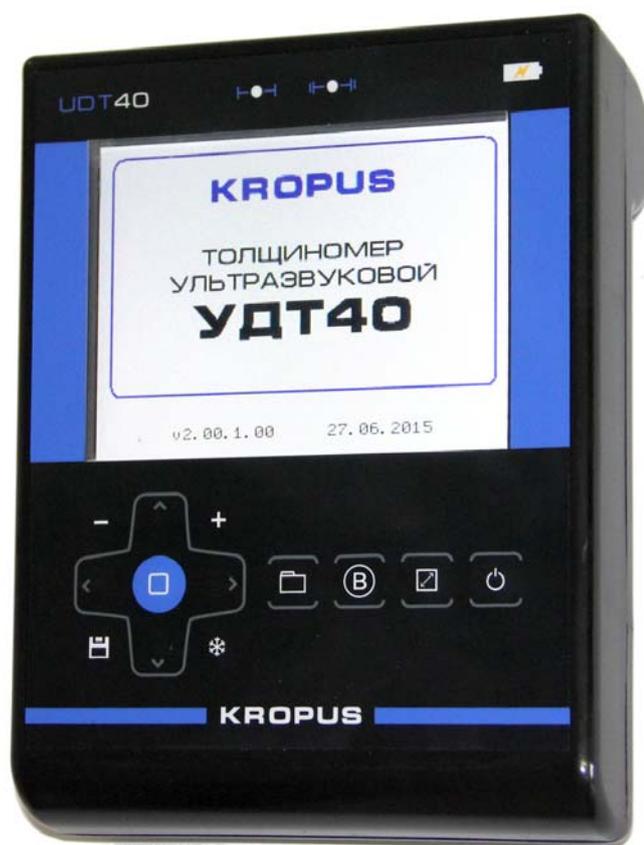


# ТОЛЩИНОМЕР УЛЬТРАЗВУКОВОЙ УДТ- 40

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ



### **Предупреждение.**

Каждому пользователю ультразвукового толщиномера УДТ-40 необходимо ознакомиться информацией, изложенной в данном руководстве, чтобы избежать ошибок измерения.

Решения, принятые на основе ошибочных измерений, могут привести к опасным последствиям.

### **Главные замечания.**

Использование ультразвукового измерительного оборудования требует:

- Правильного выбора оборудования.
- Знания теории распространения ультразвуковых колебаний
- Навыков в применении ультразвуковой толщинометрии на конкретных объектах промышленности

Данный документ предоставляет пользователю подробную информацию о настройке и работе с толщиномером УДТ-40. Однако, возможны дополнительные факторы, которые могут повлиять на точность измерения. Например, в тестируемом материале могут присутствовать дефекты, либо он имеет слоистую структуру, и показания прибора могут быть некорректными. Оператор должен учитывать возможность влияния подобных нюансов.

Описание всех влияющих факторов выходит за рамки данного руководства. Пользователь может обратиться к специализированным изданиям, посвященным ультразвуковым измерениям.

### **Обучение оператора.**

Оператор ультразвукового толщиномера должен иметь навыки работы с подобным оборудованием и быть знаком с основами измерений при помощи ультразвука.

Оператор должен знать:

- Теорию распространения звуковых волн;
- Поведение звуковых волн на границе соприкосновения двух различных материалов;
- Зону охвата ультразвукового луча.

Более подробную информацию об обучении персонала, квалификации и сертификации можно получить в соответствующих организациях.

### **Пределы измерения.**

Предел измерения толщины для конкретного материала зависит от величины затухания ультразвуковых колебаний в данном материале. Оператор должен быть очень внимателен, делая выводы о результатах измерений.

Объекты, имеющие сильно корродированные или поврежденные эрозией поверхности, должны измеряться только опытными операторами.

---

## **Важнейшие операции при измерениях.**

Нижеследующие рекомендации обязательно должны учитываться для минимизации ошибок измерения.

### *Выбор преобразователя.*

Преобразователь, используемый при измерениях, должен быть в хорошем состоянии, без видимых повреждений контактной поверхности. Поврежденный или загрязненный преобразователь приводит к некорректным результатам измерений. Пределы, в которых будет проводиться измерение, должны соответствовать допустимой толщине, которую можно измерять данным преобразователем. Температура поверхности измеряемого объекта не должна выходить за пределы, указанные в документации преобразователя.

### *Выбор контактной смазки.*

Чтобы передать ультразвуковые колебания в материал, необходимо создать тонкий соединяющий слой между поверхностью материала и поверхностью преобразователя, что обеспечит акустический контакт. Для снижения погрешностей при измерениях пользователь должен внимательно подойти к выбору контактной смазки.

### *Калибровка прибора.*

Принцип измерения толщины состоит в том, что прибор измеряет время распространения ультразвукового импульса через толщину измеряемого объекта и на основе этого формирует результат.

Перед использованием прибор должен быть настроен и калиброван для возможности точного отображения информации в миллиметрах.

### *Настройка на образец.*

Под воздействием температуры скорость звука в материале изменяется, влияя, таким образом, на результаты измерений. Чтобы избежать этого, необходимо периодически калибровать прибор в условиях эксплуатации.

---

## СОДЕРЖАНИЕ

1. НАЗНАЧЕНИЕ.....	6
2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ.....	7
3. КОМПЛЕКТАЦИЯ.....	9
4. УСТРОЙСТВО И РАБОТА .....	10
4.1. Подготовка к работе .....	10
4.2. Клавиатура и управление прибором .....	13
4.3. Как УДТ-40 измеряет толщину.....	15
5. ПОРЯДОК РАБОТЫ С ТОЛЩИНОМЕРОМ.....	16
5.1. Режимы работы прибора.....	16
5.2. Система меню .....	18
5.3. Дополнительное меню.....	23
6. НАСТРОЙКА ТОЛЩИНОМЕРА.....	24
6.1. Настройка вида экрана.....	24
6.2. Установка даты и времени.....	25
6.3. Выбор языка меню.....	26
6.4. Подключение преобразователя.....	27
6.5. Настройка отображения сигнала .....	299
6.5.1.Регулировка чувствительности.....	299
6.5.2.Регулировка ширины развертки. ....	30
6.5.3.Установка задержки развертки.....	30
6.5. Установка измерительных стробов .....	31
6.5.1.Выбор способа измерения времени.....	322
6.5.2.Установка начала строба .....	32
6.5.3.Установка порога строба.....	33
6.5.4.Измерение в режиме автоматического отслеживания сигналов в зонах. ....	344
6.5.5.Принцип измерения времени прихода эхо-сигнала .....	355
6.6. Калибровка толщиномера.....	35
6.6.1.Калибровка со стандартным преобразователем.....	35
6.6.2.Ввод параметров контрольного образца .....	366
6.6.3.Проведение калибровки.....	36
6.6.4.Установка скорости в материале.....	37
6.6.5.Измерение скорости в материале .....	37
6.7. Экспертная настройка прибора .....	39
6.7.1.Настройка параметров генератора импульсов возбуждения.....	39
6.7.2.Настройка степени демпфирования сигнала .....	39
6.7.3.Входной фильтр.....	40
6.7.4.Согласование преобразователей стороннего производства .....	41
6.7.5.Использование АРУ.....	41
6.7.6.Настройка временной регулировки чувствительности. ....	43
6.7.7.Настройка автоматического сигнализатора дефектов.....	44
6.7.8.Калибровка преобразователя стороннего производства .....	45
6.8. Сохранение и вызов настроек прибора .....	49
6.8.1.Сохранение настройки .....	49
6.8.2.Вызов настройки .....	50
6.8.3.Переименование настроек.....	50
6.8.4.Рабочая настройка .....	51

---

7.	ПРОВЕДЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ	52
7.1.	Режим записи	52
7.1.1.	Создание файла результатов	52
7.1.2.	Открытие ранее созданного файла	53
7.1.3.	Измерение в режим записи	53
7.2.	Режим Б-сканирования	54
7.2.1.	Настройка вида экрана при Б-сканировании	55
7.2.2.	Настройка максимальной глубины Б-скана	56
7.2.3.	Работа в режиме Б-скана	57
7.2.4.	Сохранение Б-скана в памяти	58
7.3.	Полноэкранный режим	58
7.3.1.	Работа в полноэкранном режиме	58
7.3.2.	Сохранение А-скана в памяти	59
7.4.	Технология измерений	60
7.4.1.	Подготовка поверхности	60
7.4.2.	Выбор контактной смазки	60
7.4.3.	Выбор преобразователя	61
7.4.4.	Дефекты в измеряемых деталях	61
7.4.5.	Искривленные поверхности	61
7.4.6.	Общие рекомендации при проведении измерений	62
7.4.7.	Измерение под покрытиями	63
8.	РАБОТА С РЕЗУЛЬТАТАМИ ИЗМЕРЕНИЙ	66
8.1.	Файлы цифровых значений толщины	66
8.2.	Файлы А-скана и Б-скана	66
8.2.1.	Просмотр файлов данных на экране толщиномера	66
8.2.2.	Удаление файлов данных	67
9.	Программное обеспечение	69
9.1.	Подключение к компьютеру	69
9.1.1.	Установка драйвера устройства	69
9.1.2.	Особенности установки драйвера в Windows 8	71
9.1.3.	UdOscill - программа передачи в ПК копии экрана	75
9.1.4.	Udt40 Logger - программа работы с настройками и результатами	76
10.	МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ	82
11.	Техническое обслуживание	82
12.	Метрологическая поверка	82
13.	Транспортирование и хранение	83
14.	Гарантии изготовителя	83
15.	Свидетельство о выпуске	83

## 1. НАЗНАЧЕНИЕ

Толщиномер ультразвуковой УДТ-40, в дальнейшем - толщиномер, предназначен для измерения толщины изделий, изготовленных из материалов с затуханием ультразвуковых колебаний, позволяющий получить эхо-сигналы, отраженные от конструктивных поверхностей с использованием ультразвуковых пьезопреобразователей по ГОСТ 26266, с номинальными частотами от 0, 5 до 15 МГц.

Толщиномер измеряет время распространения УЗ сигналов в диапазоне от 0 до 166.1 мкс, что соответствует диапазону от 0 до 390.4 мм по стали, при скорости УЗК 5950 м/с. Диапазон реального измерения толщин зависит от используемого преобразователя и свойств материала объекта контроля.

Толщиномер может применяться для измерения толщины стенок ёмкостей, труб, трубопроводов, толщины мостовых, корпусных, транспортных и других конструкций и изделий, в том числе с корродированными поверхностями, в процессе их эксплуатации или при изготовлении на энергетических, трубопрокатных, машиностроительных, судостроительных, судоремонтных, транспортных и других предприятиях.

Толщиномер может эксплуатироваться при температуре окружающего воздуха от минус 25 до 55 С, верхнее значение относительной влажности 95 % при 35 С и более низких температурах, без конденсации влаги (группа исполнения С3 по ГОСТ 12997). Температура поверхности измеряемого изделия ограничивается пределами, указанными в паспорте используемого преобразователя.

По эксплуатационной законченности толщиномер относится к изделиям третьего порядка по ГОСТ 12997.

По устойчивости к воздействию атмосферного давления толщиномер и преобразователи соответствуют группе Р1 по ГОСТ 12997.

Степень защиты от воздействия пыли и воды соответствует исполнению IP63 по ГОСТ 14254.

Пример записи наименования и условного обозначения толщиномера при заказе и в документации другой продукции, в которой он может быть применен:

*Толщиномер ультразвуковой УДТ-40 ТУ4276-008-33044610-05.*

## 2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Диапазоны измерения толщины при работе с различными преобразователями должны соответствовать таблице 2.1.

Таблица 2.1	
Тип преобразователя	Диапазон контроля по стали 40X13, мм
SF1220	15-300
SF1820	15-300
SF2512	10-300
SF2520	25-300
SF5006	5-70
SF5012	15-180
SF1006	5-30
DT5006	0,8 – 30
DT5012	1,5-75
DT2512	2,0 – 200
DF1220	5,0 – 100
DT1004	0,5 – 10
DT1006	0,5 – 30
DT1044	0,8 – 50

Предел допускаемой основной погрешности при измерении толщины,  $n$ , мм:

$(0,01 + 0,01 \cdot dx)$ , где  $dx$  – толщина измеряемого образца, мм;

Предел допускаемой дополнительной абсолютной погрешности при измерении толщины изделий с шероховатой поверхностью со стороны ввода УЗК, мм:

при шероховатости  $Rz=40$  мкм 0,10;

при шероховатости  $Rz=80$  мкм 0,15.

Предел допускаемой дополнительной абсолютной погрешности при измерении толщины изделий с шероховатой поверхностью со стороны, противоположной стороне ввода УЗК, мм:

при шероховатости  $Rz=320$  мкм 0,20;

при шероховатости  $Rz=160$  мкм 0,15;

при шероховатости  $Rz=80$  мкм 0,10.

Предел допускаемой дополнительной абсолютной погрешности при измерении толщины изделий с непараллельными гранями, имеющими непараллельность до 3 мм на базовой длине 20 мм, мм:

при толщинах до 10 мм 0,30;

при толщинах от 10 до 50 мм  $(0,2+0,01X)$ ,

где  $X$  – толщина образца в месте ввода УЗК.

Тип УЗ преобразователя – ультразвуковой раздельно-совмещенный или совмещенный, ЭМА.

Дисплей – TFT, цветной, с разрешением 320x240 пикселей, с регулировкой внутренней подсветки.

Частота обновления: А-скан - 30 Гц, В-скан - 10 Гц.

Детектор А- развертки: Радио (RF).

Зоны контроля – две зоны контроля (А и В) с регулировкой порога и положения.

Коэффициент усиления входного тракта – до 110 дБ, с шагом 0.5 / 1 / 2 и 6 дБ.

Полоса пропускания приемника – от 0.5 до 15 МГц.

Возможность внутреннего демпфирования преобразователя.

Память – 250 000 единичных измерений (100 файлов размером до 50x50 значений), 250 А- сканов и 250 результатов В-сканирования.

Длина имени файла до 32 символов.

Два типа файлов: двумерная матрица для единичных измерений, А-скан и В-скан.

Возможность сохранения до 100 пользовательских настроек толщиномера.

Встроенные энергонезависимые часы реального времени.

USB интерфейс

Габаритные размеры (ВхШхТ) не более 205x160x43 мм.

Масса толщиномера – 870 гр.

Средняя наработка на отказ - не менее 2500 часов.

Питание:

а) внешний блок питания от сети переменного тока 220 В, 50 Гц, с выходным напряжением 15В;

б) встроенный Li-Pol аккумулятор.

Потребляемая мощность не более 5 ВА.

Время установления рабочего режима - не более 1 минуты.

Время непрерывной работы:

а) от сети переменного тока - не менее 24 часов, с последующим выключением на 30 минут;

б) от встроенного аккумулятора - не менее 12 часов

Толщиномер сохраняет работоспособность при температуре окружающей среды от минус 25 до 55 С. Верхнее значение относительной влажности: 95 % при 35 С (группа С3, ГОСТ 12997).

Толщиномер устойчив к воздействию вибраций частотой до 35 Гц с амплитудой не более 0,35 мм (группа L1 по ГОСТ 12997).

Толщиномер сохраняет работоспособность после транспортирования при температуре окружающей среды от минус 25 до 55 С.

### 3. КОМПЛЕКТАЦИЯ

В комплект основной поставки толщиномера входят (см. табл.3.1):

Таблица 3.1.

	Наименование и условное обозначение	Кол-во
1	Блок электронный УДТ-40	1 шт.
2	Блок питания от сети 220 В, 50 Гц с выходным напряжением 15 В, 1,5 А.	1 шт.
3	Преобразователи ультразвуковые	по заказу
4	Кабель подключения преобразователя	2 шт.
5	Кабель подключения к ЭВМ	1 шт.
6	Программное обеспечение для вывода информации на ЭВМ	1 диск
7	Руководство по эксплуатации	1 шт.
8	Сумка (кейс) для транспортировки и хранения	1 шт.

**Примечание.** По дополнительному заказу потребителей, в комплект поставки могут включаться: дополнительные преобразователи по ГОСТ 26266 вместе с комплектом эксплуатационной документации, чехол, образцы толщины из различных материалов.

## 4. УСТРОЙСТВО И РАБОТА

Этот раздел создан для начального освоения ультразвукового толщиномера УДТ-40. Для проведения полноценных измерений информации в этом разделе недостаточно, и пользователю потребуются дополнительные настройки прибора. Но начинающий оператор быстрее поймет дальнейшее подробное описание, ознакомившись с этим разделом.

### 4.1 Подготовка к работе

Внешний вид прибора представлен на рис.4.1. Внутри прибора имеется встроенный Li-Pol аккумулятор, заряжаемый от штатного сетевого блока питания из комплекта поставки. Прибор может работать как автономно, от встроенного аккумулятора, так и блока питания постоянного тока 15В от сети 220В.

**ВНИМАНИЕ!** Разъем питания предназначен для подключения только штатного блока питания. Подключение к разъему других устройств может привести к выходу аккумуляторной батареи и самого прибора из строя.

В зависимости от диапазона измеряемой толщины (см. таблицу 2.1) необходимо выбрать соответствующий преобразователь и подключить его с помощью кабеля из комплекта поставки - см. рис. 4.2.

Разъем "Приемник" предназначен для подключения приемного преобразователя.  
Разъем "Генератор" предназначен для подключения излучающего преобразователя.

**При работе толщиномера в "Совмещенном" режиме преобразователь может быть подключен к любому из этих двух разъемов.**



Рис. 4.1. Внешний вид прибора



Рис. 4.2. Верхняя панель толщиномера

**Включение прибора.**

Нажать клавишу  (рис.4.1) на передней панели толщиномера и удерживать ее не менее 3 с.

При включении толщиномера на экране появляется изображение с наименованием прибора, датой и версией программного обеспечения. Через 3 с толщиномер перейдет в режим настройки, как показано на рис 4.3. При разряде аккумулятора ниже допустимого уровня на экране толщиномера появится изображение перечеркнутого аккумулятора. В этом случае толщиномер необходимо выключить, или он сам выключится через 2 минуты. Все параметры настройки при таком выключении будут сохранены в памяти.

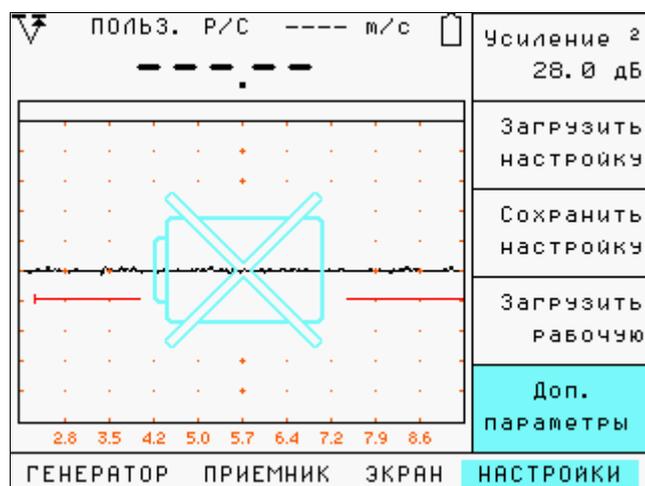


Рис. 4.3. Индикатор разряда батареи

**Внимание!** Если после включения толщиномер автоматически перезапускается, необходимо проверить напряжение питания или зарядить аккумуляторы.

Если включение прошло успешно и аккумуляторы заряжены, прибор перейдет в режим настройки.

В режиме настройки на экране отображается А-развертка (осциллограмма принятого сигнала), главное меню (внизу). Справа расположены параметры настройки, соответствующие выбранному пункту главного меню (см. рис. 4.4).

Выше области А-развертки большими цифрами отображается результат измерений, выраженный в микросекундах или в миллиметрах, в зависимости от того, откалиброван прибор или нет. Подробнее о калибровке смотреть раздел 6.6 "Калибровка преобразователя". Пока прибор не настроен должным образом, а сигнал в стробе отсутствует, и поэтому вместо цифр результата в данный момент отображен ряд тире "---".

Настройка прибора во всех аспектах будет рассмотрена в Главе 6. Для первого ознакомления с прибором лучше использовать стандартные преобразователи с записанной в прибор разработчиком настройкой.

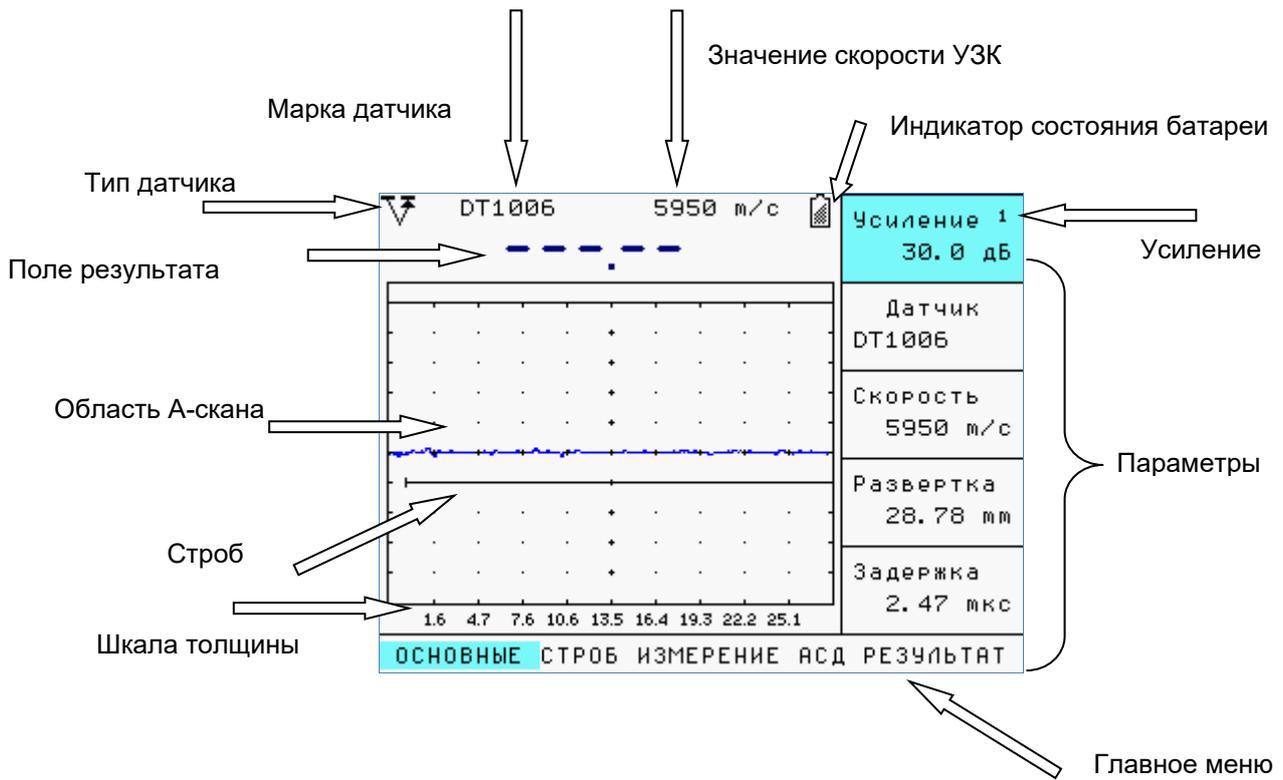


Рис. 4.4. Вид экрана прибора после включения

## 4.2 Клавиатура и управление прибором

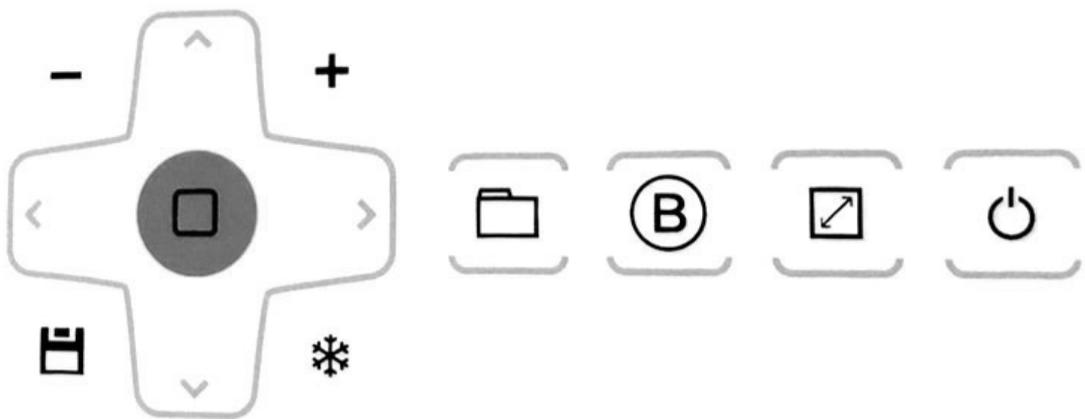
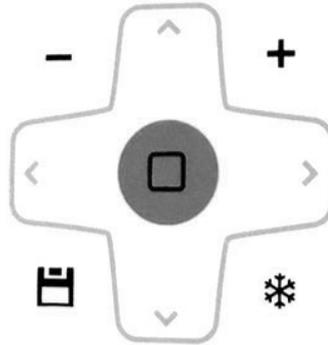


Рис. 4.5. Клавиатура толщиномера

**Клавиатура прибора состоит из 13 клавиш:**

Слева расположены клавиши навигации по меню и регулировки параметров:



- перемещение по пунктам главного меню;



- выбор параметра;



- изменение шага регулировки параметра/ возврат в окно настройки.



- регулировка значения параметра;



- сохранение результата;



- «заморозка» изображения на экране;

В линию на клавиатуре расположены три клавиши переключения режимов работы и клавиша включения/выключения прибора.



- Режим записи значений в файл /просмотр текущего файла;



- Режим измерения профиля дна изделия (B-скан);



- Полноэкранный режим работы;



- Включение/выключение прибора

### 4.3 Как УДТ-40 измеряет толщину.

Толщиномер УДТ-40 – это портативный прибор с внутренней памятью для результатов измерения.

Толщиномер измеряет время, необходимое для прохода зондирующего импульса в материале и возвращения его после отражения.

Ультразвуковой импульс излучается ультразвуковым преобразователем внутрь тестируемого материала. Этот импульс называется зондирующим.

Ультразвуковой преобразователь – это устройство с пьезоэлектрической пластиной, которое преобразует энергию электрического импульса в ультразвуковой импульс.

Между преобразователем и исследуемым материалом должен находиться слой контактной смазки. Смазка позволяет ультразвуковым колебаниям с малыми потерями проходить между преобразователем и тестируемым образцом. Зондирующий импульс движется в материале исследуемого образца, пока не встретит границу перехода между разными типами материала (материал образца и воздух, вода и т.п.). При этом импульс отразится от границы раздела и будет принят преобразователем.

Существует два типа преобразователей: совмещенные и раздельно-совмещенные. Раздельно-совмещенные преобразователи дают хорошие результаты при измерении объектов малой толщины или при сильно корродированной поверхности.

#### Совмещенный преобразователь.

Совмещенный преобразователь содержит один пьезоэлемент, предназначенный и для излучения, и для приема ультразвука. Принцип его работы иллюстрируется рис. 4.6.

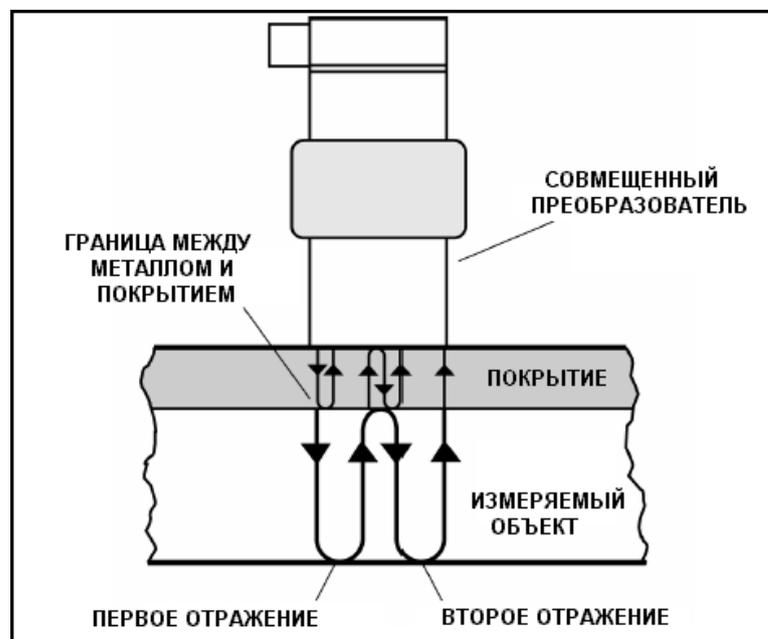


Рис. 4.6. Принцип работы совмещенного преобразователя.

### Раздельно-совмещенный преобразователь.

Раздельно-совмещенный преобразователь содержит два пьезоэлемента – излучающий и приемный. Рис. 4.7. иллюстрирует принцип работы такого преобразователя.

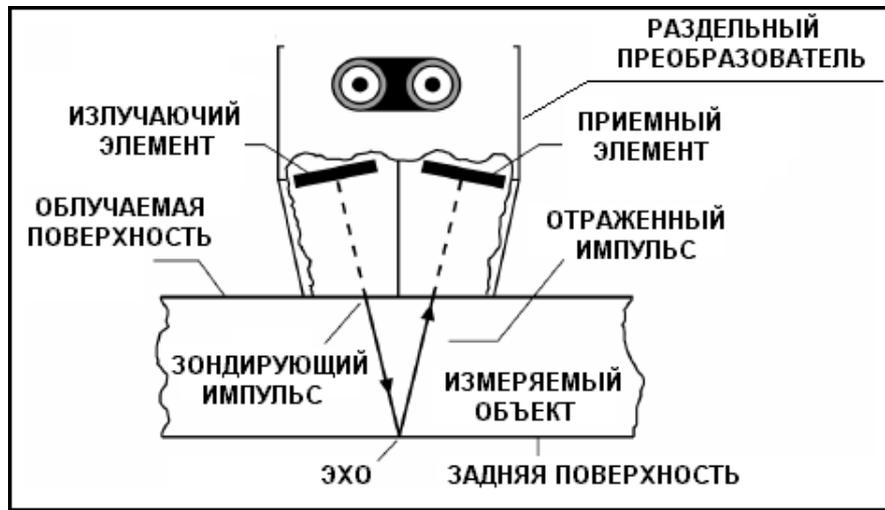


Рис. 4.7 Принцип работы р/с преобразователя

## 5. ПОРЯДОК РАБОТЫ С ТОЛЩИНОМЕРОМ

После прочтения этой главы вы узнаете:

- Режимы работы прибора и вид экрана в этих режимах.
- Как работать с системой меню прибора.
- Функции и назначения клавиш в различных режимах.
- Как интерпретировать имеющиеся на экране обозначения.

### 5.1. Режимы работы прибора.

Толщиномер УДТ-40 может работать в четырех основных режимах:

**Режим настройки** - на экране отображается главное меню (внизу) и параметры работы (справа), А-скан и результат измерений. Подходит для задач, где не требуется сохранение результатов, а также для настройки прибора.

