

## UD4-T HU-01 - New Approach to Typical Task Solution

A. A. Pokladov, V. E. Rylsky, V. N. Antoch, A. S. Gaburov

В статье описываются программы универсального ультразвукового прибора УД4-Т HU-01, позволяющего решать не только задачи традиционной ультразвуковой дефектоскопии, но и другие, такие, как тензометрия, толщинометрия, в том числе и для специализированных приложений.

# УД4-Т HU-01 — новый подход к решению традиционных задач

48

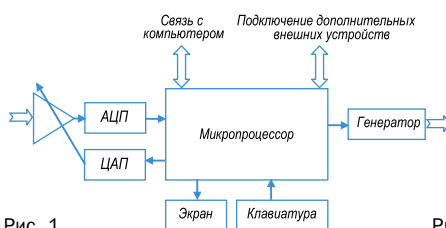


Рис. 1

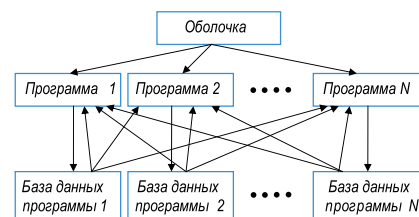


Рис. 2

С появлением возможности использования современной элементной базы в середине 1990-х гг. на рынке было представлено несколько ультразвуковых дефектоскопов нового поколения. Чем же они отличались от доминировавшего тогда УД2-12? Пожалуй, только возможностью запоминания настроек и передачей результатов контроля на персональный компьютер для последующей подготовки протокола контроля. Выработанная в то время структурная схема прибора (рис. 1), как правило, применяется и сейчас.

Важнейшими задачами при разработке средств УЗК являются повышение его достоверности и облегчение расшифровки полученной информации. Это и стало основой требований к универсальному дефектоскопу УД4-Т HU-01 (см. с. 45). Что мы вкладываем в понятие универсальный ультразвуковой прибор? Это возможность реализации на его элементной базе любого специализированного дефектоскопа с диапазоном частот 0,2–10 МГц. Устанавливая, по необходимости, дополнительное программное обеспечение (ПО), вы укомплектовываете свой парк необходимым количеством специализированных дефектоскопов, а единство интерфейсов позволит легко освоить все новые приложения. Это достигается

благодаря применению высокопроизводительного микропроцессора и переносу функций по обработке сигналов с аппаратного уровня на программный.

Управление прибором осуществляется рядом функциональных клавиш, назначение которых меняется программно, и псевдоаналоговой ручкой (энкодер). Есть только одна выделенная клавиша «?», отвечающая за полноэкранный режим, при этом остаются доступными все функции управления.

Программное обеспечение построено таким образом, что каждое специализированное ПО является законченным приложением. Такое построение позволяет пользователю сформировать свой набор программ, необходимый для работы. Для большинства специализированных приложений нужно только написать соответствующую программу.

Из рис. 2, где приведена общая концепция построения ПО УД4-Т HU-01, видно, что данные, сформированные одной программой доступны любой другой. Так, программа «Измерение параметров ПЭП» измеряет и рассчитывает характеристики ПЭП, и этими данными могут пользоваться все остальные программы.

## Об авторах

Сотрудники АО «Votum»,  
г. Кишинев, Республика Молдова



**Покладов Александр Алексеевич**  
Технический директор



**Рыльский Виктор Евсеевич**  
Инженер-программист

**Анточ Виктор Николаевич**  
Инженер-программист

**Габуров Андрей Сергеевич**  
Методист

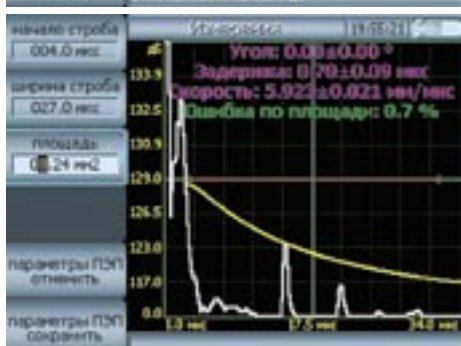
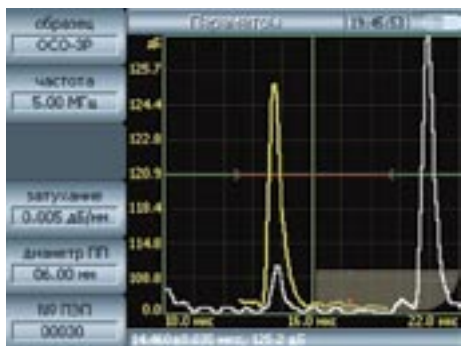


