

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Системы калибровки ультразвуковых пьезоэлектрических преобразователей АВГУР 5.4

Назначение средства измерений

Системы калибровки ультразвуковых пьезоэлектрических преобразователей АВГУР 5.4 (далее – Системы) предназначены для измерений временных интервалов и амплитуд эхосигналов, полученных ультразвуковыми контактными и иммерсионными, прямыми и наклонными, совмещенными и раздельно-совмещенными, фокусирующими и не фокусирующими пьезоэлектрическими преобразователями (ПЭП) с частотами от 0,8 до 10 МГц, и координат местоположения ПЭП.

Описание средства измерений

В Системах применяется эхо-импульсный метод неразрушающего контроля. С помощью зондирующего импульса возбуждается пьезопластина ПЭП и упругие колебания распространяются в воде или в металле настроечного образца, принятые эхо-сигналы преобразовываются в цифровую форму с учетом текущей координаты сканирующего устройства, удерживающего преобразователь, и подвергаются математической обработке с целью определения параметров и характеристик ПЭП.

Система состоит из следующих составных частей:

- Персональный компьютер (ПК);
- Блок системный (БС);
- Сканирующее устройство (СУ) с комплектом сменных частей:
 - Прижимы и держатели для ПЭП различных типоразмеров и габаритов;
 - Стандартные образцы с подставками;
 - Иммерсионная ванна с набором мишеней.

Персональный компьютер представляет собой любой персональный компьютер, имеющий интерфейс USB2.0, с установленным программным обеспечением для осуществления оператором управления системой.

БС соединяется с ПК через интерфейс USB и состоит из:

- модуля аналого-цифрового преобразования (МАЦП);
- модуля управления сканером (МУСК);
- блока питания системы (БПС);
- модуля питания двигателей (МПД).

На БС выводится индикация подачи питания, находится кнопка включения питания, кнопка аварийного останова, разъемы для подключения ПЭП, подачи питания, соединения БС с шаговыми двигателями и концевыми выключателями сканирующего устройства, разъем для внешней синхронизации.

МАЦП, входящий в состав БС, обеспечивает следующие функции:

- формирования зондирующего импульса;
- формирование команд для управления приводами сканера;
- формирования команд для управления приемо-передающим трактом Системы;
- усиления и ослабления эхосигналов, поступающих по кабелю от МК;
- преобразование полученных эхо-сигналов в цифровую форму, цифровая обработка и запоминание в буферной памяти для последующей передачи данных в ПК;
- приема и передачи команд по последовательному каналу, в соответствии с протоколом обмена, определяемым стандартом RS-485;
- приема и передачи команд и данных по интерфейсу USB2.0.

В соответствии с этим МАЦП содержит следующие функциональные элементы:

- двенадцатиразрядный быстродействующий аналого-цифровой преобразователь с фильтром высоких частот (ФВЧ) на входе;
- регулируемый широкополосный усилитель (РШУ), управляемый цифроаналоговым преобразователем (ЦАП);
- быстродействующий двенадцатиразрядный аналого-цифровой преобразователь (АЦП);
- буферную память 512К;
- приемопередатчик RS485 последовательных цифровых данных с гальванической развязкой;
- регулируемый высоковольтный источник питания;
- формирователь зондирующего импульса ударного типа;
- коммутатор, обеспечивающий работу ПЭП в совмещенном и отдельном режиме, а также переключение демпфирующих сопротивлений в передающем тракте системы;
- аттенюатор, реализующий возможность измерения формы и амплитуды зондирующего импульса;
- программируемую логическую интегральную схему (ПЛИС), обеспечивающую с помощью контроллера USB2.0 интерфейс с ПК, управление сканированием и коммутацией каналов и синхронизацию работы всей системы.

Конструктивно МАЦП выполнен в виде печатной платы с установленными по ее периферии разъемами.

МУСК обеспечивает приём и передачу сигналов по последовательному каналу связи в соответствии с протоколом обмена, определяемым стандартом RS-485, вырабатывает программно управляемые сигналы, необходимые для работы шаговых электроприводов сканирующего устройства, а также обрабатывает и передает информацию о состоянии датчиков конечного положения сканера.

В своём составе МУСК содержит:

- микроконтроллер;
- схему интерфейса стандарта RS-485;
- модуль питания;
- элементы гальванической развязки.