**Режим записи** – в этом режиме скрыты все меню и параметры настройки прибора, но открыт файл для записи результатов измерений. Размерность файла и его название должны быть предварительно заданы в режиме настройки. Подходит для задач, где требуется большое число измерений и необходимость сохранения цифровых результатов измерений.

**Режим В-сканирования** – режим, позволяющий формировать профиль сечения исследуемой детали, с фиксацией минимального значения толщины. В этом режиме отображаются одновременно Б-скан и А-скан. Б-скан может быть сохранен в отдельном файле результатов.

**Полноэкранный режим** – режим масштабирования А-скана на весь экран. В этом режиме отображается А-скан и цифровой результат измерения. А-скан может быть сохранен в отдельном файле.

На рис. 5.1. представлен типичный вид экрана прибора в каждом из этих режимов.

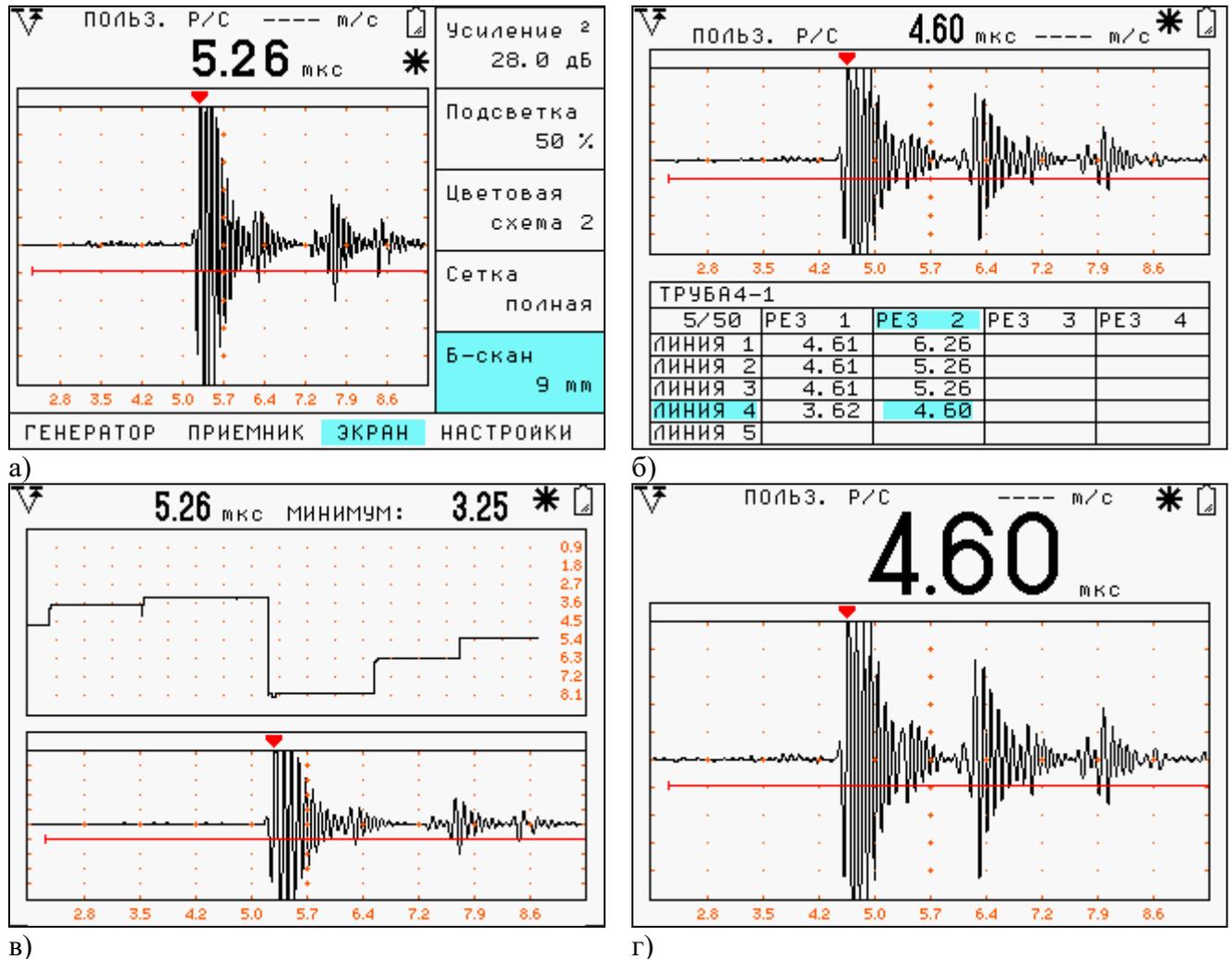


Рис. 5.1. Вид экрана толщиномера в режимах Настройки (а), Записи (б), Б-скана (в) и Полноэкранный (г)

## 5.2. Система меню

Через 3 с после нажатия кнопки  включается Режим настройки. УДТ-40 предоставляет пользователю максимальную гибкость при настройке параметров прибора. Для этого управление толщиномером организовано через систему меню, доступную только в Режиме настройки. Система меню состоит из главного меню, расположенного внизу экрана и набора параметров, соответствующих каждому пункту главного меню (расположены в правой части экрана).

Перемещение по главному меню осуществляется нажатием клавиш   , а выбор параметров нажатием клавиш   . Когда выбран необходимый параметр, изменить его значение можно клавишами   . При корректировке значения параметра результаты изменения будут сразу отображены на графике А-развертки.

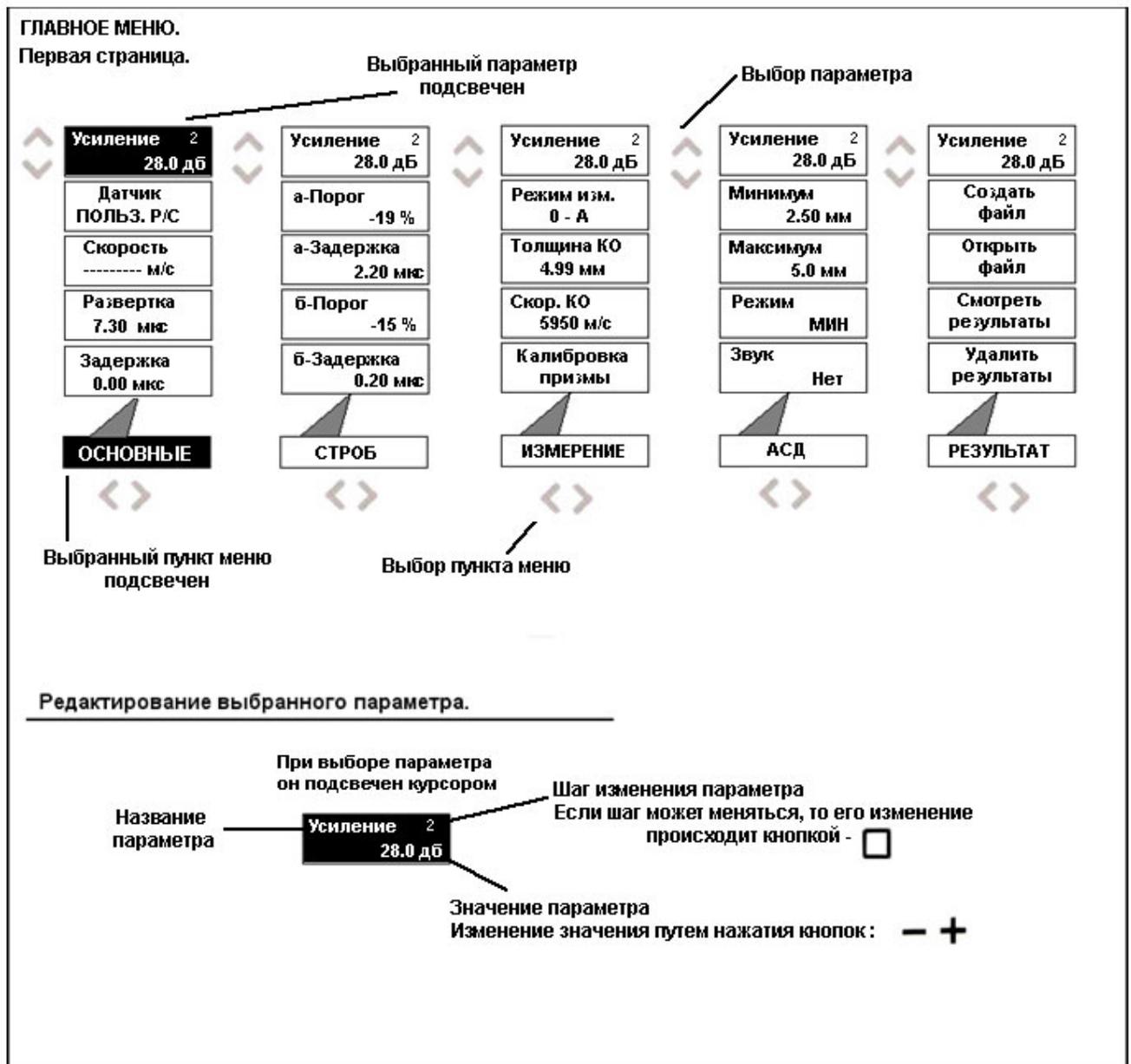


Рис. 5.2. Структура главного меню УДТ-40. Первая страница.

Главное меню состоит из следующих разделов:

- ОСНОВНЫЕ
- СТРОБ
- ИЗМЕРЕНИЕ
- АСД
- РЕЗУЛЬТАТ
- ГЕНЕРАТОР
- ПРИЕМНИК
- ВРЧ
- ЭКРАН
- НАСТРОЙКИ
- КАЛИБРОВКА ДАТЧИКА ПО ОБРАЗЦАМ

Главное меню разделено на три страницы. Переход между параметрами главного меню осуществляется нажатием клавиш **<** **>**. Переход происходит, когда курсор достигает края экрана. В первой странице содержатся разделы "ОСНОВНЫЕ", "СТРОБ", "ИЗМЕРЕНИЕ", "АСД и "РЕЗУЛЬТАТЫ". Во второй странице: "ГЕНЕРАТОР", "ПРИЕМНИК", "ВРЧ", "ЭКРАН" и "НАСТРОЙКА". На третьей странице один пункт – «КАЛИБРОВКА ДАТЧИКА ПО ОБРАЗЦАМ»

На рисунках 5.2, 5.3, 5.4 показана структура параметров для каждого раздела главного меню.

Даны условные схемы, а НЕ изображения вида экрана прибора.

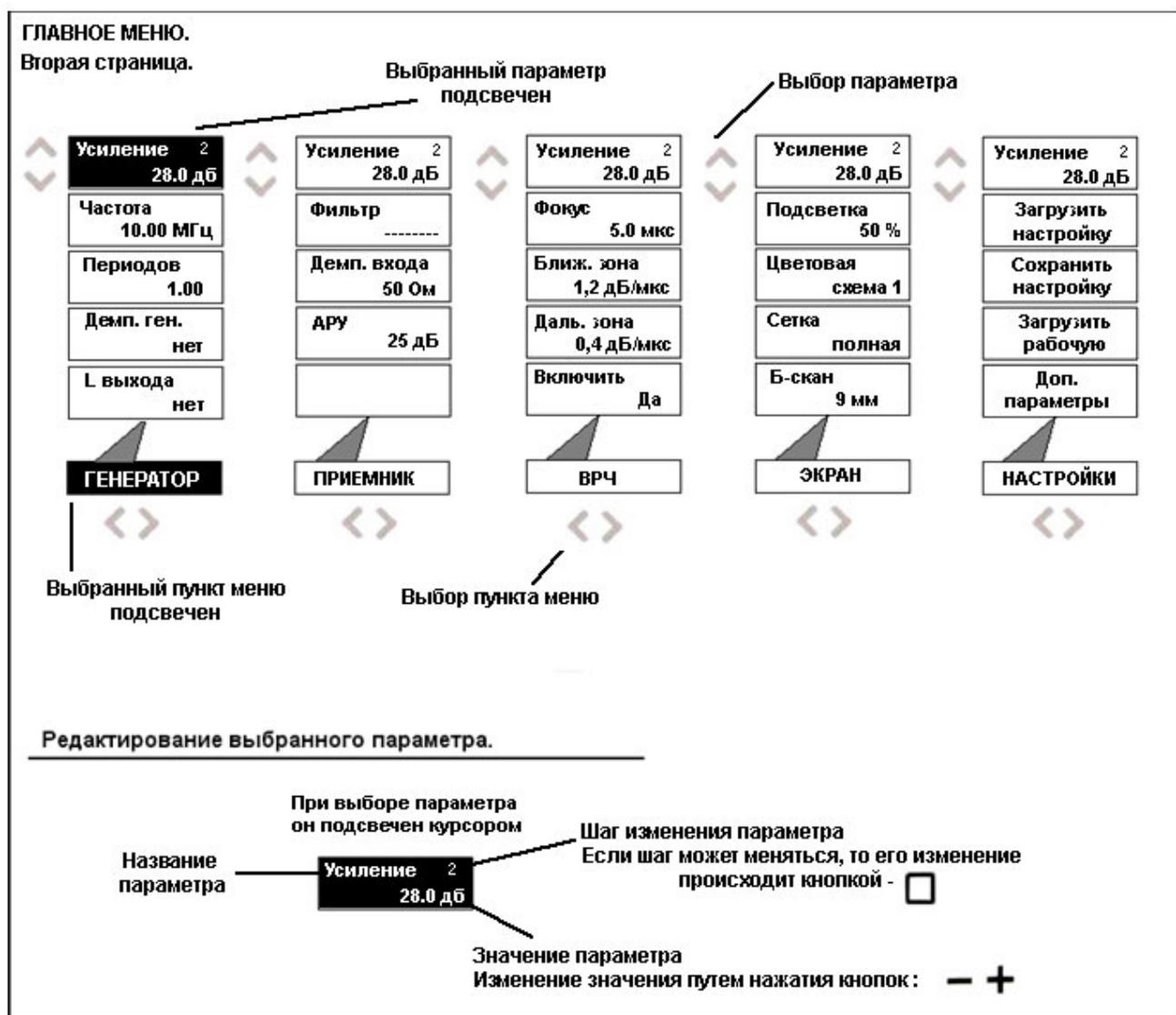


Рис. 5.3. Структура главного меню УДТ-40. Вторая страница.

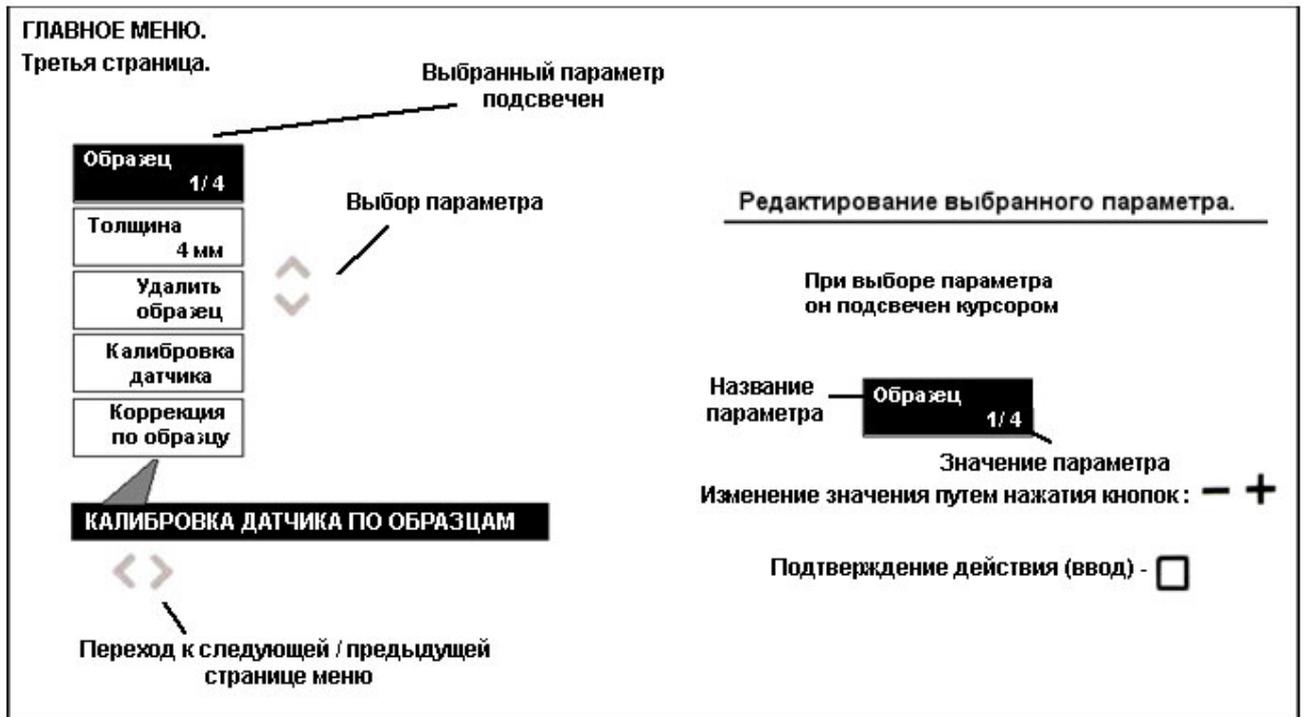


Рис. 5.4. Структура главного меню УДТ-40. Третья страница.

Важно! Регулировка усиления доступна из каждого пункта меню, кроме «Калибровка датчика по образцам», где она не требуется.

## КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ПУНКТОВ ГЛАВНОГО МЕНЮ

### ОСНОВНЫЕ

**ДАТЧИК** – вызов из памяти предустановленных параметров для стандартных пьезоопреобразователей. Подробнее см. 6.4

**СКОРОСТЬ** – установка скорости распространения ультразвуковых колебаний в материале.

**РАЗВЕРТКА** – регулировка максимальной длительности сигнала, отображаемого на экране.

**ЗАДЕРЖКА** – регулировка смещения начала сигнала, отображаемого на экране.

### СТРОБ

**а-ПОРОГ** – уровень (в % высоты экрана) порога в первой зоне контроля.

**а-ЗАДЕРЖКА** – начало первой зоны контроля, отсчитываемое от начала развертки.

**б-ПОРОГ** – уровень (в % высоты экрана) порога во второй зоне контроля.

**б-ЗАДЕРЖКА** – Начало второй зоны контроля, отсчитываемое от конца первой зоны.

## ИЗМЕРЕНИЕ

РЕЖИМ ИЗМ. – установка режима контроля (от 0 до а-зоны, либо между зонами).  
ОБРАЗЕЦ – установка толщины калибровочного образца, по которому осуществляется измерение скорости. *Подробнее см. раздел 6.6.3*  
ИЗМЕРИТЬ СКОРОСТЬ – Установка скорости распространения ультразвуковых колебаний в материале калибровочного образца. *Подробнее см. раздел 6.6.5*  
КАЛИБРОВКА ПРИЗМЫ – автоматическая калибровка призмы преобразователя. *Подробнее см. раздел 6.6.*

## АСД (Автоматическая Сигнализация Дефекта)

МИНИМУМ – Минимальное пороговое значение толщины для срабатывания АСД.  
МАКСИМУМ – Максимальное пороговое значение толщины.  
РЕЖИМ – Выбор режима сигнализации: МИН, МАКС, МИН и МАКС, выкл.  
ЗВУК – Включение/выключение срабатывания звукового сигнала АСД.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

СОЗДАТЬ ФАЙЛ – вызов диалога создания нового файла для записи значений толщины  
ОТКРЫТЬ ФАЙЛ – вывод списка доступных для файлов для записи значений толщины  
СМОТРЕТЬ РЕЗУЛЬТАТЫ – вывод списка доступных для просмотра файлов с А- сканами и Б- сканами  
УДАЛИТЬ РЕЗУЛЬТАТЫ – очистка памяти файлов.

## ГЕНЕРАТОР

ЧАСТОТА – установка частоты импульса возбуждения, подаваемого на излучающий элемент преобразователя.  
ПЕРИОДОВ – установка количества периодов импульса возбуждения.  
ДЕМП. ГЕН. – вкл/выкл активного сопротивления 50 Ом параллельно излучающему элементу преобразователя.  
L ВЫХОДА – индуктивное согласование преобразователя. Может принимать фиксированные значения индуктивности или значение "нет".

## ПРИЕМНИК

ФИЛЬТР – выбор одного из 15 аналоговых фильтров на входе усилителя, или полное отключение фильтра.  
ДЕМП. ВХОДА – вкл/выкл активного сопротивления параллельно приемному элементу преобразователя, т.е. на входе усилителя.  
АРУ – вкл/выкл режима автоматической регулировки усиления.

## ВРЧ

ФОКУС – точка естественного фокуса датчика.  
БЛИЖ. ЗОНА – изменение усиления дБ в мкс в ближней зоне (до фокуса).  
ДАЛЬ. ЗОНА – изменение усиления дБ в мкс в дальней зоне (после фокуса).  
ВКЛЮЧИТЬ – включение/ выкл ВРЧ

## ЭКРАН

ПОДСВЕТКА – регулировка уровня яркости подсветки индикатора, в диапазоне от 0 до 100%, с шагом 5 %.

ЦВЕТОВАЯ СХЕМА – переключение на одну из трех цветовых схем экрана

СЕТКА – включение и выключение вывода на экран координатной сетки. Не влияет на вывод сетки в режиме Б- скана.

Б – скан – выбор максимальной толщины при отображении Б– развертки на экране.

## НАСТРОЙКИ

ЗАГРУЗИТЬ НАСТРОЙКУ – вывод списка сохраненных настроек для загрузки в память прибора

СОХРАНИТЬ НАСТРОЙКУ – сохранение текущей настройки в памяти прибора

ЗАГРУЗИТЬ РАБОЧУЮ – вызов последней рабочей настройки (настройки, с которой включился прибор)

ДОП. ПАРАМЕТРЫ – вывод дополнительного меню для установки даты, времени, языка и цветовых схем (см. рис. 5.5).

## КАЛИБРОВКА ДАТЧИКА ПО ОБРАЗЦАМ (отображается только для датчика типа «ПОЛЬЗ. Р/С»)

ОБРАЗЕЦ – вывод образца для корректировки его значения

УДАЛИТЬ ОБРАЗЕЦ / ДОБАВИТЬ ОБРАЗЕЦ – добавление нового образца или удаление текущего из списка. Переключение режимов ДОБАВИТЬ /УДАЛИТЬ осуществляется клавишами **- +**.

Добавление или удаление кнопкой .

КАЛИБРОВКА ДАТЧИКА – полная калибровка преобразователя по всем записанным в память образцам толщины

КОРРЕКЦИЯ ПО ОБРАЗЦУ – быстрая коррекция показаний прибора с предварительно откалиброванным преобразователем по любому из записанных в память образцов.

### **5.3 Дополнительное меню**

В пункте НАСТРОЙКИ на второй странице Главного меню, есть пункт

ДОП.ПАРАМЕТРЫ. При нажатии кнопки  в этом выбранном пункте осуществляется вход в режим регулировки дополнительных, редко настраиваемых параметров: даты и времени, языка меню и регулировка параметров цветовых схем.

Дополнительные параметры	
Дата	03.10.15
Время	15:58:37
Menu language	Русский
Толщина КО	9.97 мм
Скорость КО	6402 м/с
Цветовая схема	2
Цвет фона	Белый
Цвет разметки	Черный
Цвет меню	Черный
Цвет курсора	Св. вируса
Цвет сетки	Черный
Цвет сигнала	Св. синий
Цвет а-строва	Черный
Цвет б-строва	Черный
Цвет результата	Синий
Цвет АСД	Красный
Режим Б-скана	полный экран
Вид Б-скана	заполненный

Рис. 5.5. Структура дополнительных параметров.

## 6. НАСТРОЙКА ТОЛЩИНОМЕРА

В этой главе дается детальное описание настройки ультразвукового толщиномера УДТ-40. После прочтения этой главы вы узнаете:

- Как настроить параметры экрана.
- Как настроить зоны контроля (стробы) А- развертки.
- Как настроить отображение А- развертки на дисплее толщиномера.
- Какими способами УДТ-40 измеряет время прихода сигнала в зону, принципы их работы.

Большинство разделов этой главы описывают действия, постоянно необходимые любому пользователю УДТ-40. Но некоторые действия достаточно произвести однократно и не повторять. Подробное знакомство с содержанием главы 6 позволяет наиболее оптимально настроить УДТ-40 для удобства пользователя.

### 6.1. Настройка вида экрана.

Комфортность работы с прибором не в последнюю очередь определяется легкой читаемостью экрана в зависимости от особенностей человеческого зрения и параметров внешнего освещения. Для удобства оператора в прибор на заводе-изготовителе встроено три типовые цветовые схемы экрана, которые самостоятельно можно корректировать.

#### 6.1.1 Выбор цветовой схемы.

*Шаг 1.* В режиме настройки выберите пункт ЭКРАН и параметр ЦВЕТОВАЯ СХЕМА. Для удобства оператора и быстрой настройки в приборе предусмотрено три стандартные цветовые схемы, записанные на заводе-изготовителе.

Нажимая кнопки **- +**, измените цветовую схему в соответствии с личными предпочтениями и условиями освещенности.

### 6.1.2 Регулировка параметров цветовой схемы

В приборе может быть сохранено три настраиваемых цветовых схемы. Предварительно они уже настроены на заводе-изготовителе, однако, в случае необходимости цвет любого элемента можно поменять.

Для регулировки параметров цветовой схемы:

*Шаг 1.* В режиме настройки выберите пункт. ДОП. ПАРАМЕТРЫ в меню НАСТРОЙКИ и нажмите кнопку . На экране появится меню, показанное на рис. 5.5

*Шаг 2.* Выберите клавишами   пункт Цветовая схема и клавишами   установите цветовую схему, которую планируется корректировать (изменения фона, цвета курсора и текста - будут заметны на экране сразу)

*Шаг 3.* Выберите клавишами   один из десяти параметров цветовой схемы и измените цвет, нажимая кнопки клавишами  .

*Шаг 4.* Повторите, если требуется, шаг 3 для остальных параметров.

*Шаг 5.* Нажмите кнопку  для возврата в режим настройки.

### 6.1.3 Регулировка яркости подсветки

Яркость подсветки экрана регулируется в диапазоне от 0 до 100% с шагом 5%. Чем ярче подсветка, тем больше энергии батареи расходует прибор.

Выберите пункт. ПОДСВЕТКА в меню ЭКРАН и, нажимая кнопки  , установите требуемый уровень яркости.

### 6.1.4 Регулировка вида сетки экрана

В зависимости от личных предпочтений сетка экрана может быть установлена либо полной, либо только по центру экрана, либо выключена.

Выберите пункт. СЕТКА в меню ЭКРАН и, нажимая кнопки  , установите значение: ПОЛНАЯ, ЦЕНТР или НЕТ

## 6.2. Установка даты и времени

Толщиномер УДТ-40 имеет встроенные часы, работающие от отдельного внутреннего элемента питания. Дата и время автоматически добавляются в информацию о каждом файле при его создании. Дату и время созданного файла с помощью УДТ-40 увидеть или изменить нельзя, но ее можно просмотреть с помощью прилагаемого программного обеспечения, подключив прибор к персональному компьютеру.

Чтобы установить дату и время, выполните нижеприведенные действия:

*Шаг 1.* В режиме настройки выберите пункт. ДОП. ПАРАМЕТРЫ в меню НАСТРОЙКИ и нажмите кнопку . На экране появится меню, показанное на рис. 5.5

Шаг 2.

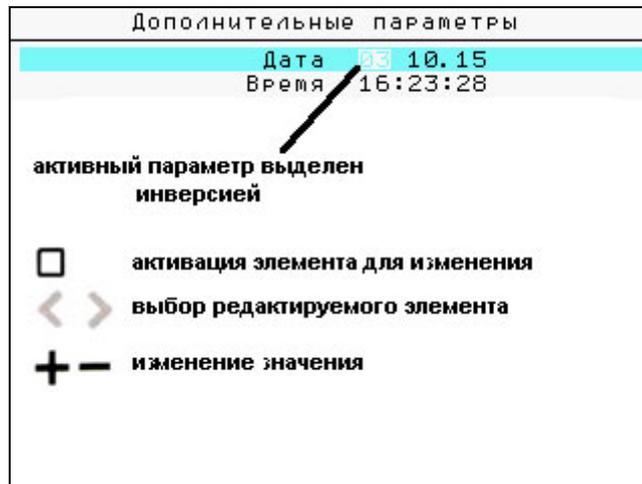


Рис. 6-1 Изменение даты/времени

Шаг 3. Клавишами   выберите требуемый элемент (день-месяц-год), а с помощью клавиш   установите нужное значение.

Шаг 4. Нажмите кнопку .

Шаг 5. Выберите клавишами   пункт ВРЕМЯ, нажмите кнопку и повторите шаги 3 и 4.

Шаг 6. Нажмите кнопку  для возврата в режим настройки.

### 6.3. Выбор языка меню

Толщиномер УДТ-40 имеет поддержку двух языков: русского и английского. Для смены языка меню:

Шаг 1. В режиме настройки выберите пункт. ДОП. ПАРАМЕТРЫ в меню НАСТРОЙКИ и нажмите кнопку . На экране появится меню, показанное на рис. 5.5

Шаг 2. Выберите клавишами   пункт MENU LANGUAGE и нажмите кнопку  или  для смены языка.

Additional parameters	
Date	03.10.15
Time	16:42:15
Язык меню	English
Cal Block thick	9.97 mm
Cal Block vel	6402 m/s
Colors set	2
Background color	White
Lines color	Black
Menu color	Black
Cursor color	Light cyan
Grid color	Black
Signal color	Light blue
a-Gate color	Black
b-Gate color	Black
Result color	Blue
Alarm color	Red
B-Scan mode	full screen
B-Scan filled	yes

Рис. 6-2 Смена языка меню

Шаг 3. Нажмите кнопку  для возврата в режим настройки.

## 6.4 Подключение преобразователя

С толщиномером УДТ-40 могут работать любые совмещенные либо отдельно совмещенные ультразвуковые преобразователи с диапазоном частот от 0,5 до 15 МГц.

Для удобства эксплуатации мы рекомендуем использовать оригинальные преобразователи из номенклатуры изготовителя, т.к. их параметры уже запомнены в приборе. При подключении отдельно-совмещенных преобразователей необходимо соблюдать правильное присоединение передающей пьезопластины к генератору прибора, а приемной пьезопластины - к приемнику прибора (см. рис. 4.2).

Неправильное соединение пьезоэлектрических преобразователей может выражаться в искажении формы и падении амплитуды эхо-сигналов, а при использовании ЭМА-преобразователей с активным усилителем привести к выходу преобразователя из строя.



Рис. 6-3 Подключение преобразователя

После подключения преобразователя необходимо указать в приборе его тип, для корректной работы толщиномера.

В толщиномере может быть сохранено до 100 типов преобразователей, записанных как на заводе-изготовителе, так и самостоятельно пользователем при помощи специального программного обеспечения.

В памяти толщиномера содержатся данные для правильной настройки генератора, установки степени демпфирования, параметрах ВРЧ и АРУ, типовой задержки в призме, коррекции V-образности и пр.

