдите к параметру **РАЗРЕШЕНИЕ** и, используя клавиши **[◀, ▶]**, выберите **СТАНДАРТ.** или **НИЗК**.
4. Нажмите **[MEAS]**, чтобы вернуться в режим измерений.

7.6.3 Конфигурация режима Мин/Макс

Режим Мин/Макс устанавливает минимальный (**МИН**) или максимальный (**МАКС**) режим сканирования. Данная функция позволяет сканировать поверхность и быстро определять минимальную и максимальную толщину изделия.

Режим Мин. отображает толщину в реальном времени, а при потере сигнала (LOS) вызывает минимальное значение толщины. Текущие значения толщины отображаются сплошным шрифтом, а вызванные минимальные значения – контурным. Минимальные значения сохраняются во временной памяти до их замены новыми минимальными значениями или до нажатия клавиши **[MEAS]**, которая сбрасывает минимальное значение. При выборе **МИН** толщиномер 27MG автоматически переходит в режим быстрого обновления данных (20 Гц).

Режим Макс. отображает текущее значение толщины и вызывает максимальное значение при потере сигнала (LOS). Текущие значения толщины отображаются сплошным шрифтом, а вызванные минимальные значения – контурным. Максимальное значение сохраняется во временной памяти до его замены новым максимальным значением или до сброса максимального значения с помощью клавиши **[MEAS]**. При выборе **МАКС** толщиномер 27MG автоматически переходит в режим быстрого обновления данных (20 Гц).

Конфигурация режима Мин/Макс

1. Нажмите **[2nd F] [▼] (SETUP)** для отображения режимов настройки.
2. С помощью клавиш **[◀, ▶]** выделите режим **MEAS** (ИЗМ.).
3. Используя клавишу **[▼]**, перейдите к параметру **МИН/МАКС** и с помощью клавиш **[◀, ▶]** установите **ВЫКЛ**, **МИН** или **МАКС**.

4. Нажмите **[MEAS]**, чтобы вернуться в режим измерений.

7.6.4 Конфигурация режима Hold/Blank (Сохр/Игнор)

Элементы управления в режиме Hold/Blank:

- **HOLD**: При отсутствии измерений (LOS) на экране толщиномера сохраняется последнее полученное показание.
- **BLANK**: При отсутствии измерений (LOS) на экране толщиномера ничего не отображается.

27MG по умолчанию установлен на режим BLANK. При выборе **HOLD** текущие (активные) значения толщины обозначаются сплошным шрифтом, а сохраненные значения — контурным.

Настройка режима Hold/Blank (Сохр/Игнор)

1. Нажмите **[2nd F] [▼] (SETUP)** для отображения режимов настройки.
2. С помощью клавиш **[◀, ▶]** выделите режим **MEAS** (ИЗМ.).
3. С помощью клавиши **[▼]** перейдите к параметру **HOLD/BLANK** и, используя стрелки **[◀, ▶]**, выберите **BLANK** или **HOLD**.
4. Нажмите **[MEAS]**, чтобы вернуться в режим измерений.

7.6.5 Конфигурация частоты измерения

Данный параметр позволяет оператору редактировать частоту обновления данных измерения. Можно выбрать **СТАНДАРТ.** (4 Гц) или **БЫСТР.** (20 Гц) режим.

ПРИМЕЧАНИЕ

Выбор быстрого режима обновления данных может значительно сократить время работы батареи толщиномера 27MG.

Чтобы изменить частоту обновления данных

1. Нажмите **[2nd F] [▼] (SETUP)** для отображения режимов настройки.
2. С помощью клавиш **[◀, ▶]** выделите режим **MEAS** (ИЗМ.).

3. С помощью клавиши **[▼]** перейдите к параметру **ЧАСТОТА ОБНОВЛЕНИЯ** и, используя стрелки **[◀, ▶]**, выберите режим: **СТАНДАРТ.** (4 Гц) или **БЫСТР.** (20 Гц).
4. Нажмите **[MEAS]**, чтобы вернуться в режим измерений.

7.6.6 Активация функции CAL LOCK (Блокировка калибровки)

Функция **CAL LOCK** позволяет блокировать внесение изменений в калибровку толщиномера, если параметр **CAL LOCK** активирован. При попытке изменить калибровочные значения прибора, тогда как функция блокировки активирована, появляется сообщение **CAL LOCK**.

Чтобы активировать функцию CAL LOCK, выполните следующее:

1. Нажмите **[2nd F] [▼] (SETUP)** для отображения режимов настройки.
2. С помощью клавиш **[◀, ▶]** выделите режим **MEAS** (ИЗМ.).
3. С помощью клавиши **[▼]** перейдите к параметру **CAL LOCK** и, используя клавиши-стрелки **[◀, ▶]**, установите **ВЫКЛ** или **ВКЛ**.
4. Нажмите **[MEAS]**, чтобы вернуться в режим измерений.

7.7 Конфигурация системных настроек

Системные настройки позволяют активировать/деактивировать различные конфигурации ультразвукового толщиномера 27MG. Эти настройки находятся в меню **СИСТЕМА**.

Меню **СИСТЕМА** предоставляет доступ к следующим функциям:

- Звуковой сигнал
- Время простоя
- Radix (Разделитель)
- Режим подсветки

7.7.1 Настройка звукового сигнала

Данная функция позволяет включать или выключать звуковой сигнал толщиномера 27MG.

Звуковой сигнал включен по умолчанию: при каждом нажатии клавиши или срабатывании сигнализации толщиномер издает звук.

Настройка звукового сигнала

1. Нажмите **[2nd F] [▼] (SETUP)** для отображения режимов настройки.
2. С помощью клавиш **[◀, ▶]** выделите режим **СИСТЕМА**.
3. С помощью клавиши **[▼]** перейдите к параметру **ЗВУК.СИГНАЛ** и, используя клавиши-стрелки **[◀, ▶]**, установите **ВЫКЛ** или **ВКЛ**.
4. Нажмите **[MEAS]**, чтобы вернуться в режим измерений.

7.7.2 Конфигурация параметра Время простоя

Данный параметр позволяет активировать (**ВКЛ**) или деактивировать (**ВЫКЛ**) функцию автоматического выключения **АВТО ВЫКЛ**.

Если параметр **ВРЕМЯ ПРОСТОЯ** установлен на **ВКЛ**, толщиномер 27MG автоматически выключается после шести минут бездействия.

Если **ВРЕМЯ ПРОСТОЯ** установлено на **ВЫКЛ**, толщиномер 27MG остается включенным до тех пор, пока его не выключит пользователь или пока полностью не разрядится батарея.

Чтобы изменить параметр Время простоя, выполните следующее:

1. Нажмите **[2nd F] [▼] (SETUP)** для отображения режимов настройки.
2. С помощью клавиш **[◀, ▶]** выделите режим **СИСТЕМА**.
3. С помощью клавиши **[▼]** перейдите к параметру **ВРЕМЯ ПРОСТОЯ** и, используя клавиши-стрелки **[◀, ▶]**, установите **ВЫКЛ** или **ВКЛ**.
4. Нажмите **[MEAS]**, чтобы вернуться в режим измерений.