БПС предназначен для обеспечения электропитанием всех элементов системы. БПС выполнен на базе компьютерного блока питания АТХ 350 Вт. Из вырабатываемых блоком напряжений используются напряжения + 5 В и + 12 В.

МПД представляет собой повышающий преобразователь постоянного напряжения из + 12 В к + 27 В и служит для обеспечения электропитанием шаговых двигателей сканирующего устройства.

Сканирующее устройство представляет собой двухкоординатный или однокоординатный позиционирующий сканер с комплектом сменных частей (прижимов и держателей ПЭП, подставок для образцов, иммерсионной ванны), предназначенный для перемещения одного ПЭП в одной плоскости (по поверхности образца или в иммерсионной ванне).

Акустический контакт между контактным преобразователем и образцом осуществляется с помощью контактной жидкости, наносимой на поверхность образца.

Фотографии общего вида Систем представлены на рисунках 1, 2.

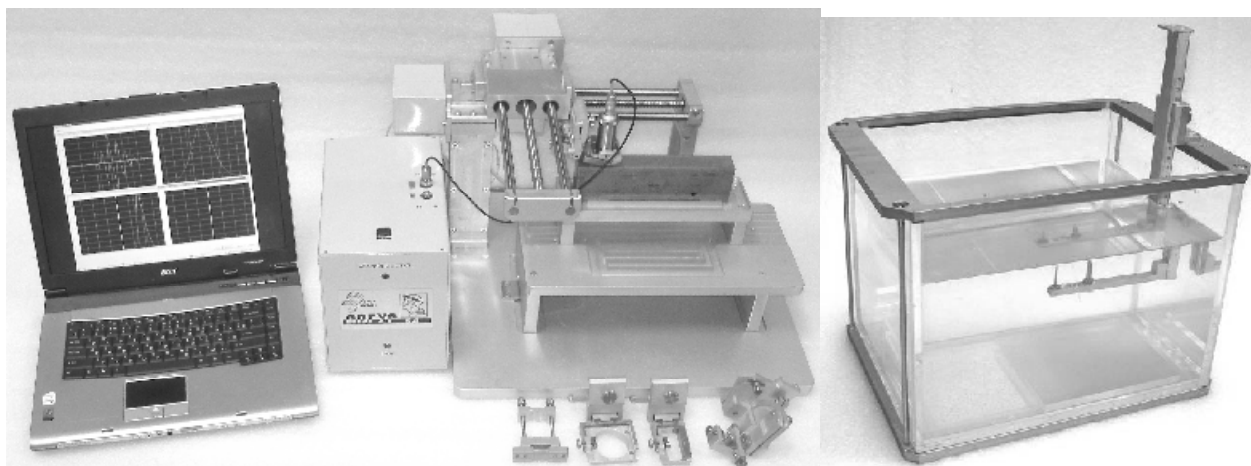


Рисунок 1 – Внешний вид блока системного, двухкоординатного сканирующего устройства, ПК, иммерсионной ванны

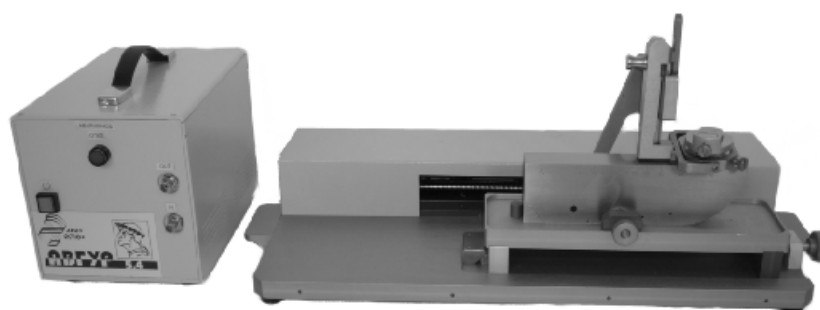


Рисунок 2 – Внешний вид блока системного, однокоординатного сканирующего устройства

Для предотвращения несанкционированного доступа используется пломбировка блока системного. Схема пломбировки приведена на рисунке 3.

