

**РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ
УЛЬТРАЗВУКОВОГО ТОЛЩИНОМЕРА
ТАУ410**

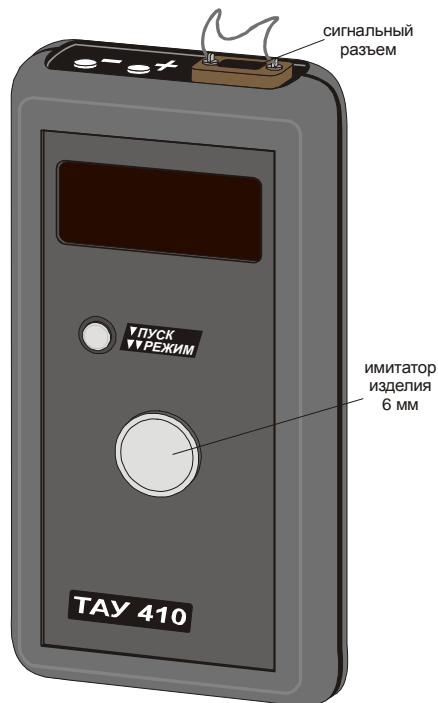


Рис. 1. Электронно-измерительный блок ультразвукового толщинометра ТАУ410

СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
ПРИНЯТЫЕ СОКРАЩЕНИЯ	3
НАЗНАЧЕНИЕ	2
ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	2
I. ПОДГОТОВКА ТОЛЩИНОМЕРА К РАБОТЕ	3
1. ВКЛЮЧЕНИЕ И ВЫКЛЮЧЕНИЕ ПРИБОРА	4
2. КОНТРОЛЬ ПИТАНИЯ	4
II. РАБОТА С ПРИБОРОМ	4
1. ОПИСАНИЕ РЕЖИМОВ ИЗМЕРЕНИЯ	5
2. ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ И ВЫПОЛНЯЕМЫЕ ФУНКЦИИ	5
3. ВЫБОР РЕЖИМА РАБОТЫ И НАСТРОЙКИ	6
4. УСТАНОВКА ПАРАМЕТРОВ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ ПРИБОРА	6
5. ВЫБОР УРОВНЯ РАБОЧЕЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ В РУЧНОМ И ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКОМ РЕЖИМАХ	8
6. КОМПЕНСАЦИЯ ЗАДЕРЖКИ УЛЬТРАЗВУКА В ПРОТЕКТОРЕ ДАТЧИКА	8
7. КАЛИБРОВКА ПО ОБРАЗЦУ ИЗМЕРЯЕМОГО ИЗДЕЛИЯ	9
8. КАЛИБРОВКА ПО ИМИТАТОРУ ИЗДЕЛИЯ	10
9. ИЗМЕРЕНИЕ	10
10. ПРИМЕР НАСТРОЙКИ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ	11
III. ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ	11
V. ГАРАНТИИ	12
ПРИЛОЖЕНИЕ (СПРАВОЧНОЕ)	13

НАЗНАЧЕНИЕ

Многофункциональный ультразвуковой толщинометр ТАУ410 предназначен для решения наиболее сложных задач толщинометрии, в том числе для контроля материалов с сильным ослаблением ультразвука типа полипропилена, резины, композитов (стеклопластиков и т.п.), аустенитов, а также для исследовательских работ в области технологии производства различных материалов.

Кроме этого ТАУ410 может работать с совмещенными пьезопреобразователями, в том числе, наклонными, что позволяет получить наиболее достоверную информацию о состоянии контролируемого изделия даже в тех случаях, когда раздельно-совмещенные (р/с) пьезопреобразователи не могут дать такую информацию (например, при контроле изделий, пораженных язвенной коррозией). Наличие совмещенных датчиков позволяет использовать толщинометр для предварительной дефектоскопии сварных швов, для дефектоскопии протяженных (до 2 метров) изделий на наличие поперечных трещин и т.д.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

1. Диапазон скоростей звука в контролируемых материалах, м/с	1500 - 7500
2. Диапазон измеряемых толщин с р/с датчиками, мм ¹	0,7 - 199,9
3. Диапазон измеряемых расстояний до дефекта для наклонных датчиков, мм	5 - 100
4. Диапазон толщин, в котором возможно выявление поперечных дефектов, мм	20 – 1999
5. Дискретность отсчета по шкале, мм	
с р/с датчиками	0,1
с совмещенными датчиками	0,1; 1,0
6. Время одного цикла измерения, с	0,2
7. Рабочие частоты пьезопреобразователей, МГц	1,5; 2,5; 5
8. Размеры зоны контроля, мм	
с р/с датчиками	Ø 7 (5 МГц) Ø 13 (2,5МГц) Ø 16 (1,25МГц) Ø13 (2,5; 5 МГц) Ø 20 (1,25 МГц)
9. Рабочий диапазон температур, °C	
электронный блок	-30 ÷ +40
датчики	-40 ÷ +80
10. Погрешность измерения при 20°C в диапазоне толщин, не более, % ²	2
11. Температурная нестабильность измерительной характеристики в рабочем диапазоне температур, не более, % ³	2
12. Диапазон ручной регулировки чувствительности, дБ	0 ÷ -31
с дополнительным аттенюатором, дБ	-12 - -43
13. Допустимая высота микронеровностей в зоне акустического контакта в зависимости от типа шероховатости, мм ⁴	0,5 – 1
14. Питание - встроенная аккумуляторная батарея	2 x 1,2 В 1300 мА/ч.
15. Ресурс непрерывной работы без подзарядки аккумулятора при 20°C, не менее, часов ⁵	100
16. Габариты прибора, мм	143x68x23
17. Вес, г	180