7.7.3 Конфигурация параметра Radix (разделитель)

Данный параметр позволяет оператору выбрать тип разделителя (знак, разделяющий целую и дробную часть числа).

Во многих странах используется запятая (,). Например: 1,25 мм.
В США разделителем является точка (.). Например: 0.123 дюйма.

Чтобы изменить типа разделителя, выполните следующее:

1. Нажмите **[2nd F] [▼] (SETUP)** для отображения режимов настройки.
2. С помощью клавиш **[◀, ▶]** выберите режим **СИСТЕМА.**
3. С помощью клавиши **[▼]** перейдите к параметру **РАЗДЕЛИТЕЛЬ** и, используя клавиши-стрелки **[◀, ▶]**, установите **ТОЧКА** или **ЗАПЯТАЯ**.
4. Нажмите **[MEAS]**, чтобы вернуться в режим измерений.

7.7.4 Изменение режима подсветки

Данный параметр позволяет задать режим подсветки.

Если параметр **ПОДСВЕТКА** установлен на **ОБЫЧНЫЙ** режим, подсветка остается включенной до ее выключения пользователем.

Если параметр **ПОДСВЕТКА** установлен на **АВТО**, подсветка включается при отображении значения толщины на экране и автоматически выключается при потере сигнала (LOS).

Чтобы изменить режим подсветки, выполните следующее:

1. Нажмите **[2nd F] [▼] (SETUP)** для отображения режимов настройки.
2. С помощью клавиш **[◀, ▶]** выделите режим **СИСТЕМА**.
3. С помощью клавиши **[▼]** перейдите к параметру **ПОДСВЕТКА** и, используя клавиши **[◀, ▶]**, выберите **ОБЫЧНЫЙ** или **АВТО**.
4. Нажмите **[MEAS]**, чтобы вернуться в режим измерений.

7.8 Установка порогов сигнализации (высокий/низкий)

Данная функция позволяет устанавливать высокий и низкий пороги сигнализации.

Если значение толщины ниже низкого порога сигнализации или выше высокого порога сигнализации, издается звуковой сигнал и отображается один из следующих индикаторов сигнализации:

- **A**

  Индикатор **A** отображается, когда сигнализация активирована, но не выходит за пороговый уровень.

- **L**

  Индикатор **L** отображается в режиме низкого порога сигнализации.
- **H**

  Индикатор **H** отображается, когда сигнал выходит за пороги сигнализации.

ПРИМЕЧАНИЕ

Режим сигнализации и дифференциальный режим взаимоисключаемы (они не могут использоваться одновременно). Если одна из этих функций активирована, она автоматически выключается при активировании второй функции.

Чтобы активировать высокий/низкий порог сигнализации

1. Нажмите **[2nd F] [▼] (SETUP)** для отображения режимов настройки.
2. С помощью клавиш **[◀, ▶]** выберите **СИГН.**
3. С помощью клавиши **[▼]** перейдите к параметру **ENABLE** (Актив.) и, используя клавиши **[◀, ▶]** выберите **ВКЛ** или **ВЫКЛ**.
4. Нажмите клавишу **[▼]**, чтобы выбрать **LO-ALARM**, затем нажмите **[▶]** и с помощью стрелок **[▲]**, **[▼]**, **[◀]**, **[▶]** задайте низкий порог сигнализации.
5. Нажмите **[ENTER]**, чтобы выбрать **HI-ALARM**, затем нажмите **[▶]** и с помощью стрелок **[▲]**, **[▼]**, **[◀]**, **[▶]** задайте высокий порог сигнализации.
6. Нажмите **[MEAS]**, чтобы вернуться в режим измерений.

7.9 Активация дифференциального режима

Данный режим позволяет оператору устанавливать дифференциальную опорную точку (**ДИФФ.**).

В дифференциальном режиме толщиномер отображает разницу между контрольным и текущим значением толщины. Отображаемый индикатор **D** указывает на активированный дифференциальный режим.

ПРИМЕЧАНИЕ

Режим сигнализации и дифференциальный режим взаимоисключаемы (они не могут использоваться одновременно). Если одна из этих функций активирована, она автоматически выключается при активировании второй функции.

Чтобы активировать дифференциальный режим

1. Нажмите **[2nd F] [▼] (SETUP)** для отображения режимов настройки.
2. С помощью клавиш **[◀, ▶]** выделите режим ***ДИФФ.***
3. С помощью клавиши **[▼]** перейдите к параметру **ENABLE** (Актив.) и, используя клавиши **[◀, ▶]** выберите **ВКЛ** или **ВЫКЛ**.
4. Нажмите **[ENTER]** и с помощью клавиши **[▶]** выберите ***ДИФФ. ЗНАЧЕНИЕ***. Используйте клавиши **[▲]**, **[▼]**, **[◀]** и **[▶]** для выбора ***ДИФФ.*** значения.
5. Нажмите **[MEAS]**, чтобы вернуться в режим измерений.

7.10 Сброс параметров толщиномера

Данная функция используется для сброса системных настроек толщиномера 27MG и восстановление заводских настроек. Сброс настроек возможен для следующих параметров: измерение, матрица и база данных.

7.10.1 Сброс параметров измерения

Данная функция используется для сброса параметров измерения и восстановления настроек по умолчанию.

Параметры и их значения по умолчанию:

- Скорость звука в материале (0,5740 мм/мкс)
- Нулевое положение преобразователя
- Опция измерения (стандарт.)
- Единицы измерения (дюймы)
- Разрешение (стандарт.)
- Режим Мин/Макс (выкл.)

- Режим Сохр./Игнор. (игнорирование)
- Частота измерения (обычная)
- Блокировка калибровки (выкл.)
- Звуковой сигнал (вкл.)
- Время простоя (вкл.)
- Разделитель (точка)
- Режим подсветки (обычный)
- Сигнализация (выкл.). Значения по умолчанию: низкий порог 0,000; высокий порог 25,000
- Дифференциальный режим (выкл.). Значение по умолчанию: 0,000

Чтобы сбросить параметры измерения

1. Нажмите **[2ndF] [▼] (SETUP)** для отображения режимов настройки.
2. С помощью клавиш **[◀, ▶]** выделите режим **СБРОС**.
3. Используя клавишу **[▼]**, перейдите к параметру **СБРОС ИЗМЕРЕНИЯ** и нажмите **[ENTER]**.
4. С помощью клавиш **[◀, ▶]** выберите **СБРОС** или **ОТМЕНА** и нажмите **[ENTER]**.
5. Нажмите **[MEAS]**, чтобы вернуться в режим измерений.

7.10.2 Сброс всех параметров толщиномера

Данная функция используется для сброса всех параметров прибора и восстановления настроек по умолчанию.

ПРИМЕЧАНИЕ

Будьте внимательны: данная функция сбрасывает все параметры толщиномера и устанавливает настройки по умолчанию.