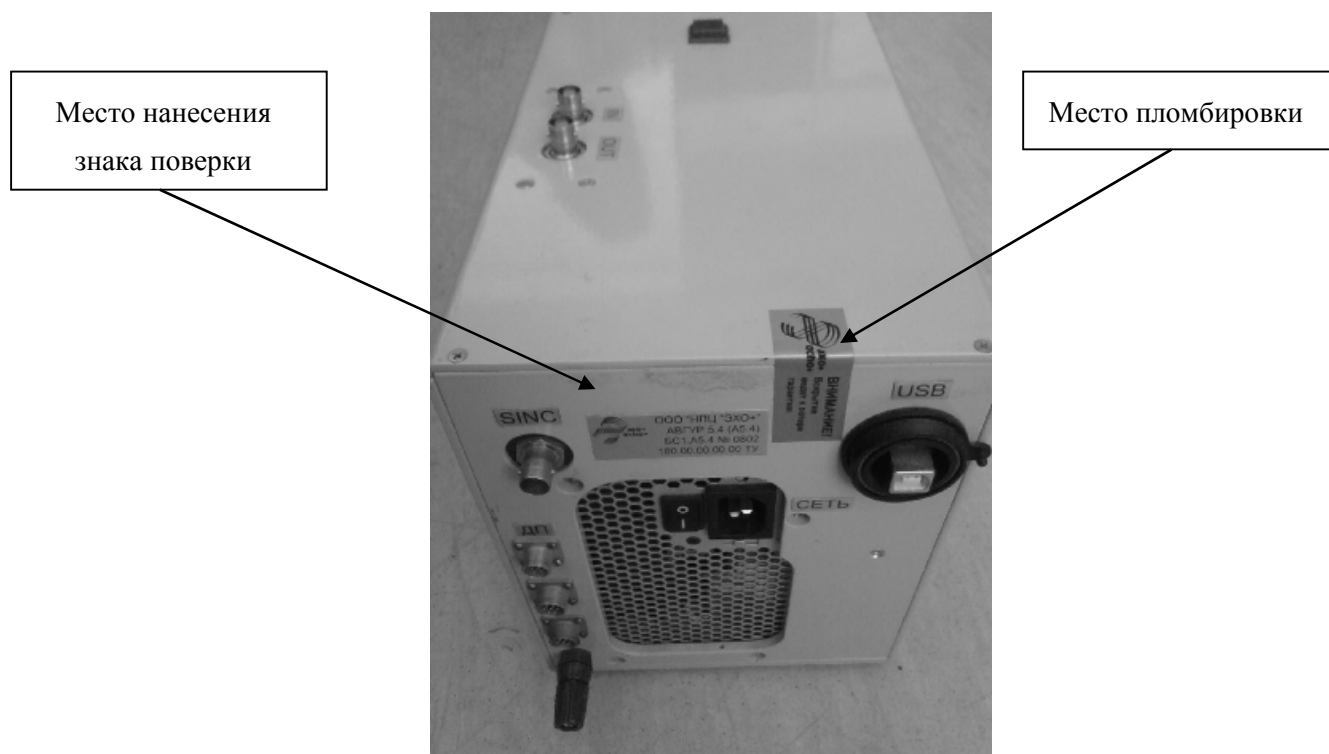


Рисунок 3 – Схема с обозначением места пломбировки блока системного и места нанесения знака поверки

Система определяет параметры и характеристики ПЭП, регламентированные ГОСТ 23702-90 и EN 12668-2 с использованием методов, приведенных в этих нормативных документах, а также методов, основанных на расчете поля ПЭП по многочастотным голограммам, измеренным при сканировании. Перечень параметров приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Параметры ПЭП, определяемые Системой

Параметр
Форма эхо-импульса (эхо-импульс)
Длительность эхо-импульса
Амплитудно-частотная характеристика (спектральная характеристика)
Эффективная частота эхо-импульса (центральная частота)
Полоса пропускания (полоса частот), относительная полоса частот
Коэффициент двойного преобразования (эхо-импульсная чувствительность)
АРД-диаграмма
Функция шумов (ревеберационно-шумовая характеристика)
Точка ввода (стрела)
Время распространения (задержки) в призме (акустической задержке)
Мертвая зона
Диаграмма направленности в основной плоскости (угол ввода, ширина диаграммы направленности)
Диаграмма направленности в дополнительной плоскости (угол ввода, ширина диаграммы направленности)
Величина ближней зоны