1. для датчиков с рабочей частотой 5 МГц; для более низкочастотных датчиков минимальная толщина равна 1,5 - 3 мм. При измерении толщин, меньших указанного нижнего предела, возможно получение отсчетов, кратных действительной толщине.
2. при измерении стальных плоских гладких изделий

3. после выполнения процедуры КЗУ
4. шероховатость любого типа на плоских стальных изделиях при снижении точности
5. 5 секунд на индикацию результата измерения с интервалом в 30 сек

I. ПОДГОТОВКА ТОЛЩИНОМЕРА К РАБОТЕ

1. ВКЛЮЧЕНИЕ И ВЫКЛЮЧЕНИЕ ПРИБОРА

Перед включением следует присоединить датчик к сигнальному разъему прибора, расположенному на верхней боковой стенке корпуса прибора.

Толщиномер включается кнопкой «пуск-режим». Если после включения прибора на индикаторном табло индицируется только децимальная точка и сокращенное название режима измерения в старшем разряде индикатора, то это свидетельствует об отсутствии сигнала.

Прибор находится во включенном состоянии неограниченно долго при проведении операций контроля с интервалом не более 60 - 90 сек. Если сигнал с датчика отсутствует, то прибор автоматически выключается. Для гарантированного выключения прибора рекомендуется по окончании работ либо снизить его чувствительность кнопками «+» и «-» до -10...15 дБ (см. пункт 4 раздела II), либо отключить датчик от прибора.

После автоматического выключения прибора его невозможно включить кнопкой «пуск-режим» в течение примерно 10 с после последнего нажатия этой кнопки. Поэтому лучше не торопиться.

В режимах обнаружения дефектов при работе с наклонными преобразователями прибор автоматически не отключается, поэтому после окончания работы следует либо отключить датчик от прибора, либо перевести его в режим работы с прямыми совмещенными датчиками (режимы **П** или **Р**), либо отключить наклонный датчик.

ВНИМАНИЕ!

• При возникновении любых нештатных ситуаций при эксплуатации прибора необходимо произвести перезапуск электронной схемы одновременным нажатием кнопок «пуск-режим» и «-».

• Если сразу после подключения датчика на дисплее прибора индицируется какой-либо отсчет, то в ручном и полуавтоматическом режимах необходимо уменьшить чувствительность прибора. Если отстройку от помех удастся обеспечить только за счет сильного снижения чувствительности (свыше – 10 дБ) в ручном или полуавтоматическом режимах или не удастся обеспечить в автоматическом режиме, необходимо сменить датчик либо произвести его разборку и чистку (см. раздел IV).

• При нанесении контактной смазки на рабочую поверхность датчика на табло прибора может индицироваться результат измерения толщины слоя контактной жидкости. Поэтому чтобы убедиться в правильно выбранном уровне чувствительности и исправности датчика, необходимо предварительно удалить контактную жидкость с его рабочей поверхности.

• При отсутствии акустического контакта с изделием результат может высвечиваться и вследствие чрезмерно высокой чувствительности в режимах **П** и **Р** при использовании совмещенных датчиков. Это можно проверить, снижая усиление с помощью кнопки «-».

2. КОНТРОЛЬ ПИТАНИЯ

Если батарея разряжена, то децимальная точка начинает мигать. Мигание децимальной точки свидетельствует о том, что запаса энергии аккумулятора хватит не более, чем на 50 - 100 измерений.

Зарядку аккумуляторных батарей производить в соответствии с указаниями, изложенными в разделе III.

II. РАБОТА С ПРИБОРОМ

1. ОПИСАНИЕ РЕЖИМОВ ИЗМЕРЕНИЯ

ТАУ410 может работать с раздельно-совмещенными (р/с) и совмещенными датчиками. Перестройка структуры прибора для работы с датчиками любого типа производится автоматически при подключении датчика. При смене р/с датчика на совмещенный необходимо до проведения измерений установить рабочую частоту датчика. Для напоминания об этом сразу после подключения совмещенного датчика на индикаторе прибора мигает символ «П».

В приборе предусмотрено по три режима измерения с датчиками обоих типов.

1.1. Для раздельно-совмещенных преобразователей:

1.1.1. Автоматический режим (А). В этом режиме не предусмотрена ручная регулировка ослабления сигнала, т.к. прибор автоматически устанавливает необходимое ослабление в усилительном тракте, анализирует сигнал и выдает готовый результат. Поэтому дефектоскопист при контроле подавляющего большинства объектов освобождается от необходимости оценивать достоверность получаемых результатов на основании своего опыта и квалификации и может направить их исключительно на оценку состояния контролируемого изделия.