Рис. 3

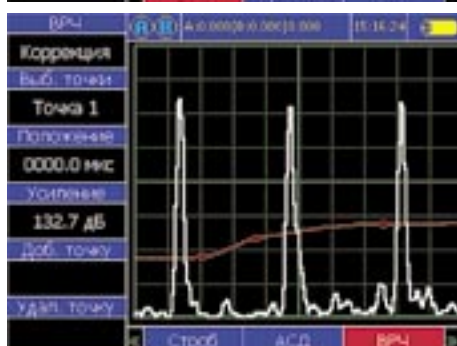
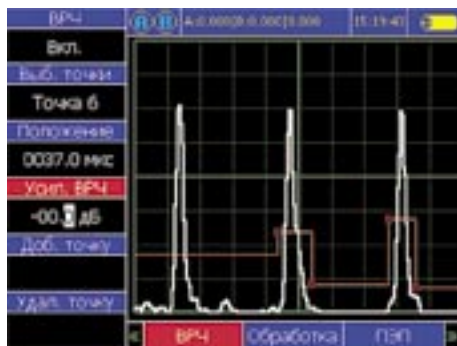


Рис. 4

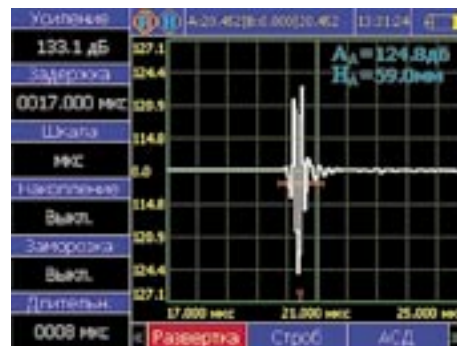


Рис. 5

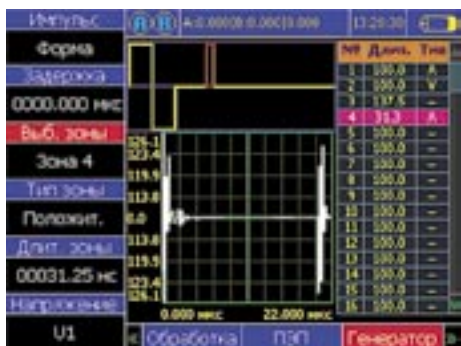


Рис. 6



Рис. 7



Рис. 8

На сегодняшний день реализованы следующие специализированные программы\*:

- дефектоскоп общего назначения;
- измерение параметров ПЭП;
- толщиномер;
- контроль колесных пар вагонов по РД 07.09-97;
- контроль осей колесных пар по РД 32.144-2000;
- тензометр;
- резонансный дефектоскоп.

Кроме того, разработан ряд технологических программ:

- выходной контроль УД4-Т НУ-01;
- тестирование аппаратной части УД4-Т НУ-01;
- стенд входного контроля пьезопластин.

Коротко остановимся на особенностях реализации некоторых из перечисленных приложений. С подробным описанием можно ознакомиться на сайте [www.votum.md](http://www.votum.md).

ПО «Измерение параметров ПЭП» позволяет по стандартному образцу ОН-1

или СОЗ-Р измерить основные характеристики ПЭП, включая задержку в приэме, угол ввода по стали и построение АРД диаграмм. На экране присутствуют подсказка, указывающая от какого отражателя необходимо получить сигнал, и огибающая. Сигнал с наибольшей амплитудой принимается для дальнейших расчетов. Всего достаточно провести три измерения.

ПО «Дефектоскоп общего назначения», как это следует из его названия, предназначено для проведения различного вида УЗК. Остановимся на отличительных особенностях этой программы.

ВРЧ (рис. 4) может быть задана в ручном режиме как набор отрезков или автоматически построена по трем отражателям с возможностью последующей корректировки. Для построения кривой ВРЧ может быть использовано до 256 точек.