**Шаг 1.** Для загрузки параметров преобразователя выберите параметр ДАТЧИК в меню ОСНОВНЫЕ и нажмите кнопку .

На экране появится окно выбора, показанное на рис. 6-4.

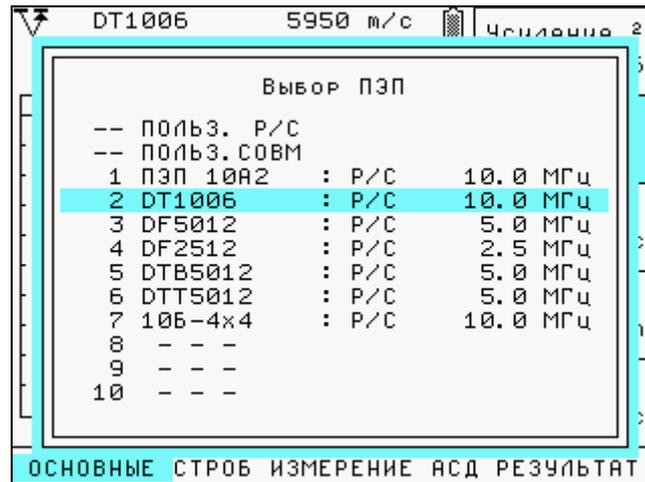


Рис. 6-4 Выбор преобразователя

В этом окне указана марка преобразователя, его тип раздельно-совмещенный (р/с) или совмещенный (с), а также номинальная частота преобразователя.

**Шаг 2.** В этом режиме выберите клавишами   , соответствующую марку преобразователя и нажмите кнопку .

Толщиномер автоматически настроит основные параметры преобразователя, необходимые для его корректной работы.

**Внимание!** В окне на рис. 6-4 также есть дополнительные нестираемые настройки «ПОЛЬЗ. P/C» и «ПОЛЬЗ. СОВМ», предназначенные для подключения любого р/с или совмещенного преобразователя и самостоятельной установки всех параметров работы. Таким образом, любой преобразователь можно подключить, настроить и сохранить в качестве настройки толщиномера в меню НАСТРОЙКИ, пункт СОХРАНИТЬ НАСТРОЙКУ.

Для подробного ознакомления с возможностями самостоятельной настройки прибора см. п. 6.7

## 6.5 Настройка отображения сигнала

### 6.5.1 Регулировка чувствительности

Регулировка коэффициента усиления прибора изменяет амплитуду отображаемого на экране графика А- скана. Эффект от уменьшения или увеличения коэффициента усиления показан на рис. 6.5.

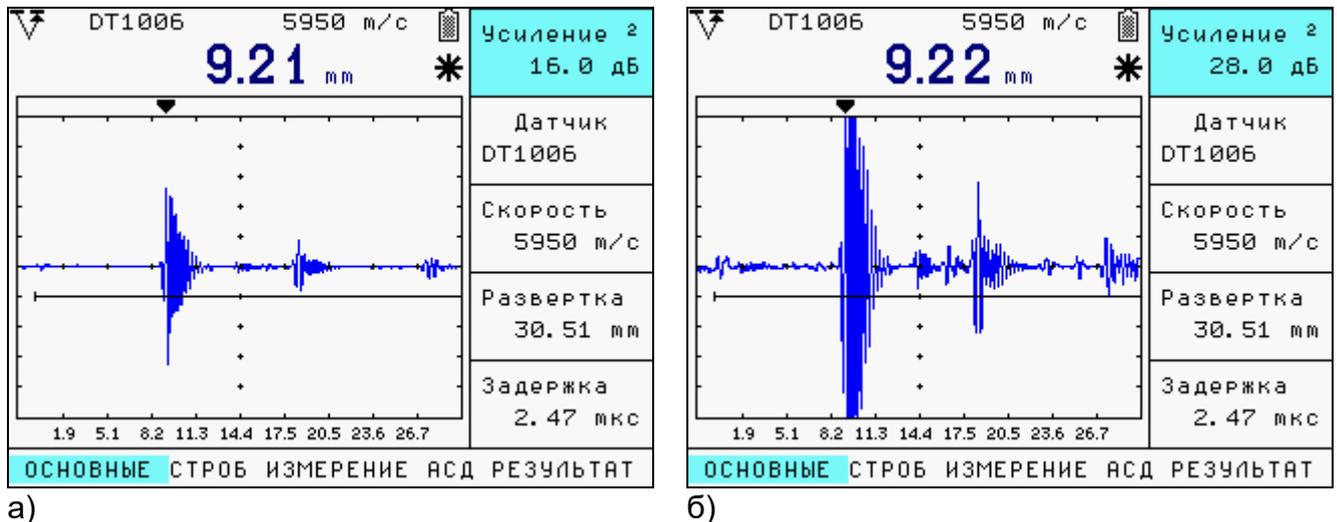


Рис.6.5. Иллюстрация эффекта от изменения коэффициента усиления  
а) усиление 16дБ, б) усиление 28 дБ.

Значение параметра "Усиление" является относительным, т.е. это не реальный коэффициент усиления приемного тракта.

Диапазон регулировки усиления от 0 до 110 дБ реализован с использованием аттенюатора на 20 дБ и регулируемого усилителя с переменным коэффициентом усиления от минус 10 до 80 дБ. Аттенюатор автоматически отключается при усилении 30 дБ, в результате чего, на экране толщиномера при совмещенном типе преобразователя может наблюдаться некоторое изменение формы зондирующего импульса, вызванное перегрузкой усилителя в момент зондирующего импульса при отключенном аттенюаторе, что не является недостатком в работе.

Шаг 1. Выберите пункт УСИЛЕНИЕ (находится сверху в любом меню)

Шаг 2. Выберите шаг регулировки усиления, нажав кнопку . Доступные шаги 0,5 дБ, 1 дБ, 2 дБ и 6 дБ.

Шаг 3. Отрегулируйте усиления клавишами **-** или **+**.

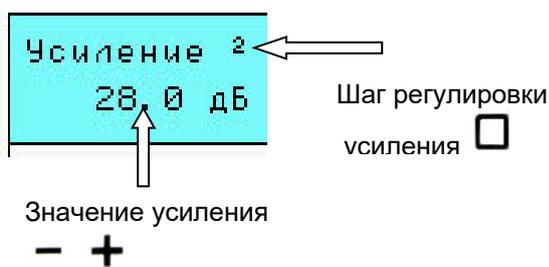


Рис.6.6. Регулировка усиления

### 6.5.2. Регулировка ширины развертки.

Параметр "РАЗВЕРТКА" в подменю "ОСНОВНЫЕ" регулирует максимальное время прохождения сигнала, которое отображается на экране и обрабатывается прибором. Длительность развертки определяет диапазон измеряемых толщин, поскольку обрабатывается только сигнал в пределах видимого на экране. Эффект от изменения развертки показан на рис. 6.7.

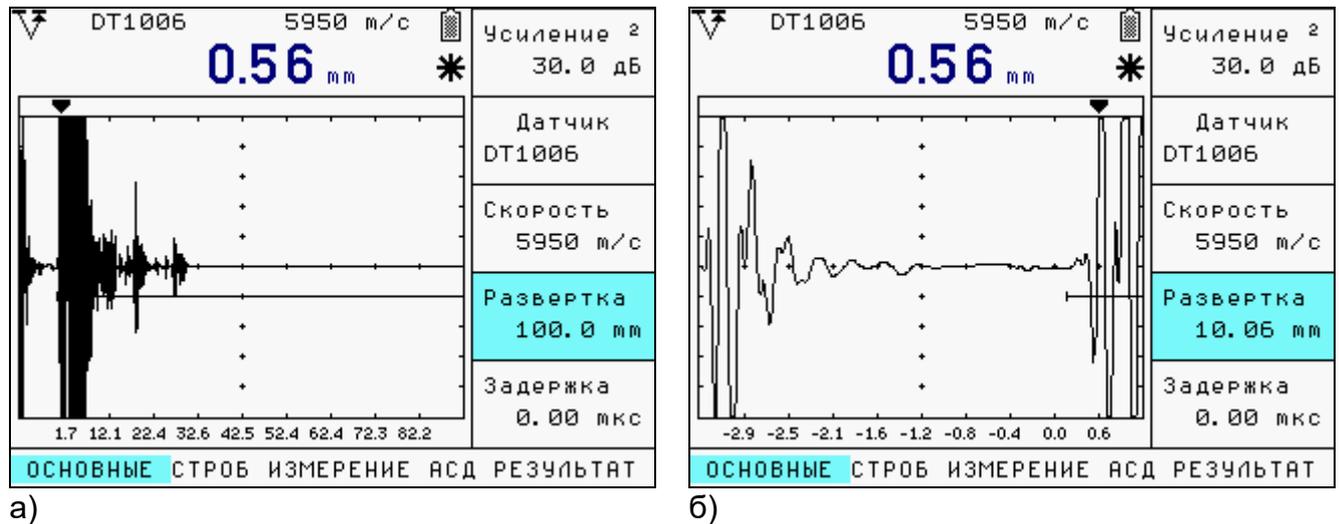


Рис.6.7. Иллюстрация эффекта от изменения длительности развертки на одном и том же эхо-сигнале  
а) развертка 100 мм, б) развертка 10 мм

Для регулировки развертки:

**Шаг 1.** Установите датчик на образец с максимальной толщиной материала

**Шаг 2.** Выберите пункт «РАЗВЕРТКА» в меню «ОСНОВНЫЕ»

**Шаг 3.** Установите требуемую развертку с помощью клавиш **-** или **+** так, чтобы сигнал от дна образца был виден на экране в правой его части (конце экрана).

### 6.5.3. Установка задержки развертки.

Задержка развертки определяет время от начала запуска зондирующего импульса в течении которого сигнал не обрабатывается и не выводится на экран.

Использование задержки позволяет, например, проводить измерения больших толщин с высокой точностью, выводя на экран лишь требуемый участок изделия. На рис.6.8 показано измерение толщины изделия с номиналом 120 мм. На рис.6.8 а вид сигнала без использования задержки и разверткой, соответствующей толщине изделия, а на рис.6.8б установлена задержка развертки 40 мкс, что позволило уменьшить длительность развертки и точно следить за донным сигналом.

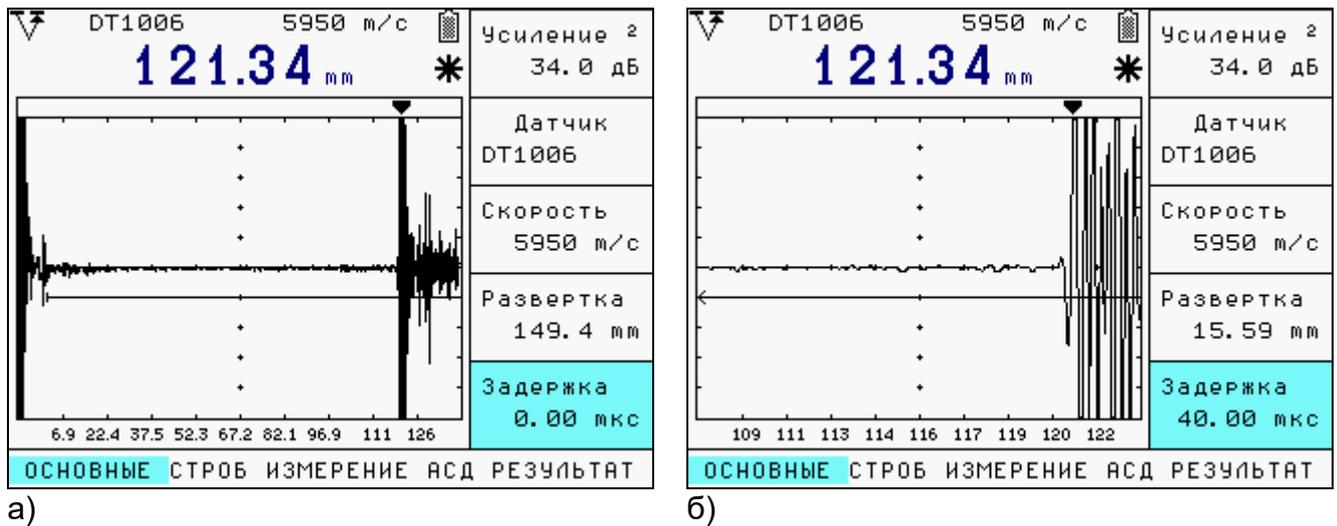


Рис.6.8. Эффект от изменения задержки

Для регулировки задержки:

**Шаг 1.** Установите датчик на образец с минимальной толщиной материала

**Шаг 2.** Выберите пункт «ЗАДЕРЖКА» в меню «ОСНОВНЫЕ»

**Шаг 3.** Установите требуемую задержку развертки с помощью клавиш **-** или **+** так, чтобы сигнал от дна образца был виден на экране в левой его части (начале экрана).

## 6.5. Установка измерительных стробов

Установив корректно длительность и задержку развертки, а также необходимое усиление, вы будете наблюдать на экране прибора все сигналы в нужном диапазоне толщин материала.

Однако, для измерения времени прихода сигналов и, соответственно, толщины материала, необходимо указать прибору, как и в каком месте измерять отображаемый эхо-сигнал, т.е. правильно выставить измерительные стробы.

У каждого из стробов есть два параметра: «порог» строба и «задержка» строба. Порог строба определяет положение строба по вертикали экрана, а «задержка» строба определяет его отступ от левой части экрана, т.е. неконтролируемую зону слева.

В толщиномере имеется два строба для измерения сигналов. Первый строб (а-строб) нужен для прямого измерения времени прихода сигнала от момента запуска зондирующего импульса до момента пересечения эхо-сигналом порога а-строба.

Такой способ измерения, например, используется для широко распространенной толщинометрии металла без покрытий раздельно-совмещенными преобразователями.

Второй строб требуется для измерения времени по методу «эхо-эхо», т.е. между моментом пересечения эхо-сигналом первой зоны и моментом пересечения эхо-сигналом второй зоны. Обычно, такой способ контроля используется для измерения под покрытиями по двум донным сигналам обычными совмещенными преобразователями и преобразователями с линией задержки.

### 6.5.1 Выбор способа измерения времени

Для указания способа измерения времени войдите в меню «ИЗМЕРЕНИЕ» и выберите пункт «РЕЖИМ ИЗМ.».

Установите с помощью клавиш **-** или **+** требуемый режим измерения.

В приборе заложена возможность работы в трех режимах:

«0 – А» измерение от начала запуска зондирующего импульса до пересечения сигналом порога А- строба.

«А – Б (Р)» режим «эхо-эхо» измерения времени между точками пересечения порога А-зона и порога Б-зоны. При этом задержка Б-зоны выставляется каждый раз вручную в мкс от начала А-зоны.

«А – Б (А)» режим «эхо-эхо» автоматический, когда задержка Б-зоны выставляется для всего один раз, с учетом ширины эхо-импульса так, чтобы не было ложных срабатываний, а измерение происходит между эхо-сигналами автоматически во всем диапазоне толщин.

Внимание! В базовой версии режимы «А-Б (Р)» и «А-Б (А)» доступны только для датчиков совмещенного типа.

### 6.5.2 Установка начала строба

Начало строба определяет минимальную толщину материала, которая будет зафиксирована прибором.

**Шаг 1.** Установите датчик на образец с минимальной толщиной (нижний порог измерения) и получите на экране отчетливый сигнал

**Шаг 2.** В меню «СТРОБ» выберите пункт «А-задержка» и клавишами **-** или **+** установите значение задержки так, чтобы фронт сигнала от минимальной толщины попал в строб.

**Важно!** Задержка задается в микросекундах от начала развертки.

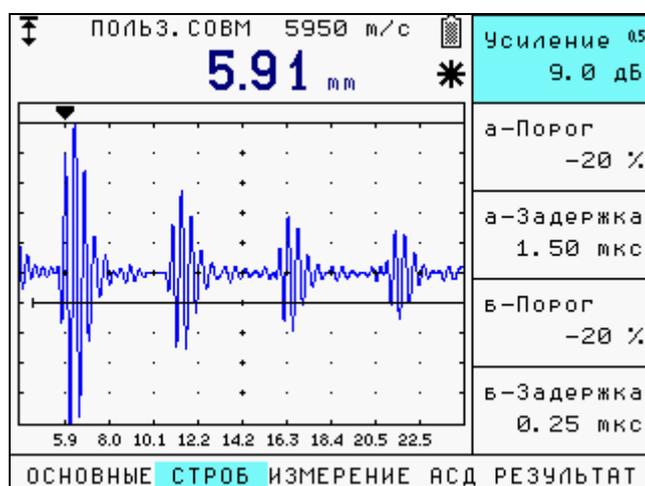


Рис.6.9 Регулировка задержки А- строба

Шаг 3. В случае работы в режиме «эхо-эхо» в меню «СТРОБ» выберите пункт «Б- задержка» и установите задержку так, чтобы фронт второго отраженного сигнала пересек порог Б- зоны.

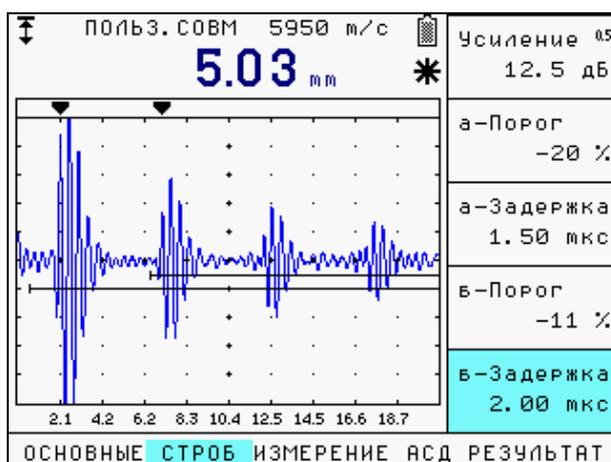


Рис.6.10 Регулировка задержки Б- строба

**Важно!** Задержка Б- строба отсчитывается в микросекундах от начала А- строба.

### 6.5.3 Установка порога строба

Регулировка высоты строба на экране позволяет пользователю указать конкретную полуволну радиосигнала, которая будет являться носителем информации о времени прихода сигнала и компенсировать, таким образом, влияние затухание сигнала по глубине.

Для установки уровня порога в меню «СТРОБ» выберите пункт «А- порог» и отрегулируйте уровень порога клавишами  $-$  или  $+$ . В случае работы в режиме «эхо-эхо» повторите эти операции для порога Б- строба.

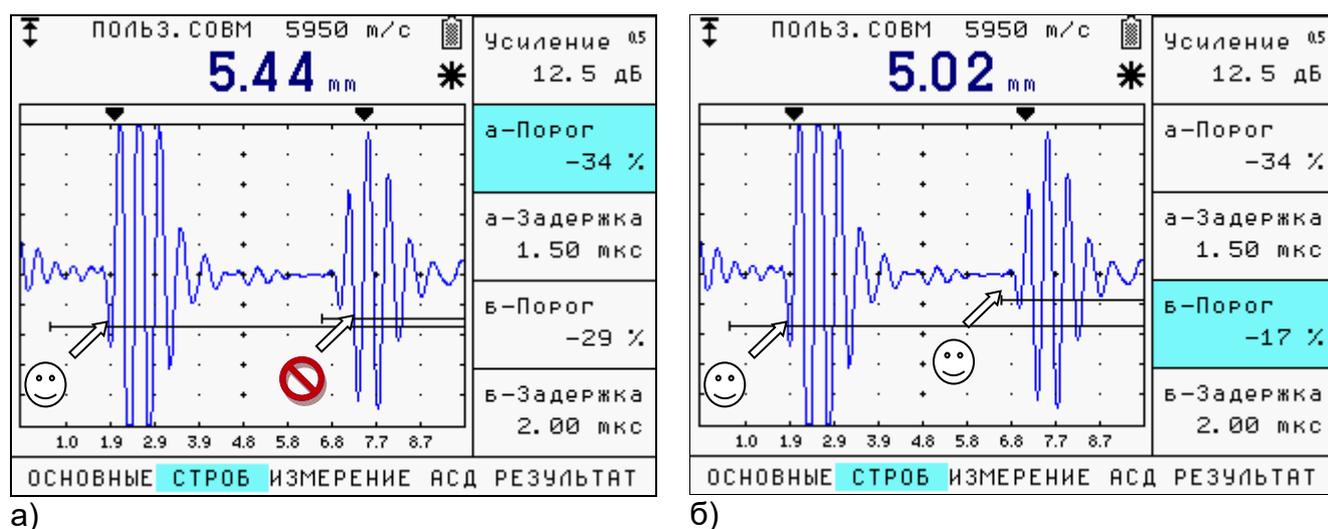


Рис.6.11 Установка уровня порогов в режиме «эхо-эхо»

На рисунке 6.10 указаны по-разному установленные уровни порогов. На рис 6.10 показано, что порог Б- зоны установлен неправильно, т.к. порог А- строба пересекает первая полуволна эхо-сигнала, а порог Б- строба – вторая полуволна. Как видно, подобная небрежность приводит к серьезной ошибке измерения, поэтому следить за точкой измерения очень важно.

#### 6.5.4 Измерение в режиме автоматического отслеживания сигналов в зонах.

В режиме «А-Б (Р)» пользователь сам определяет каждый раз задержку Б- строба и корректирует ее вручную в зависимости от сигналов на экране. Это вполне приемлемо для ограниченного диапазона толщин, когда разброс толщин материала меньше, чем величина задержки Б- строба. В противном случае измерение будет неправильным.

Для автоматического слежения за необходимой величиной задержки Б- строба служит режим «А-Б (А)».

На рис. 6-12 изображены сигналы на трех образцах различной толщины. Задержка Б- строба выставлена минимально достаточной, чтобы срез собственного первого эхо-импульса не мешал измерениям. Как видно из рис. 6.12б и 6.12в, при таком разбросе толщин, статичное положение стробов в ручном режиме не позволило бы проводить измерения. Маркеры же точек измерения указывают на корректное проведение замеров.

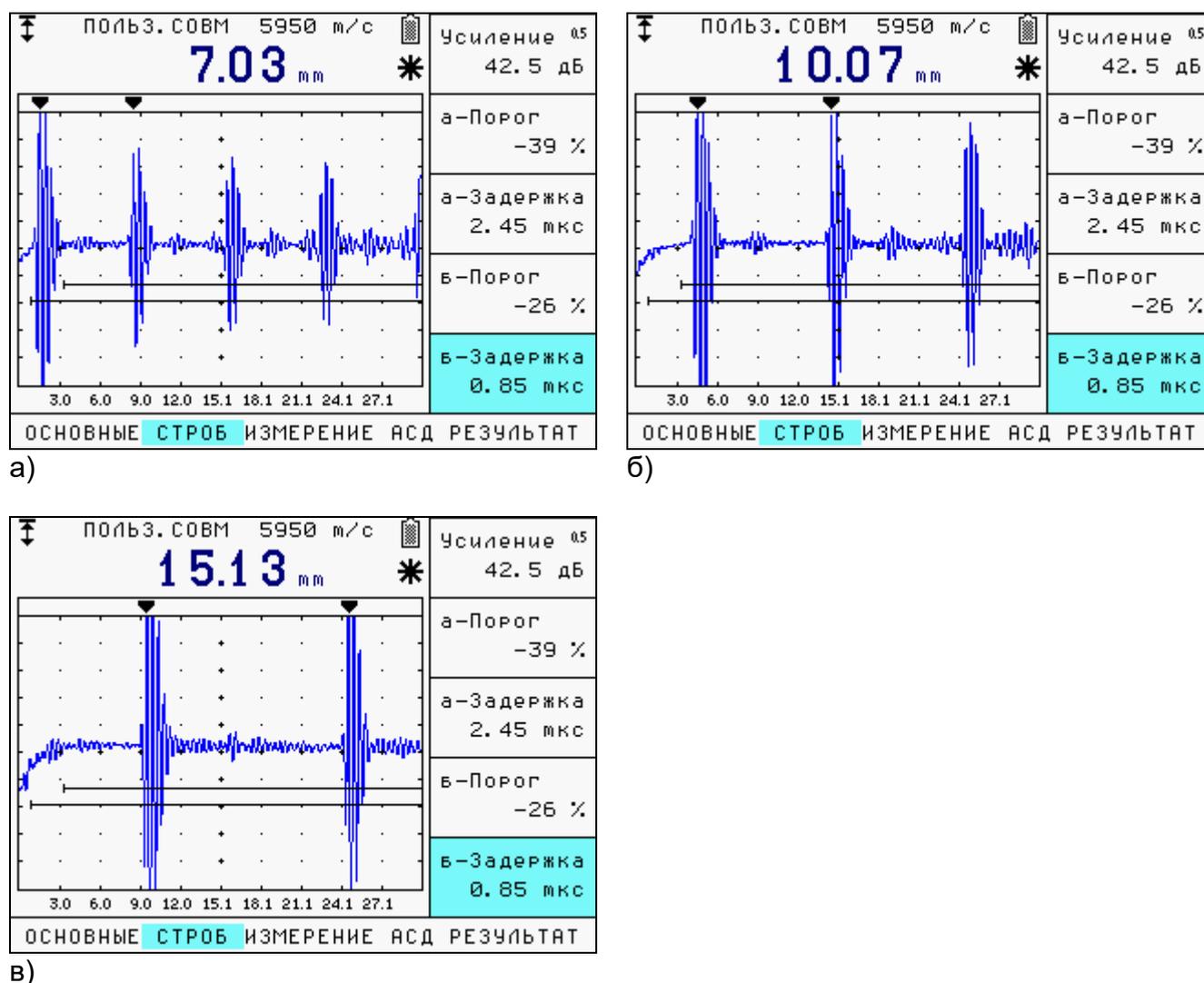


Рис.6.12 Установка уровня порогов и значений задержек в автоматическом режиме «эхо-эхо»

### 6.5.5 Принцип измерения времени прихода эхо-сигнала

В толщиномере УДТ-40 используется высокоточное измерение времени по точке перехода полуволны сигнала через «0». Широко используемое измерение по точке пересечения порога с фронтом сигнала имеет существенный недостаток, связанный с тем, что амплитуда сигнала нарастает не мгновенно, а за какое-то время, следовательно, фронт сигнала не является строго вертикальным. Таким образом, при изменении усиления прибора, точка пересечения фронта с порогом будет смещаться и вносить погрешность в измерения.

В отличие от этого, точка пересечения с «нулевой линией» не зависит от усиления прибора (если порог строга пересекает правильная полуволна), и позволяет измерять время прихода сигнала с высокой точностью.

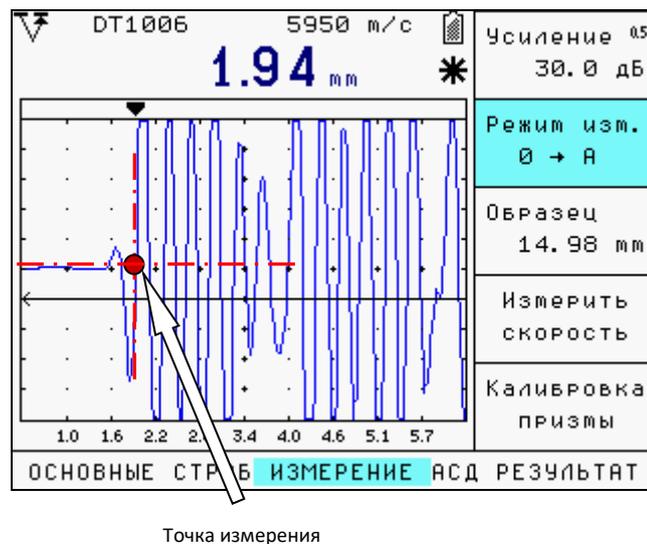


Рис. 6.13 Принцип измерения времени прибором УДТ-40

## 6.6 Калибровка толщиномера

### 6.6.1 Калибровка со стандартным преобразователем

Как уже указывалось, толщиномер УДТ-40 имеет уже записанные в память стандартные преобразователи, в числе прочих параметров которых, в прибор зашита и кривая V-коррекции показаний для раздельно-совмещенных преобразователей.

Для точного измерения толщины стандартными преобразователями необходимо провести всего две операции:

Откалибровать задержку в призме преобразователя, т.к. она чуть отличается для каждого преобразователя внутри любой серии и, кроме того, зависит от температуры, при которой проводятся измерения.

Установить скорость распространения ультразвуковых колебаний в объекте контроля (если она известна), либо измерить скорость в объекте контроля, если есть хотя бы один образец известной толщины из этого материала.

### 6.6.2 Ввод параметров контрольного образца

Для периодической корректировки значения задержки призмы в меню дополнительных параметров, есть два специальных пункта:

- «ТОЛЩИНА КО» – это толщина стандартного образца, по которому проводится калибровка и
- «СКОРОСТЬ КО» – это скорость распространения УЗ колебаний в этом образце

Дополнительные параметры	
Дата	13.10.15
Время	16:42:17
Menu language	Русский
Толщина КО	5.00 мм
Скорость КО	5950 м/с
Цветовая схема	2
Цвет фона	Белый
Цвет разметки	Черный
Цвет меню	Черный
Цвет курсора	Св. бирюза
Цвет сетки	Черный
Цвет сигнала	Св. синий
Цвет а-строва	Черный
Цвет б-строва	Черный
Цвет результата	Синий
Цвет АСД	Красный
Режим Б-скана	полный экран
Вид Б-скана	заполненный

Рис. 6.14 Установка параметров стандартного образца

Таким образом, можно иметь в комплекте любой один стандартный образец из любого известного материала и постоянно калиброваться по нему, как и на обычном портативном тощиномере. Однако, в случае необходимости параметры образца можно заменить на любой другой.

*Для смены контрольного образца:*

**Шаг 1.** Войдите в меню «НАСТРОЙКИ» в пункт «ДОП. ПАРАМЕТРЫ» и нажмите кнопку .

**Шаг 2.** В меню дополнительных параметров (см. рис. 6.13) выберите клавишами   пункт «ТОЛЩИНА КО» и клавишами   установите новую толщину, затем таким же образом замените скорость контрольного образца в пункте «СКОРОСТЬ КО».

**Шаг 3.** Выйдите из меню дополнительных параметров кнопкой .

### 6.6.3 Проведение калибровки

Для проведения калибровки:

**Шаг 1.** Установите преобразователь на контрольный образец, который указан в меню дополнительных параметров.

**Шаг 2.** Выберите в меню «ИЗМЕРЕНИЕ» пункт «КАЛИБРОВКА ПРИЗМЫ», нажмите и удерживайте кнопку  в течении 1-1,5 секунд

На экране прибора появится короткое сообщение с величиной задержки в призме преобразователя, после чего прибор перейдет в рабочий режим.