1.1.2. Полуавтоматический режим (П). К сожалению, в автоматическом режиме в некоторых случаях контроля возможны ошибки – например, при очень большой шероховатости или клиновидности изделий. Поэтому наиболее эффективным режимом измерения является работа в полуавтоматическом режиме, когда дефектоскопист имеет возможность, регулируя усиление, обеспечить наилучшие условия измерения в каждом конкретном случае. Этот режим позволяет вручную (кнопками «+», «-») ограничивать чувствительность усилительного тракта прибора на необходимом уровне, при котором еще возможно получить достоверную информацию об остаточной толщине. Следует учитывать, что в этом режиме при неправильно выбранной чувствительности сигнала (чрезмерно заниженной, а иногда и завышенной) возможны ошибки при измерении толщины, в том числе при выполнении операций настройки прибора по встроенному имитатору. Поэтому рекомендуется регулировать чувствительность в пределах 0 – 10 дБ.

1.1.3. Режим ручной регулировки усиления (Р). Ручной режим предназначен для настройки прибора при изготовлении, а также для анализа отраженных сигналов квалифицированными дефектоскопистами. В этом режиме ТАУ410 превращается в обычный толщиномер, измеряющий толщину по превышению порогового уровня. Изменение усиления сигнала в данном режиме кнопками «+», «-» эквивалентно изменению величины порогового уровня. Это может позволить дефектоскопистам высокой квалификации самостоятельно анализировать сигнал и получать дополнительную информацию в сложных случаях контроля.

ПРИМЕЧАНИЕ. При получении спорных результатов измерения рекомендуется перепроверить их во всех режимах, в том числе изменения в небольших пределах чувствительность прибора.

1.2. При использовании совмещенных преобразователей возможны следующие режимы измерения:

1.2.1. Полуавтоматический режим (П). Аналогичен полуавтоматическому режиму для р/с преобразователей. Установка рабочей частоты пьезопреобразователей в этом и всех последующих режимах с совмещенными пьезопреобразователями производится в соответствии с указаниями п.4.2.2 раздела IV данного руководства (см. стр. 14). Дискретность отсчета в этом режиме 0,1 мм.

1.2.2. Режим ручной регулировки ослабления (Р). Аналогичен такому же режиму для р/с преобразователей. Дискретность отсчетов в этом режиме с совмещенными пьезопреобразователями 1 мм, общий диапазон измеряемой толщины - до 2 м.

1.2.3. Режим работы с наклонными преобразователями (Н). Этот режим отличается от предыдущего уменьшенным в два раза значением отсчета по шкале прибора, что соответствует изменению типа ультразвуковой волны с продольной на поперечную, а также тем, что прибор не выключается автоматически при отсутствии сигнала. Дискретность отсчета по шкале прибора в этом режиме также 1 мм.

Во всех режимах с совмещенными преобразователями возможна ручная регулировка ослабления сигнала, а также включение дополнительного аттенюатора.

2. ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ И ВЫПОЛНЯЕМЫЕ ФУНКЦИИ

Кнопка управления	Действие	Выполняемые функции
«Пуск-режим»	Нажатие при выключенном приборе	Включение прибора
	Нажатие в режиме измерения	На имитаторе изделия – компенсация задержки ультразвука в протекторе (КЗУ), на произвольных изделиях - Егг
	Нажатие в режиме КЗУ	Переключение рабочей частоты прибора
	Двойное нажатие с интервалом не более 0.5 с при отсутствии сигнала	Включение состояния ПРРН*
	Длительное нажатие ~1 с в состоянии ПРРН	Сброс состояния ПРРН
	Длительное нажатие (более 1 с) без сигнала в рабочем режиме	Индикация последнего результата измерения
«Пуск-режим» и «-»	Одновременное нажатие при некорректной работе прибора	Перезапуск процессора
«Пуск-режим» и «+»	Одновременное нажатие	Сброс режима КЗУ
«+» или «-»	Нажатие в рабочем режиме	Регулировка усиления сигнала в сторону повышения или снижения чувствительности
«+» или «-»	Нажатие в режиме КЗУ	Настройка измерительной характеристики по скорости звука
«+» или «-»	Нажатие в состоянии пере-ключания режимов работы и настройки (ПРРН)	Перебор режимов настройки или рабочих режимов в порядке их следования

* ПРРН - Переключение режимов работы или настройки измерительной характеристики прибора

3. ВЫБОР РЕЖИМА РАБОТЫ ИЛИ НАСТРОЙКИ

После включения состояния ПРРН двойным нажатием кнопки «пуск-режим» выбор соответствующего режима работы или настройки осуществляется кнопками «+» и «-» в следующей последовательности:

Краткое название режима	Наименование режима
Для раздельно-совмещенных датчиков:	
A	автоматический режим
П	полуавтоматический режим
Р	режим ручной регулировки усиления
ВРЧ	регулировка чувствительности во времени
F	управление дополнительным фильтром
БР	режим блокировки больших результатов
НУ	режим возврата к начальным установкам
Для совмещенных датчиков:	
П	полуавтоматический режим
Р	режим ручной регулировки усиления

H	режим работы с наклонными преобразователями
ВРЧ	регулировка чувствительности во времени
F	установка рабочей частоты используемого датчика
СЧ	снижение чувствительности с помощью дополнительного аттенюатора
НУ	режим возврата к начальным установкам

Выход из состояния ППРН осуществляется после удержания кнопки «пуск-режим» в нажатом состоянии примерно 1 с вплоть до снижения яркости сокращенного названия рабочего режима на индикаторном табло. Если производится переключение рабочих режимов (три первые строки в каждой таблице), то при выходе из состояния ППРН прибор возвращается в установленный рабочий режим. Кратковременные нажатия кнопки «пуск-режим» игнорируются.