Чтобы сбросить параметры прибора, выполните следующее:

1. Нажмите **[2ndF] [▼] (SETUP)** для отображения режимов настройки.
2. С помощью клавиш **[◀, ▶]** выделите **СБРОС**.

3. Используя клавишу **[▼]**, перейдите к параметру **ПОЛНЫЙ СБРОС** и нажмите **[ENTER]**.
4. С помощью клавиш **[◀, ▶]** выберите **СБРОС** или **ОТМЕНА** и нажмите **[ENTER]**.
5. Нажмите **[MEAS]**, чтобы вернуться в режим измерений.

8. Технические характеристики

В Табл. 5 на стр. 59 представлены технические характеристики ультразвукового толщиномера 27MG.

Табл. 5 Технические характеристики

Параметр	Значение
Измерения	
Режим измерения. Раздельно-совмещенные преобразователи	Временной интервал от прецизионной линии задержки после возбуждающего импульса до первого эхо-сигнала.
Диапазон измеряемых толщин	От 0,50 до 635 мм в зависимости от материала, преобразователя, качества поверхности, температуры.
Диапазон скорости распространения звука в материале	От 0,508 до 18 699 мм/мкс.
Разрешающая способность (выбираемая)	Низкая: 0,1 мм Стандартная: 0,01 мм
Частотный диапазон преобразователя	От 2,25 до 10 МГц (−3 дБ)
Общие	
Диапазон рабочих температур	От −10 °C до 50 °C
Клавиатура	Герметичная, с цветовой кодировкой; тактильная и звуковая обратная связь.

Табл. 5 Технические характеристики *(продолжение)*

Параметр	Значение
Корпус	Ударопрочный, водонепроницаемый; с герметично уплотненными разъемами. Соответствует стандарту IP65.
Габариты (Ш × В × Г)	84,0 × 152,4 × 39,6 мм
Вес	340 г
Источник питания	3 щелочные батареи типоразмера AA
Продолжительность работы батареи	150 ч. в обычных условиях 30 ч. с постоянной подсветкой прибора.
Работа во взрывоопасной атмосфере	Безопасная работа по Классу I, Раздел 2, Группа D стандарта NFPA 70 (Национальная Ассоциация противопожарной защиты США), Статья 500, протестирован MIL-STD-810F 511.4 Процедура I.
Соответствие стандартам	Отвечает требованиям EN15317
Режим сигнализации	Программируемые пороги (низкий и высокий) сигнализации с визуальным и звуковым индикаторами.
Дисплей	
Режим Сохр./Сброс	Отображение/сброс последнего измеренного значения.
Подсветка	Электролюминесцентная, режимы ВКЛ и АВТО ВКЛ.
Полоса пропускания	От 1 до 18 МГц (−3 дБ)
Единицы измерения	Миллиметры или дюймы
Языки интерфейса	Английский, французский, немецкий, испанский, итальянский, португальский, русский, польский и шведский.

9. Теоретическая часть

Ультразвуковой толщиномер 27MG работает по принципу раздельно-совмещенного преобразователя *импульс-эхо*, рассчитывая время отражения высокочастотных звуковых волн от донной поверхности тестового образца. Такой метод, являющийся модифицированным методом эхолокации, имеет самое широкое применение в сфере неразрушающего контроля.

Улавливаемые прибором частоты плохо распространяются в воздухе, поэтому между преобразователем и поверхностью образца используется контактная жидкость (глицерин или гель).

Звуковые волны, генерируемые ПЭП, проникают в исследуемый образец, проходят сквозь него, а затем отражаются от его противоположной стороны.

ПЭП получает отраженные звуковые волны, или эхо-сигналы, и преобразует их обратно в электрические сигналы.

Толщиномер производит точное измерение временного интервала между зондирующим импульсом и первым эхо-сигналом, и вычитает нулевое значение, представляющее собой задержку преобразователя. Полученный результат умножается на скорость распространения звука в измеряемом материале (V) и делится на два для учета пути звуковой волны в обе стороны. Окончательный результат (X) представляет толщину тестового материала.

Арифметические вычисления, позволяющие получить значение толщины, выполняются микропроцессором и выводятся на жидкокристаллический экран.

Микропроцессор также управляет приемником/детектором для определения типа преобразователя с помощью идентификационного (ИД) контакта ПЭП. Калибровочные значения и настройки прибора сохраняются в энергозависимом

$$X = \frac{(t)V}{2}$$

ОЗУ (оперативное запоминающее устройство). Клавиатура передает в микропроцессор все выполненные пользователем изменения (режим, значения и т.д.).

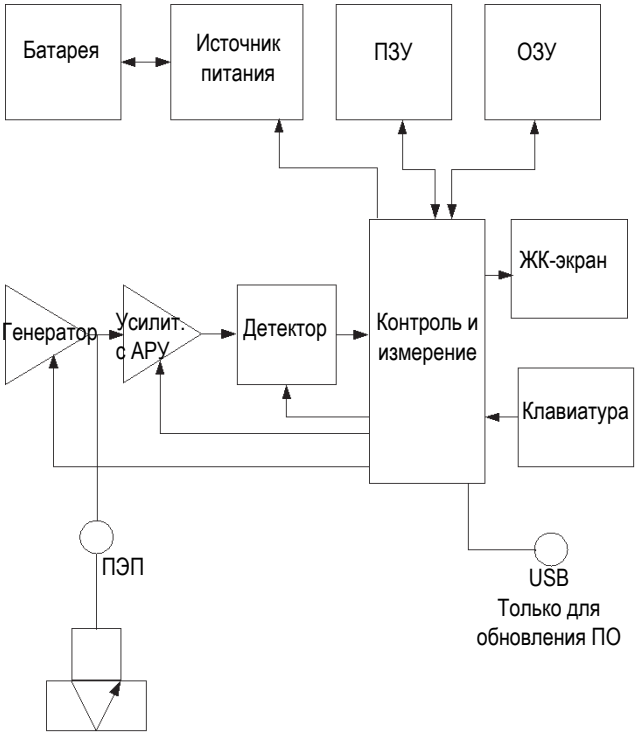


Рис. 9-1 Блок-диаграмма **27MG**

10. Указания по применению

В данной главе представлены факторы, влияющие на точность измерений ультразвукового толщиномера 27MG, выбор преобразователей в зависимости от минимальной толщины материала, и важные примечания, которые необходимо учитывать при измерении коррозии на высоконагретых поверхностях.

10.1 Факторы, влияющие на точность измерений

Следующие факторы могут влиять на работу толщиномера 27MG и точность измерений:

- Состояние поверхности

  Наличие глубоких трещин и язвин на поверхности трубы или резервуара может представлять собой серьезную проблему. На некоторых необработанных поверхностях рекомендуется использовать желеобразный или консистентный смазочный материал для улучшения акустического контакта между контролируемым образцом и ПЭП. В крайних случаях, чтобы обеспечить контакт рабочей поверхности преобразователя с поверхностью объекта контроля, может понадобиться обработка объекта контроля напильником. При наличии глубокого изъязвления на внешней поверхности труб или емкостей обычно возникает необходимость измерения толщины металла от основания изъязвлений до внутренней поверхности. Как правило, толщина неизъязвленного металла измеряется с помощью ультразвука, а измерение глубины изъязвления производится механическими средствами, после чего глубина изъязвления вычитается из общей толщины. Можно также обработать поверхность объекта контроля напильником до основания изъязвления и измерить толщину обычным способом. При возникновении затруднений в процессе измерения толщины лучшим способом определения возможностей конкретной комбинации

прибор/преобразователь на данной поверхности является экспериментирование с реальными образцами из материала объекта контроля.