В специальном режиме возможна индикация спектра отраженного импульса, числовых значений его ширины и централь-

ной частоты, а также индикация эквивалентной площади отражателя (рис. 5).

Как известно, на форму и амплитуду отраженного сигнала в значительной мере влияют параметры и форма возбуждающего импульса. В УД4-Т НУ-01, наряду с заданными формами для стандартных частот, пользователь может сам задать форму этого импульса. Такая необходимость возникает, когда требуется реализовать одно из условий: или наибольшую амплитуду, или наименьшую длительность отраженного импульса, или минимальную длительность РШХ, или наиболее точно подобрать частоту возбуждающего импульса к резонансной частоте датчика. На рис. 6 приведена форма возбуждающего сигнала, в которой третий импульс является демпфирующим.

\*Первые четыре программы разработаны инициативно, а три последние – по заказу и в тесном сотрудничестве соответственно с Днепродзержинским металлургическим комбинатом; НПО «Энергомаш» (г. Химки); ОАО «Туполев» и ГосНИИГА (г. Москва).

Применение цифрового фильтра позволяет увеличить отношение сигнал/шум на 20 дБ, причем возможна его перестройка по частоте и ширине полосы пропускания.

Для получения более полной информации об объекте контроля часто применяют развертку типа В-скан. Такая развертка присутствует практически во всех

координатное устройство позволяет определять местоположение ПЭП (рис. 10), и программа не только подсказывает оператору в какое положение необходимо установить ПЭП, но и фиксирует в какой зоне был дефект (рис. 11). При этом даже если в изделии нет дефектов, программа проследит за тем, чтобы предписанная методика была полностью выполнена!

компьютере. Эту возможность обеспечивает программный комплекс «АРМ УД4-Т», который поставляется с дефектоскопом и предназначен для компьютерной обработки и хранения данных о результатах контроля, получаемых при помощи прибора УД4-Т НУ-01. Кроме того, АРМ УД4-Т позволяет обновлять версии ПО прибора УД4-Т НУ-01, предоставляет возможность удобного просмотра и навигации по по-

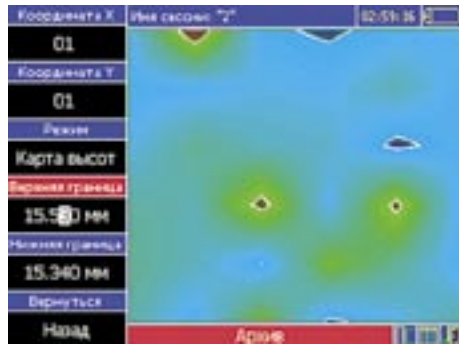


Рис. 9

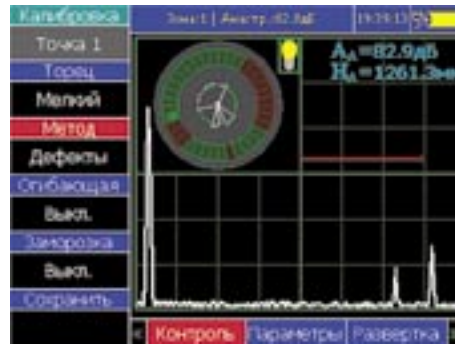


Рис. 10



Рис. 11

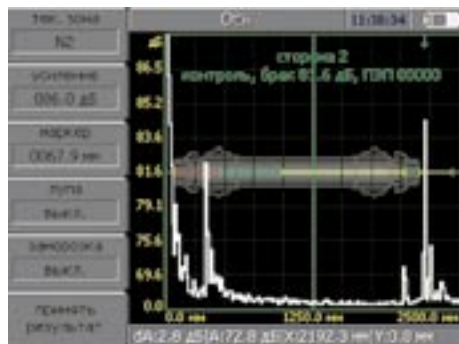


Рис. 12

Этим полностью исключается выпуск протокола контроля (паспорта) без полного обследования.

Классическим примером реализации специализированной методики, является ПО «СПО ЖД» для контроля колесных пар вагонов. В целях улучшения восприятия и расшифровки получаемого А-скана, режимы контроля дополнены рисунками соответствующего узла: ось (рис. 12), колесо, поверхность катания. Программа полностью реализует РД 07.09-97 со всеми дополнениями и изменениями, включая подтверждающий контроль и контроль поверхности катания (0,4 МГц).