Если производится переключение режимов настройки (следующие три строки каждой таблицы), то кратковременное нажатие кнопки «пуск-режим» включает режим регулировки соответствующего параметра (например, ВРЧ). Включение режима регулировки индицируется снижением яркости названия режима, который будет регулироваться, и появлением дополнительной информации в младшем разряде индикатора, отображающей состояние регулируемого параметра. Верхний светящийся сегмент в младшем разряде всегда соответствует включенному состоянию данного параметра или режима, а нижний – выключеному. После настройки данного параметра можно сразу выйти в текущий рабочий режим, дважды продолжительно нажав кнопку «пуск-режим», либо в состояние переключения режимов настройки, нажав продолжительно кнопку «пуск-режим» один раз. После этого можно кнопками «+», «-» выбрать настройку другого режима, включить кратковременным нажатием кнопки «пуск-режим» режим его регулировки и т.д.

Если в состоянии ППРН включен режим начальных установок, то кратковременные нажатия кнопки «пуск-режим» игнорируются, а при длительном нажатии этой кнопки прибор возвращается в текущий рабочий режим, автоматически восстанавливая измерительную характеристику, соответствующую измерению обычных стальных изделий.

4. УСТАНОВКА ПАРАМЕТРОВ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ ПРИБОРА

В зависимости от поставленной задачи, объекта и условий контроля возможны следующие настройки усиленного тракта прибора:

4.1. При использовании раздельно-совмещенных преобразователей:

4.1.1. Регулировка чувствительности во времени (ВРЧ). Относительно начального значения, устанавливаемого автоматически, ВРЧ следует регулировать только при контроле материалов с большим затуханием ультразвука – например, аустенитов, латуни, некоторых пластиков, либо при рабочей частоте 5МГц.

Чтобы выбрать режим регулировки данного параметра, необходимо в состоянии ППРН кратковременно нажать кнопку «пуск-режим». При этом яркость сокращенного названия режима настройки уменьшится, а в младшем разряде индикатора высветится указатель состояния параметра, который индицируется либо числом (ВРЧ), либо сегментами (остальные режимы).

Регулировка производится кнопками «+», «-». Минимальной скорости нарастания усиления после зондирующего импульса соответствует цифра 0, максимальной – 3. Чем выше скорость затухания ультразвука в контролируемом материале, тем выше устанавливается скорость нарастания усиления. Для выхода из состояния регулировки удерживайте кнопку «пуск-режим» нажатой примерно 1 с. Второе такое же нажатие включает режим измерения.

При измерении объектов толщиной не более 50 мм можно работать при значении ВРЧ, установленном по умолчанию (0). Если есть необходимость поддерживать чувствительность для датчиков с различными рабочими частотами постоянной вне зависимости от толщины при контроле стальных изделий, рекомендуется устанавливать следующие значения ВРЧ:

1,25 МГц - 0

2,5 МГц - 0

5 МГц - 1 - 3.

Значение ВРЧ 3 устанавливается при контроле материалов с очень высоким затуханием ультразвука типа резины, полипропилена или аустенитов на частотах 1,25 – 2,5 МГц, либо при измерении больших толщин датчиками с рабочей частотой 5 МГц.

В принципе, дефектоскопист может устанавливать значение ВРЧ по собственному усмотрению в зависимости от конкретной задачи контроля. Однако не следует устанавливать слишком большое значение ВРЧ, т.к. это может привести к получению неверных результатов при снижении общей чувствительности.

4.1.2. Управление дополнительным фильтром (F). При измерении толщины резины или пластмасс типа фторопласта для увеличения чувствительности прибора может быть полезным отключение фильтра, который при контроле других материалов способствует снижению уровня помех. Включенное состояние фильтра индицируется верхним сегментом младшего разряда индикатора, а выключенное – нижним. Последовательность входа и выхода из режима регулировки везде соответствует описанной в случае регулировки **ВРЧ**.

4.1.3. Режим блокировки больших результатов (БР), или выделение минимума при измерении. В этом режиме минимальное значение из совокупности результатов, полученных при сканировании изделия, сохраняется в памяти прибора и высвечивается на табло прибора после отрыва датчика от изделия в течение ~ 1 с. Включение этого режима индицируется верхним сегментом младшего разряда индикатора, а выключение – нижним. Такой режим может быть полезен при измерении малых остаточных толщин (0,5 – 1 мм), поскольку позволяет исключить индикацию удвоенных - утроенных значений действительной толщины изделия. Следует очень осторожно работать в этом режиме, т.к. измерение слоя контактной жидкости при установке датчика может быть ошибочно принято за результат измерения толщины стенки изделия.