- Позиционирование и выравнивание преобразователя

  Для обеспечения надлежащей передачи ультразвука в объект контроля преобразователь должен быть плотно прижат к его поверхности. На цилиндрических поверхностях малого диаметра, таких как трубы, необходимо удерживать преобразователь так, чтобы линия на рабочей поверхности преобразователя (акустический экран между передатчиком и приемником), разделяющая две половинки, располагалась перпендикулярно к центральной оси трубы (см. Рис. 10-1 на стр. 64).



Рис. 10-1 Выравнивание ПЭП перпендикулярно к центральной оси трубы

В некоторых случаях на очень сильно корродированных или изъязвленных объектах контроля имеются участки, на которых показания получены быть не могут. Это может произойти, когда внутренняя поверхность изделия настолько нерегулярна, что ультразвук рассеивается, а не отражается обратно на преобразователь. Потеря показания может также свидетельствовать о толщине, значение которой находится вне пределов диапазона используемого преобразователя или прибора. В целом, невозможность получения верного показания толщины в конкретной точке объекта контроля может служить признаком серьезно поврежденной стенки и требует дополнительного контроля другими средствами.

- Калибровка

  Точность результатов любого ультразвукового контроля напрямую зависит от правильной калибровки прибора. Важно производить калибровку скорости звука и калибровку нуля каждый раз, когда меняется материал или преобразователь. Рекомендуется периодически проводить тестирование на образцах с известной толщиной для проверки эффективности работы прибора.

- Конусность или эксцентриситет

Если контактная поверхность образца или его противоположная сторона скошена или эксцентрична по отношению к другой, отраженный сигнал искажается, а уровень достоверности результатов снижается.

- Акустические характеристики тестового образца

  Некоторые свойства материалов, применяемых в машиностроении, могут существенно влиять на точность результатов и диапазон измеряемых толщин.

- Рассеяние звука

  В некоторых материалах (литая нержавеющая сталь, чугун, стекловолокно и композиты) акустическая энергия рассеивается на отдельных кристаллитах в литых изделиях, или на границах неоднородных материалов в составе стекловолокна или композитов. Это ограничивает способность отличать действительные, отражаемые от донной поверхности материала эхо-сигналы, тем самым сокращая диапазон измерения.

- Изменение скорости звука

  Некоторые материалы демонстрируют значительные колебания скорости звука в разных точках образца. Это происходит в некоторых литых металлах из-за крупнозернистой структуры и анизотропии скорости звука в зависимости от ориентации кристаллитов. Для других материалов характерно резкое изменение скорости распространение звука в зависимости от температуры. Это свойственно пластмассам, поэтому для получения максимально точных результатов необходимо тщательно контролировать температуру.

- Затухание звука

  Во многих органических материалах, таких как пластик низкой плотности и резина, происходит быстрое затухание акустических волн при тех частотах, которые обычно используются в ультразвуковых толщиномерах. Поэтому, измеряемая максимальная толщина данных материалов часто ограничена.

10.2 Выбор преобразователя

Для любой ультразвуковой измерительной системы (преобразователь плюс толщиномер) имеется минимальное значение толщины материала, ниже которого правильные показания толщины невозможны.

Обычно этот минимальный диапазон указан в соответствующей технической документации. При увеличении частоты преобразователя минимальная измеряемая толщина уменьшается. При контроле корродированных объектов обычно измеряется минимальная остаточная толщина материала, при этом

важно знать установленный диапазон используемого преобразователя. Если раздельно-совмещенный преобразователь используется для контроля объекта, толщина которого меньше минимального диапазона данного преобразователя, могут быть получены неправильные эхо-сигналы и отображено неправильное показание толщины.

Приведенная ниже Табл. 6 на стр. 66 содержит приблизительные значения минимальных измеряемых толщин стали для стандартных преобразователей, использующихся с ультразвуковым толщиномером 27MG. Имейте в виду, что эти цифры приблизительны. Точное значение измеряемой минимальной толщины в каждом конкретном случае зависит от скорости ультразвука, состояния поверхности и геометрии изделия. Это значение должно определяться пользователем экспериментально.

Табл. 6 Выбор преобразователя

ПЭП	МГц	Соединение кабеля и ПЭП	Диаметр контакт. поверх-ти	Диапазон изм. (в стали)	Диапазон температур
D7910	5,0	Под углом 90°	12,7 мм	1–254 мм	От 0 °C до 50 °C
D790 D790-SM D790-RL D790-SL	5,0	Прямое Прямое Под углом 90° Прямое	11,0 мм	1–500 мм	От –20 °C до 500 °C
D791	5,0	Под углом 90°	11,0 мм	1–500 мм	От –20 °C до 500 °C
D791-RM	5,0	Под углом 90°	11,0 мм	1–500 мм	От –20 ° до 400 °C
D792 D793	10	Прямое Под углом 90°	7,2 мм	0,5–25 мм	От 0 °C до 50 °C
D794	5,0	Прямое	7,2 мм	0,75–50 мм	От 0 °C до 50 °C

Табл. 6 Выбор преобразователя *(продолжение)*

ПЭП	МГц	Соединение кабеля и ПЭП	Диаметр контакт. поверх-ти	Диапазон изм. (в стали)	Диапазон температур
D797 D797-SM	2,0	Под углом 90° Прямое	22,9 мм	3,8–635 мм	От –20 °C до 400 °C
D7226 D798-LF	7,5	Под углом 90°	8,9 мм	0,71–50 мм	От –20 °C до 150 °C
D798 D798-SM	7,5	Прямое, Под углом 90 °C	7,2 мм	0,71–50 мм	От –20 °C до 150 °C
D799	5,0	Под углом 90°	11,0 мм	1–500 мм	От –20 °C до 150 °C
MTD705	5,0	Под углом 90°	5,1 мм	1,0–19 мм	От 0 °C до 50 °C

При выборе преобразователя для измерения толщины корродированных объектов также необходимо принимать во внимание температуру объекта контроля. Не все раздельно-совмещенные преобразователи предназначены для контроля объектов с высокой температурой. В таблице, приведенной выше, перечислены рекомендованные температурные диапазоны для раздельно-совмещенных преобразователей, использующихся с толщиномером 27MG. Информацию, касающуюся преобразователей других типов, можно получить из каталогов производителя. При контроле объектов, температура которых находится вне пределов указанных диапазонов, преобразователи могут быть повреждены или разрушены.