моделях современных дефектоскопов, однако, в УД4-Т НУ-01 ее построение имеет ряд особенностей: благодаря использованию ультразвукового датчика пути (сканера, рис. 8) можно получать пропорциональное изображение, т.е. вид В-скана не зависит от скорости перемещения, и по одному и тому же месту можно пройти датчиком много раз для получения надежного акустического контакта. На рис. 7 приведен В-скан, построенный на образце СОЗ-Р.

ПО «Толщиномер» преобразует УД4-Т НУ-01 в толщиномер, в котором реализованы три метода измерения толщины – резонансный, фазовый и эхо-импульсный. Помимо визуализации А-развертки, для более удобного анализа полученные результаты могут быть представлены в виде таблицы или цветовой диаграммы толщин (рис. 9).

Пожалуй, одной из наиболее интересных разработок является ПО «Ось-270», позволяющее осуществлять контроль осей колесных пар по РД 32.144-2000. Специально разработанное оптиче-

В свое время ПО «Волна», г. Кишинев выпускало тензометры типа УП-31Э. ПО «Тензомер» предназначено для замены устаревшего парка этих приборов. Оно позволяет повысить точность измерения временного интервала ( $\pm 2$  нс) и произвести расчет степени затяжки резьбового соединения непосредственно в приборе с отображением в виде таблицы или круговой диаграммы полной картины по всему агрегату (рис. 13).

Для работы с ПО «Резонансный дефектоскоп» требуются специализированные датчики в диапазоне частот от 0,2 до 1 МГц. Информация представляется в виде комплексной плоскости, на которой отображается в виде эллипса бездефектная зона и параметры дефекта, характеризующиеся длиной и углом наклона вектора (рис. 14).\*

Все программы позволяют сохранять результаты контроля на персональном

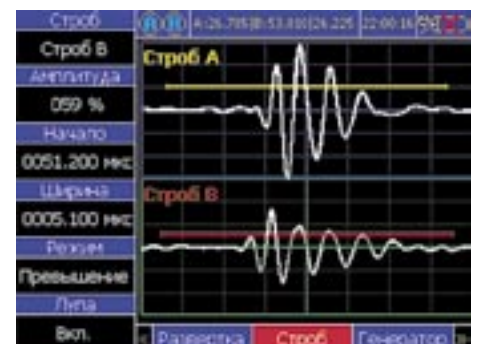


Рис. 13

лученным и сохраненным данным, формирует отчеты по результатам контроля (рис. 15).

В заключение несколько слов о специализированных периферийных устройствах, подключаемых по необходимости к УД4-Т НУ-01:

- ультразвуковой датчик положения ПЭП (используется при построении В- и D-сканов);

\* Производственные испытания на предприятиях гражданской авиации РФ проводились отделом № 137 ГосНИИГА.



- датчик пути (для работы в составе программы контроля колесных пар вагонов по РД 07.09-97);
- оптический датчик положения ПЭП (используется для построения С-скана и траектории движения ПЭП);
- видекамера – позволяет использовать УД4-Т NU-01 в режиме эндоскоп, причем одновременно возможно наблюдать развертку А-скана. Этот ре-

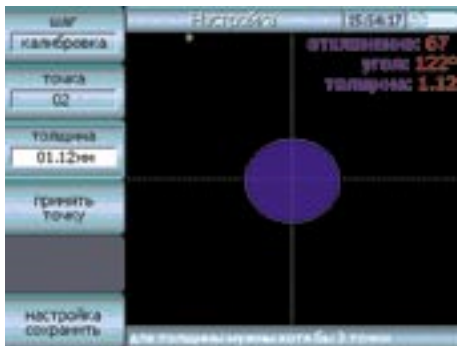


Рис. 14



Рис. 16

жим предназначен для визуализации процесса контроля в труднодоступных местах. На рис. 18 приведена фотография прибора, где видны положение ПЭП относительно сварного шва и А-скан.