4.1.4. Режим возврата к начальным установкам (НУ), позволяет автоматически вернуть все настройки усиленного тракта в состояние, соответствующее режиму контроля изделий из конструкционной стали. При выходе из этого режима, осуществляющегося нажатием кнопки «пуск-режим» в нажатом состоянии (более 1 с) автоматически восстанавливаются все начальные значения параметров прибора, соответствующих рабочей частоте подключенного датчика, и прибор переходит в предварительно установленный рабочий режим.

4.2. При работе с совмещенными преобразователями возможны следующие регулировки (процесс входа и выхода из состояния регулировки соответствует описанному в разделе регулировки ВРЧ):

4.2.1. Регулировка чувствительности во времени (ВРЧ). Выполняется также и с той же целью, что и в случае использования р/с преобразователей.

4.2.2. Установка рабочей частоты используемого датчика (F). Переключается кнопками «+» и «-». Нижний сегмент соответствует частоте 1,25 МГц, средний – 2,5 МГц, верхний – 5 МГц.

4.2.3. Снижение чувствительности с помощью дополнительного аттенюатора (СЧ). При включении кнопкой «+» верхнего сегмента в младшем разряде индикаторного табло сигнал дополнительно ослабляется на 12 дБ. Отключение аттенюатора производится нажатием кнопки «-».

4.2.4. Начальные установки (НУ). См. описание соответствующего режима для р/с датчиков.

5. ВЫБОР УРОВНЯ РАБОЧЕЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ В РУЧНОМ И ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКОМ РЕЖИМАХ

Если прибор работает в автоматическом режиме, он не нуждается в выборе чувствительности – она устанавливается автоматически. В других режимах необходимо выбрать уровень рабочей чувствительности вручную.

Если измеряемый сигнал отсутствует, то при нажатии кнопок «+» или «-» на цифровом табло прибора индицируется ослабление сигнала в децибелах. Если сигнал появляется, то индицируется толщина, однако до тех пор, пока кнопки «+» или «-» остаются нажатыми, усиление продолжает регулироваться до достижения крайних значений –0 дБ (максимальное усиление) или –31 дБ (ослабление сигнала в 30 раз). Регулировать усиление можно как

одиночными нажатиями кнопок «+» и «-», так и непрерывно при удержании кнопок нажатыми более 0,5 с.

Возможность регулировки усиления в широких пределах позволяет подобрать наилучшее соотношение сигнал/помеха в измерительном канале и обеспечить максимальную выявляемость полезных сигналов.

В большинстве случаев рекомендуется устанавливать чувствительность прибора максимально возможной, ограничиваемой только собственными шумами датчика. Однако при наличии мешающих сигналов (например, поверхностной волны при контроле алюминия или высокого уровня рассеяния ультразвука при контроле чугуна), маскирующих сигнал от задней стенки изделия, целесообразно снизить чувствительность до такого уровня, при котором эти сигналы перестанут мешать процессу измерения.

При использовании р/с датчиков хорошего качества уровень ослабления сигнала устанавливается в пределах (0...-10) дБ. Если параметры р/с датчиков существенно ухудшились в результате эксплуатации, то при установке указанного ослабления может индицироваться произвольный отсчет. В этом случае необходимо дополнительно снизить чувствительность прибора. Дополнительное ослабление вносится с помощью кнопок «+» и «-» и индицируется на цифровом табло.

Поскольку собственный уровень шума совмещенных датчиков любого типа намного выше, чем у р/с датчиков, при подключении таких датчиков к прибору автоматически устанавливается минимальный уровень чувствительности, реализуемый в приборе. Поэтому после подключения датчика к прибору сначала включите необходимый режим, а затем уменьшайте ослабление сигнала с помощью кнопки «+» до тех пор, пока дальнейшее снижение ослабления не приведет к индикации отсчетов от шумовых импульсов самого датчика.

6. КОМПЕНСАЦИЯ ЗАДЕРЖКИ УЛЬТРАЗВУКА (КЗУ) В ПРОТЕКТОРЕ ДАТЧИКА

а) Установите р/с датчик на поверхность встроенного имитатора изделия, размещенного в нижней части лицевой панели. Обеспечьте акустический контакт, при этом на индикаторном табло появится отсчет. Меняя положение датчика на имитаторе следует добиться, чтобы отсчет стал стабильным и минимальным по значению.

б) Сохраняя положение пьезопреобразователя на имитаторе, нажмите кнопку «пуск-режим» и удерживать ее нажатой до появления мигающего сегмента в старшем разряде индикаторного табло.