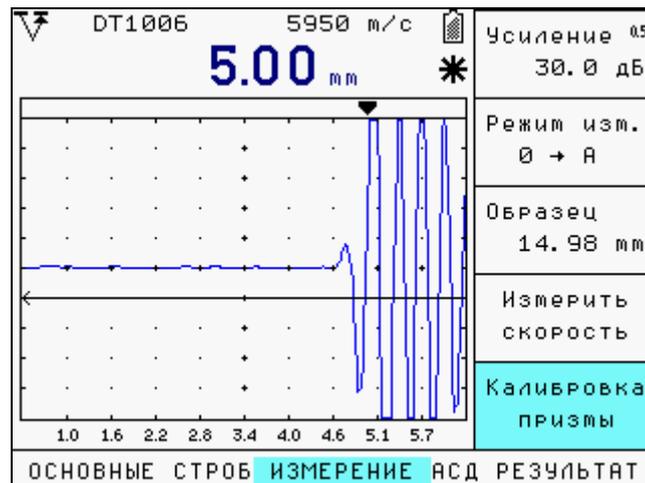


Рис. 6.15 Калибровка призмы преобразователя

#### 6.6.4 Установка скорости в материале

Толщина материала является результатом математического умножения измеренного времени прихода эхо-сигнала на значение скорости распространения УЗ колебаний в материале.

Если скорость распространения УЗК в материале известна, то ее можно просто указать в качестве значения параметра «СКОРОСТЬ» в меню «ОСНОВНЫЕ»

**Шаг 1.** Выберите параметр «СКОРОСТЬ» в меню «ОСНОВНЫЕ»

**Шаг 2.** Клавишами **- +** установите значения скорости распространения УЗК

Кроме того, для быстрого изменения скорости в прибор уже записано несколько значений: 1000, 1450, 2000, 2700, 3200, 4700 и 5950 м/с. Поочередный выбор этих значений осуществляется нажатием кнопки

#### 6.6.5 Измерение скорости в материале

Скорость в материале контроля известна далеко не всегда, но имея образец из данного материала, можно легко узнать скорость в нем.

**Шаг 1.** Выберите параметр «ОБРАЗЕЦ» в меню «ИЗМЕРЕНИЕ»

**Шаг 2.** Укажите значение толщины данного образца клавишами **- +**

**Шаг 3.** Выберите пункт «ИЗМЕРИТЬ СКОРОСТЬ» в меню «ИЗМЕРЕНИЕ»

**Шаг 4.** Установите преобразователь на данный образец и нажмите кнопку  (для корректных измерений призма преобразователя должна быть предварительно откалибрована)

В появившемся окне будет указана измеренная скорость и будет предложено либо автоматически установить ее, либо не сохранять измерения (рис. 6.16)

-  - сохранить измеренную скорость для измерения толщины материала;
-  - вернуться в режим настройки без сохранения;



Рис.6.16 Измерение скорости распространения УЗК в образце

Шаг 5. Нажмите , чтобы установить измеренную скорость распространения УЗК и прибор вернется в обычный режим настройки (рис.6-17)

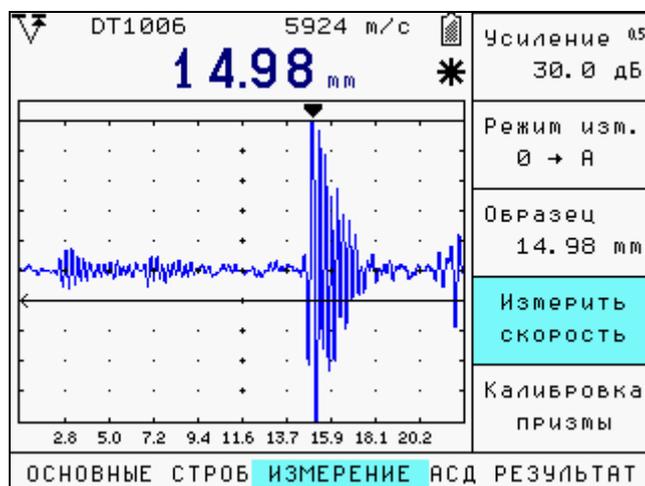


Рис.6.17 Эффект применения в приборе измеренной скорости УЗК

После проведения всех операций по п. 6.4-6.6 толщиномер в общем случае готов к измерениям, однако в приборе есть ряд дополнительных возможностей для отстройки на материалах с различным затуханием, например, использование АРУ, ВРЧ, фильтров, демпфирования и пр. Большинство из этих параметров уже настроено оптимально на заводе-изготовителе, но их всегда можно перестроить.

Для экспертной настройки толщиномера см.п.6.7.

## 6.7. Экспертная настройка прибора

Экспертная настройка может понадобиться для регулирования АРУ и ВРЧ для компенсации затухания на различных материалах, изменения частоты и формы сигнала, применения различных фильтров и пр.

### 6.7.1 Настройка параметров генератора импульсов возбуждения

Генератор импульсов подает на передающий элемент преобразователя радиочастотные двухполярные импульсы регулируемой длительности и частоты.

Для стандартных преобразователей оптимальные параметры заданы в памяти прибора, но могут быть также отрегулированы для достижения каких-либо специальных задач.

*Шаг 1.* Выберите в меню «ГЕНЕРАТОР» параметр «ЧАСТОТА» и установите частоту, соответствующую используемому преобразователю клавишами **- +**.

*Шаг 2.* Выберите в меню «ГЕНЕРАТОР» параметр «ПЕРИОДОВ» и установите оптимальное количество периодов импульса возбуждения для достижения наиболее короткого по длительности и мощного по амплитуде эхо-импульса. Эффект можно наблюдать в реальном времени на экране прибора.

### 6.7.2 Настройка степени демпфирования сигнала

В приборе предусмотрено четыре степени демпфирования сигнала:

- без демпфера
- демпфер генератора 50 Ом
- демпфер входа 50 Ом
- включены оба демпфера

Демпфер генератора – это активное сопротивление значением 50 Ом, подключаемое параллельно передающему элементу преобразователя, т.е. на выходе генератора с целью создания более короткого зондирующего импульса.

Входной демпфер – это активное сопротивление значением 50 Ом, подключаемое параллельно приемному элементу преобразователя, т.е. на входе усилителя с целью подавления избыточных колебаний преобразователя.

Применение демпферов позволяет снизить мертвую зону и снизить длительность эхо-импульса. Однако, целесообразность применения демпферов рассматривается отдельно в каждом случае для отдельного материала и преобразователя.

*Шаг 1.* Выберите в меню «ГЕНЕРАТОР» параметр «ДЕМП. ГЕН.» и включите/выключите демпфер клавишами **- +**.

*Шаг 2.* Выберите в меню «ПРИЕМНИК» параметр «ДЕМП. ВХОДА» и включите/выключите демпфер клавишами **- +**. Эффект можно наблюдать в реальном времени на экране прибора.

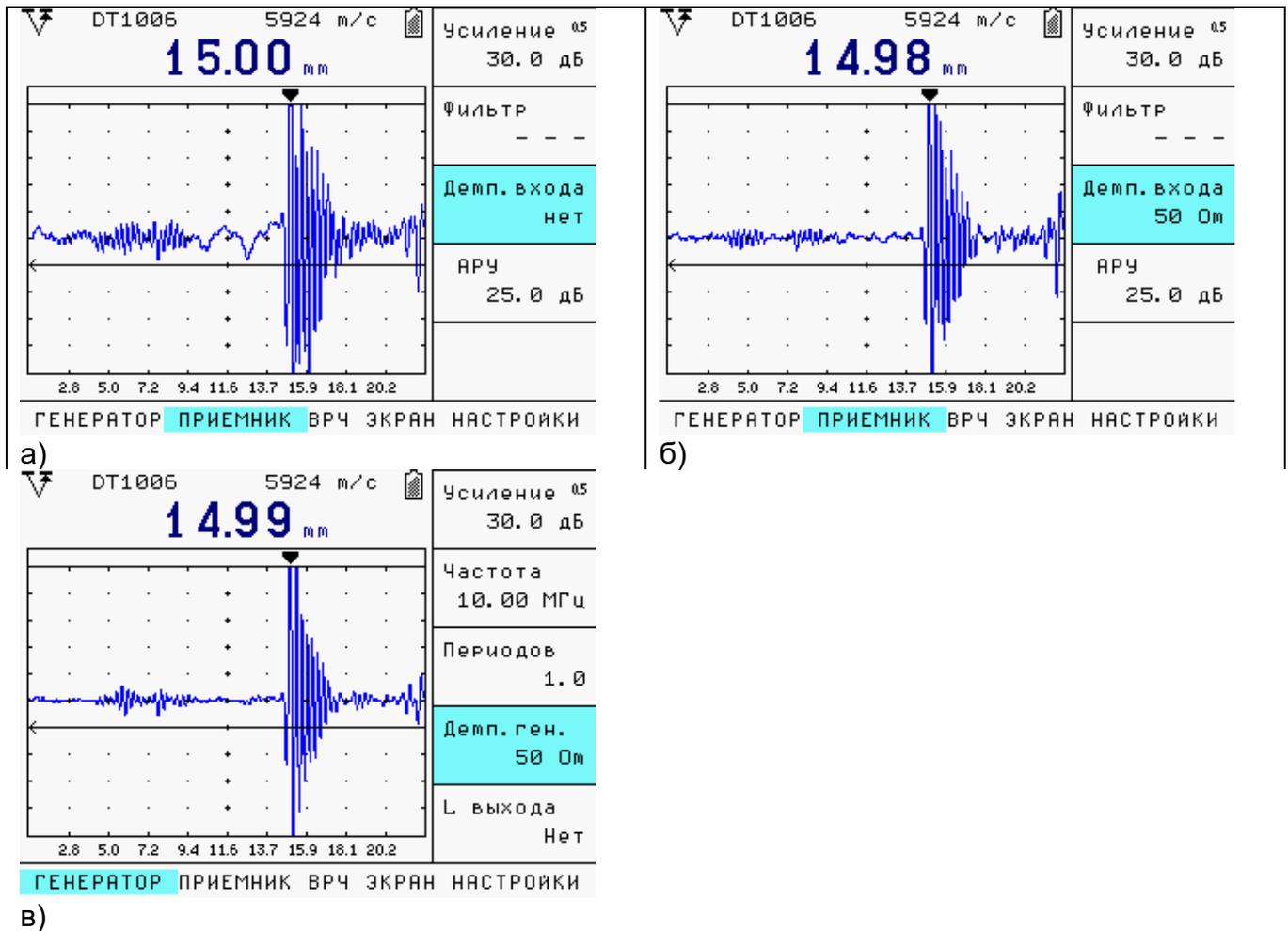


Рис. 6.18 Применение демпфирования

На рис. 6.18 показан эффект применения демпфирования на датчике частотой 10МГц с п/э 6мм. На рис.6.18а видна небольшая перегрузка, связанная с тем, что данный преобразователь сфокусирован для контроля малых толщин от 0,4-10мм. Включение демпфера приемника на рис.6.18б убирает эту перегрузку. Однако, включение дополнительно демпфера генератора (рис.6.18в) уже является неэффективным и избыточным.

### 6.7.3 Входной фильтр

Толщиномер УДТ-40 имеет 15 полосовых аналоговых фильтров, подключаемых на входе приемного тракта. В таблице приведены параметры этих фильтров. Для включения нужного фильтра или отключения всех фильтров выберите в меню «ПРИЕМНИК» параметр «ФИЛЬТР» и клавишами **- +** установите нужную полосу фильтра.

Однако, как и в случае с демпфированием применения фильтрации входного сигнала может дать как полезный, так нулевой или даже отрицательный результат в зависимости от многих условий.

Таблица 6.1. Параметры аналоговых фильтров на входе.			
	Имя (строка в подменю)	Нижняя частота, МГц	Верхняя частота, МГц
1	"- - - -"	-	-
2	"0,8..2,1"	0.8	2.1
3	"1,1..2,2"	1.1	2.2
4	"1,2..4,6"	1.2	4.6
5	"1,5..3,0"	1.5	3.0
6	"1,8..2,8"	1.8	2.8
7	"2,4..4,7"	2.4	4.7
8	"2,5..8,6"	2.5	8.6
9	"2,6..3,6"	2.6	3.6
10	"2,7..4,1"	2.7	4.1
11	"2,9..3,8"	2.9	3.8
12	"3,1..4,3"	3.1	4.3
13	"3,7..6,6"	3.7	6.6
14	"4,0..6,0"	4.0	6.0
15	"5,1..9,3"	5.1	9.3
16	"5,5..13,0"	5.5	13.0

#### 6.7.4 Согласование преобразователей стороннего производства

Преобразователи, используемые с толщиномером, должны иметь встроенные согласующие устройства - катушки индуктивности. Однако, часто возникает необходимость использовать уже имеющиеся преобразователи от старых приборов, которые могут не иметь встроенного согласования, или иметь неподходящее согласование для тракта прибора. Если используются преобразователи без согласования, то для компенсации емкостного сопротивления преобразователя необходимо подключение к преобразователю индуктивности. Это задается значением параметра "L ВЫХОДА" в меню «ГЕНЕРАТОР».

Возможные значения индуктивности согласования преобразователя: 0.66, 1.0, 2.2, 3.3, 4.7, 6.8, 15.0 мкГн.

Для подключения согласующей индуктивности:

Шаг 1. Выберите параметр "L ВЫХОДА" в меню «ГЕНЕРАТОР».

Шаг 2. Клавишами **- +** подберите подходящую индуктивность для подключенного преобразователя.

#### 6.7.5. Использование АРУ

Функция Автоматической Регулировки Усиления (АРУ) позволяет устанавливать для первого эхо-сигнала в А- строке одинаковую экранную амплитуду для эхо-сигналов от различных толщин и компенсировать, таким образом, затухание. Диапазон значений АРУ от 0-30 дБс шагом 0.5 дБ.

Шаг 1. Выберите параметр «АРУ» в меню «ПРИЕМНИК»

Шаг 2. Установите значение АРУ клавишами **- +**.

Принцип работы АРУ следующий: при нахождении в стробе сигнала пересекающего порог зоны, усиление в стробе резко увеличивается на указанное в параметре «АРУ» значение, а потом снижается до уровня позволяющего комфортно работать.

На рис.6.19а показан сигнал от толщины 1,9мм при усилении прибора 30 дБ и диапазоне АРУ равном 25 дБ. На рис.6.19б сигнал с теми же настройками, но от толщины 15мм.

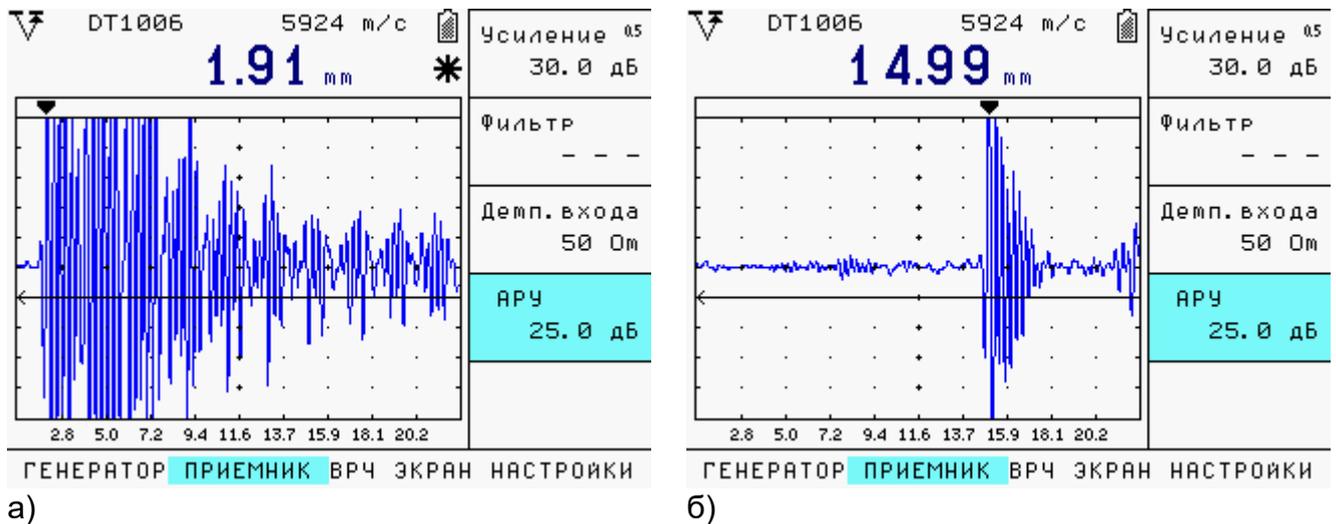


рис. 6.19 Измерение разных толщин с использованием АРУ

На рис 6.20а - сигнал от толщины 1,9 мм, но уже при усилении 46 дБ и выключенном АРУ. Как видно на рис.6.20б, усиления в 46дБ уже не хватает для корректного измерения тем же датчиком толщины 15мм.

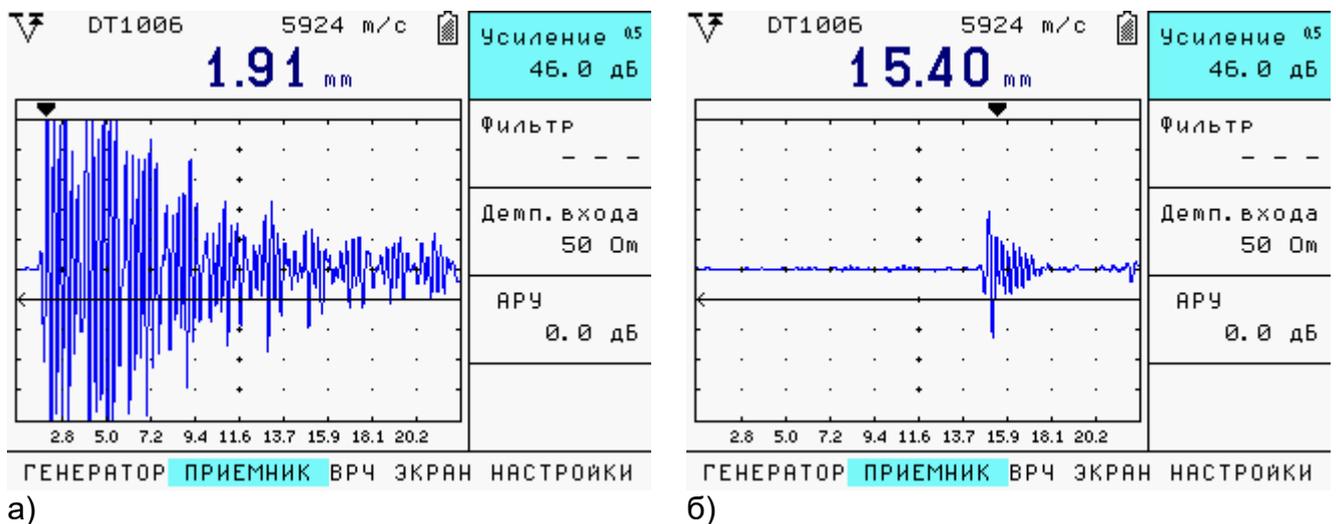


Рис. 6.20 Измерение разных толщин без использования АРУ.

Применение АРУ является простейшим способом выровнять амплитуды сигналов от разных толщин, однако, его возможностей недостаточно для одновременного выравнивания нескольких сигналов на экране в случае контроля в режиме «эхо-эхо».

### 6.7.6 Настройка временной регулировки чувствительности.

Временная регулировка чувствительности (далее ВРЧ) – это изменение во времени коэффициента усиления входного тракта прибора. При распространении в материале ультразвуковой сигнал подвержен затуханию. Поэтому для того, чтобы при разной толщине амплитуда отображаемого сигнала сохранялась, и результат измерений был точнее, применяется ВРЧ.

В толщиномере УДТ-40 эта функция реализована следующим образом. Вся зона экрана условно разделена точкой фокусировки (точкой максимального сигнала от преобразователя) на ближнюю и дальнюю зону. В точке фокуса усиление всегда равно текущему значению параметра «УСИЛЕНИЕ». В ближней зоне сигнал убывает от начала до точки фокуса с одной крутизной, а в дальней зоне возрастает с другой крутизой.

Такое разбиение позволяет по-разному усиливать сигналы от малых и больших толщин, и не усиливать сигнал в точке фокуса, где чувствительность максимальна и возможно появление попадающих в строб шумов при большом коэффициенте усиления.

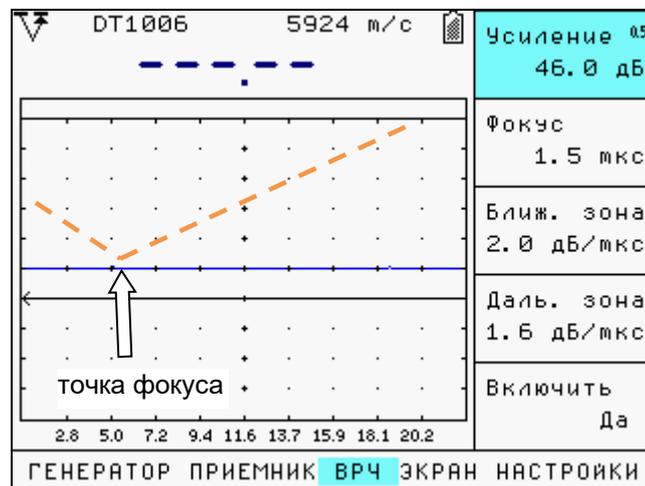


Рис.6.21 Условное изображение структуры ВРЧ

Для установки режима ВРЧ:

**Шаг 1.** Выберите пункт «ВКЛЮЧИТЬ» в меню «ВРЧ» и клавишами **- +** установите значение «ДА».

**Шаг 2.** Установите точку фокуса, выбрав параметр «ФОКУС» и отрегулировав клавишами **- +** его значение. В общем случае точка фокуса может быть найдена как точка с максимальной амплитудой по образам.

**Шаг 3.** Установите крутизну кривой ВРЧ в дБ на микросекунду в ближней зоне, выбрав параметр «БЛИЖ. ЗОНА» клавишами **- +** так, чтобы сигналы с минимальной толщины корректно измерялись.

Важно! Прибор является универсальным, и в большинстве случаев Шаги 2-3 могут быть не нужны в зависимости от используемого датчика и задачи, и их можно просто установить в нулевое значение. Тогда ВРЧ будет работать как обычное линейное усиление от начала до конца развертки.

**Шаг 4.** Установите крутизну кривой ВРЧ в дальней зоне, выбрав параметр «ДАЛЬ. ЗОНА» клавишами **- +** так, чтобы сигнал с максимальной глубины корректно измерился.

**Важно!** Применение ВРЧ отнюдь не запрещает применять АРУ. В случае совместного использования Первый сигнал в А- стробе будет отрегулирован АРУ, а остальные сигналы на экране по закону ВРЧ.

Как видно из рис. 6.22а применение АРУ в режиме «эхо-эхо» на толщине 15 мм вытягивает усиление только первого сигнала, а усиления второго эхо-сигнала недостаточно для измерения, в результате чего строб цепляется не за ту полуволну второго эхо-сигнала.

А на рис.6.22б, благодаря работе ВРЧ, сигналы отлично выровнены по амплитуде.

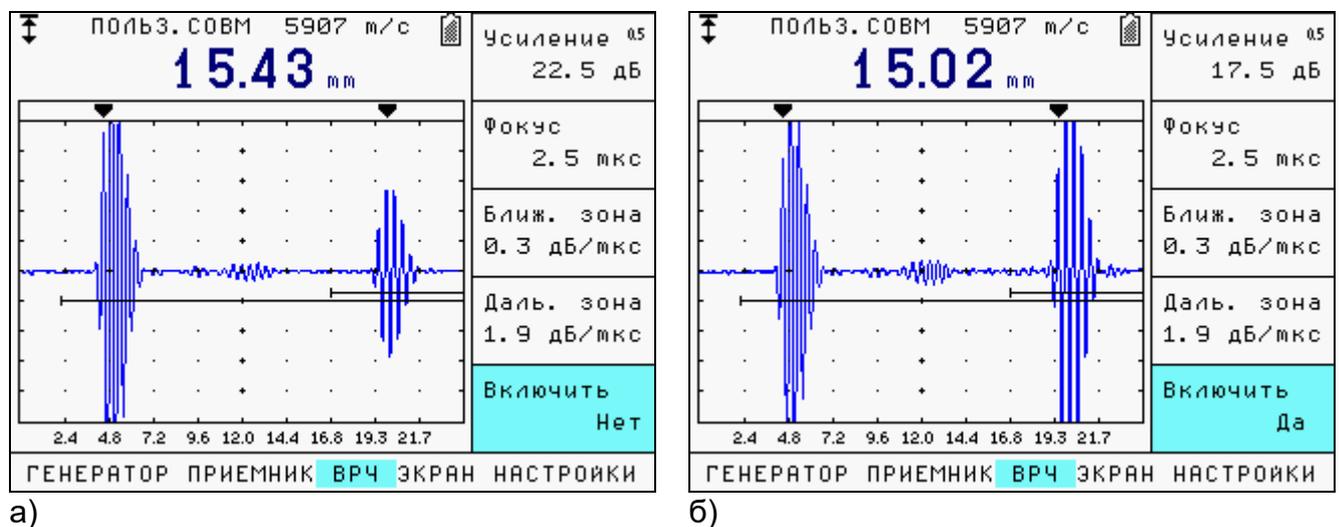


Рис. 6.22. Эффект применения ВРЧ для измерения толщины 15мм типовым совмещенным датчиком 10 МГц а) с АРУ, б) с АРУ и ВРЧ

### 6.7.7. Настройка автоматического сигнализатора дефектов.

Автоматический сигнализатор дефектов (далее АСД) позволяет сигнализировать выход измеренной толщины за установленные границы. АСД имеет звуковую и светодиодную сигнализацию.

Чтобы настроить АСД:

**Шаг 1.** Выберите параметр «МИНИМУМ» в меню «АСД». Установите минимальное пороговое значение толщины. Если измеренная толщина меньше этого значения, то загорается левый светодиод и появляется звуковой сигнал (если звук включен). Установите значение клавишами **- +**.

**Шаг 2.** Выберите параметр "МАКСИМУМ". Установите максимальное пороговое значение толщины. Если измеренная толщина больше этого значения, то загорается правый светодиод и появляется звуковой сигнал (если звук включен). Установите значение клавишами **- +**.

**Шаг 3.** Установите режим срабатывания сигнализации, выбрав параметр «РЕЖИМ» и указав клавишами **- +** требуемый режим.

Доступные режимы работы:

- «ВЫКЛ» - АСД выключено
- «МИН» - АСД срабатывает только если измеренное значение меньше установленного минимума;
- «МАКС» - АСД срабатывает только при превышении измеренным значением указанного максимума;
- «МИН И МАКС» - АСД срабатывает в любом случае при выходе измеренного значения за пороговые рамки минимума и максимума значений;

**Шаг 4.** Выберите параметр «ЗВУК» и, если требуется, включите звуковую сигнализацию клавишами **- +**.

### 6.7.8 Калибровка преобразователя стороннего производства

К толщиномеру УДТ-40 могут быть подключены как любые совмещенные (с керамическим протектором, с линией задержки) преобразователи, так и любые раздельно-совмещенные преобразователи.

Для корректной работы прибора с ними необходимо сделать ряд шагов:

**Шаг 1.** Выбрать тип преобразователя в параметре «ДАТЧИК» в меню «ОСНОВНЫЕ». Для пользовательского совмещенного преобразователя выбираем тип «ПОЛЬЗ.СОВМ.», для пользовательского раздельно-совмещенного – «ПОЛЬЗ.Р/С».

**Шаг 2.** Настраиваем минимальные параметры для работы преобразователя – частоту, кол-во импульсов возбуждения, степень демпфирования, согласование и пр. как показано в разделе 6.7

**Шаг 3.** Проводим те же действия по настройке прибора, что и для оригинальных преобразователей, как указано в разделе 6.5

**Шаг 4.** Проводим калибровку

При калибровке преобразователей надо учитывать определенные нюансы.

#### Для любых совмещенных преобразователей

Для прямого совмещенного (одноэлементного) преобразователя все просто – время прохождения УЗК в объекте описывается формулой:

$t = t_{\text{пр}} + S/V$ , где  $t_{\text{пр}}$  – это время задержки в протекторе/ призме (линии задержки),  $S$  – толщина материала, а  $V$  – скорость распространения колебаний в материале. В результате зависимость времени от глубины – линейная, а коэффициент  $t_{\text{пр}}$  можно либо откалибровать как показано в разделе 6.6.3, либо использовать режим «эхо-эхо» при котором задержка в призме не влияет на результат измерения.

## Для любых раздельно-совмещенных преобразователей

Раздельно-совмещенный преобразователь (см. рис. 6.23) имеет два пространственно разнесенных пьезоэлемента. В результате путь, проходимый в материале объекта контроля имеет форму буквы **V**, т.е. измеренное время прохождения, соответственно, имеет нелинейную зависимость от толщины объекта контроля.



Рис. 6.23 Раздельно-совмещенный преобразователь

Для оригинальных преобразователей компании Kropus/AMKRO кривая V-образности занесена в память прибора вместе с задержкой в призме и остальными настройками. Для пользовательского датчика для компенсации V-образности и точного измерения толщины необходимо откалибровать прибор по нескольким образцам на весь требующийся диапазон контроля.

Процедура калибровки довольно проста и не требует специальных навыков.

**Шаг 1.** Перед проведением калибровки выполните вышеописанные в п.6.7.8 шаги по выбору типа преобразователя «ПОЛЬЗ. РС» и настройке прибора.

**Шаг 2.** После выбора типа преобразователя «ПОЛЬЗ. РС» в главном меню появится третья страница с названием «КАЛИБРОВКА ДАТЧИКА ПО ОБРАЗЦАМ».

**Шаг 3.** Выберите здесь пункт «ДОБАВИТЬ ОБРАЗЕЦ» или «УДАЛИТЬ ОБРАЗЕЦ». Клавишами **- +** значения этой функции меняется либо на «ДОБАВИТЬ», либо на «УДАЛИТЬ». Если список образцов пуст – выберите Клавишами **- +** значение «ДОБАВИТЬ» и нажмите клавишу **□**.

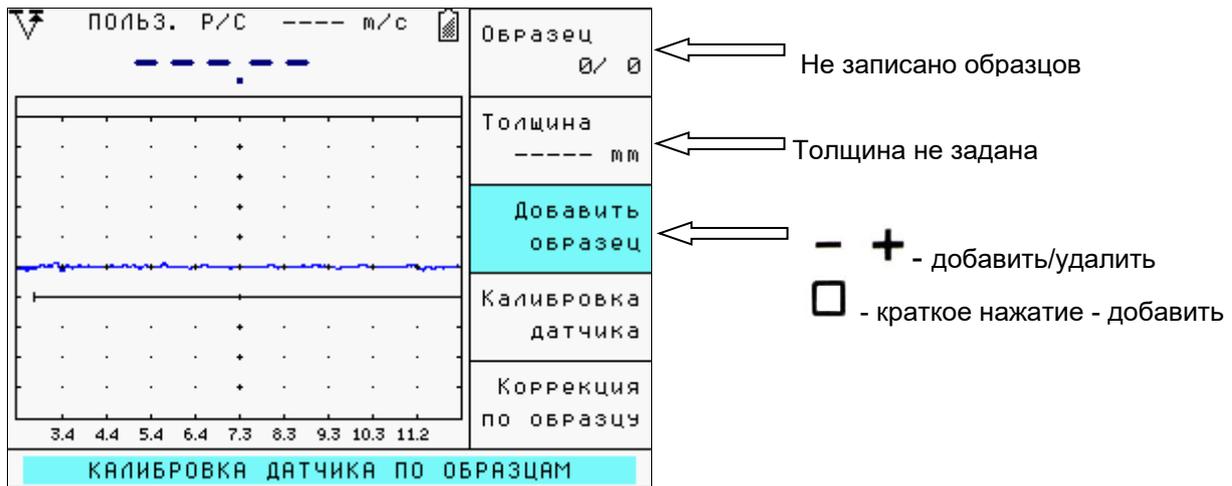


Рис.6.24 Окно с пустым набором образцов

В верхнем пункте меню значение «0/0», сменится на «1/1» (выбран 1 образец из 1). При этом значение параметра «ТОЛЩИНА» не имеет значения, т.к. прибор задает его автоматически, а потом его надо поменять.