Продолжение таблицы 1

Фокусное расстояние
Протяженность фокальной области (длина фокуса, ширина фокуса в основной и дополнительной плоскости)
Подавление помех излучатель-приемник (для отдельно-совмещенных ПЭП)
Амплитуда продольной, поперечной, поверхностной волны
Характеристика поля вдоль пластины широкозахватного ПЭП
Эффективные размеры пьезоэлемента

Программное обеспечение

Программное обеспечение (ПО), установленное на ПК, осуществляет управление работой Системы, сбор, систематизированное долговременное хранение и обработку данных. В пакет ПО входит программа «Калибровка ПЭП», предназначенная для определения характеристик ПЭП, и программа «Поверка», предназначенная для проверки параметров приемо-передающего тракта БС.

Идентификационные признаки ПО соответствуют данным, приведенным в таблице 2.

Таблица 2

Идентификационное наименование ПО	Номер версии (идентификационный номер) ПО	Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО
Калибровка ПЭП	5.XXX, где XXX номер версии	-	-
Поверка	5.XXX, где XXX номер версии	-	-

Защита ПО от непреднамеренных и преднамеренных изменений соответствует уровню «высокий» согласно Р 50.2.077-2014.

Метрологические и технические характеристики

Таблица 3

Наименование характеристики	Значение характеристики
Длительность зондирующего импульса на активной нагрузке 50 Ом и максимальной амплитуде, нс, не более	100
Длительность переднего фронта зондирующего импульса на активной нагрузке 50 Ом и максимальной амплитуде, нс, не более	15
Номинальные значения амплитуды зондирующего импульса и их отклонения, В	200±20 100±10 50±5 25±2,5
Эффективный выходной импеданс генератора зондирующего импульса, Ом, не более	5
Диапазон регулировки коэффициента усиления с шагом 1 дБ, дБ	От 0 до 70
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки коэффициента усиления, дБ	±0,5
Диапазон измерений временных интервалов, мкс	От 0,05 до 50

Наименование характеристики	Значение характеристики
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений временных интервалов, мкс	±0,05
Максимальное измеряемое значение амплитуды входного сигнала (при минимальном значении коэффициента усиления), В	10±1
Полоса пропускания приемного тракта по уровню -3 дБ, МГц	От 0,5 до 15
Неравномерность полосы пропускания приемного тракта, не более, дБ	±1
Банк демпфирующих сопротивлений приемного тракта, Ом	От 50 до 500
Эквивалентное среднеквадратичное значение напряжения шумов, приведенное ко входу усилителя Системы в полной полосе пропускания, мкВ, не более	80
Минимальный шаг сканирования по осям X и Y, мм, не более	0,02
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений координат ПЭП по осям X и Y на апертуре 190 мм, мм	±1
Время непрерывной работы при проведении контроля без снижения достоверности результатов калибровки, ч, не менее	8
Средний срок службы Системы, лет, не менее	10
Условия эксплуатации: - температура окружающего воздуха, °С - относительная влажность воздуха при температуре 25 °С, % - атмосферное давление, мм рт. ст.	От 10 до 35 От 15 до 80 От 630 до 800
Масса: сканирующего устройства двухкоординатного, кг сканирующего устройства однокоординатного, кг блока системного, кг	36 13 5,0
Габариты (Д´Ш´В): сканирующего устройства двухкоординатного, мм сканирующего устройства однокоординатного, мм	560´ 430´ 394 570´ 240´ 275

Знак утверждения типа

наносится на заднюю панель блока системного методом наклеивания этикетки.

Комплектность средства измерений

Таблица 4

№ п.п.	Обозначение изделия	Наименование изделия	Кол-во	Маркировка
	180.00.00.00.00	СИСТЕМА АВГУР 5.4 В СОСТАВЕ:		
1.	180.01.00.00.00	Блок системный	1	БС.А5.4
2.	180.05.00.00.00	Сканирующее устройство в составе:	1	СУ.А5.4
2.1.	180.06.03-06.00.00	Подставка	1	Название образца: СО-2, СОП-СФ-55
2.2.	180.06.07-10.00.00	Прижим	1	Габаритные размеры ПЭП
2.3.	180.06.12-15.00.00	Держатель	1	Габаритные размеры ПЭП
2.4.	180.06.11.00.00	Ванна иммерсионная	1	–