10.3 Измерение объектов с высокой температурой

Измерения толщины корродированных объектов с высокой температурой требуют специальных решений. Следует учитывать следующие моменты:

- Убедитесь, что температура поверхности объекта контроля не превышает максимальную температуру для преобразователя и контактной жидкости, которую вы используете. Некоторые раздельно-совмещенные

преобразователи предназначены для использования только при комнатной температуре.

- Используйте контактную жидкость, рассчитанную на температуру, при которой вы собираетесь проводить измерения. Все высокотемпературные контактные жидкости при определенной температуре закипают, оставляя твердый остаток, который не проводит ультразвук. Контактная жидкость Olympus E (Ultratherm) может использоваться при температурах до 540° C, хотя она начинает испаряться при достижении верхней границы температурного диапазона.

  Максимальные рекомендуемые температуры для контактных жидкостей Olympus представлены в Табл. 7 на стр. 68.

Табл. 7 Контактные жидкости

Контакт. жидкость	Тип	Максимальная рекомендуемая температура
A	Пропилен гликоль	90 °C
B	Глицерин	90 °C
D	Гель	90 °C
E	Высоко температурная	540 °C
F	Средне температурная	280 °C

ПРИМЕЧАНИЕ

Перечень доступных контактных жидкостей зависит от страны местоположения (местного регламента). За дополнительной информацией обращайтесь к региональному представителю Olympus.

- Быстро проведите измерения и охладите корпус преобразователя между получением показаний. Высокотемпературные преобразователи оснащены линиями задержки, выполненными из термически стойких материалов. Однако, при непрерывном воздействии очень высоких температур

внутренняя часть преобразователя может нагреться до температуры, при которой преобразователь разрушается.

- Помните, что скорость звука в материале и сдвиг нуля преобразователя изменяются с температурой.

  Для максимальной точности измерения при высоких температурах объектов контроля, настройку скорости звука в материале следует проводить с использованием стандартного образца известной толщины, нагретого до температуры, при которой будут проводиться измерения. Ультразвуковой толщиномер 27MG имеет функцию полуавтоматической установки нуля, которая может быть использована для настройки нуля при высоких температурах.
- Использование функции Стоп-кадр в ускоренном режиме измерения позволяет оптимизировать скорость получения результатов контроля.
- Коррозионные толщиномеры не предназначены для обнаружения дефектов или трещин, они не могут быть использованы для обнаружения несплошностей материала. Точная оценка несплошностей материала может быть проведена опытным оператором при помощи ультразвукового дефектоскопа серии EPOCH. В целом, при получении любых необъяснимых показаний коррозионного толщиномера, требуется дополнительное исследование объекта контроля дефектоскопом.
- Для получения более подробной информации по использованию раздельно-совмещенных преобразователей для измерения толщины корродированных объектов, а также по любому вопросу касательно ультразвукового контроля, обращайтесь к представителю компании Olympus.
- Обычно, при измерении толщины горячих корродированных объектов, рекомендуется выполнить настройку усиления и оптимизацию чувствительности материала для получения лучших результатов. Высокотемпературные контактные жидкости, как правило, менее эффективны, чем жидкости, используемые при низких температурах; поэтому для лучшей работы толщиномера 27MG необходимо настроить или оптимизировать чувствительность для высоконагретых условий.

11. Технический уход и устранение неисправностей

В данной главе представлена информация по правильному уходу и техническому обслуживанию ультразвукового толщиномера 27MG.

11.1 Регулярный уход и техническое обслуживание

Корпус 27MG герметизирован во избежание проникновения жидкостей и пыли, но не является полностью водонепроницаемым. Поэтому, прибор нельзя погружать в воду или другую жидкость.

Для очистки корпуса, клавиатуры и экрана прибора следует использовать мягкую ткань, не оставляющую ворса, смоченную мягкодействующим моющим средством. Не используйте сильные растворители или абразивные материалы.

11.2 Уход за преобразователями

Ультразвуковые преобразователи (ПЭП), используемые с толщиномером 27MG, прочны и нуждаются в минимальном уходе. Тем не менее, они также подвержены разрушению и служат дольше при правильном обращении.

- Порез, прокол или вырыв изоляции приводит к повреждению кабеля. Постарайтесь избежать описанных действий. Никогда не оставляйте преобразователь в доступных местах, во избежание случайного повреждения кабеля. Отсоединяйте преобразователь от прибора, вытягивая его за разъем, а не за сам кабель. Никогда не завязывайте кабель преобразователя узлом.
- Не скручивайте кабель и не тяните за кабель. Особенно важно соблюдать данные указания при использовании преобразователей, где невозможно заменить кабель в полевых условиях.

- Чрезмерный износ контактной поверхности (наконечника) преобразователя снижает эффективность его работы. Чтобы предотвратить быстрый износ ПЭП, при измерении неровных поверхностей не прижимайте преобразователь плотно к материалу. Использование преобразователя может быть затруднено или невозможно, если его наконечник сильно поцарапан. Износ может быть как незначительным, так и критическим, сокращающим срок службы преобразователя. Поврежденную поверхность преобразователя можно восстановить (нанести новое покрытие), и тем самым продлить срок работы ПЭП. За более подробной информацией обращайтесь к представителю Olympus.

11.3 Сообщения об ошибках

При работе с ультразвуковым толщиномером 27MG можно встретить сообщения об ошибках. Эти сообщения обычно указывают на проблему в эксплуатации прибора, а иногда могут говорить о физических неисправностях самого прибора. Если вам непонятно сообщение об ошибке, обратитесь за помощью в представительство Olympus.

11.4 Неисправность батарей

Индикатор батареи отображает уровень оставшегося заряда батареи. Если ультразвуковой толщиномер 27MG выключается сразу же после включения, или если включить прибор невозможно, значит батареи полностью разряжены. Батареи следует заменить. Если после замены батарей прибор не включается, это говорит о возможной неисправности одного из компонентов прибора.

11.5 Ошибки конфигурации (Do--)

Если при нажатии клавиши **[ZERO]** сообщение **Do--** не исчезает, проверьте подключен ли Olympus преобразователь. Если да, то проверьте исправность преобразователя. Попробуйте использовать другой ПЭП или поменяйте кабель. Если при смене преобразователя сообщение **Do--** сохраняется, возможно причиной является неисправность блока генератор/приемник.

11.6 Диагностика проблем в системе измерения

Если выполнить измерения не удается и отображаются индикаторы **MEAS** и **LOS**, причиной может быть неисправность преобразователя или генератора/приемника, или недостаточно большой донный эхо-сигнал материала.