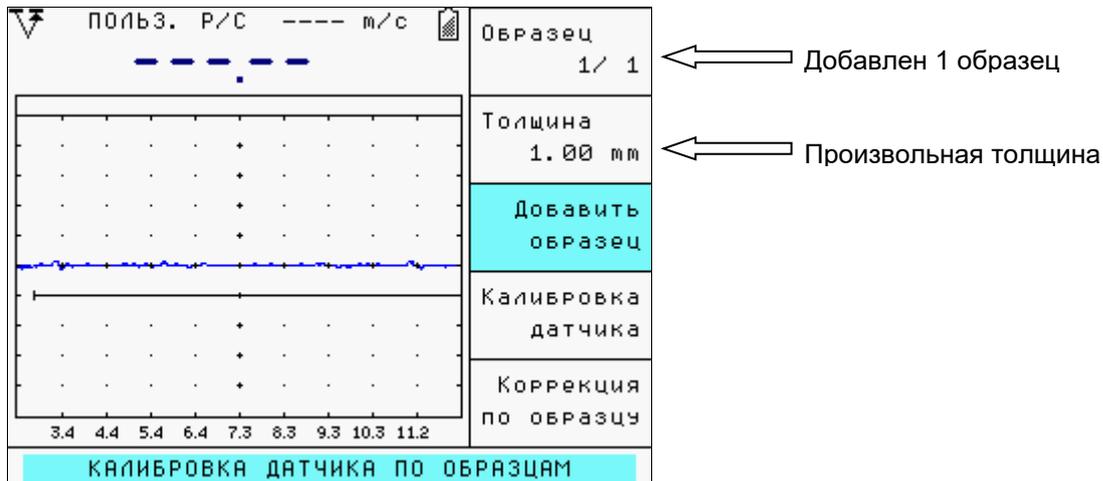


Рис.6.25 Окно с первым заведенным образцом

**Шаг 4.** В пункте «ДОБАВИТЬ ОБРАЗЕЦ» нажмите клавишу  столько раз, сколько у вас есть образцов для калибровки преобразователя.

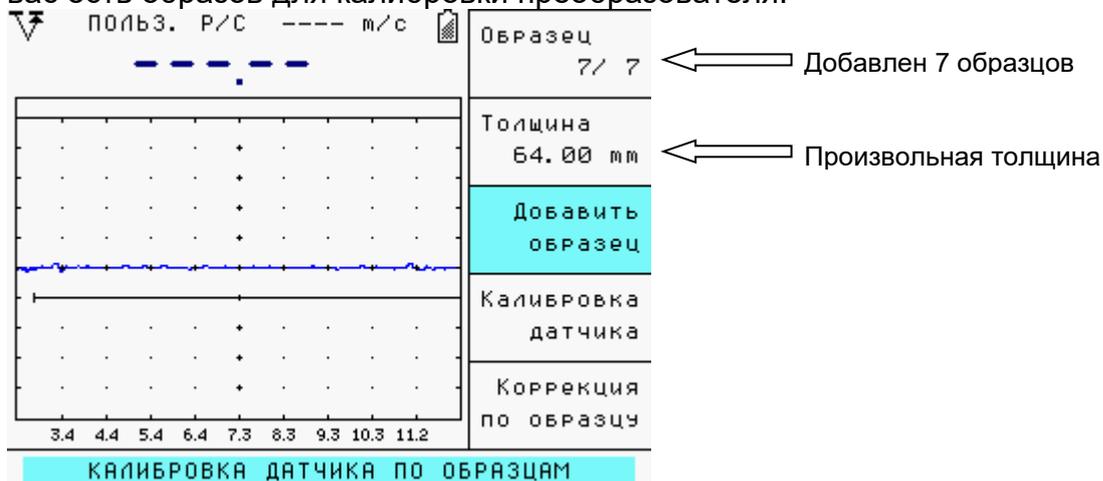


Рис.6.26 Окно с семью добавленными образцами

**Шаг 5.** Теперь требуется задать толщины имеющихся у вас образцов. Для этого выберите пункт «ТОЛЩИНА» и клавишами **- +** введите значение образца. Порядок ввода значений образцов не имеет значения, можете начать с самого толстого, либо с самого тонкого, либо в произвольном порядке. При проведении калибровки прибор сам пересортирует их по возрастанию для последующего хранения.

**Шаг 6.** Выберите пункт «ОБРАЗЕЦ» и клавишами **- +** выберите следующий номер образца. Порядок тут тоже не важен, главное - ввести правильно номиналы всех (в нашем случае семи) образцов.

**Шаг 7.** Повторите Шаги 5-6, чтобы сохранить все значения толщин.

**Шаг 8.** После ввода всех значений приготовьте перед собой образцы, акустический гель, убедитесь что все параметры прибора для правильного измерения времени всех эхо-сигналов настроены и, выбрав пункт «КАЛИБРОВКА ДАТЧИКА», нажмите и удерживайте клавишу **□** в течении около 2х секунд до появления звукового сигнала. Прибор вошел в режим начальной калибровки по образцам.

**Шаг 9.** Как уже указывалось, вне зависимости от порядка ввода, прибор отсортирует перед проведением калибровки все образцы по мере возрастания толщины. Поставьте преобразователь на самый тонкий образец, убедитесь в качестве эхо-сигнала и правильном его стробировании и нажмите клавишу **☒** для сохранения текущего значения.

Прибор издаст звуковой сигнал и перейдет к следующему образцу.

**Шаг 10.** Повторите Шаг 9 для всех введенных образцов. В случае, если прибор настроен неправильно (нужна коррекция строба, коррекция усиления или ВРЧ) нажмите клавишу **❄** для возврата в режим настройки. (При этом всю процедуру придется начать опять с первого образца). После записи последнего образца зазвучит двойной сигнал и прибор напишет «КАЛИБРОВКА ВЫПОЛНЕНА».

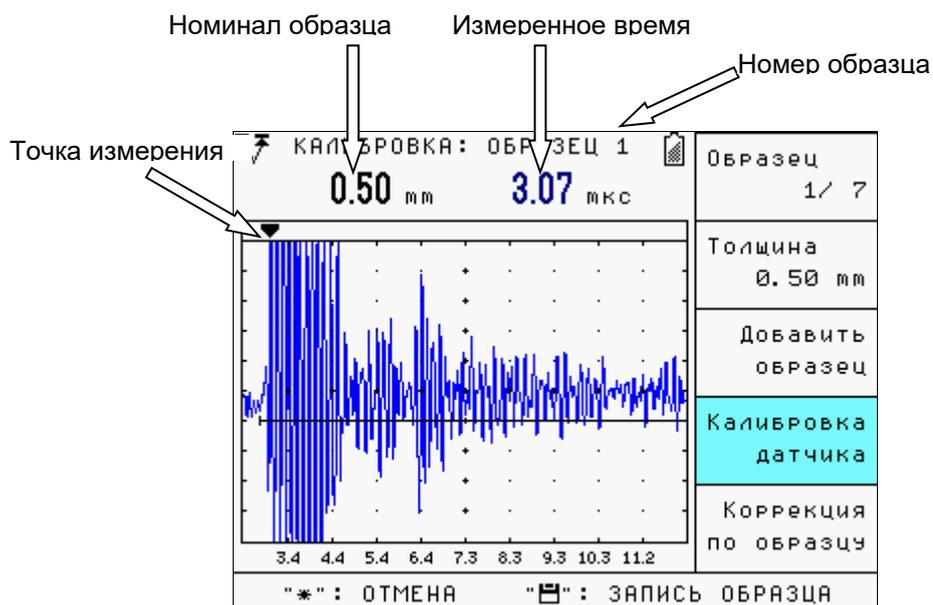


Рис.6.27 Калибровка первого образца

**Важно!** Для пользовательских р/с преобразователей имеется сразу два неизвестных в одном уравнении: это и  $t_{пр}$  и величина  $V$ -коррекции. Поскольку одновременно узнать две эти величины невозможно, функция измерения скорости распространения УЗК в образце («ИЗМЕРЕНИЕ СКОРОСТИ» в меню «ИЗМЕРЕНИЕ») и функция калибровки призмы («КАЛИБРОВКА ПРИЗМЫ» в меню «ИЗМЕРЕНИЕ») для датчиков типа «ПОЛЬЗ. Р/С» выключена.

Вместо калибровки призмы для компенсации температурного влияния используется функция «КОРРЕКЦИЯ ПО ОБРАЗЦУ» (в меню «КАЛИБРОВКА ДАТЧИКА ПО ОБРАЗЦАМ»).

Кроме того, в режиме программирования с помощью ПК предусмотрена возможность компьютерного расчета и  $V$ -образности и задержки в призме для любой марки р/с датчика и последующего занесения его в память толщиномера без ограничения функциональных возможностей.

## 6.8 Сохранение и вызов настроек прибора

При выполнении измерений на различных объектах могут потребоваться разные настройки параметров толщиномера.

Такие настройки включают в себя все параметры конфигурации прибора и позволяют не тратить время на однотипные операции. Например, при настройке на разные диапазоны контроля и разные материалы можно сохранить различные настройки, вызываемые несколькими нажатиями клавиш. Кроме того, при использовании нестандартных преобразователей, это позволяет сохранить конфигурацию параметров работы с ними.

Для удобства пользователя толщиномер УДТ-40 позволяет сохранять до 99 настроек. Кроме того, толщиномер имеет одну рабочую конфигурацию, сохраняемую автоматически при штатном выключении прибора и загружаемую в память при его включении. Рабочая настройка прибора позволяет выполнять ежедневные однотипные операции без выполнения каких-либо дополнительных действий.

### 6.8.1 Сохранение настройки

Для сохранения текущей настройки прибора в памяти:

**Шаг 1.** Выберите пункт «СОХРАНИТЬ НАСТРОЙКУ» в меню «НАСТРОЙКИ» и нажмите клавишу . На экран будет выведено окно сохранения настроек (рис. 6.28)

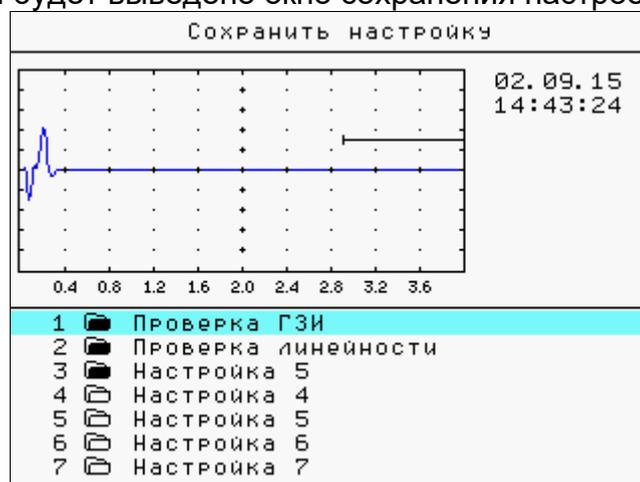


Рис. 6.28 Окно сохранения настроек

**Шаг 2.** Выберите клавишами   место, на которое вы хотите сохранить текущие параметры работы.

**Шаг 3.** Нажмите клавишу , если вы хотите быстро сохранить настройку под имеющимся под данным номером именем, прибор издаст звуковой сигнал и настройка будет сохранена.

Если же вы хотите изменить имя настройки, нажмите клавишу , и прибор перейдет в режим переименования настроек.

В этом режиме используются следующие клавиши:

  - изменение позиции курсора;

  - смена символа;

 - завершение режима редактирования (повторное нажатие – сохранение настройки)

 - отмена изменений.

### 6.8.2 Вызов настройки

Для вызова из памяти ранее сохраненной настройки:

**Шаг 1.** Выберите пункт «ЗАГРУЗИТЬ НАСТРОЙКУ» в меню «НАСТРОЙКИ» и нажмите клавишу . На экран будет выведено окно загрузки настроек, подобное изображенному на рис. 6.27.

**Шаг 2.** Выберите клавишами   настройку, которую вы хотите загрузить из памяти.

**Шаг 3.** Нажмите клавишу , прибор издаст звуковой сигнал, и настройка будет загружена.

Внимание! Если вместо клавиши , нажать  - то прибор также перейдет в режим переименования настроек, как описано в п. 6.8.1.

### 6.8.3. Переименование настроек

Имя любой настройки можно изменить, если вызвать режим сохранения или вызова настроек и в окне, аналогичном представленному на рис. 6.27 на выбранной настройке нажать кнопку .

В этом режиме используются следующие клавиши:

  - изменение позиции курсора;

  - смена символа;

 - завершение режима редактирования.

 - возврат в обычный режим.

#### 6.8.4. Рабочая настройка

В толщиномере есть одна рабочая настройка, которая сохраняется при штатном выключении прибора клавишей . Данная настройка также автоматически загружается в память прибора при его включении. Это сделано для того, чтобы при выполнении однотипных операций в производственном процессе не требовалось лишних действий с прибором. В случае, если оператор собьет данную настройку, всегда можно вернуться в исходное состояние, выбрав пункт «ЗАГРУЗИТЬ РАБОЧУЮ» в меню «НАСТРОЙКИ», и нажав клавишу . В память прибора будет загружена та настройка, с которой прибор включился перед этим.

## 7. ПРОВЕДЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ

Как уже указывалось в разделе 5.1, толщиномер УДТ-40 может работать в четырех основных режимах.

**Режим настройки** – описан в главе 6.

**Режим записи** – в этом режиме скрыты все меню и параметры настройки прибора, но открыт файл для записи результатов измерений. Размерность файла и его название должны быть предварительно заданы в режиме настройки.

**Режим В-сканирования** – режим, позволяющий формировать профиль сечения исследуемой детали с фиксацией минимального значения толщины.

**Полноэкранный режим** – режим масштабирования А- скана на весь экран.

### 7.1 Режим записи

Режим записи предназначен для записи массовых числовых результатов в виде двумерной матрицы. Перед работой в данном режиме необходимо задать размерность матрицы и открыть файл для записи

#### 7.1.1 Создание файла результатов

Для создания файла результатов:

**Шаг 1.** Выберите пункт «СОЗДАТЬ ФАЙЛ» в меню «РЕЗУЛЬТАТ» и нажмите клавишу . На экране прибора отобразится окно, подобное изображенному на рис. 7.1

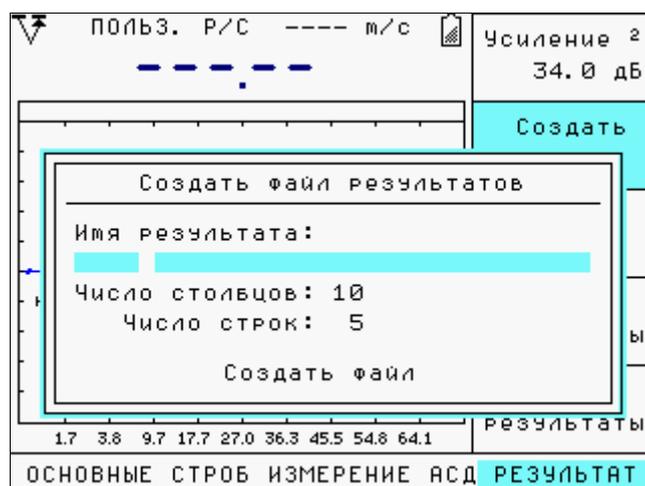


Рис. 7.1 Создание нового файла результатов

**Шаг 2.** Задайте имя файла и его размерность (число строк и столбцов). Максимальная размерность файла: 50x50

Для этого используйте следующие клавиши:

- > < - изменение позиции курсора в названии имени;
- + - смена символа и увеличение/уменьшение значения;
- - подтверждение операции (шаг вперед).
- ❄ - возврат на шаг назад.

После создания файла толщиномер автоматически перейдет в режим записи значений (см. 7.1.2.)

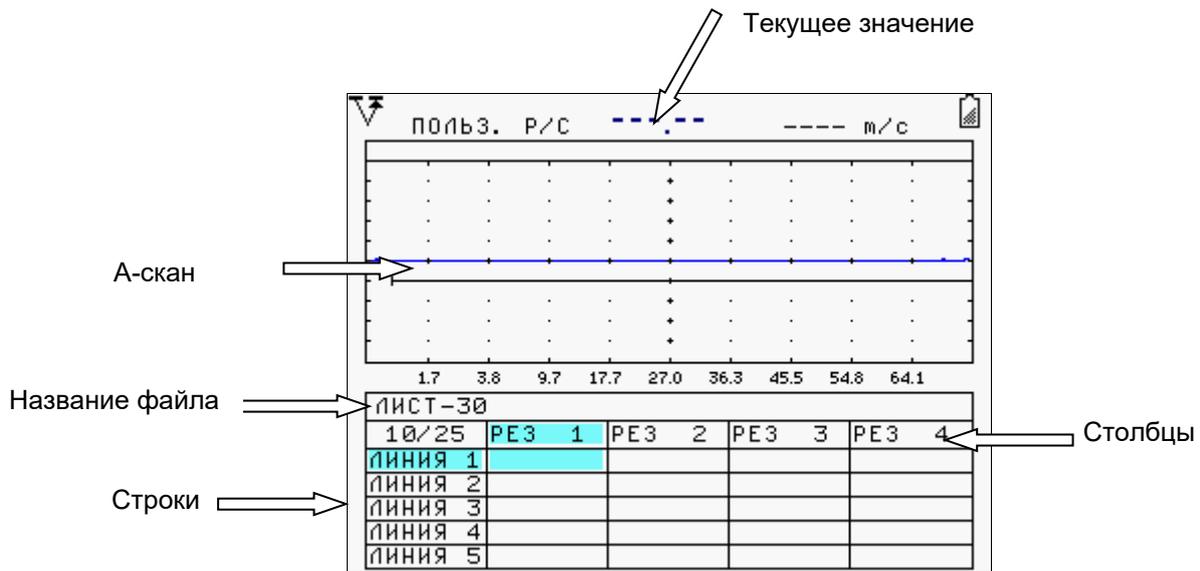


Рис.7.2 Вид режима записи после создания файла

### 7.1.2 Открытие ранее созданного файла

В приборе может быть сохранено 100 файлов до 2500 значений каждый (50x50 значений), и в любой момент каждый из них может быть вызван из памяти для начала записи в него или просмотра.

Для открытия существующего файла:

**Шаг 1.** Выберите пункт «ОТКРЫТЬ ФАЙЛ» в меню «РЕЗУЛЬТАТ» и нажмите клавишу □. На экране прибора отобразится окно со списком файлов результатов.

**Шаг 2.** Выберите нужный файл клавишами < > и нажмите клавишу □.

### 7.1.3 Измерение в режим записи

На рис. 7.3 изображен вид дисплея толщиномера в режиме измерений с записью в двухмерный файл. Вход в этот режим из режима настройки, осуществляется клавишей □. Повторное нажатие этой клавиши возвращает в режим настройки.

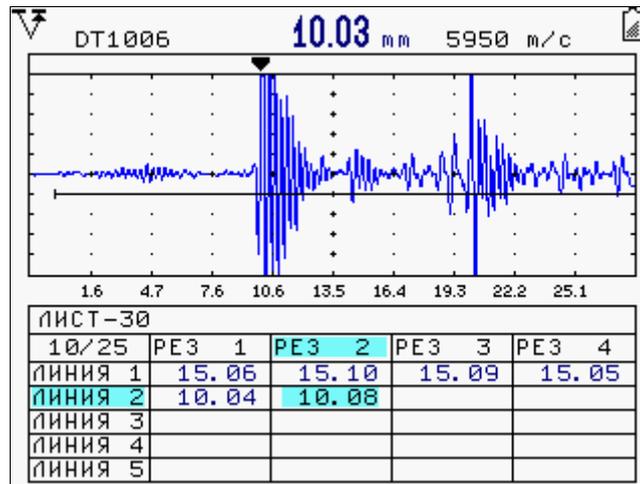


Рис. 7.3 Измерение в режиме записи в двухмерный файл

В этом режиме доступны следующие клавиши:

- перемещение по столбцам;
- перемещение по строкам;

или возврат в режим настройки;

- заморозка экрана;

- запись значения в таблицу.

- Переход в режим профиля дна изделия (B-скан);

- Переход в полноэкранный режим работы;

**Важно!** Любое значение в таблице всегда можно замерить заново, вернувшись на него

клавишами и . Также можно стереть любое значение (сделать ячейку пустой) удерживая кнопку в течении 3-х секунд до появления звукового сигнала (при этом на экране прибора не должно быть сигнала превышающего строб).

## 7.2 Режим B-сканирования

Режим B- сканирования предназначен для записи профиля дна изделия и карты коррозии. Вход в режим B- сканирования осуществляется клавишей из любого другого режима. Перед работой в этом режиме необходимо настроить вид экрана и максимальную глубину сканирования.

### 7.2.1 Настройка вида экрана при Б- сканировании

**Шаг 1.** Выберите пункт «ДОП. ПАРАМЕТРЫ» в меню «НАСТРОЙКИ» и нажмите клавишу . На экране прибора отобразится меню дополнительных параметров (рис.7.4)

Дополнительные параметры	
Дата	16.10.15
Время	01:49:44
Menu language	Русский
Толщина КО	5.00 мм
Скорость КО	5950 м/с
Цветовая схема	2
Цвет фона	Белый
Цвет разметки	Черный
Цвет меню	Черный
Цвет курсора	Св. вирюза
Цвет сетки	Черный
Цвет сигнала	Св. синий
Цвет а-строва	Черный
Цвет б-строва	Черный
Цвет результата	Синий
Цвет АСД	Красный
Режим Б-скана	полный экран
Вид Б-скана	заполненный

Рис.7.4 Меню дополнительных параметров

**Шаг 2.** В самом низу экрана находятся два параметра имеющих отношение к режиму Б- сканирования. Используйте клавиши  , чтобы выбрать эти параметры.

**Шаг 3.** Выберите параметр «РЕЖИМ Б-СКАНА» и клавишами   укажите режим при Б- сканировании:

«полный экран» - на экране будет отображаться только Б- скан;

«с А- сканом» - экран будет поделен пополам, в нижней части будет изображен А-скан, в верхней Б- скан. Виды экранов изображены на рис. 7.5

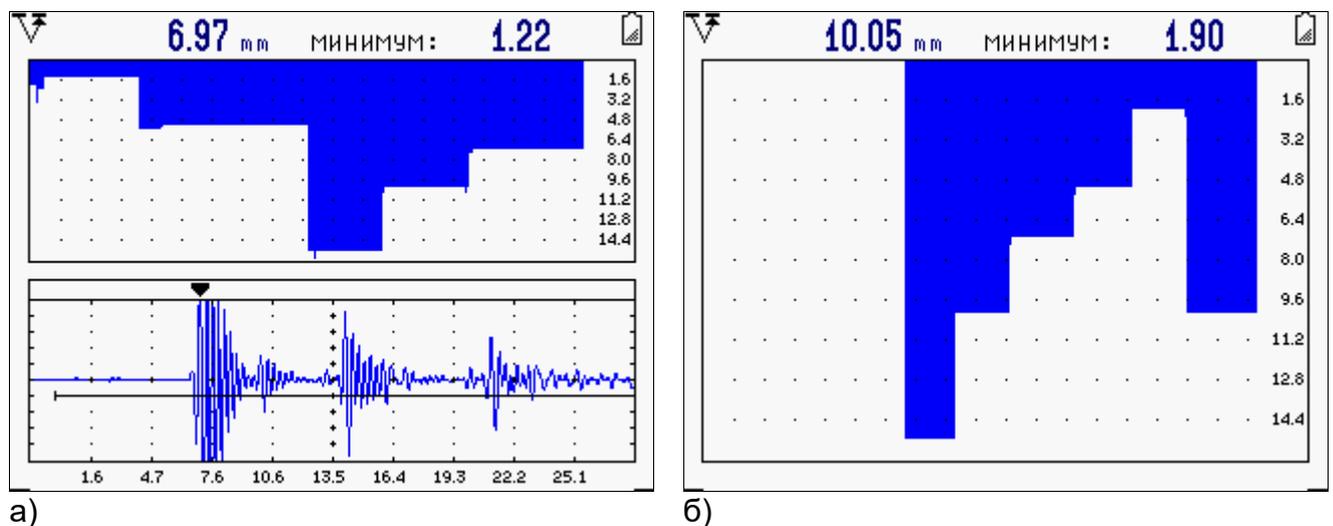


Рис.7.5 Режимы работы Б- скана

а) «с А- сканом»; б) «полный экран»

**Шаг 4.** Выберите параметр «ВИД Б- СКАНА» и клавишами **- +** укажите параметры отображения Б- скана:

**«заполненный»** - на экране будет отображаться Б- скан с заполнением цветом;  
**«линия»** - на экране будет отображаться только граница значений Б- скана.

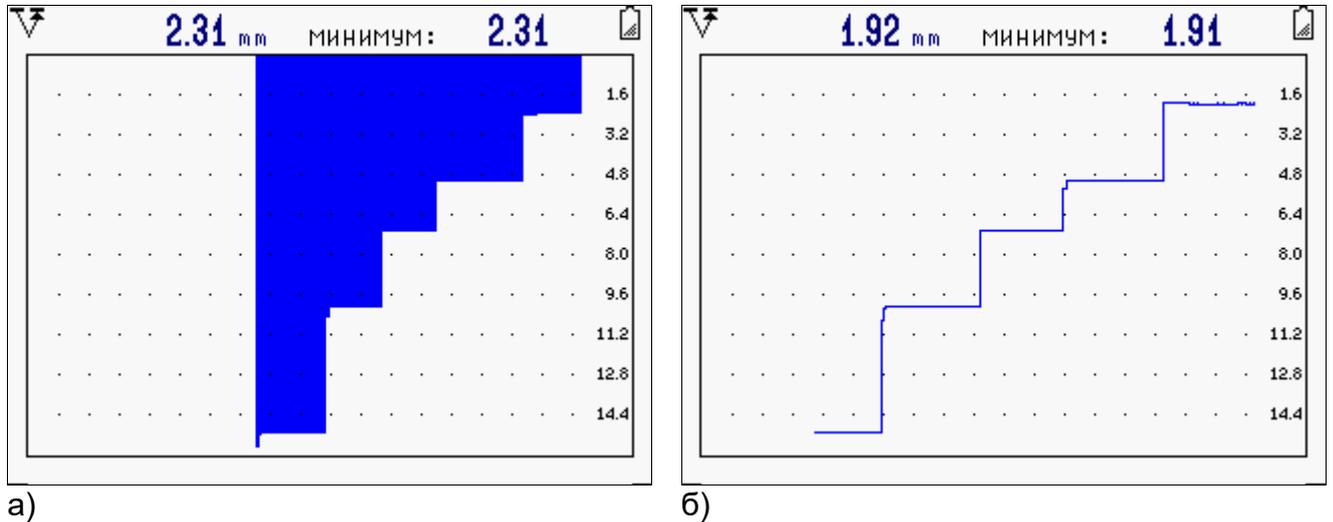


Рис.7.6 Режимы работы Б- скана  
 а) «заполненный»; б) «линия»

### 7.2.2 Настройка максимальной глубины Б- скана

Перед проведением контроля с использованием Б- скана необходимо указать номинальную толщину стенки изделия, т.е. максимальную развертку в мм, которая будет отображаться на экране при сканировании.

**Шаг 1.** Выберите пункт «Б- СКАН» в меню «ЭКРАН» и, нажимая клавишами **- +**, укажите максимальную развертку при Б- сканировании (см. рис. 7.7)

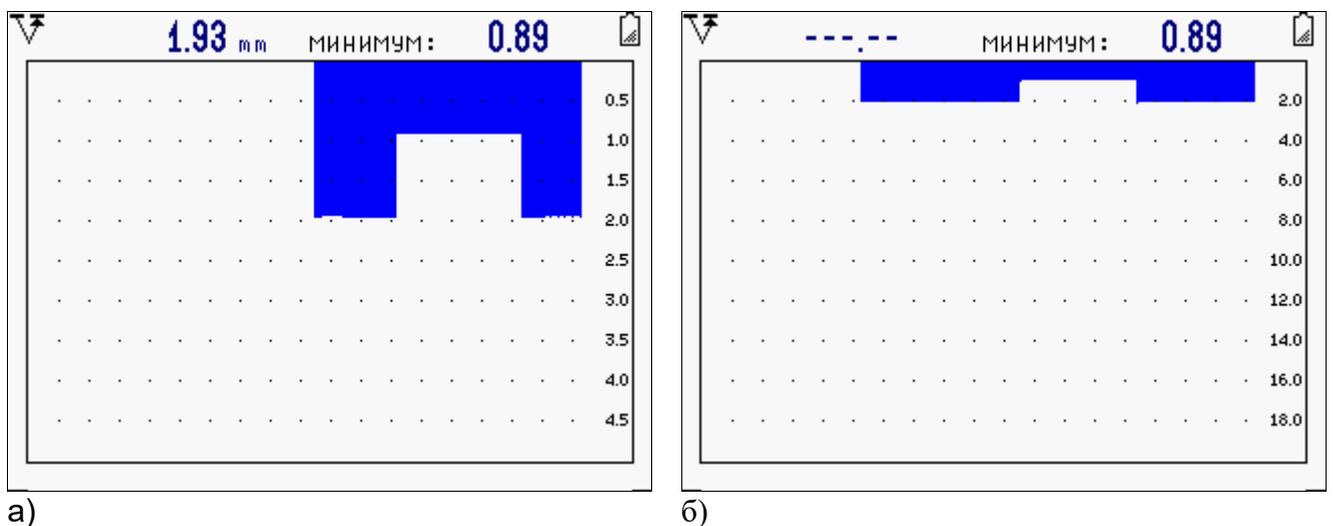


Рис.7.7 Вид экрана при сканировании одинакового изделия с различной глубиной развертки Б- скана  
а) 5 мм; б) 20 мм

### 7.2.3 Работа в режиме Б- скана

В режиме Б- скана толщиномер контролирует контакт преобразователя с поверхностью изделия и, когда контакта нет, плавно движущийся по экрану график Б- скана останавливается. На рис.7.8 представлен вид экрана в режиме Б- сканирования.

Режим Б- сканирования реализован с фиксацией минимального значения толщины за все время сканирования (см. рис. 7.8), что позволяет удобно и быстро фиксировать наименьшую толщину на всем просканированном участке и снижает человеческий фактор при контроле.