В процессе компенсации задержки ультразвука при использовании раздельно-совмещенных датчиков производится установка рабочей частоты прибора, которая должна соответствовать рабочей частоте подключенного к прибору датчика. Сразу после нажатия кнопки «пуск-режим» устанавливается рабочая частота 1,25 МГц, повторным нажатием включается рабочая частота 2,5 МГц, третье нажатие включает рабочую частоту 5 МГц. Результат этой процедуры индицируются мигающим сегментом старшего разряда индикатора. Рабочая частота 5 МГц индицируется верхним сегментом в старшем разряде индикатора, для рабочих частот 2,5 и 1,25 МГц соответственно включаются средний и нижний сегменты. Следует убедиться, что рабочая частота используемого пьезопреобразователя соответствует рабочей частоте, установленной в приборе, т.к. в ином случае при измерениях возможны ошибки. Если при установке рабочей частоты продолжать нажимать кнопку «пуск-режим» более 3-х раз, то значения рабочих частот будут циклически повторяться. Следует помнить, что при каждом нажатии кнопки «пуск-режим» производится перстройка измерительной структуры прибора, для которой необходимо некоторое время. Поэтому при установке значения рабочей частоты кнопку «пуск-режим» следует удерживать нажатой примерно 1 с.

При использовании совмещенных преобразователей рабочая частота датчика устанавливается вручную кнопками «+» «-» сразу после подключения датчика к прибору при включенном режиме настройки (см. п 4.2.2).

Процедура КЗУ обязательно должна проводиться перед любым способом калибровки, а также и перед измерениями при существенном изменении температуры окружающей среды.

Режим КЗУ включается после нажатия на кнопку «пуск-режим», а сбрасывается только после устранения акустического контакта датчика с изделием.

Если при нажатии кнопки «пуск» на индикаторном табло высвечивается «Err», значит протектор датчика либо слишком короткий, и датчик подлежит утилизации, либо слишком длинный. В последнем случае протектор можно укоротить, сошлифовав рабочую поверхность датчика.

в) При использовании совмещенных датчиков для компенсации задержки в протекторе используется специальный образец, входящий в комплект прибора, толщина (длина) которого составляет 50 мм. В остальном процедура компенсации задержки не отличается от описанной выше.

г) Для калибровки наклонных преобразователей используется стальной полуцилиндр с радиусом 25 мм. Для проведения калибровки, сканируя образец, найдите примерный центр отражения от радиусной поверхности, после чего нажмите кнопку "пуск-режим".

д) При каждой смене совмещенных датчиков название режима на дисплее начинает мигать символ «П». Тем самым прибор напоминает пользователю, что необходимо установить рабочую частоту датчика. При каждой смене датчика с раздельно-совмещенного на совмещенный и обратно при попытке произвести измерение индицируется Err. Тем самым прибор напоминает, что необходимо выполнить операции компенсации задержки в протекторе и установку рабочей частоты.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если Вы случайно включили режим КЗУ в условиях, когда прибор индицирует собственные шумы датчика, то выйти из этого состояния путем снижения усиления с помощью кнопок «+» и «-» невозможно, т.к. в этом режиме они предназначены для настройки измерительной характеристики по скорости звука, а не для регулировки усиления.

Для выхода из этого состояния либо нажмите одновременно кнопки «+» и «пуск-режим», либо отключите датчик от прибора. Если был подключен р/с датчик в автоматическом режиме измерения, прибор автоматически переходит в полуавтоматический режим со снижением усиления до -6 дБ. Если ситуация возникла при работе с совмещенным датчиком, то при новом его подключении чувствительность прибора автоматически установится на минимальный уровень.

7. КАЛИБРОВКА ПО ОБРАЗЦУ ИЗМЕРЯЕМОГО ИЗДЕЛИЯ

Для обеспечения высокой точности измерения толщины изделий из цветных металлов, чугуна и стали для калибровки следует воспользоваться изделием из материала, подлежащего контролю, с известной толщиной (при использовании р/с датчиков **не менее 20 мм**, для совмещенных датчиков **более 100 мм**). Необходимо выполнить пункт 5 раздела II руководства. Затем нужно произвести измерение толщины образцового изделия, нажать кнопку «пуск-режим», в результате чего на табло прибора будет индицироваться «Err». После этого кнопку «пуск-режим» необходимо отпустить и, **не нарушая акустического контакта**, с помощью кнопок «+» и «-» установить отсчет по шкале, равный действительной толщине образца с погрешностью не более $\pm 0,2$ мм или ± 1 мм при использовании совмещенных датчиков.

Если при выполнении этой процедуры рабочая частота прибора изменит свое значение и станет отличаться от рабочей частоты датчика, необходимо вновь произвести операцию компенсации задержки ультразвука в протекторе датчика только для установки рабочей частоты прибора, совпадающей с рабочей частотой датчика.

Подстройку по скорости звука рекомендуется производить в ручном или полуавтоматическом режимах.

8. КАЛИБРОВКА ПО ИМИТАТОРУ ИЗДЕЛИЯ

При невысоких требованиях к точности (примерно $\pm 2\%$ для стальных изделий и $\pm 5\%$ для других материалов), калибровку можно произвести непосредственно по встроенному имитатору для р/с датчиков или по настроенному образцу для совмещенных датчиков. Для этого необходимо выполнить пункт 5 настоящего раздела руководства. Далее следует продолжая измерять толщину встроенного имитатора с помощью кнопок «+» и «-», размещенных на верхней боковой стенке корпуса, установить отсчет 6,0 (или 50 для совмещенных датчиков) по шкале прибора, если

предполагается измерять толщину изделий из конструкционной нелегированной стали (например, Ст3).