Диагностика проблемы

1. Протрите преобразователь (убрав контактную жидкость с поверхности) и нажмите **[2nd F]**, **[CAL ZERO]**. Если значение между 3000 и 7500 отображается вместе с индикатором **DO ZERO**, преобразователь и генератор/приемник работают исправно. Перейдите к этапу 2. Если нет, перейдите к шагу 6.
2. Проверьте, достаточно ли контактной жидкости между ПЭП и поверхностью материала, особенно если поверхность неровная и шероховатая.
3. Попробуйте использовать этот же преобразователь на гладком и ровном образце.
4. Если вышеописанные эксперименты прошли успешны, но выполнить измерения невозможно, попробуйте изменить настройку усиления или чувствительность материала. Если ситуация не изменилась, попробуйте использовать другой тип преобразователя с большей чувствительностью, в том же диапазоне измеряемых толщин.
5. Если доступен второй преобразователь того же типа, используйте его для измерений и перейдите к шагу 1. Если тест прошел успешно, значит неисправен исходный преобразователь. Если нет, значит неисправен генератор/приемник.
6. Если результаты проведенных тестов указывают на неисправность толщиномера или ПЭП, прибор(ы) необходимо доставить в Olympus для ремонта или замены. Если тесты показывают, что толщиномер/ПЭП исправны, значит проблемой является тестовый образец, который невозможно измерить по одной из следующих причин:
   - Чрезмерная шероховатость лицевой или донной поверхности
   - Чрезвычайно высокое затухание звука или рассеяние, по причине зернистой структуры, вкраплений, пор или других особенностей материала.
   - Чрезмерный непараллелизм
   - Чрезмерная криволинейность

11.7 Самодиагностика

Ультразвуковой толщиномер 27MG оснащен двумя самодиагностируемыми (DIAG) экранами, позволяющими оператору идентифицировать аппаратные проблемы и проблемы ПО.

Чтобы открыть экран диагностики 1 для просмотра результатов внутренней самодиагностики, выполните следующее:

1. Нажмите **[2nd F] [▼] (SETUP)** для отображения режимов настройки.
2. С помощью клавиш **[◀, ▶]** выберите **DIAG1**.
   Отображаются результаты, представленные в Табл. 8 на стр. 74.

Табл. 8 Результаты DIAG1

GAIN	Внутренняя калибровка
BLK, DET, SMP	Внутренний тест на игнорирование, обнаружение и выборку
THRESH CAL (RCVR1)	Калибровочный тест порогового значения Приемник 1
THRESH CAL (RCVR2)	Калибровочный тест порогового значения Приемник 2

ПРИМЕЧАНИЕ

Выделенные параметры указывают, что самопроверка не удалась для ожидаемых значений.

Чтобы открыть экран диагностики 2 с информацией о толщиномере 27MG

1. Нажмите **[2nd F] [▼] (SETUP)** для отображения режимов настройки.
2. С помощью клавиш **[◀, ▶]** выделите **DIAG2**.

Отображаются результаты, представленные в Табл. 9 на стр. 75.

Табл. 9 Результаты DIAG2

SW REV	Отображает версию ПО (1.00/1.00G)
BATTERY	Показывает текущее напряжение батареи
PROBE	Отображает текущий подключенный ПЭП
PR TX	Показывает время пролета линии задержки передатчика
PR RX	Показывает время пролета линии задержки приемника

ПРИМЕЧАНИЕ

Если PR TX отображает N/A, значит поврежден кабель или проблемы с преобразователем.

11.8 Проверка эксплуатационных характеристик прибора

Экран ТЕСТЫ ультразвукового толщиномера 27MG включает две тестовые функции для проверки рабочих характеристик прибора (см. Рис. 11-1 на стр. 76):

- **КЛАВИШИ –** Проверка работы клавиатуры.
- **ДИСПЛЕЙ –** Проверка ЖК-экрана на отсутствие битых пикселей.



Рис. 11-1 Экран ТЕСТЫ

11.8.1 Функция КЛАВИШИ

Данная функция используется для проверки функциональности клавиатуры. При выборе функции **КЛАВИШИ** отображается виртуальная клавиатура (см. Рис. 11-2 на стр. 76). Чтобы проверить функциональность клавиши, нажмите клавишу на клавиатуре. Изображение выбранной клавиши будет выделено на экране. Если нажатая на клавиатуре клавиша не совпадает с выделенной на экране клавишей, значит она нефункциональна.

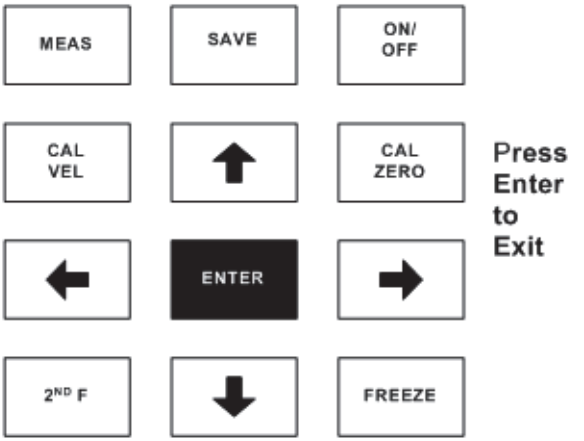


Рис. 11-2 Тестирование клавиатуры

Чтобы проверить правильность работы клавиатуры

1. Из экрана измерений (**ИЗМ.**) нажмите **[2ndF] [▼]** и с помощью клавиши **[▶]** откройте **ТЕСТЫ** вверху экрана.
2. С помощью клавиши **[▼]** выберите функцию **КЛАВИШИ** и нажмите **[ENTER]** для начала теста или **[2ndF] [▲]** — для отмены теста. Визуально проверьте функциональность всех клавиш клавиатуры.
3. Нажмите **[ENTER]**, чтобы вернуться к экрану **ТЕСТЫ**.

11.8.2 ВИДЕО-ТЕСТ

Данная функция используется для проверки ЖК-дисплея на отсутствие битых пикселей (см. Рис. 11-3 на стр. 77). Нефункциональные пиксели отображаются белым цветом, если функция **ВИДЕО ТЕСТ** активирована.



Рис. 11-3 Экран Видео теста

Чтобы проверить качество изображения экрана

1. Из экрана измерений (**ИЗМ.**) нажмите **[2ndF] [▼]** и с помощью клавиши **[▶]** откройте **ТЕСТЫ** вверху экрана.
2. С помощью клавиши **[▼]** выберите функцию **ВИДЕО ТЕСТ** и нажмите **[ENTER],** чтобы начать тест или **[2ndF] [▲]**, чтобы отменить тест. Визуально проверьте экран на наличие битых пикселей (белых точек).
3. Нажмите **[ENTER]**, чтобы вернуться к экрану **ТЕСТЫ**.

11.9 Обслуживание и ремонт

Служба по техническому обслуживанию и ремонту Olympus расположена в г. Вальтам (Waltham, США). Некоторые представительства Olympus также предоставляют услуги по ремонту и техническому обслуживанию.

11.10 Запасные части и дополнительное оборудование

Olympus предоставляет запасные части для толщиномеров 27MG, а также дополнительное оборудование.

Приложение: Скорость звука

Скорость распространения звука в наиболее часто встречающихся материалах представлена в Табл. 10 на стр. 79. Используйте данную таблицу только как справочную информацию. Реальная скорость звука в материале может сильно варьироваться в зависимости от целого ряда причин и условий, таких как: состав, кристаллическая структура, пористость и температура. Поэтому, для обеспечения максимальной точности в определении скорости звука в материале необходимо сначала изучить образец исследуемого материала.