Компания Votum, в которой сегодня трудится 50 человек, из которых более половины заняты непосредственно

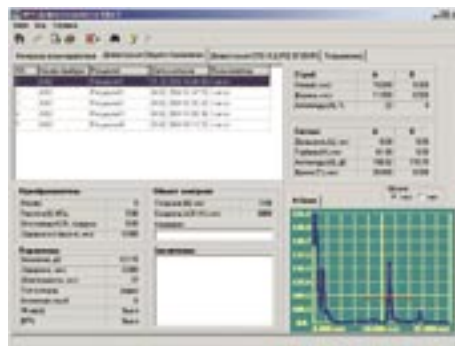


Рис. 15

разработкой, не только конструирует и производит приборы НК, но и комплексы на их основе, включая разработку методик контроля. Мы приглашаем все заинтересованные организации к сотрудничеству в реализации специализированных методик на базе универсального ультразвукового прибора УД4-Т NU-01.

## Литература

1. УД4-Т: от дефектоскопии к дефектометрии. – В мире НК. 1999. № 6. С. 34-35.
2. Носов А. Б. Компьютеризация НК. Новые возможности. – В мире НК. 2000. № 2(8). С. 16-17.
3. Кретов Е. Ф. Классификация приборов акустического НК. – В мире НК. 2002. № 1(15). С. 9-10.
4. Самокрутов А. А., Пастушков П. С., Люткиевич А. М., Козлов В. Н. УЗ дефектоскоп А1212 Мастер. – В мире НК. 2003. № 3(21). С. 45-50.
5. Бобренко В. М., Покладов А. А., Рылский В. Е. Ультразвуковая тензометрия разъемных соединений. – В кн.: Материалы I Нац. конф. «Методы и средства неразрушающего контроля и технической диагностики». – Кишинев: 2003, с. 76-80.
6. Ткаченко А. А., Гаврев В. С., Ралдугин А. Н. и др. УД3-21 – дефектоскоп нового поколения на основе PC Notebook. – В мире НК. 2004. № 1(23). С. 47-50.
7. Луценко Г. Г., Свистун А. В. Ультразвуковой дефектоскоп УД3-71. – В мире НК. 2004. № 3(25). С. 46-48.

Статья получена 23 декабря 2004 г., в окончательном варианте 3 марта 2005 г.

# Томографик УД4-Т

## Многофункциональный дефектоскоп нового поколения

- Частотный диапазон с плавной регулировкой от 0,4 до 10 МГц
- Два независимо управляемых строба (А и В)
- Автоматическое или ручное построение кривой ВРЧ (до 256 точек)
- Два вида представления сигналов: Детектированный и Радио
- Построение и обработка А, В и D (TOFD) разверток
- Режимы: огибающей, заморозки, отображения хода луча, zoom
- Оценка конфигурации и размеров дефектов по томографическому изображению
- Автоматическое определение скорости УЗК и задержки в призме
- Система слежения за акустическим контактом.

**Приложения общего назначения:**

- «Томографик 1.1» – ультразвуковой дефектоскоп;
- «Томографик 1.2» – УЗ толщиномер (0,2 - 700 мм);
- «Томографик 1.3» – паспортизация ПЭП (АРД диаграммы).

**Железнодорожные приложения:**

- «Томографик 2.1» – методика контроля колесных пар вагонов в соответствии с РД 07.09-97;
- «Томографик 2.2» – методика контроля черновых осей в соответствии с РД 32.144-200;
- «Томографик 2.3» – методики контроля деталей локомотивов.

**Авиационные приложения:**

- «Томографик 3.1» – резонансный дефектоскоп (0,2 - 1,0 МГц);
- «Томографик 3.2» – акустический тензометр (метод акустоупругости для определения степени затяжки резьбовых деталей).

**Группа сервисных приложений:**

- «FlashPlayer», «Калькулятор».

**Встроенные УЗ приложения:**

- «Томографик 1.1» – ультразвуковой дефектоскоп;
- «Томографик 1.2» – УЗ толщиномер (0,2 - 700 мм);
- «Томографик 1.3» – паспортизация ПЭП (АРД диаграммы).

**Эксплуатационные данные:**

Батареи: Li-on, мониторинг, энергообращение  
Цветной TFT дисплей: 320 x 240 dpi

Интерфейс: RS 232, IrDA, Ethernet  
Климатика: IP54, -20/+50° C

Тел/факс: +7(095) 995-11-01, 518-94-32,  
market@votum.ru, www.votum.ru

Тел/факс: (+373 22) 56-00-47, 56-00-48,  
office@votum.md