Значения отсчета при калибровке р/с датчиков по встроенному имитатору изделия перед измерением толщины изделий из других материалов приведены в приложении 1 настоящего руководства.

Если контролируемый материал не указан в приложении 1, то при известной скорости звука отсчет при калибровке по имитатору можно определить по формуле $K=(6\cdot V)/5960$, где V - скорость звука в изделии в м/с. В режиме калибровки кнопки «+» и «-» позволяют осуществлять грубую настройку при непрерывном нажатии и подгонку путем кратковременных нажатий. Для правильной настройки измерительной характеристики при контроле, например, стали следует подогнать результат по шкале до значения 5,9 с помощью грубой регулировки, а затем кратковременными нажатиями кнопки «+» обеспечить смену результата на 6,0 и сразу же прекратить настройку. Аналогично следует использовать кнопки «+» и «-» при реализации способов калибровки, изложенных в пункте б настоящего раздела.

9. ИЗМЕРЕНИЕ

Перед измерением следует подготовить поверхность изделия в зоне предполагаемого контроля. Для этого необходимо осуществить его механическую очистку до появления наружной поверхности контролируемого изделия. Далее для предотвращения чрезмерного износа рабочей поверхности датчика подготовленную зону контроля следует протереть ветошью для удаления песка и продуктов коррозии.

После этого на рабочую поверхность датчика наносится контактная смазка (глицерин, вода, солидол) и производится измерение.

Для получения результата не рекомендуется увеличивать прижим датчика к изделию – это приведет лишь к преждевременному износу пьезопреобразователя. Результат может отсутствовать, например, при отражении ультразвука от боковой поверхности конусной язвы. При невысоких требованиях к точности контроль можно производить без зачистки изделия, обильно смазав слой ржавчины в месте измерения контактной жидкостью.

При измерении металлических объектов с гладкой поверхностью не рекомендуется использовать датчики с рабочей частотой 1,25 МГц в автоматическом режиме, т.к. из-за высокой чувствительности этих датчиков к поверхностной волне результаты измерений могут быть ошибочными. В связи с этим датчики с указанной частотой целесообразно использовать для контроля изделий с высокой шероховатостью (до 1 мм), аустинитов с неровной поверхностью типа чугуна, а также пластмассовых изделий.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если кнопка «пуск-режим» удерживается нажатой более 1 с при отсутствии сигнала, на табло индицируется последний результат измерения.

Ошибка «Err» индицируется в следующих случаях

- при попытке произвести процедуру компенсации задержки ультразвука на образцах большой толщины;
- при использовании нестандартных датчиков со слишком большой длиной протектора или изношенных датчиков со слишком коротким протектором;
- каждый раз при смене датчиков с р/с на совмещенные или наоборот до тех пор, пока не будет произведена процедура КЗУ.

10. ПРИМЕР НАСТРОЙКИ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Для примера приводится последовательность операций по подготовке прибора к контролю изделий из резины или фторопласта.

А. Выберите **рабочую частоту контроля**, в наибольшей степени соответствующий контролируемому материалу, и подключите к прибору соответствующий датчик. В данном случае для контроля толщин резины 4 - 10 мм можно использовать датчик на 2,5 МГц, а при больших толщинах целесообразно использовать датчик на 1,25 МГц. Выполните операцию компенсации задержки ультразвука в протекторе датчика в соответствии с п. 5 данного раздела руководства и установите рабочую частоту прибора соответствующей рабочей частоте используемого датчика.

Отпустите кнопку «пуск-режим» и кнопками «+» и «-» установите при измерении встроенного имитатора значение, указанное в приведенной в приложении в таблице, это позволит выполнить предварительную калибровку прибора по скорости звука. Точная калибровка производится в соответствии с п. б после настройки измерительной характеристики.

В. Поскольку подлежащие контролю материалы обладают высокой скоростью затухания ультразвука следует перейти в **режим ручной установки усиления**, поскольку в этом режиме можно обеспечить наиболее высокую чувствительность контроля. Для этого дважды с интервалом не более 0,5 с нажмите кнопку «пуск-режим». Увеличенная яркость сокращенного названия режима свидетельствует о том, что включилось состояние переключения режимов. С помощью кнопки «+» выберите ручной режим (сокращенное название «Р»). Чтобы зафиксировать этот режим нажмите кнопку «пуск-режим» и удерживайте ее нажатой не менее 1 с. Снижение яркости в старшем разряде индикатора свидетельствует о том, что включился выбранный вами режим.

С. Теперь необходимо настроить **характеристику измерительного тракта** в соответствии со свойствами объекта контроля. Для этого вновь дважды нажмите кнопку «пуск-режим» с интервалом не более 0,5 с, увеличение яркости названия режима в старшем разряде индикатора свидетельствует о том, что включилось состояние переключения режимов. Кнопкой «+» выберите режим установки **ВРЧ**. Чтобы включить режим регулировки этого параметра, кратковременно нажмите кнопку «пуск-режим», при этом в младшем разряде индикаторы высветится текущее значение этого параметра, например, **0**, если прибор был настроен на контроль стали. Поскольку материалы, подлежащие контролю, имеют очень высокую скорость затухания ультразвука, следует увеличить это значение до **3** ед. с помощью кнопок «+» и «-». Чтобы зафиксировать результат настройки **ВРЧ**, следует нажать кнопку «пуск-режим» и удерживать ее не менее 1 с.