Табл. 10 Скорость звука в материале

Материал	B (дюйм/мкс)	B (м/с)
Полиакрилат (органическое стекло)	0,107	2730
Алюминий	0,249	6320
Бериллий	0,508	12900
Латунь, судостроительная	0,174	4430
Медь	0,183	4660
Алмаз	0,709	18000
Глицерин	0,076	1920
Инконель	0,229	5820
Железо, литье (медл.)	0,138	3500

Табл. 10 Скорость звука в материале *(продолжение)*

Материал	B (дюйм/мкс)	B (м/с)
Железо, литье (быстр.)	0,220	5600
Железная руда (магнитная)	0,232	5890
Свинец	0,085	2160
Акриловый пластик (люсит)	0,106	2680
Молибден	0,246	6250
Моторное масло (SAE 20/30)	0,069	1740
Никель, чистый	0,222	5630
Полиамид (медл.)	0,087	2200
Нейлон (быстр.)	0,102	2600
Полиэтилен, высокой плотности (HDPE)	0,097	2460
Полиэтилен, низкой плотности (LDPE)	0,082	2080
Полистирен	0,092	2340
Поливинилхлорид (ПВХ, твердый)	0,094	2395
Каучук (полибутадиен)	0,063	1610
Кремний	0,379	9620
Силикон	0,058	1485
Сталь, 1020	0,232	5890

Табл. 10 Скорость звука в материале *(продолжение)*

Материал	B (дюйм/мкс)	B (м/с)
Сталь, 4340	0,230	5850
Сталь, 302 аустенитная нержавеющая	0,223	5660
Сталь, 347 аустенитная нержавеющая	0,226	5740
Олово	0,131	3320
Титан, Ti 150A	0,240	6100
Вольфрам	0,204	5180
Вода (20 °C)	0,0580	1480
Цинк	0,164	4170
Цирконий	0,183	4650

Использованная литература

1. W.P. Mason, *Physical Acoustics and the Properties of Solids*, D. Van Nostrand Co., New York, 1958.
2. E.P. Papadakis, Panametrics - unpublished notes, 1972.
3. J.R. Fredericks, *Ultrasonic Engineering*, John Wiley & Sons, Inc., New York, 1965.
4. D. L. Folds, “Experimental Determination of Ultrasonic Wave Velocities in Plastics, Elastomers, and Syntactic Foam as a Function of Temperature”, Naval Research and Development Laboratory, Panama City, Florida, 1971.
5. *Handbook of Chemistry and Physics*, Chemical Rubber Co., Cleveland, Ohio, 1963.

Список изображений

Рис. i-1 Паспортная табличка и серийный номер прибора 1
Рис. i-2 Внутренние контакты разъемов T/R1 и T/R2 4
Рис. 1-1 Компоненты приборной части 27MG — Вид спереди и вид сверху ... 17
Рис. 1-2 Схема подключения внешних устройств к 27MG 18
Рис. 1-3 Разъемы верхней части прибора 18
Рис. 1-4 Клавиатуры 27MG 19
Рис. 2-1 Индикатор питания при использовании батарей 23
Рис. 2-2 Открытие батарейного отсека 25
Рис. 2-3 Выбор типа батарей 26
Рис. 3-1 Экран измерений 29
Рис. 3-2 Другие элементы экрана измерений 30
Рис. 3-3 Пример экрана параметров 31
Рис. 4-1 Компенсация нуля преобразователя 34
Рис. 4-2 Экран с нулевым значением 35
Рис. 5-1 Экран с сообщением Do-- 38
Рис. 5-2 Экран с неизвестным значением скорости звука 40
Рис. 9-1 Блок-диаграмма 27MG 62
Рис. 10-1 Выравнивание ПЭП перпендикулярно к центральной оси трубы 64
Рис. 11-1 Экран ТЕСТЫ 76
Рис. 11-2 Тестирование клавиатуры 76
Рис. 11-3 Экран Видео теста 77

Список таблиц

Табл. 1 Паспортная табличка 2
Табл. 2 Наклейка с серийным номером 3
Табл. 3 Функции клавиатуры 20
Табл. 4 Настройки по умолчанию 33
Табл. 5 Технические характеристики 59
Табл. 6 Выбор преобразователя 66
Табл. 7 Контактные жидкости 68
Табл. 8 Результаты DIAG1 74
Табл. 9 Результаты DIAG2 75
Табл. 10 Скорость звука в материале 79

Алфавитный указатель

C

CAL LOCK *См.* калибровка
  функция блокировки
CAL VEL *См.* скорость звука в материале
CAL ZERO *См.* калибровка нуля
China RoHS
  маркировка 3
  символ 11
соответствие
  нормы FCC 12

D

Do-ZERO 21

E

EN15317, стандарт 60
ENTER 20
ESC, вторичная функция 20

F

FCC (США)
  нормы 12

G

GAIN 20
GAIN OPT 20

I

ICES-001 (Канада) 12
IP65, защита от проникновения пыли и воды 16, 60

O

Olympus, техническая поддержка 13

R

RCM 2
RoHS
  маркировка 3
  символ 11

S

SETUP 21

U

USB-разъем 18
  защитная крышка 17
  расположение 18

V

VEL 21

А

английская клавиатура 19
атмосфера, взрывоопасная
  безопасная работа (NFPA 70) 60

Б

батареи 9, 23, 60
  NiMH 24
  AA 24
  время работы 24
  замена 24, 25, 27
  индикатор 23, 24
  использование 24
  неисправность 72
  никель-металлгидридные перезаряжаемые 24
  отсек 25

винт крепления 25
отсек, герметизирующая прокладка 25
полный заряд 24
продолжительность работы 60
тип 24
уровень мощности 23
утилизация 9
хранение 24
щелочные 24
батарейный отсек 25
герметизирующая прокладка 25
крепительный винт 25
безопасная работа, взрывоопасная атмосфера 60

В

важная информация 5
ВАЖНО 8
вверх 20
вес, прибор 60
взрывоопасная атмосфера, безопасная работа (NFPA 70) 60
включение/выключение 17
влево 20
вниз 20
ВНИМАНИЕ 7
водонепроницаемость, частичная 71
воздействие окружающей среды 16
степень защиты 16
вправо 21
время работы, батареи 24
вторичная функция
GAIN OPT 20
вторичные функции
Do-ZERO 21
SETUP 21
VEL 21
выбор параметра 31
высокая температура поверхности преобразователи 67
высокое напряжение 9

Г

габариты, прибор 60
герметизирующая прокладка
батарейный отсек 25

Д

дефективный преобразователь
диагностика 72
диагностика 74
диапазон измеряемых толщин 59
диапазон рабочих температур 59
диапазон частоты 61
диапазон, скорость звука 59
директива WEEE
маркировка 2
символ 10
директива ЭМС 11
дисплей 17
подсветка 21, 46
разрешение 49
дисплей, ЖК 60
игнорирование 33
подсветка 60
языки 60
дифференциальный режим 55
дополнительные функции 45