№ п.п.	Обозначение изделия	Наименование изделия	Кол-во	Маркировка
3.	180.07.00.00.00	Комплект инструментов и принадлежностей	–	–
–	–	Инструменты	–	–
3.1.	180.06.05.00-02.00	Настроечный образец полусферический, Ø110 мм.	1	СОП-СФ-55
3.2.	ГОСТ 14782-86	Контрольный образец № 2 из комплекта контрольных образцов и вспомогательных устройств КОУ-2	1	СО-2
3.3.	ГОСТ 14782-86	Контрольный образец № 3 из комплекта контрольных образцов и вспомогательных устройств КОУ-2	1	СО-3
–	–	Принадлежности	–	–
3.4.	–	Персональный компьютер (ПК)	1	Заводская маркировка
3.5.	Bulgin PX0 840/D/3M 00	Кабель USB 2.0	1	Заводская маркировка
3.6.	ВР0.364.013ТУ	Тройник СР-50-95ФВ	1	Заводская маркировка
3.7.	180.07.01.00.00	Кабель высокочастотный соединительный	2	КВС.А5.4
4.	–	Упаковка		
4.1.	–	Ящик 5.4	1	АВГУР 5.4
5.	–	Эксплуатационная документация	–	–
5.1.	180.00.00.00.00 РЭ	Руководство по эксплуатации	1	
5.2.	180.00.00.00.00 ФО	Формуляр	1	–
5.3.	–	Паспорта контрольных и настроечных образцов	–	–
5.4.	180.00.00.00.00МП	Методика поверки	1	
6.		Программное обеспечение	–	–
6.1.	–	CD (компакт диск) с копией программного обеспечения Системы	1	

ПРИМЕЧАНИЕ.

В таблице 4 представлена полная комплектация Системы. Система может поставляться в неполной и дополнительной комплектации, определяемой заявкой Заказчика.

В таблице 4 под персональным компьютером понимается любой ПК, имеющий интерфейс USB2.0.

Поверка

осуществляется в соответствии с документом 180.00.00.00.00МП «Системы калибровки ультразвуковых пьезоэлектрических преобразователей АВГУР 5.4. Методика поверки», утвержденным ФГУП «ВНИИОФИ» в октябре 2015 г.

Основные средства поверки:

1. Осциллограф цифровой TDS 220. (Госреестр № 19294-00).
2. Генератор сигналов сложной формы AFG3022. (Госреестр № 32620-06).
3. Штангенциркуль ШЦ-II-250-0,05. Диапазон измерения от 0 до 250 мм. Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений ±0,05 мм.
4. Контрольный образец №2 из комплекта контрольных образцов и вспомогательных устройств КОУ-2. (Госреестр № 06612-99).

Сведения о методиках (методах) измерений

приведены в разделе 3 руководства по эксплуатации «Система калибровки ультразвуковых пьезоэлектрических преобразователей АВГУР 5.4. Руководство по эксплуатации. 180.00.00.00.00РЭ».

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к системам калибровки ультразвуковых пьезоэлектрических преобразователей АВГУР 5.4

Технические условия «Система калибровки ультразвуковых пьезоэлектрических преобразователей АВГУР 5.4. Технические условия. 180.00.00.00.00ТУ».

Изготовитель

Общество с ограниченной ответственностью «Научно-производственный центр неразрушающего контроля «ЭХО+» (ООО «НПЦ «ЭХО+»)

ИНН 7706017584

Адрес: Россия, 123182, Москва, ул. Твардовского, д. 8, стр 1, «Технопарк «СТРОГИНО»

Телефон/факс: (495) 780-92-50

Испытательный центр

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт оптико-физических измерений» (ФГУП «ВНИИОФИ»)

Адрес: 119361, г. Москва, ул. Озерная, 46

Телефон: (495) 437-56-33, факс: (495) 437-31-47

E-mail: vniofi@vniofi.ru

Сайт: www.vniofi.ru

Аттестат аккредитации ФГУП «ВНИИОФИ» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № 30003-14 от 23.06.2014 г.

Заместитель

Руководителя Федерального
агентства по техническому
регулированию и метрологии

С.С. Голубев

М.п.

« ____ » _____ 2016 г.