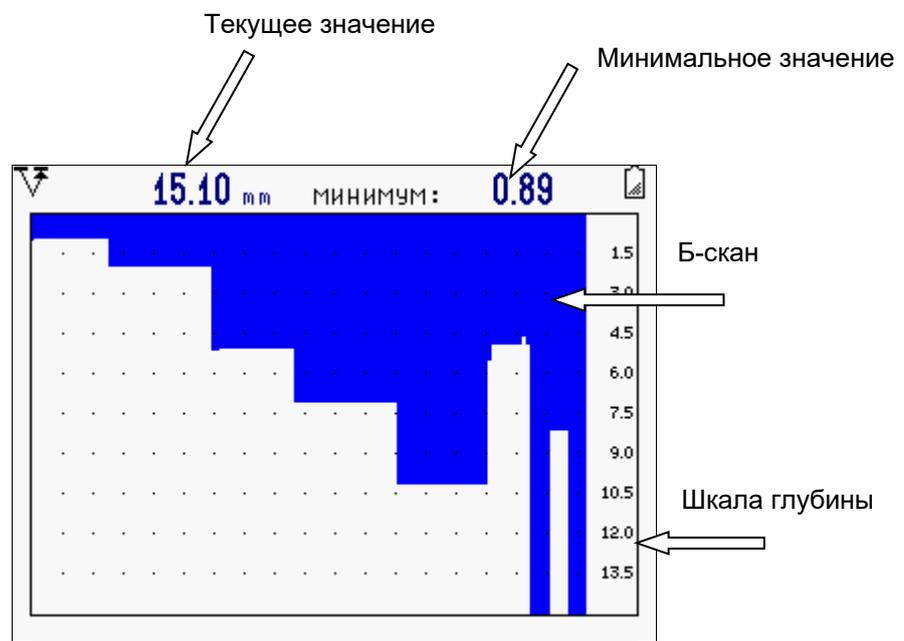


Рис.7.8 Вид экрана в режиме Б- сканирования

В этом режиме доступны следующие клавиши:

- или **(B)** - возврат в режим настройки;
- заморозка экрана;
- запись Б- скана.

А также клавиши быстрого перемещения между режимами:

- переход в режим записи значений;
- переход в полноэкранный режим работы А- скана;

### 7.2.4 Сохранение Б- скана в памяти

Вид экрана в режиме Б- скана может быть сохранен в памяти прибора. Всего доступно 250 единичных файлов для записи результатов.



Рис.7.9 Запись Б- скана в память

Для записи Б- скана:

**Шаг 1.** В режиме Б- скана нажмите клавишу , и на экране отобразится окно создания имени результата сканирования (рис.7.9)

**Шаг 2.** Задайте имя файла, используя следующие клавиши:

-   - изменение позиции курсора в названии имени;
-   - смена символа и увеличение/уменьшение значения;
-  - подтверждение операции (шаг вперед).
-  - отмена сохранения и возврат в режим Б- скана.

## 7.3 Полноэкранный режим

В полноэкранном режиме на весь экран выводится изображение А- скана. Все необходимые параметры для этого режима уже заданы в режиме настройки и дополнительных действий не требуется.

### 7.3.1 Работа в полноэкранном режиме

Для входа в полноэкранный режим, нажмите клавишу  из любого другого режима. Вид экрана толщиномера в полноэкранном режиме показан на рис. 7.10

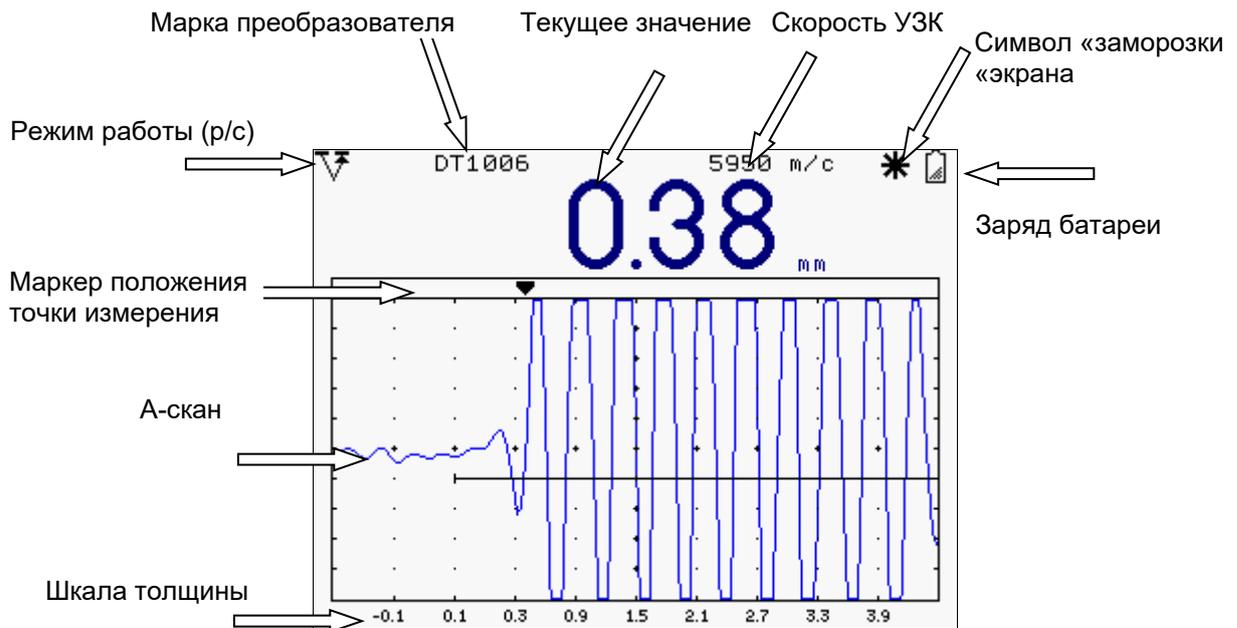


Рис. 7.10 Вид экрана в полноэкранном режиме

В этом режиме доступны следующие клавиши:

 или  - возврат в режим настройки;

 - заморозка экрана;

 - запись А- скана.

А также клавиши быстрого перемещения между режимами:

 - переход в режим записи значений;

 - переход в режим Б- скана;

### 7.3.2 Сохранение А- скана в памяти

Вид экрана в полноэкранном режиме может быть сохранен в памяти прибора. Всего доступно 250 единичных файлов для записи результатов А- скана.

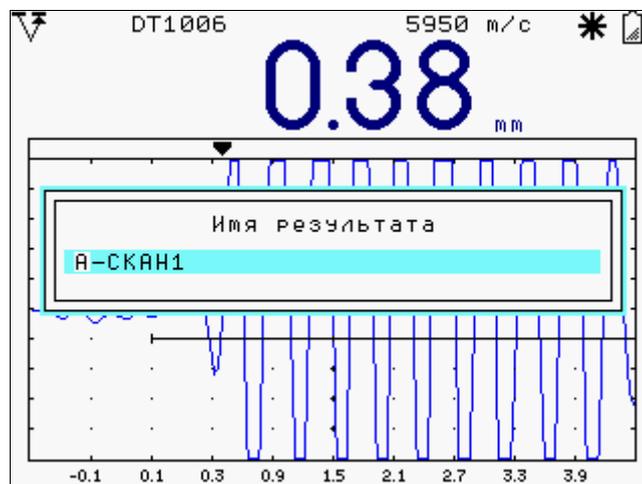


Рис.7.10 Запись А- скана в память

Для записи А- скана:

**Шаг 1.** В полноэкранном режиме, нажмите клавишу , и на экране отобразится окно создания имени результата сканирования (рис.7.11)

**Шаг 2.** Задайте имя файла, используя следующие клавиши:



- изменение позиции курсора в названии имени;



- смена символа и увеличение/уменьшение значения;



- подтверждение операции (шаг вперед).



- отмена сохранения и возврат в полноэкранный режим.

## 7.4. Технология измерений

### 7.4.1 Подготовка поверхности

Точность, с которой будут произведены измерения, сильно зависит от состояния контакта между преобразователем и поверхностью изделия. Если контактирующая с преобразователем поверхность контролируемого изделия сильно шероховатая, корродированная или покрыта слоем грязи, окалины и т.п., то для получения точности измерений, соответствующей заявленной в технических характеристиках, необходимо провести очистку поверхности с помощью напильника, рашпиля, шлифовальной бумаги и т.д.

Особенно тщательно подготовить поверхность необходимо перед проведением измерений на изделиях с радиусом кривизны менее 40 мм.

Краска может не удаляться, если она однородна и имеет хорошую адгезию с материалом, толщина которого будет измеряться, т.е. донный сигнал контролируемого материала четко наблюдается. Однако при этом надо учитывать, что толщина краски войдет в полученный результат измерения, если измерения проводятся без использования специальных преобразователей и методик для контроля металла под покрытиями.

### 7.4.2 Выбор контактной смазки

Чтобы дать возможность ультразвуковым колебаниям распространяться в материале, необходимо создать тонкий соединяющий слой между поверхностью материала и поверхностью преобразователя, то есть акустический контакт. В большинстве случаев обычное машинное масло дает вполне удовлетворительные результаты. Возможно также использование глицерина, трансформаторного масла и т.д.

При контроле изделий с сильно корродированными поверхностями хорошие результаты может дать применение густых смазок типа ЦИАТИМ, Литол и т.п.

Густые смазки могут применяться также при контроле вертикальных поверхностей. Кроме того, выпускается большое количество специальных акустических гелей, в т.ч. для высокотемпературного применения.

При выборе контактной смазки для контроля необходимо учитывать следующее:

- смазка не должна химически взаимодействовать с материалом контролируемого изделия (например, глицерин, кислотосодержащие смазки могут привести к сильной коррозии);
- некоторые густые смазки имеют тенденции к образованию воздушных пузырей при манипулировании преобразователем, что затрудняет введение ультразвука;
- применяемая смазка не должна густеть при работе в условиях отрицательных температур окружающей среды, поскольку это затрудняет установку преобразователя и может привести к изменению показаний индикатора в момент снятия преобразователя с изделия (происходит прилипание смазки к преобразователю).

#### 7.4.3 Выбор преобразователя

При выборе преобразователя следуйте этим рекомендациям:

- При выборе необходимо учитывать диапазоны измерений, указанные в таблице 2.1 (глава 2),
- Преобразователи частотой 5-10МГц и выше с размером п/э 6мм и менее следует применять при измерении толщины стенок труб малого диаметра и высокоточных измерениях малых толщин;
- Преобразователи частотой 5МГц с размером п/э 10мм и больше следует применять при измерении толщины сильно корродированных, плоских изделий и стенок труб большого диаметра (более 100 мм), а также при измерении толщины изделий из материалов с большим акустическим затуханием УЗК, например, чугуна, латуни;
- Преобразователи с частотами 2,5 МГц и ниже следует применять при измерении толщины изделий из материалов с повышенным затуханием УЗК.

#### 7.4.4 Дефекты в измеряемых деталях

Если в процессе проведения измерений прибор неожиданно показывает толщину, значительно меньшую, чем предполагаемая, то, скорее всего он показывает глубину залегания дефекта в материале измеряемой детали. Если наблюдается такое явление, можно внимательно изучить А- развертку для установления причины подозрительных результатов измерений. Если причину установить не удастся, рекомендуется применить ультразвуковой дефектоскоп или другое пригодное для таких целей оборудование для более детального изучения подозрительного места.

#### 7.4.5 Искривленные поверхности

При измерении толщины объектов с искривленными поверхностями, таких как трубы, необходимо направлять преобразователь строго к центру кривизны поверхности и устойчивее его держать. Если преобразователь раздельный, то необходимо ориентировать акустический разделитель перпендикулярно оси трубы. На рис. 7.12. показано, как нужно подводить такой преобразователь к трубе. Как правило, чем меньше диаметр преобразователя, тем лучше соприкосновение с искривленной поверхностью и меньше влияние "покачивания" преобразователя на результат измерений.

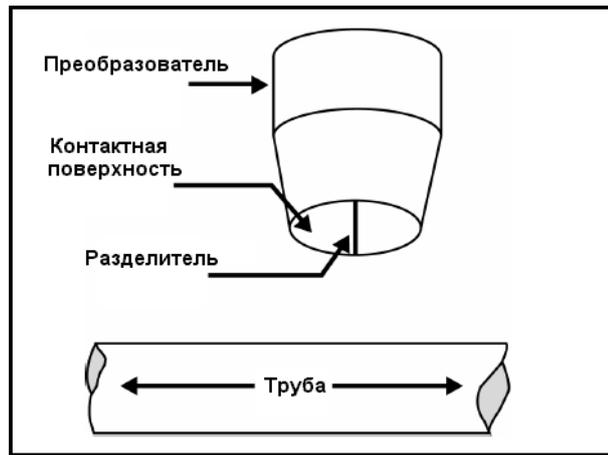


Рис. 7.12. Ориентация раздельно-совмещенного преобразователя

#### 7.4.6 Общие рекомендации при проведении измерений

При проведении измерений толщины изделия необходимо учитывать следующие рекомендации:

- не давите сильно преобразователем на поверхность контролируемого изделия.
- не скользите преобразователем по поверхности изделия, особенно, если она шероховатая. Поднимайте преобразователь всегда, когда собираетесь перейти к следующей точке измерения. Соблюдение этих условий предотвратит лишний износ контактной поверхности преобразователя и продлит срок его службы;
- никогда не доверяйте однократному измерению. Целесообразно сделать второе измерение в той же точке, предварительно незначительно повернув преобразователь по или против часовой стрелки;
- увеличивая количество измерений на "подозрительной" области, не поддерживайте ориентацию преобразователя в одном и том же направлении. Осуществляйте вращение преобразователя по или против часовой стрелки, перед каждым новым измерением.

При контроле изделий сложной формы возможны такие условия, что отраженная энергия не поступит на приемную часть преобразователя (т.е. задняя стенка изделия отразит энергию в сторону от преобразователя). В этом случае надо проводить повторные измерения с поворотом преобразователя относительно его оси по или против часовой стрелки, и показаниям толщиномера можно доверять, если последующие измерения в этой же точке, отличаются от предыдущих, не более чем на 10 %.

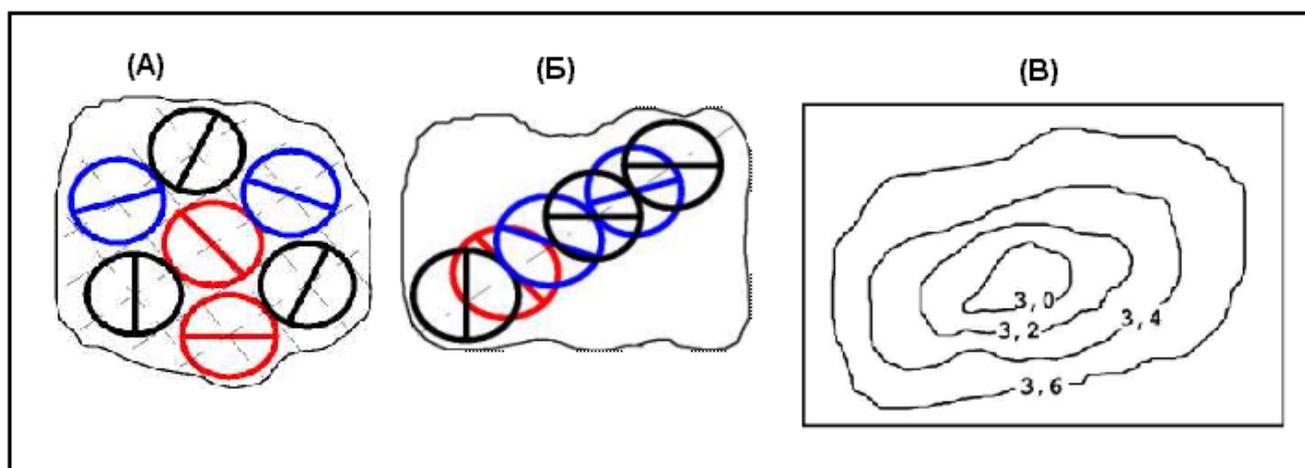


Рис. 7.13 Схемы измерений.

Проведение контроля "подозрительных" областей желательно проводить не хаотично, а планомерно. При этом возможно линейное планирование - проведение ряда однократных измерений (включая вращение) с постоянным шагом, например, 5 мм, вдоль намеченной линии или вокруг определенной области (см. рис. 7.13 (А) и (Б)).

При проведении матричного двухкоординатного планирования, измерения осуществляются по намеченным координатам (см. рис. 7.13 (В)). Контроль подобным образом позволяет создать карту распределения толщины контролируемой области и увеличить достоверность контроля.

#### 7.4.7. Измерение под покрытиями

Для измерения толщины металла под покрытиями всех типов есть несколько способов:

- 1) измерение стандартными прямыми преобразователями в режиме «эхо-эхо»;
- 2) измерение преобразователями с линией задержки в режиме «эхо-эхо»;
- 3) измерение ЭМА- преобразователями.

Рассмотрим эти способы:

##### Измерение в режиме «эхо-эхо» прямыми преобразователями

Между первым и вторым, вторым и третьим и т.д., отраженными сигналами толщина изделия строго равна измеренному времени, умноженному на скорость распространения УЗК колебаний в материале. Задержка в призме, наличие покрытия не оказывает влияние на результат измерения.

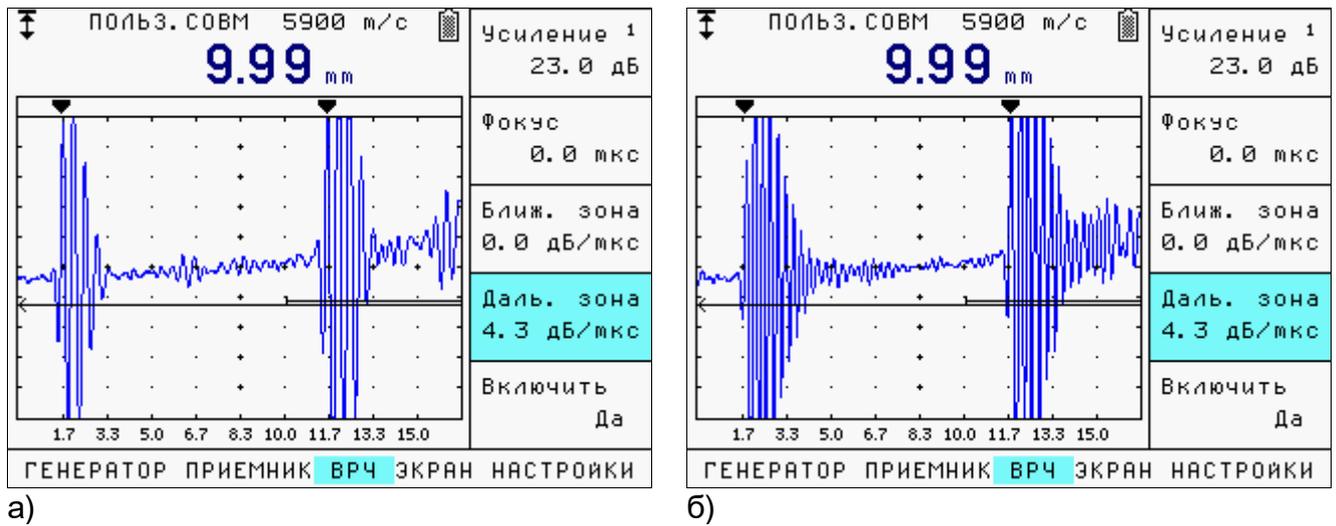
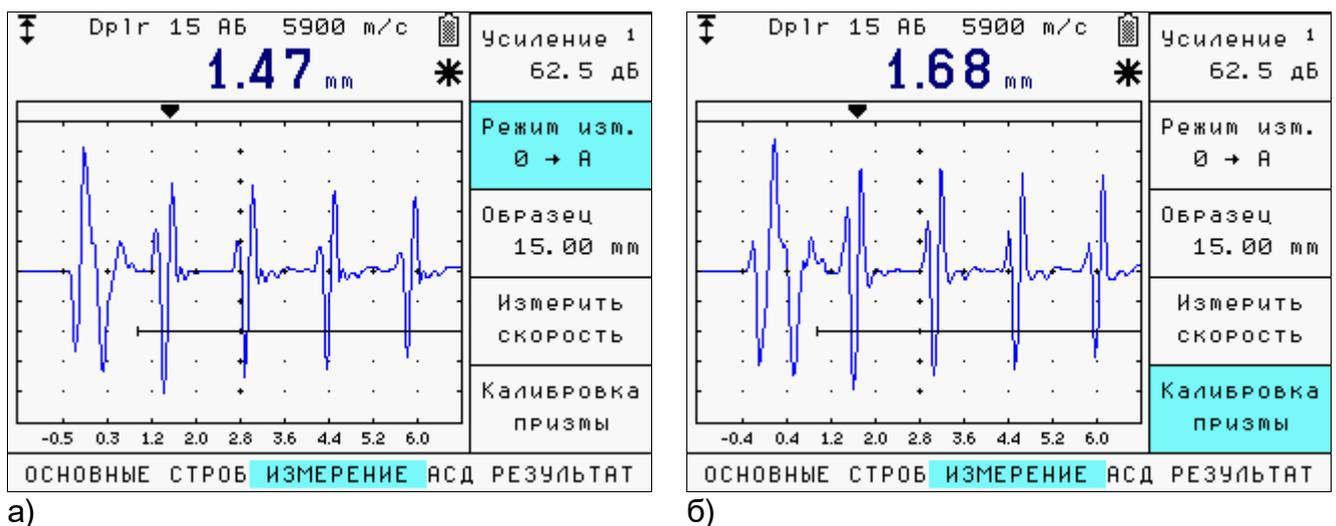


Рис. 7.14 Измерение толщины металла под покрытиями с помощью прямого преобразователя типа SC1006 (П111-10-К6)  
 а) материал без покрытия, б) образец с покрытием 200мкм

Данный способ можно применять везде, где есть возможность четко различить два донных эхо-сигнала, т.е. в тех применениях, где толщина металла существенно больше, чем собственная ширина эхо- импульса. При применении этого способа, ограничением является разрешающая способность преобразователя.

### Измерение в режиме «эхо-эхо» преобразователями с линией задержки

Широкополосные преобразователи с линией задержки являются идеальным средством для контроля малых толщин под покрытиями. Малая длительность импульса позволяет измерять ими толщины от 0,5-0,7мм. На рис. 7.14 приведен пример измерения толщины материала с помощью преобразователя DL15P с частотой 15 МГц.



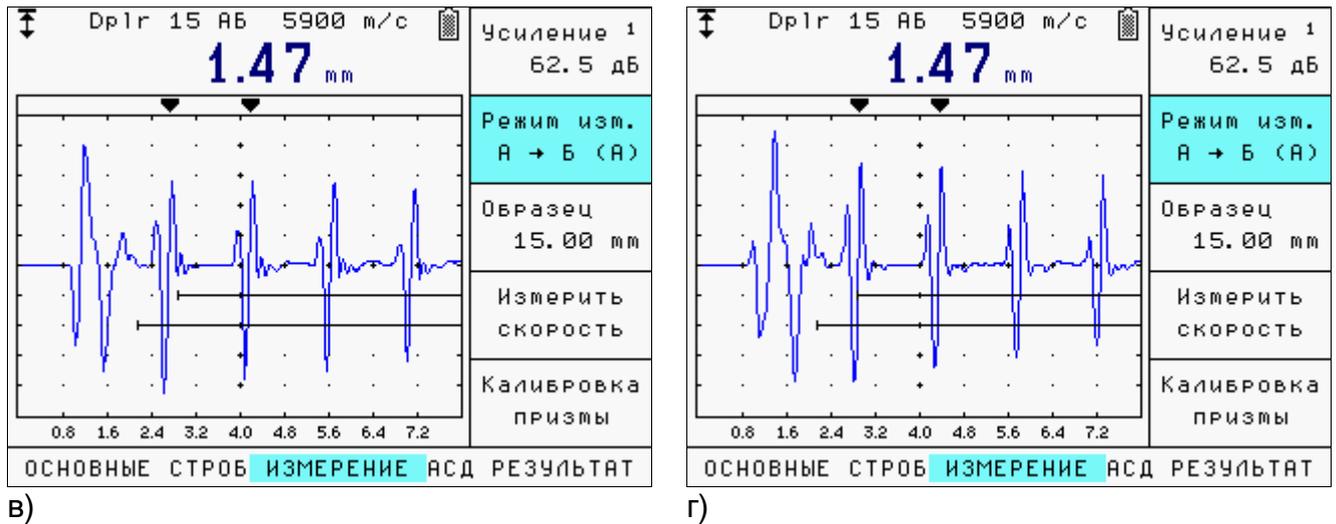


Рис. 7.15 Измерение толщины металла под покрытиями с помощью прямого преобразователя типа DL15P

а) материал без покрытия, режим «0-эхо» б) образец с покрытием 100мкм, режим «0-эхо»  
в) материал без покрытия, режим «эхо-эхо», г) образец с покрытием 100мкм, режим «эхо-эхо»

Как видно из рисунка 7.15а и 7.15б – в режиме измерения времени от запуска зондирующего до первого перенесения строга («0» - «эхо») из-за толщины покрытия в 100мкм, с учетом разности скоростей распространения УЗК в покрытии и материале погрешность измерения толщины материала составляет 0,21 мм. В то же время, с использованием режима «эхо-эхо» (рис.7.15в и 7.15г) – толщина покрытия не оказывает влияния на результат измерения.

### Измерение ЭМА преобразователями

Электромагнитно- акустические преобразователи, основанные на возбуждении и приеме акустических волн посредством электромагнитного поля, позволяют не учитывать толщину покрытия, т.к. она оказывает лишь влияние на амплитуду принятого сигнала, а не на время его прихода. (рис.7.16)

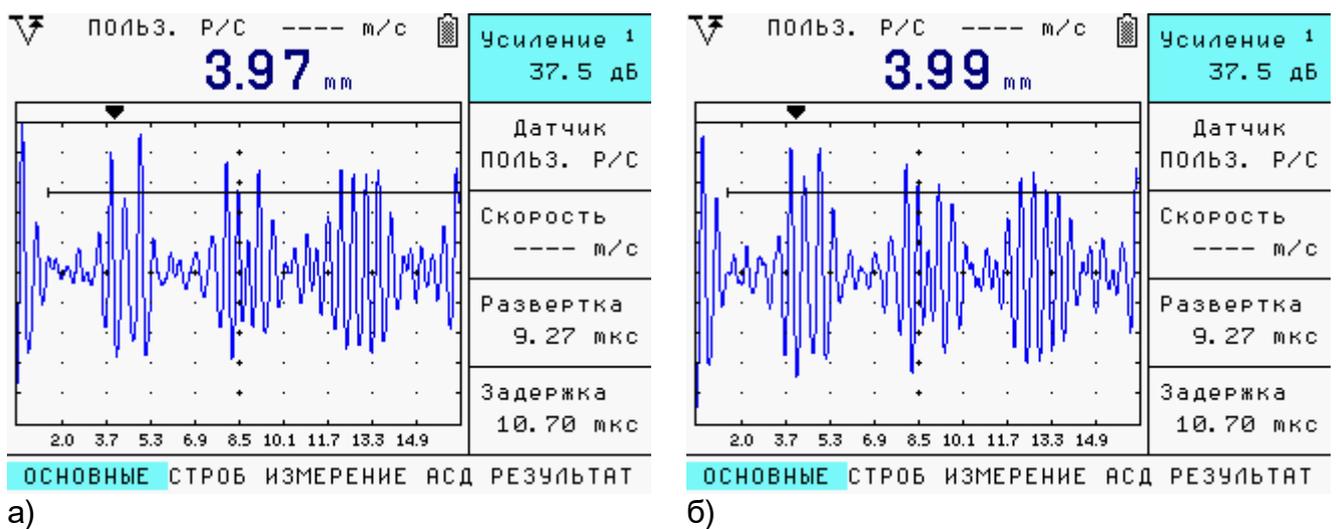


Рис. 7.16 Измерение толщины металла под покрытиями с помощью ЭМА преобразователя SE4028 с частотой 4 МГц.

а) материал без покрытия; б) образец с покрытием 300мкм

Существенным отличием ЭМА преобразователей, является тот факт, что адгезия покрытия к основному металлу и сам материал покрытия является несущественным. Т.е. появляется возможность измерять металлы под слоем покрытий плохо проводящих УЗ колебания на высоких частотах. Недостатком способа является то, что ЭМА преобразователи не позволяют измерять толщины менее 2мм.

## 8. РАБОТА С РЕЗУЛЬТАТАМИ ИЗМЕРЕНИЙ

В приборе могут быть сохранены следующие виды результатов:

- Цифровые значения толщины. Всего предусмотрено максимум 100 файлов, каждый размером до 50x50 значений.
- 250 А- сканов.
- 250 Б- сканов.

Данные файлы могут быть просмотрены на экране толщиномера, стерты или переданы на компьютер посредством специального программного обеспечения.

### 8.1 Файлы цифровых значений толщины.

Имя и размерность двумерных файлов цифровых значений толщины создаются до начала записи в них. Максимальная емкость файла до 2500 значений, размерностью до 50 x 50 значений.

Любой из существующих файлов можно в любой момент открыть и перезаписать в нем отдельные значения или добавить новые.

Подробное описание работы с числовыми файлами значений дано в разделе 7.1

### 8.2 Файлы А- скана и Б- скана

В толщиномере может быть сохранено до 250 файлов с А- сканом и до 250 файлов с Б- сканом. Каждый файл может иметь индивидуальное имя длиной максимум до 32-х символов. При создании/переименовании имени внутри прибора доступны заглавные буквы кириллицы и латиницы, цифры и ряд специальных символов. При переименовании файла с помощью программного обеспечения на ПК можно использовать любые символы кодировки ASCII.