Е

единицы измерения
изменение 49

Ж

ЖК-дисплей 33
подсветка 21, 46, 60
полоса пропускания 60
расположение 17
языки интерфейса 60

З

замена батареи 25
затухание звука 65
защита от проникновения загрязнений, IP65 16
защитная крышка 17
защитный резиновый чехол 17
звуковая сигнализация 52
звуковой сигнал 52
звуковые волны 61
значение толщины
разделитель 53

И

игнорирование 33
изменение разрешения изображения 49
изменение скорости звука 65
измерение
  высокая температура 67
  единицы 49
  измерение 43
  меню настроек 49
  особенности 15
  проблемы 73
  стандартное разрешение 33
  частота 51
измерения
  экран 29
измерения на горячих поверхностях 67
импульс-эхо 61
индикатор батареи 24
  полный заряд 24, 27
индикатор, батарея 23
информация о гарантии 12
источники питания 23

К

калибровка 37, 41, 64
  компенсация нуля преобразователя 38
  скорость звука в материале 38
  скорость звука в материале ~ 40
  функция блокировки 52
калибровка нуля 38, 42
калибровка нуля или CAL ZERO 37
калибровка преобразователя 38
клавиатура 17, 18
  английская 19
  международная 19
  вторичные функции 19
  функции 18, 20
  характристики 59
клавиша Вкл/Выкл *См.* клавиши, питание
клавиша питания 17
клавиши
  функции 20
  2nd F 20
  CAL VEL 21
  CAL ZERO 21
  ENTER 20
  FREEZE 20
  GAIN 20
  MEAS 20
  RESET 20
  вторичные функции 19, 20, 21
  вторичные функции ESC 20
  курсорные 19, 20, 21
  питание 17, 21
кольца для крепления ремня 17
компакт-диск
  документация 15
компенсация нуля преобразователя 38
комплектующие
  совместимые 6
контактная жидкость 68, 69
контактная поверхность
  конусность 64
  эксцентриситет 64
конусность 64
Корейская комиссия по связи (KCC)
  маркировка 3
  символ 11
корейский стандарт 3
корпус, характеристики 60
коэффициент усиления материала 47
крепление ремня, кольца 17
крышка батарейного отсека
  крепительный винт 25
крышка, батарейный отсек 25
курсорные клавиши
  вверх 20
  влево 20
  вниз 20
  вправо 21

М

международная клавиатура 19
методы измерения 33
микропроцессор 61

Н

наклейка с серийным номером
  расположение 1
  содержание 3
наклейки 1
настройки

подсветка экрана 21
начальные установки 34
нормы
ICES-001 (Канада) 12

О

оборудование
утилизация 10
общие характеристики 59
ОПАСНО 7
опасность
риск поражения электротоком 4
описание изделия 15
ОСТОРОЖНО 7
ошибка, сообщения 72

П

параметр
выбор 31
экран 30
параметры
время простоя 53
полный сброс 57
разделитель 53
частота измерения 51
параметры измерения
сброс 56
паспортная табличка 2
расположение 1
содержание 2
питание
клавиша 21
питание от батарей 23
питание *См.* включение
подключения 17
полоса пропускания 60
предупреждения 25
высокое напряжение 9
общие 8
преобразователи 67
выбор 65
диагностика 72
измерения на горячих поверхностях 67
позиционирование/выравнивание 64
раздельно-совмещенные 59
техническое обслуживание 71
преобразователь
компенсация нуля 37
раздельно-совмещенный 18
разъемы, Передача/Прием 17
прибор
вес 60
включение/выключение 17
габариты 60
кольца для крепления ремня 17
методы измерения 33
настройки по умолчанию 33
неавторизованные модификации 6
потребляемая мощность 23
разрешающая способность 59
ремонт и модификации 6
совместимость 6
ПРИМЕЧАНИЕ 8
примечания и предупреждения 8
ВАЖНО 8
ПРИМЕЧАНИЕ 8
СОВЕТ 8
проверка дисплея 77
продолжительность работы, батареи 60

Р

разрешение
изменение 49
разрешение, дисплей 59
разъемы
USB 17, 18
Передача/Прием 4, 17
преобразователи 18
расположение 18
стандартный преобразователь 4
рассеяние звука 65
режим игнорирования 33
режим измерения
раздельно-совмещенный преобразователь 59
режим Мин/Макс 50
режим подсветки, экран 54
режим сигнализации, программируемый 60
режим сканирования
Макс 50
Мин. 50
режим Стоп-кадр 47

режим, программируемая сигнализация 60
резиновый чехол, защитный 17
ремешок для запястья 17
ремонт и модификации 6
руководство по эксплуатации 5
руководство, пользователь 5

C

сброс 56
  параметры измерения 56
  полный 57
CE
  маркировка 2
  символ 10
серийный номер 3
  расположение 1
  содержание 3
сигнализация
  высокий/низкий порог 54
сигнальные слова 7, 8
  безопасность 7
  ВНИМАНИЕ 7
  ОПАСНО 7
  ОСТОРОЖНО 7
  примечания и предупреждения 8
символы 1
  безопасность, описание 6
  RCM (Австралия) 2
  RoHS 11
  WEEE 2
  CE 2
системные настройки 52
скорость звука 33, 79
  по умолчанию 33
скорость звука в материале 41
  См. также скорость звука
  известна 41
  калибровка 40
  калибровка, или CAL VEL 37
  неизвестное значение 40
  таблица 79
скорость звука, материал 59
СОВЕТ 8
совместимость
  комплектующие 6
содержание наклейки 2, 3
сообщения об ошибках 72
соответствие
  RCM (Австралия) 2
  директива RoHS (Китай) 11
  директива ЭМС 11
  CE (Директивы Европейского сообщества) 10
состояние поверхности 63
стандартное разрешение 33
стандарты
  ICES-001 (Канада) 12
  Австралия 2
  Корея 3
стандарты, EN15317 60
степень защиты
  IP65 60
строка заголовка 31

T

температура 67
  диапазон 59
тестирование клавиатуры 76
тестовый образец
  акустические характеристики 65
техника безопасности
  использование толщиномера 5
  сигнальные слова 7
  символы 6
  совместимые комплектующие 6
техническая поддержка 13
технические характеристики 59
техническое обслуживание
  преобразователи 71
  чистка прибора 71
типа AA 24
толщина, диапазон 59
толщиномер
  водонепроницаемость, частичная 71
  использование по назначению 5
  назначение 5
  настройки по умолчанию 33
  неавторизованные модификации 6
  неправильное использование 5
  совместимость 6

У

ультразвук
  скорость распространения 79
усиление
  настройка 47
утилизация оборудования 10
утилизация электрического и электронного оборудования 10

Ф

функции, дополнительные 45

Х

хранение батарей 24

Ч

чехол, защитный резиновый 17

Щ

щелочные батареи *См.* батареи

Э

экран
  параметр 30, 31
  режим подсветки 54
экран измерений 29
эксцентриситет 64
электрический ток
  опасность 4
элементы управления 51