Д. Затем с помощью кнопок «+» и «-» следует выбрать следующий параметр, подлежащий настройке, например в данном случае может оказаться полезным **отключение частотного фильтра**, что позволяет при контроле неметаллических объектов дополнительно поднять чувствительность. Для этого кнопкой «+» выберите режим «F» и выйдите в режим регулировки этого параметра коротким нажатием кнопки «пуск-режим». При этом в младшем разряде индикатора появится сегмент, соответствующий включенному состоянию фильтра. Кнопка «-» позволяет отключить фильтр, а кнопка «+» – включить, это индицируется сменой сегментов в младшем разряде индикатора. Чтобы выйти из состояния регулировки данного параметра, нажмите кнопку «пуск-режим» и удерживайте ее не менее 1 с.

Е. Чтобы вернуться в **рабочий режим**, повторно нажмите кнопку «пуск-режим» и удерживайте ее не менее 1 с. Вернуться в рабочий режим можно было так же после настройки любого параметра.

Ф. Если вы после контроля сложных объектов возвращаетесь к контролю объектов из стали, нет необходимости перестраивать все характеристики. Для этого выберите **режим начальных установок «НУ»** и после нажатия кнопки «пуск-режим» в течение не менее 1 с, в приборе установятся настройки, соответствующие контролю стали, а сам прибор вернется в режим измерения.

III. ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

1. Для зарядки аккумулятора используется сигнальный разъем, поэтому перед зарядкой отключите сигнальный кабель и к этому же разъему подключите кабель зарядного устройства.

Продолжительность зарядки – примерно 14 часов. Зарядку аккумуляторной батареи следует производить только тогда, когда схема контроля питания укажет на недостаточный запас энергии миганием децимальной точки.

В выключенном состоянии толщиномер потребляет некоторый ток. Поэтому если толщиномер длительное время не эксплуатируется, необходимо один раз в 2 – 3 месяца проверить состояние батареи и при необходимости зарядить ее.

ПРИМЕЧАНИЯ

- Не подключайте зарядное устройство к прибору при отсутствии в нем аккумуляторов.
- Зарядку аккумуляторов желательно начинать после выключения прибора.

2. Во избежание поломки кабеля датчика при транспортировке толщиномера рекомендуется отсоединять его от прибора. При эксплуатации толщиномера в зимнее время рекомендуем особенно бережно относиться к соединительному кабелю датчика, который на морозе становится более жестким и при неаккуратном обращении может потерять работоспособность.

V. ГАРАНТИИ

Предприятие-изготовитель обязуется осуществлять гарантийное обслуживание толщиномера в течение 1-го года. Указанная гарантия не распространяется на аккумуляторные батареи и пьезодатчики,

**Сертификат Госстандарта № 16183,
№ Госреестра 21928-03**

**НИИ ИНТРОСКОПИИ
634028, г.Томск, ул.Савиных,7
тел./факс (3822) 420-116
e-mail: vg@introscopy.tpu.ru
<http://tip-tau.tomsk.ru>**

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
(справочное)

**ОТСЧЕТ ПО ИМИТАТОРУ ИЗДЕЛИЯ ПРИ КАЛИБРОВКЕ ПЕРЕД ИЗМЕРЕНИЕМ
 ТОЛЩИНЫ ОБЪЕКТОВ ИЗ СЛЕДУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ:**

МАТЕРИАЛ КОНТРОЛИРУЕМОГО ОБЪЕКТА	ЗНАЧЕНИЕ ОТСЧЕТА
X15H15ГС	5,4
40ХНМА	5,6
XH35ВТ, X12H22T3МР, ЭИ612, ЭП33	5,7
08Х17Н14М3, 1Х18Н9Т, X16H40M5Д3T3Ю, ЭП543, 12Х1МФ, 12Х18Н9Т, 12Х18Н10Т	5,8
10, 15, 20, 25, 40, 45, 50, У10, 30ХГСА, 30ХРА, 40ХН, 45Л1, ЭП814, СТ3, У7, ХВГ, XH70ВМТЮ, 20Х, 30ХМА, 35ХГСА, ШХ15, ЭИ617, ЭИ826	6,0
20Х12ВНМФ, ЭИ766А, ЭП428, 20ГСНДМ, XH77ТЮР, 40Х13	6,1
СВИНЕЦ	2,16
ЧУГУН	~3,5 – 5,8
МЕДЬ	4,7
ЛАТУНЬ	~4,4
РЕЗИНА МЯГКАЯ	~1,48
ТЕФЛОН	~1,35
ПОЛИПРОПИЛЕН, ПОЛИЭТИЛЕН	~2,2 – 2,6
СТЕКЛОПЛАСТИК	~3,0 – ,7