#### 8.2.1 Просмотр файлов данных на экране толщиномера

Для просмотра файлов:

**Шаг 1.** Выберите пункт «СМОТРЕТЬ РЕЗУЛЬТАТЫ» в меню «РЕЗУЛЬТАТ». На экране появится окно выбора типа результата А- скан или Б- скан (рис. 8-1)

**Шаг 2.** Используя клавиши  , выберите нужный тип результата и нажмите кнопку подтверждения выбора

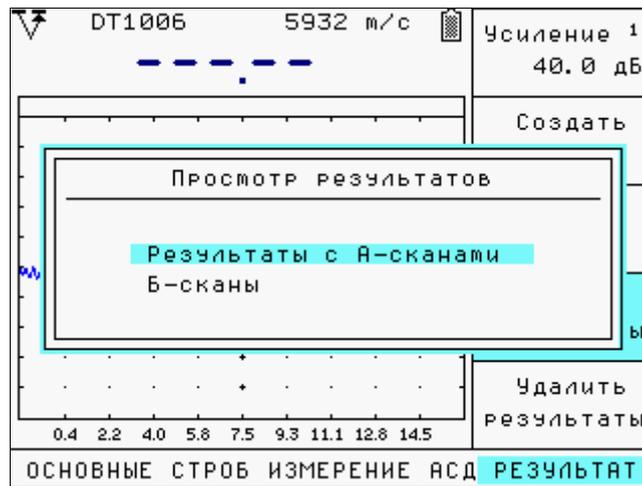


Рис.8.1 Выбор типа результата

**Шаг 3.** Общий вид окон в режиме просмотра результатов А- и Б- сканов показан на рис. 8.2

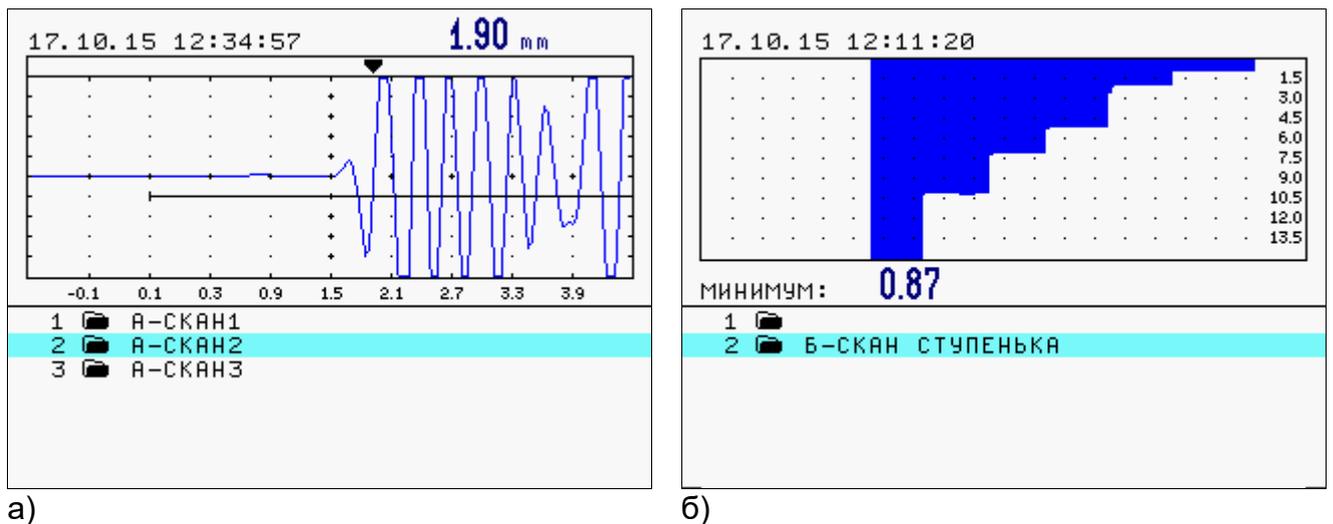


Рис.8.2 Просмотр результатов на экране толщиномера  
а) результаты А- скана, б) результаты Б- скана

Используйте клавиши   , для навигации по таблице результатов и их просмотра.  
Для выхода нажмите клавишу  .

### 8.2.2 Удаление файлов данных

Все типы файлов результатов могут быть удалены с помощью самого толщиномера только целиком в рамках данного типа, т.е. можно удалить целиком файлы цифровых значение или файлы А- сканов или файлы Б- сканов. Отдельное удаление единичного файла с помощью прибора не поддерживается.

Для удаления файлов:

**Шаг 1.** Выберите пункт «УДАЛИТЬ РЕЗУЛЬТАТЫ» в меню «РЕЗУЛЬТАТ». На экране появится окно выбора типа результата А- скан или Б- скан (рис. 8.3)



Рис.8.3 Выбор типа результатов для удаления

**Шаг 2.** Используя клавиши  , выберите нужный тип результата. Далее нажмите и удерживайте кнопку подтверждения выбора  в течении 3х секунд. Прибор издаст звуковой сигнал и на экране появится надпись «Удаление результатов...».

**Шаг 3.** Удалите таким же образом другой тип результата, либо вернитесь в режим настройки клавишей .

## 9. Программное обеспечение

### 9.1 Подключение к компьютеру

Подключение к ПК производится стандартным кабелем mini USB, входящим в комплект поставки. Вставьте разъем mini USB кабель в гнездо USB (рис.4.2), а второй разъем кабеля в гнездо USN ПК. В прибор встроен контроллер USB шины, и прибор определится компьютером автоматически.

#### 9.1.1 Установка драйвера устройства

Система Windows автоматически определит наличие нового устройства **UD2V-P Flaw Detector** и добавит его в «Диспетчер устройств».

**Шаг 1.** Войдите в «Диспетчер устройств», выберите устройство «**UD2V-P Flaw Detector**», щелкните правой кнопкой мыши и выберите пункт «**Обновить драйверы**»

**Шаг 2.** В открывшемся окне поиска выберите «**Выполнить поиск драйверов на этом компьютере**»

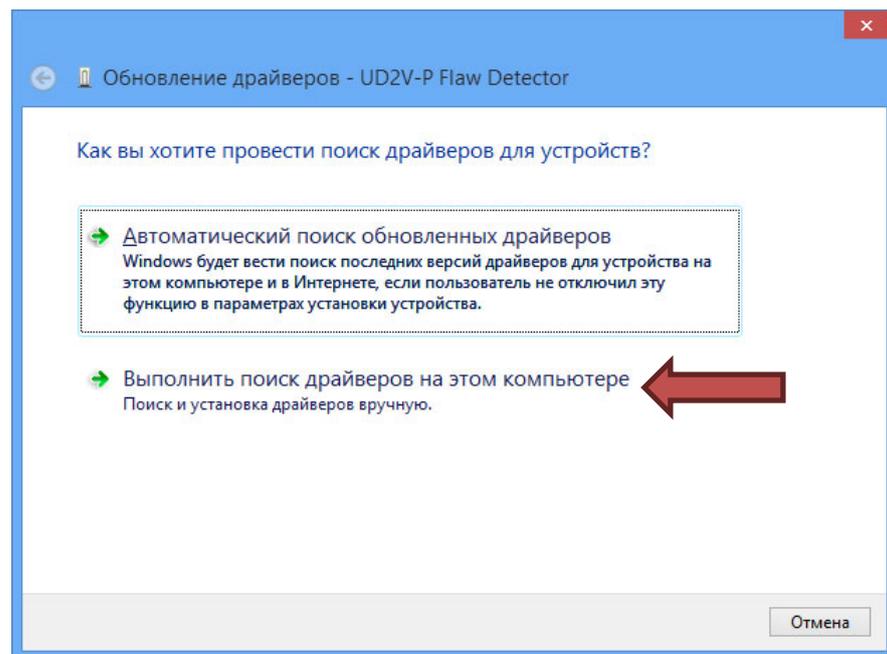


Рис.9.1 Окно выбора метода поиска драйвера

**Шаг 3.** В следующем окне нажмите «**ОБЗОР**» и укажите местоположение папки с драйвером (в папке должен находиться файл **ud2vp.inf** ). Затем нажмите кнопку «**Далее**».

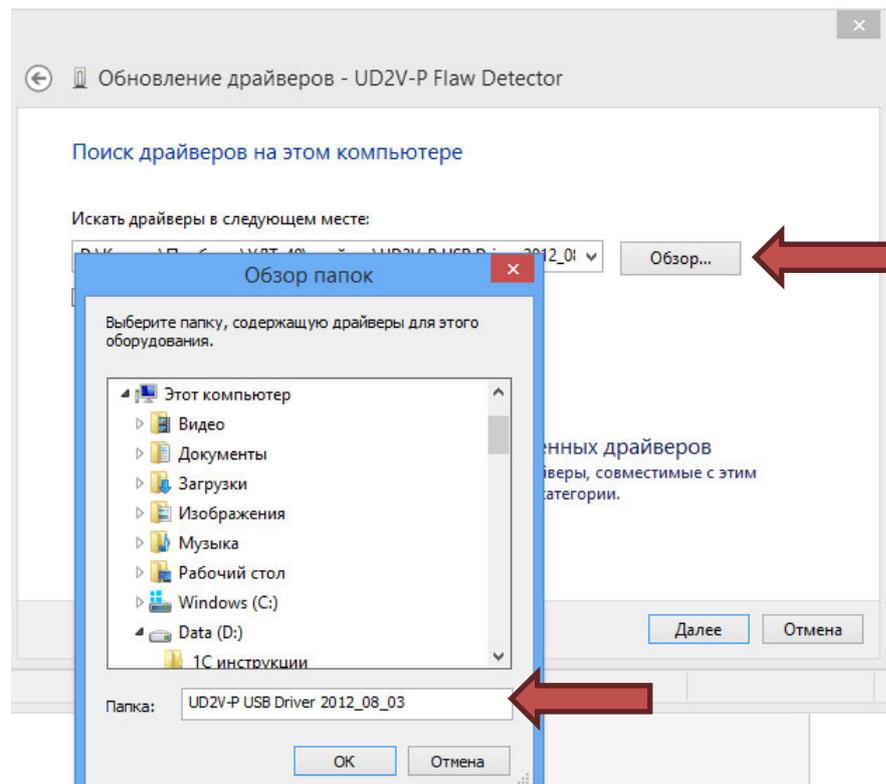


Рис.9.2 Окно выбора расположения драйвера

**Шаг 4.** В Windows-версии Vista и выше система выдаст предупреждение о том, что драйвер является неподписанным цифровой подписью и может быть небезопасен. Нажмите пункт «**Все равно установить этот драйвер**» и драйвер прибора будет автоматически установлен в систему.

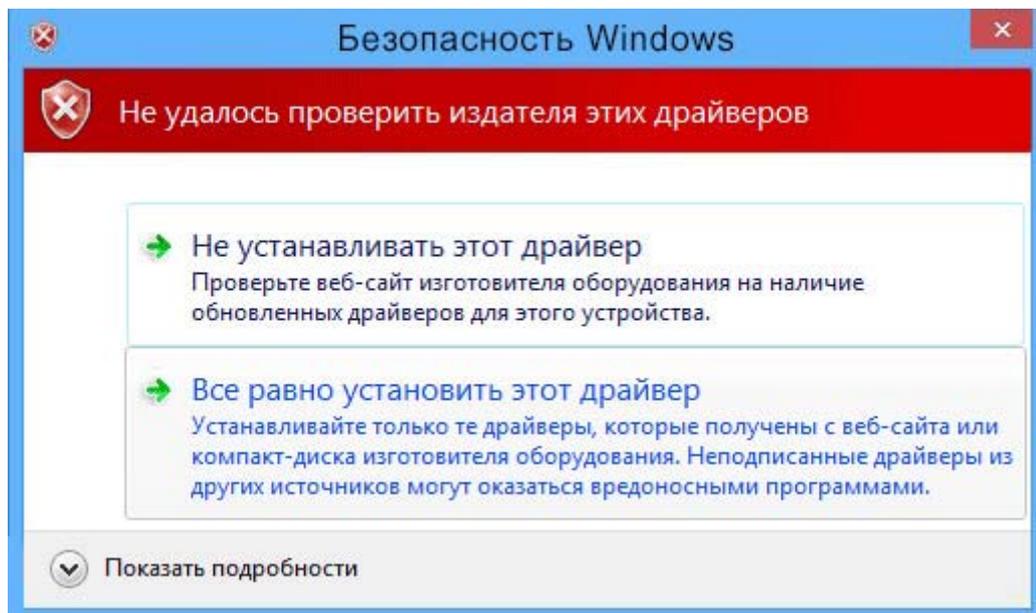


Рис.9.3 Стандартное предупреждение Windows об отсутствии цифровой подписи драйвера

### 9.1.2 Особенности установки драйвера в Windows 8

Требование обязательного подписывания цифровой подписью драйверов, выполняемых в режиме ядра, появилось впервые в 64-битной версии Windows Vista. Однако, если в Windows 7 и Vista, система просто предупреждала о риске для пользователя установки неподписанного драйвера, то, начиная с Windows 8, установка драйвера без цифровой подписи просто завершается с соответствующим предупреждением. Система пишет, что драйвер найден, но «Хэш этого файла отсутствует в заданном файле каталога. Возможно файл поврежден или подделан» (рис. 9.4)

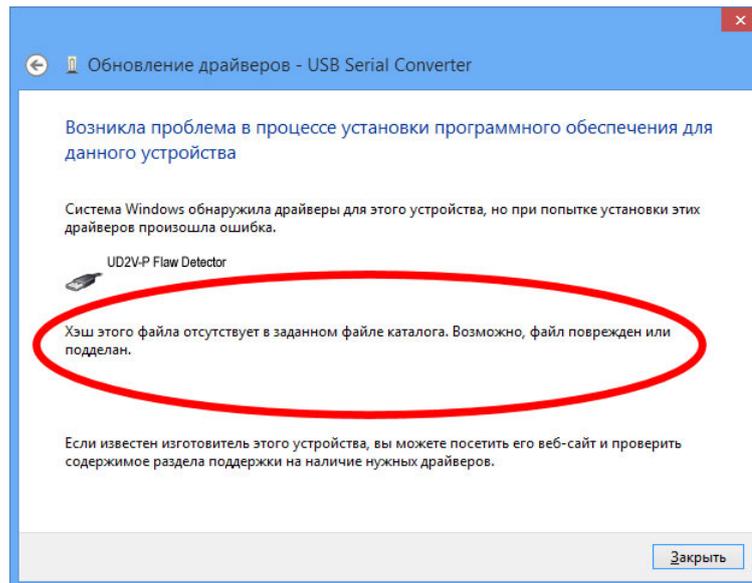


Рис.9.4 Окно блокировки установки в Windows 8 при отсутствии цифровой подписи драйвера

Естественно, это сразу лишает пользователя возможности использовать всевозможные специальные периферийные устройства. Однако, возможность установки драйвера есть, но запрятана так, чтобы случайно или без ведома пользователя сделать это было весьма затруднительно.

**Шаг 1.** Для временной отмены запрета на установку неопознанных драйверов необходимо попасть в режим **настройки параметров загрузки системы**. Перейти туда можно, либо набрав (с правами Администратора) в командной строке: **shutdown.exe /r /o /f /t 00**, либо нажав одновременно кнопки Win и C.

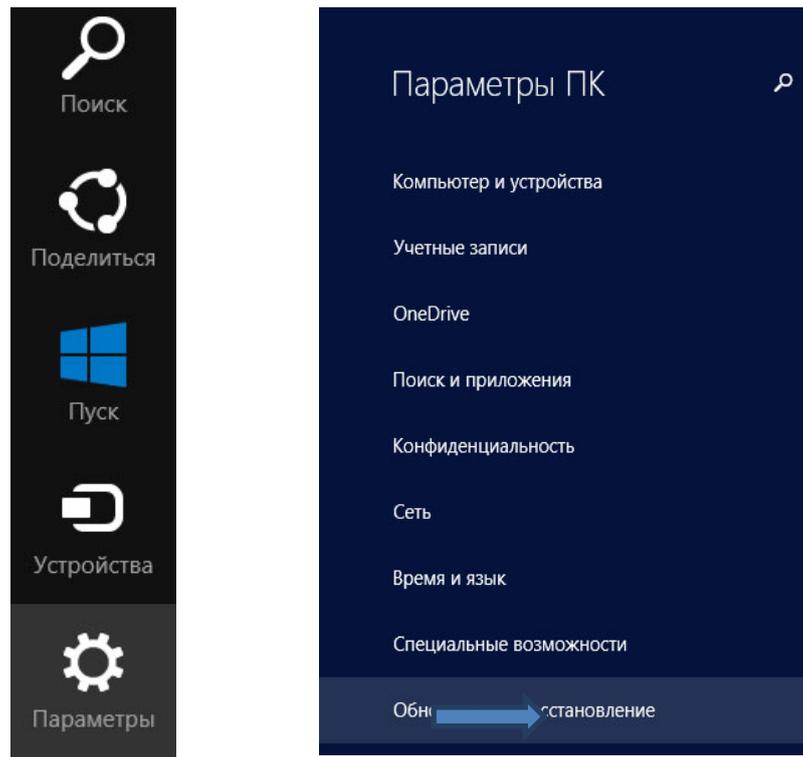


Рис.9.5 Доступ в специальный режим Windows 8

**Шаг 2.** В открывшемся окне выбрать «Восстановление» и в опции «Особые варианты загрузки» нажать кнопку «Перезагрузить сейчас»

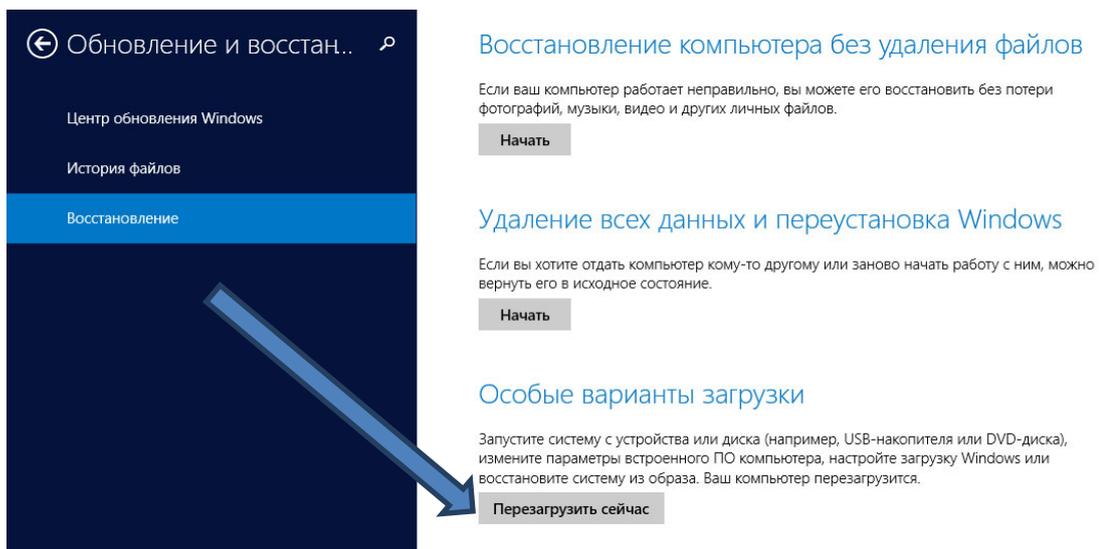


Рис.9.6 Выбор особого варианта загрузки

**Шаг 3.** После перезагрузки компьютер войдет в специальный режим настроек. Выберите в нем пункт «ДИАГНОСТИКА»

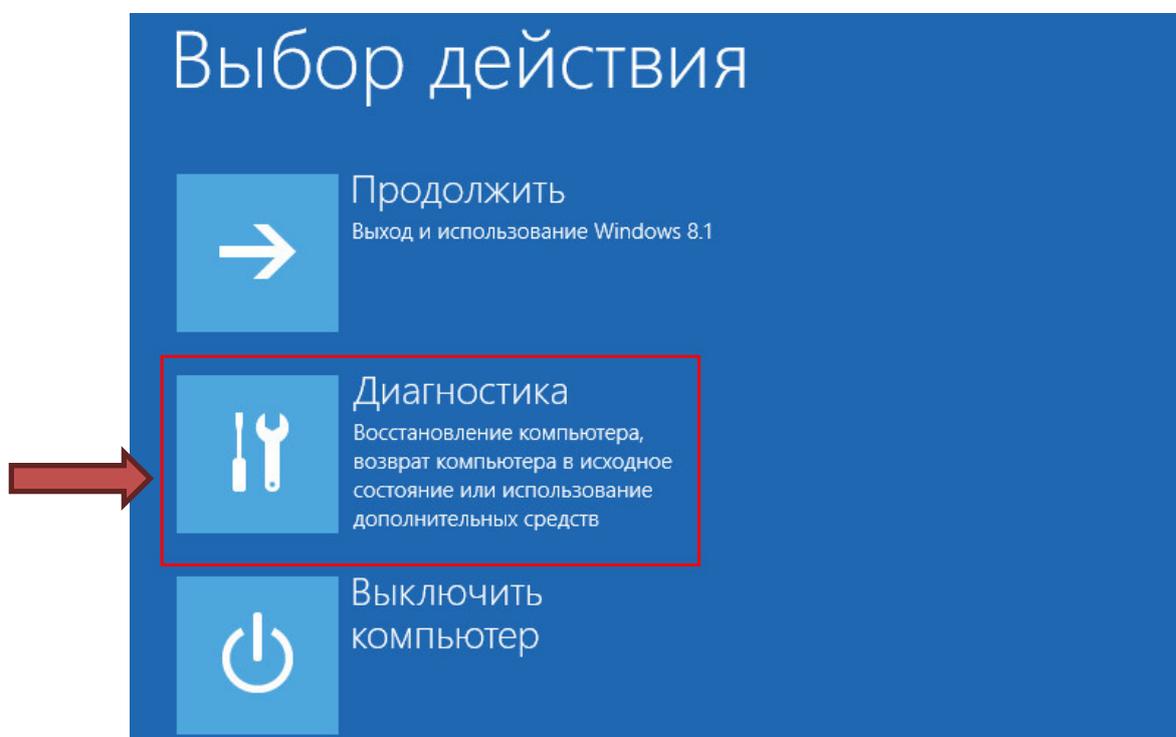


Рис.9.7 Выбор режима «Диагностика»

**Шаг 4.** Далее выберите пункт «ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ»

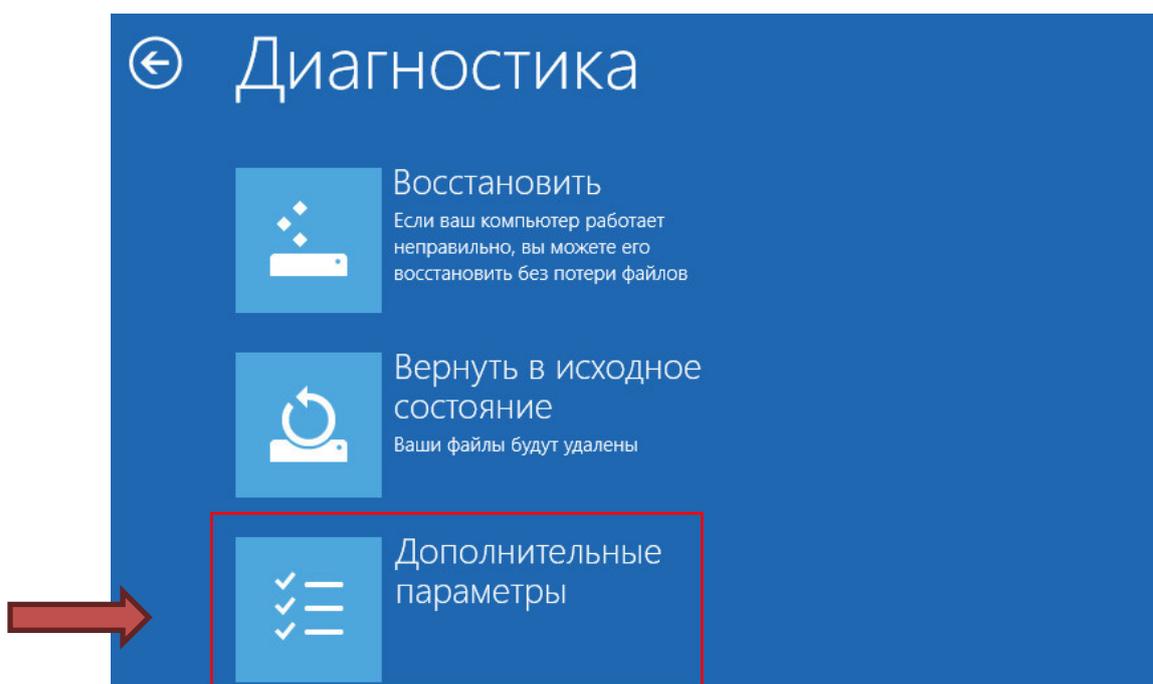


Рис.9.8 Выбор дополнительных параметров

**Шаг 5.** В следующем окне нажмите «ПАРАМЕТРЫ ЗАГРУЗКИ»

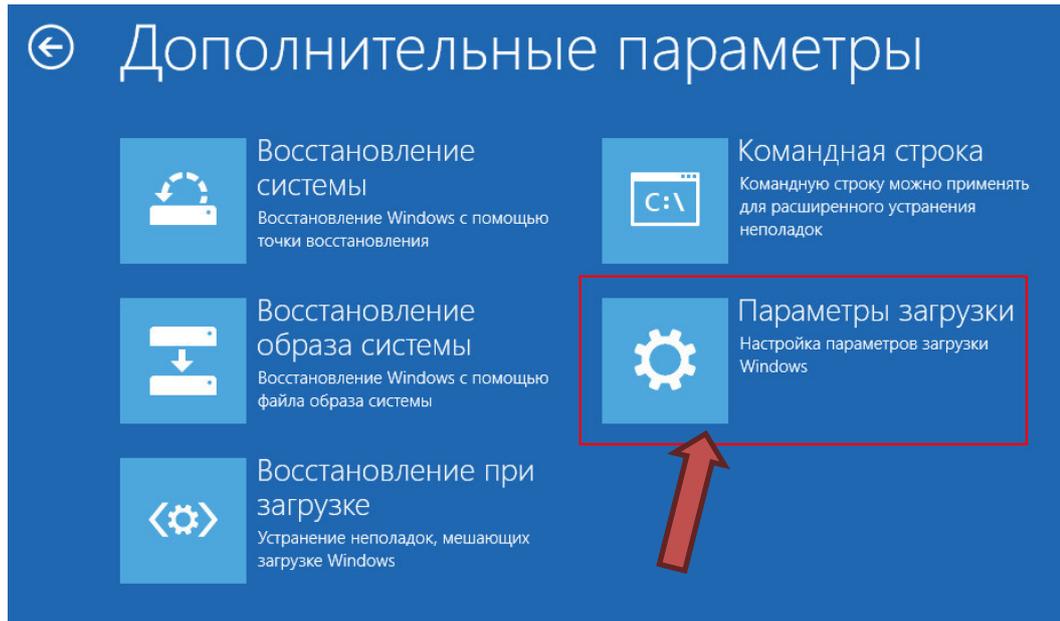


Рис.9.9 Выбор новых параметров загрузки

**Шаг 6.** На экране отобразится список параметров, которые можно будет изменить. Нажмите кнопку «ПЕРЕЗАГРУЗИТЬ»

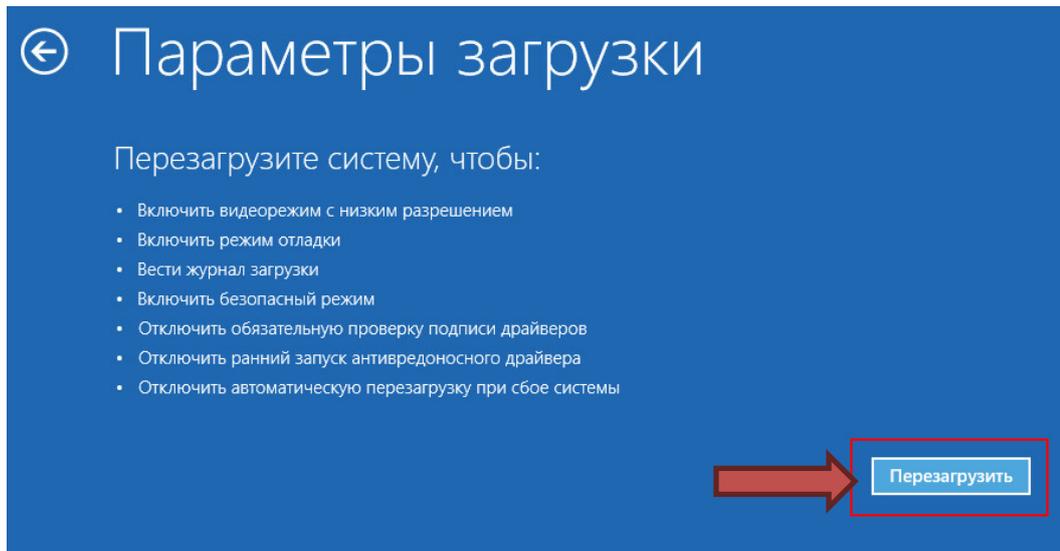


Рис.9.10 Перезагрузка в специальном режиме

**Шаг 7.** После перезагрузки вы увидите окно, в котором перечислены эти параметры, каждый под своей цифрой. Нажмите цифру «7» на клавиатуре, соответствующую пункту «Отключить обязательную проверку подписи драйверов»

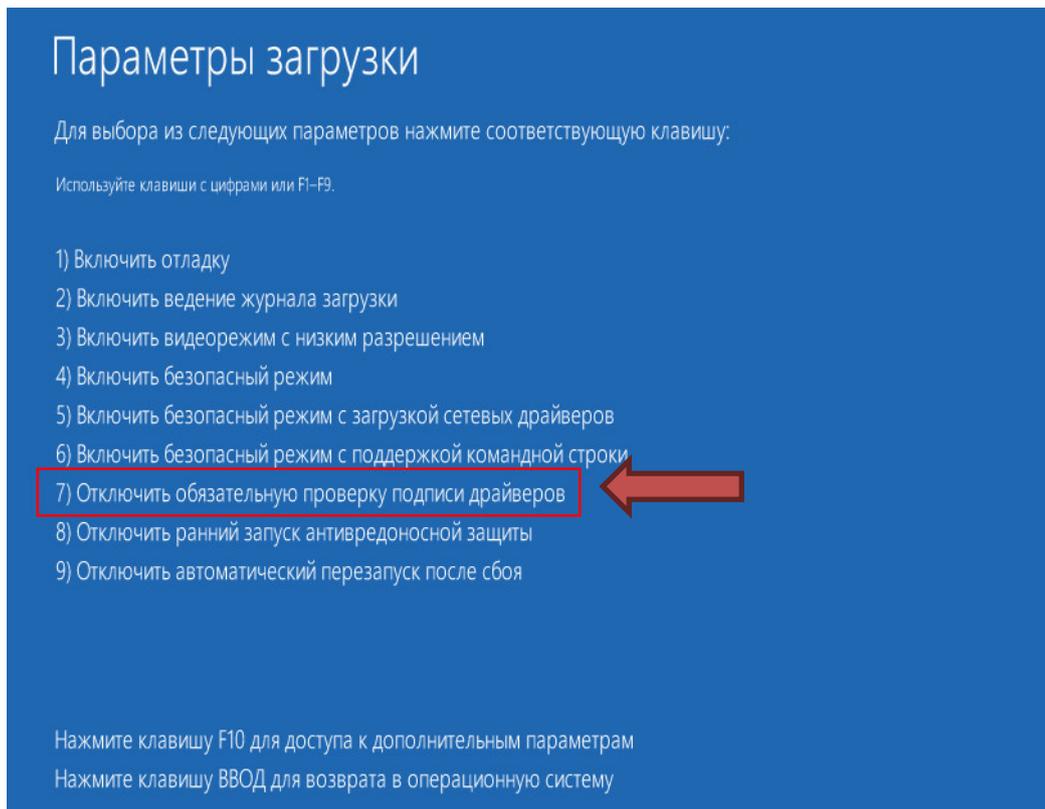


Рис.9.11 Отключение обязательной проверки драйверов

После проведения всех вышеуказанных действий компьютер перезагрузиться еще раз войдет в обычный рабочий режим.

**Шаг 8.** Установите драйвер прибора в соответствии с тем, как описано в п. 9.1.1

**Внимание!** Возможность установки неподписанных драйверов сохраниться до следующей перезагрузки компьютера, однако все установленные таким образом драйвера уже будут работать в системе.

### 9.1.3 UdOscill - программа передачи в ПК копии экрана

Программа UdOscill позволяет передавать в ПК скриншоты с экрана толщиномера для написания методик, инструкций и прочих документов.

После запуска программы, необходимо в окне выбора прибора нажать кнопку  и указать в тип прибора - УД2-USB

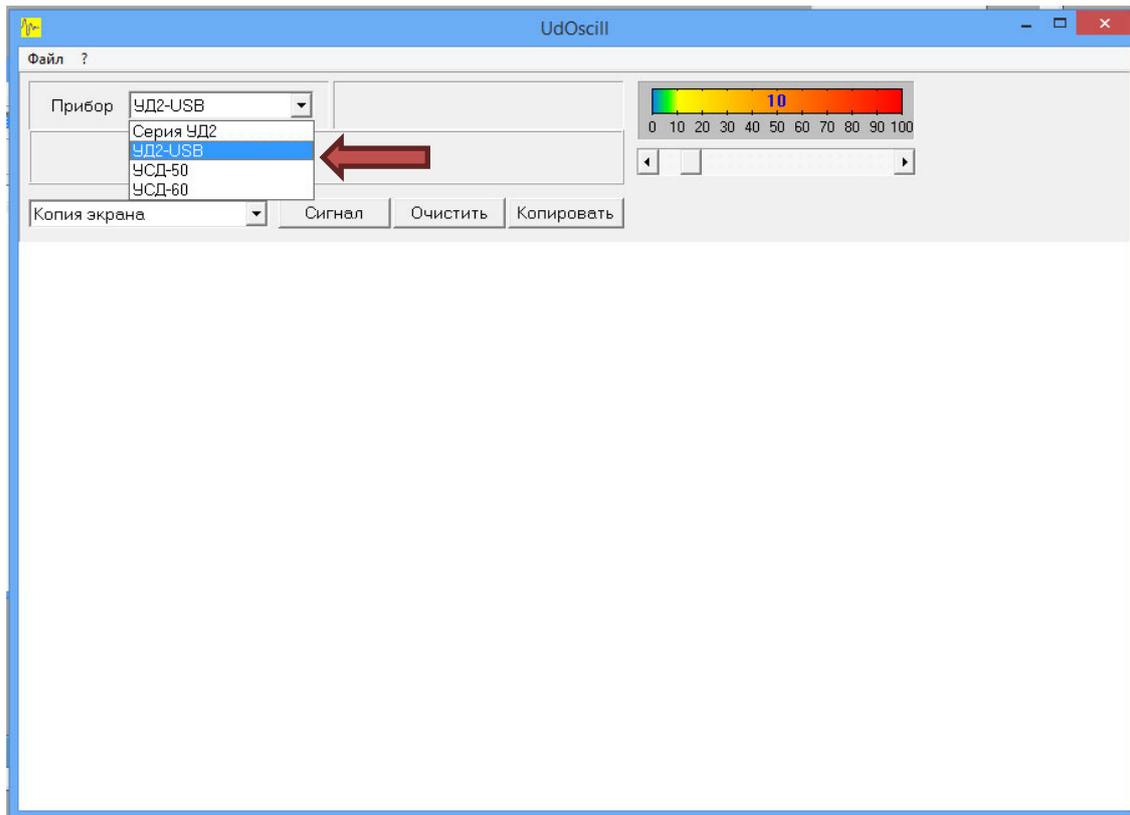
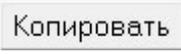


Рис.9.12 Программа UdOscill

Далее в окне выбора вида данных также нажать  и выбрать пункт «КОПИЯ ЭКРАНА».

После этого нажать кнопку  для передачи копии экрана в прибор.

Кнопка  позволяет скопировать вид экрана в буфер обмена Windows.

#### 9.1.4 Udt40 Logger - программа работы с настройками и результатами

Сохраненные в приборе настройки и результаты можно скачать в ПК с использованием специального программного обеспечения Udt40\_Logger.

После запуска программы на экране ПК будет отображаться пустое окно, показанное на рис. 9.13

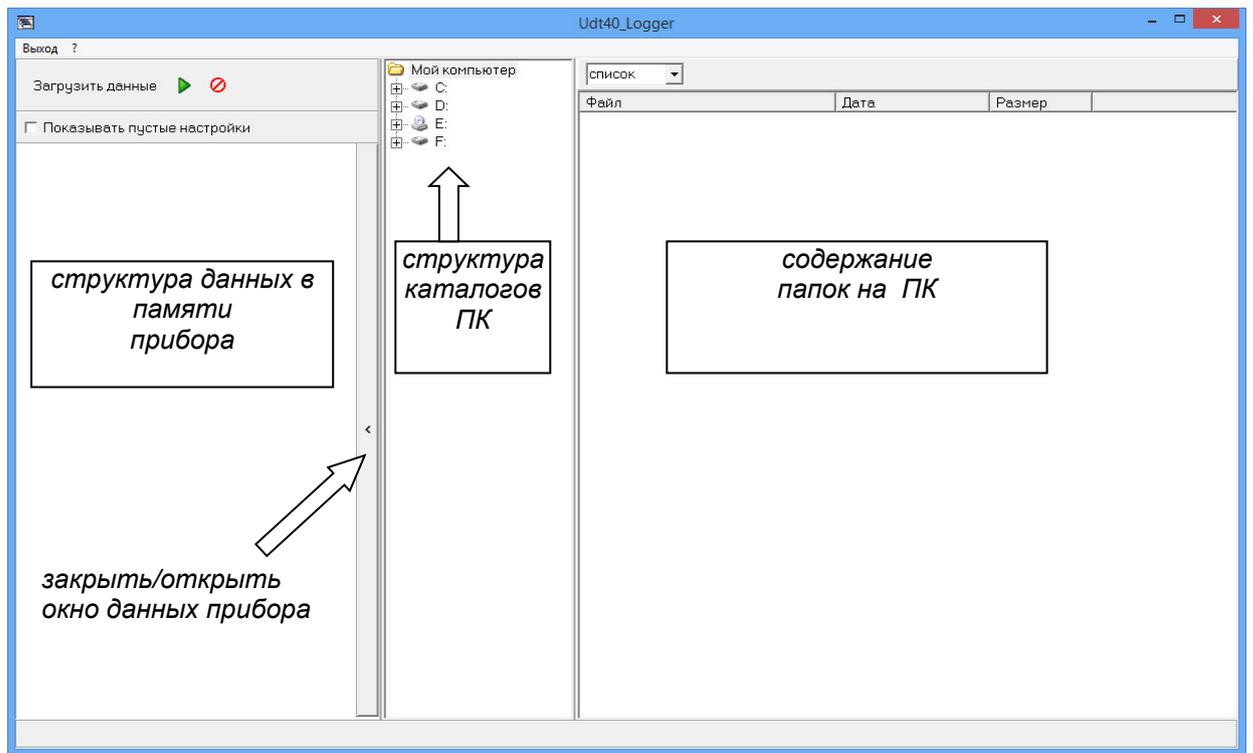


Рис.9.13 Окно программа Udt40\_Logger после старта

Для чтения данных из прибора нажмите . После загрузки данных в левой части экрана отобразится структура данных, находящихся в приборе (рис.9.14)

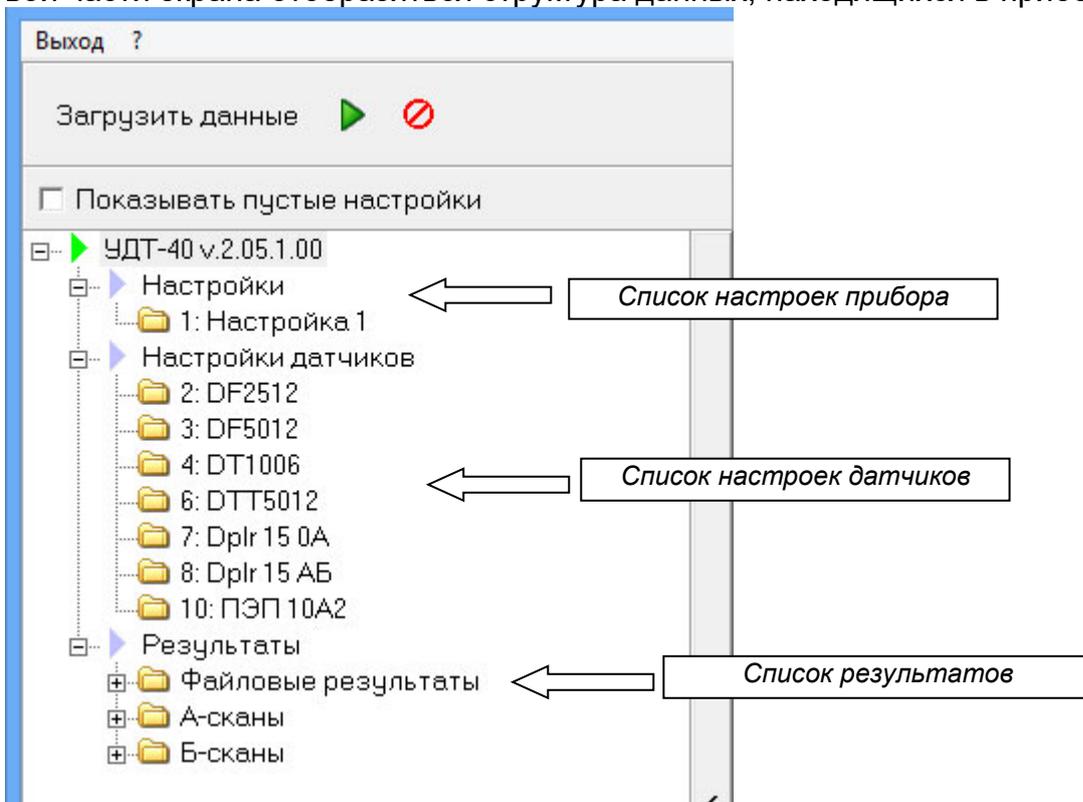


Рис.9.14 Пример структуры данных в толщиномере УДТ-40 после загрузки

### 9.1.4.1 Работа с настройками толщиномера

После загрузки данных пользователь имеет возможность

- 1) Сохранить настройки толщиномера на компьютере
- 2) Сохранить часть данных настройки прибора как настройку датчика
- 3) Загрузить настройки толщиномера из компьютера в прибор
- 4) Переименовать настройку
- 5) Стереть настройку

Для операций с настройками нажмите правую клавишу «мыши» для вызова меню команд (рис. 9.15)

Выберите требуемый пункт меню и произведите необходимые действия.

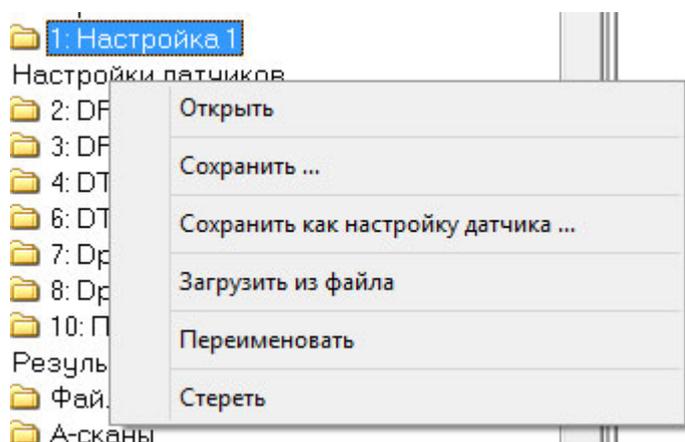


Рис.9.15 Меню команд для работы с настройками прибора

### 9.1.4.2 Работа с настройками датчиков

Настройки датчиков представляют собой текстовый файл со служебными символами, содержащий основную информацию о настройках генератора, приемника и пр., а также информацию о кривой V-образности р/ч датчика. Файл формируется специальным ПО на предприятии изготовителе. Кроме того, основные параметры настройки датчика могут быть сохранены из настройки прибора средствами программы Udt40\_Logger (см. п. 9.1.4.1). Сохраненные на ПК настройки датчиков могут быть загружены в толщиномер из ПК по отдельности или списком.

После загрузки данных над настройками датчиков возможны следующие операции:

- 1) Загрузить настройку датчика из файла в толщиномер
- 2) Стереть настройку из прибора

Для операций с настройками датчиков нажмите правую клавишу «мыши» для вызова меню команд (рис. 9.16)

Выберите требуемый пункт меню и произведите необходимые действия.

Необходимо помнить следующее: если вы нажимаете правую кнопку «мыши» на заголовке «Настройки датчиков», то загрузить датчики можно будет списком или по одному.

Если вы нажимаете правую кнопку «мыши» на конкретной настройке датчика, то загрузить можно будет единичную настройку датчика в выбранную позицию. Доступно будет также стирание настройки датчика из памяти.

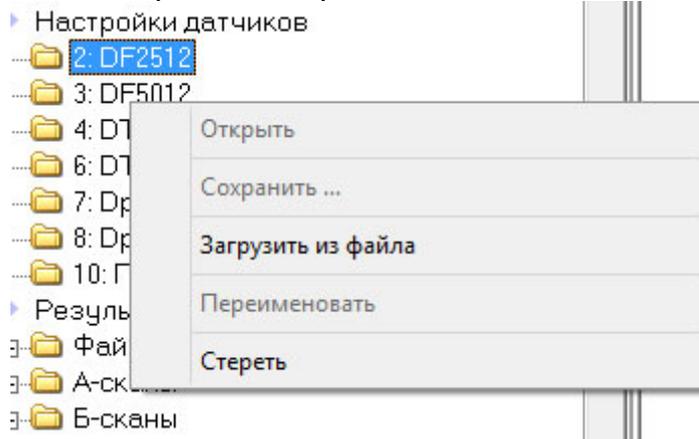


Рис.9.16 Меню команд для работы с настройками датчиков

#### 9.1.4.3 Работа с результатами

Результаты в толщиномере сохраняются в ранее описанных трех разных форматах: матричном файле цифровых значений, файле с А- сканом и файле с Б- сканом.

В любом случае, вместе с результатом измерений прибор сохраняет также дату и время сохранения, а также все параметры настройки толщиномера.

Для сохранения всех результатов на ПК – щелкните правой кнопкой «мыши» на заголовке «Результаты» и выберите команду «Сохранить». Другие действия над всеми результатами недоступны.

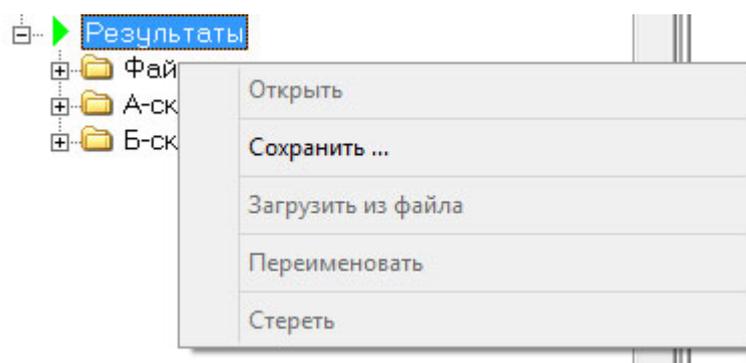


Рис.9.17 Меню команд для работы со всеми результатами

Для сохранения отдельного вида результатов на ПК (файловые результаты, А-сканы, Б-сканы)– щелкните правой кнопкой «мыши» на соответствующем и выберите команду «Сохранить». Другие действия над всеми результатами недоступны.

Для операций над отдельными результатами – выберите сам результат в структуре данных прибора и щелкните на нем правой кнопкой «мыши».

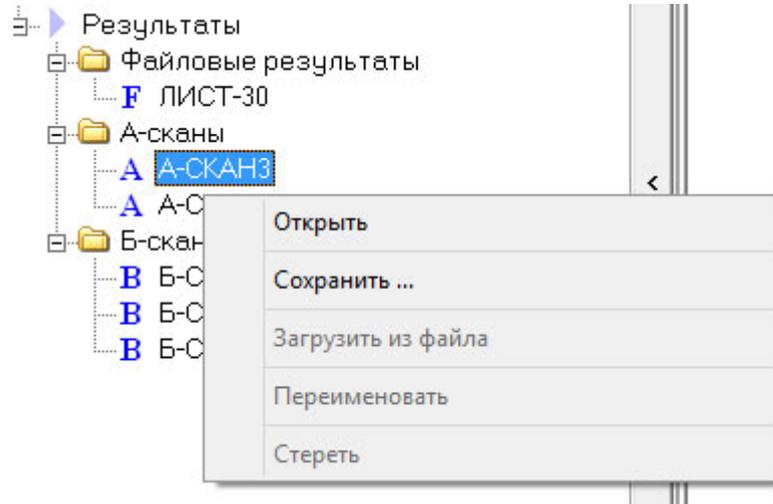


Рис.9.18 Меню команд для работы с отдельным результатом

Кроме сохранения результатов, для операций с конкретным файлом будет доступна команда «Открыть», позволяющая просмотреть результат (например, см. рис.9.16).

Общий шаблон (форма) просмотра каждого вида результатов может быть задана индивидуально с помощью специального конструктора протоколов (Report Constructor) и сохранена для дальнейшего применения. В частности, может быть задан собственный логотип организации, расположения и содержания различных полей данных и пр. Описание программы Report Constructor не входит в данное руководство.

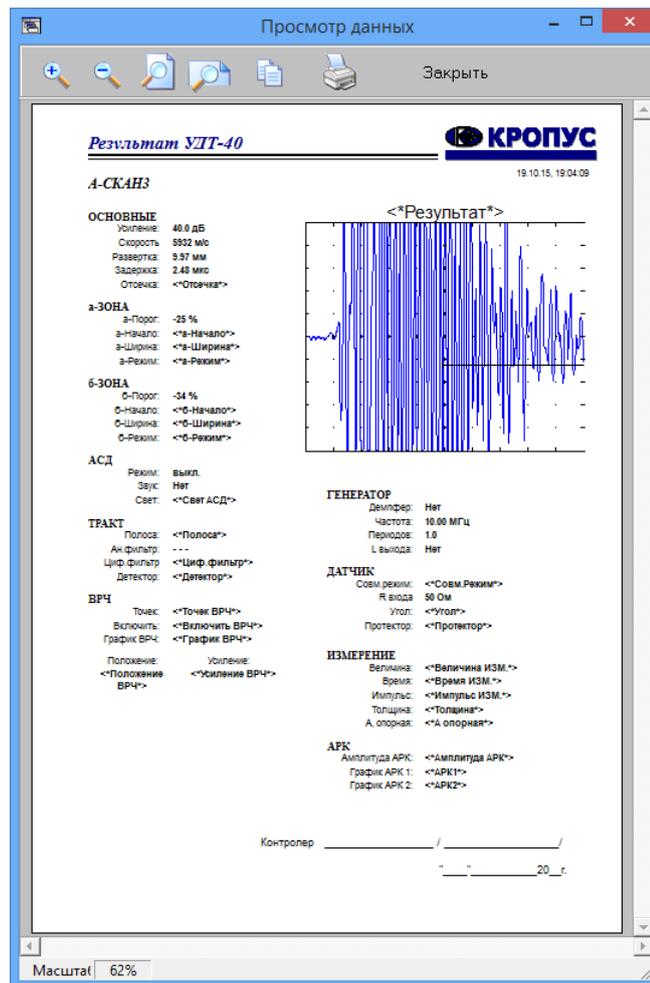


Рис.9.19 Просмотр протокола контроля с А- сканом

---

## 10. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ

Источником опасности при эксплуатации толщиномера при работе от сети переменного напряжения согласно ГОСТ12.0.003 является повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека.

Интенсивность ультразвука при работе с толщиномером в контактном варианте, т.е. в случае, когда оператор перемещает преобразователь вручную, не превышает 0,1 Вт/см<sup>2</sup>. в соответствии с ГОСТ 12.1.019.

Для полного обесточивания толщиномера после его выключения необходимо вынуть кабель блока питания из разъема питания и отключить аккумуляторную батарею. Устранение неисправностей толщиномера производится только после полного обесточивания. Максимальное напряжение на элементах схемы внутри корпуса не превышает 200 В.

По способу защиты человека от поражения электрическим током толщиномер относится к классу 01 по ГОСТ 12.2.007.0.

К работе с толщиномером допускаются лица, прошедшие инструктаж и аттестованные на I квалификационную группу по технике безопасности при работе с электро- и радиоизмерительными приборами, а также изучившие руководство по эксплуатации на толщиномер.

Если толщиномер находился в условиях, резко отличающихся от рабочих, подготовку к измерениям следует начать после выдержки в нормальных условиях в течение 24 ч.

Перед включением толщиномера в сеть необходимо проверить исправность кабеля питания и соответствие напряжения сети (220 ± 10 %) В, частотой 50 Гц. Питающая сеть должна обеспечиваться защитой от замыкания на землю, которая устанавливается с действием на отключение.

## 11. Техническое обслуживание

Техническое обслуживание толщиномера сводится к проведению профилактических работ с целью обеспечения нормальной работы при его эксплуатации. Окружающая среда, в которой находится толщиномер, определяет частоту осмотра. Для проведения указанных ниже видов профилактических работ рекомендуются следующие сроки:

Визуальный осмотр - каждые 3 месяца;

Внешняя чистка - каждый месяц.

При визуальном осмотре внешнего состояния толщиномера рекомендуется проверять отсутствие сколов и трещин, четкость действия органов управления, крепление деталей и узлов на корпусе прибора. Пыль, находящуюся снаружи, устраняйте мягкой тряпкой или щеткой.

## 12. Метрологическая поверка

Поверка осуществляется по документу «Толщиномер ультразвуковой УДТ-40. Методика поверки» (Приложение 1 РЭ), утвержденному ВНИИОФИ в марте 2011 г. Межповерочный интервал – 1 год.

---

### 13. Транспортирование и хранение

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

Транспортирование толщиномера может осуществляться любым видом транспорта, предохраняющим от непосредственного воздействия осадков, при температуре окружающей среды от минус 25 до 55 С (ГОСТ 12997 п. 2.24). При транспортировании допускается дополнительная упаковка толщиномера в полиэтиленовый мешок, картонную коробку или ящик, предохраняющие сумку от внешнего загрязнения и повреждения.

Толщиномеры не подлежат формированию в транспортные пакеты.

### 14. Гарантии изготовителя

Предприятие-изготовитель гарантирует соответствие толщиномера требованиям ТУ 4276-008-33044610-05 при соблюдении потребителем правил эксплуатации, транспортирования, хранения, предусмотренных настоящими техническими условиями.

Гарантийный срок хранения толщиномера - 6 месяцев со дня его изготовления.

Гарантийный срок эксплуатации толщиномера 36 месяцев со дня ввода в эксплуатацию.

### 15. Свидетельство о выпуске

Толщиномер ультразвуковой УДТ-40, заводской номер \_\_\_\_\_ соответствует техническим условиям ТУ4276-008-33044610-05 и признан годным к эксплуатации.

Дата выпуска " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Первичная поверка проведена в комплекте с преобразователями:


УТВЕРЖДАЮ  
Руководитель ГЦИ СИ  
Зам. директора ФГУП ВНИИОФИ

\_\_\_\_\_ Н.П. Муравская

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2011 г.

## ТОЛЩИНОМЕР УЛЬТРАЗВУКОВОЙ УДТ-40

Методика поверки

2011 г.

Настоящая методика распространяется на толщиномер ультразвуковой УДТ-40, в дальнейшем – толщиномер, изготавливаемый ООО «НВП «КРОПУС» и предназначенный для измерения толщины изделий, изготовленных из конструкционных металлических сплавов и неметаллических материалов при одностороннем доступе и устанавливает методы и средства его первичной и периодических проверок.

Толщиномер необходимо поверять совместно с ультразвуковыми преобразователями, указанными в комплекте поставки (см. Руководство по эксплуатации НВП.00.00.001РЭ).

Первичная поверка толщиномера проводится при выпуске его из производства и после ремонта. Периодическая – в процессе эксплуатации с интервалом между поверками в 1 год.

## 1 Операции поверки

1.1 При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номера пунктов	Обязательность проведения		
		при выпуске из производства	после ремонта	при эксплуатации
1 Внешний осмотр	7.1	да	да	да
2 Опробование	7.2	да	да	да
3 Определение диапазона и значений основной погрешности измерения толщины	7.3	да	да	да

## 2 Средства поверки

2.1 При проведении поверки следует применять комплект ультразвуковых стандартных образцов толщины КУСОТ-180 (КМТ 176М-1), образцы плоскопараллельные, гладкие из стали 40Х13 номинальной толщиной 0,5; 1,0; 2,0; 5,0; 15,0; 30,0; 50,0; 100,0; 200,0 и 300,0 мм.

## 3 Требования к квалификации поверителя

3.1 К проведению измерений при поверке и обработке результатов измерений допускают лиц, имеющих квалификацию государственного или ведомственного поверителя и изучивших устройство и принцип действия аппаратуры по эксплуатационной документации.

## **4 Требования безопасности при проведении поверки**

4.1 При проведении поверки должны быть соблюдены общие требования безопасности и требования ГОСТ 12.3.019.

## **5 Условия поверки**

5.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие требования:

- температура окружающей среды  $(20\pm 5)$  °С;
- относительная влажность воздуха от 30 до 80 %;
- атмосферное давление  $(750\pm 30)$  мм рт.ст. (от 96 до 104 кПа).

## **6 Подготовка к поверке**

6.1 Перед проведением поверки толщиномер должен быть подготовлен к работе согласно требованиям его эксплуатационной документации. Перед началом работы следует нанести на поверхность стандартных образцов слой трансформаторного масла или глицерина, который контактирует с преобразователем. Образцы номинальной толщины 300 мм установить на резиновую подложку толщиной не менее 10мм.

## **7 Проведение поверки**

### **7.1 Внешний осмотр**

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие толщиномера следующим требованиям:

- отсутствие механических повреждений толщиномера и его составных частей;
- наличие маркировки толщиномера и преобразователей;
- комплектность толщиномера (в том числе совпадение типов и заводских номеров преобразователей с указанными в Руководстве по эксплуатации).

### **7.2 Опробование**

Подготовить толщиномер к работе с одним из преобразователей, входящих в комплект, и проделать операции в соответствии с разделом 5 Руководства по эксплуатации «Подготовка к работе, включение», в следующей последовательности:

- подключить выбранный преобразователь к толщиномеру,
- откалибровать толщиномер согласно разделу 6 Руководства по эксплуатации.

Измерить толщину одного из стандартных образцов, занести результат измерения в память, извлечь результат из файла памяти, проверить возможность передачи данных на ЭВМ через кабель связи.

Отсутствие сбоев, правильность индикации и работоспособность клавиш определяет пригодность толщиномера к дальнейшим операциям поверки.

### 7.3 Определение диапазона и значений основной погрешности измерения толщины

7.3.1 Диапазон измеряемых толщин определяют вместе с основной погрешностью толщиномера при его работе с каждым преобразователем, входящим в комплект поставки.

Для определения диапазона и погрешности измерений следует:

7.3.2 Подготовить толщиномер к работе в соответствии с разделом 5 Руководства по эксплуатации.

7.3.3 Подготовить стандартные образцы из комплекта КУСОТ-180 толщиной 0,5; 1,0; 2,0; 5,0; 15,0; 30,0; 50,0; 100,0; 200,0 и 300,0 мм.

7.3.4 Настроить и откалибровать толщиномер для измерения толщины с одним из преобразователей из комплекта поставки в соответствующем ему диапазоне значений толщины (Таблица 2). Калибровку провести в соответствии с указаниями Руководства по эксплуатации не менее чем по 3-м стандартным образцам различной толщины из комплекта КУСОТ-180. Рекомендуется, чтобы значения толщины образцов, выбранных для калибровки, отличались друг от друга приблизительно в соотношении 1:2:4, но не равнялись крайним значениям диапазона.

Таблица 2

Тип преобразователя (из комплекта поставки)	Диапазон контроля по стали 40X13, мм
П111-1,25-К20	15 - 300
П111-1,8-К20	15 - 300
П111-2,5-К12	10 - 180
П111-2,5-К20	25 - 300
П111-5,0-К6	5 - 70
П111-5,0-К12	15 - 300
П111-10,0-К6	5 - 30
П112-5-6/2	0,8 - 30
П112-5-10/2	1,5 - 75
П112-2,5-12/2	2,0 - 200
П112-1,25-20/2	5,0 - 100
П112-10-4x2	0,5 - 10
П112-10-6/2	0,5 - 30
П112-10-4x4	0,8 - 50

7.3.5 Провести по 3 измерения на стандартных образцах из комплекта КУСОТ-180, толщина которых совпадает (или близка) с начальным, конечным и средним значениями толщины диапазона для выбранного преобразователя. При измерениях добиться устойчивости показаний толщиномера: подбором коэффициента усиления (см. «Руководство по эксплуатации толщиномера УДТ-40») и обеспечением надежного акустического контакта преобразователя с поверхностью образца. Вычислить средние значения измеренной толщины.

7.3.6 Основную абсолютную погрешность  $\Delta$  для каждого измеренного (и усредненного по трем измерениям) значения  $d_{изм}$  толщины определить по формуле:

$$\Delta = d_{изм} - d_{эд} \quad (1)$$

где  $d_{эд}$  – действительное значение эквивалентной ультразвуковой толщины используемого образца, указанное в свидетельстве об его аттестации, мм.

7.3.7 Повторить операции по п.п. 7.3.4 – 7.3.6 для каждого преобразователя, входящего в комплект поставки.

7.3.8 Основная абсолютная погрешность, определенная для всех измеренных значений толщины и для всех преобразователей из комплекта поставки, не должна превышать предела допускаемой основной погрешности, равного  $\pm (0,01 + 0,01 \cdot d_{изм})$ , где  $d_{изм}$  – толщина измеряемого образца, мм.

7.3.9 При первичной поверке преобразователи, не удовлетворяющие требованиям п.7.3.8, заменяются на однотипные и повторяют операции по п.п 7.3.2 – 7.3.8 с замененными преобразователями.

7.3.10 Преобразователи, не удовлетворяющие требованиям п.7.3.8 по результатам периодической поверки, исключают из комплекта поставки толщиномера.

## 8 Оформление результатов поверки

8.1 Результаты поверки заносят в протокол, форма которого приведена в рекомендуемом Приложении А. На толщиномер с преобразователями, прошедшими поверку с положительным результатом, выдают свидетельство о поверке установленного образца.

8.2 Толщиномеры, прошедшие поверку с отрицательным результатом, к выпуску и применению не допускают. На них оформляют извещение о непригодности.

**ПРОТОКОЛ №**  
**поверки толщиномера**

Толщиномер тип: \_\_\_\_\_  
 зав. номер \_\_\_\_\_,  
 принадлежащий \_\_\_\_\_,  
 проходил поверку в \_\_\_\_\_

**Результаты поверки:**  
**1 Внешний осмотр**

1.1 Результаты осмотра \_\_\_\_\_

2 Опробование

2.1 Результаты опробования \_\_\_\_\_

3 Определение диапазона и значений основной погрешности измерения толщины

6 Тип и № преобразователя	d <sub>эд</sub> , мм	d <sub>изм</sub> , мм	Δ, мм	Заключение о пригодности

Заключение о пригодности к эксплуатации

Толщиномер с преобразователями \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ пригоден к эксплуатации

Поверитель \_\_\_\_\_

Дата поверки \_\_\_\_\_