

## ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Дефектоскопы ультразвуковые многоканальные с цифровой фокусировкой и автоматизированным сканированием антенными решетками АВГУР-АРТ

### Назначение средства измерений

Дефектоскопы ультразвуковые многоканальные с цифровой фокусировкой и автоматизированным сканированием антенными решетками АВГУР-АРТ (далее по тексту - дефектоскопы) предназначены для измерения координат дефектов и амплитуд сигналов отраженных от них при проведении автоматизированного ультразвукового контроля (АУЗК) сварных соединений и основного материала оборудования, деталей, трубопроводов и прочих изделий из металлов, их сплавов и других материалов.

### Описание средства измерений

Принцип действия дефектоскопа основан на акустическом эхо-методе неразрушающего контроля. Дефектоскоп обеспечивает работу в режимах цифровой фокусировки антенны (ЦФА) и ультразвуковой фазированной решетки (ФР).

Ультразвуковая волна, генерируемая преобразователем дефектоскопа (одним элементом преобразователя в режиме ЦФА или несколькими в режиме ФР) проникает в объект контроля, распространяется в нем, отражается от несплошностей или донной поверхности объекта контроля, принимается преобразователем дефектоскопа (одним элементом преобразователя в режиме ЦФА или несколькими в режиме ФР) и преобразовывается в электрический сигнал.

Дефектоскоп состоит из следующих основных частей и принадлежностей: блок системный (содержащий модуль ультразвуковой, модуль управления, модуль питания), блок питания, аккумуляторная батарея, кабель сигнальный на катушке, кабель питания на катушке, управляющий компьютер (УК), ультразвуковые антенные решетки (АР), различные сканирующие устройства для перемещения антенных решеток (СКУАР).

Модуль ультразвуковой выполняет излучение и прием ультразвуковых импульсов, принимает данные с датчика положения (ДП) СКУАР. Модуль управления выполняет управление СКУАР, определяет температуру внутри корпуса и заряд аккумуляторов. Модуль питания вырабатывает необходимое напряжение для питания блока системного и сканирующего устройства. Сканирующие устройства осуществляют перемещение по контролируемому объекту ультразвуковых антенных решеток. СКУАР, включают в свой состав один или два датчика положения (ДП) и один или два электродвигателя (сервомотора).

На передней и задней панелях блока системного находятся разъемы для подключения ДП, двигателей СКУАР, УК, блока питания, аккумуляторной батареи, кабеля питания, кнопки для управления СКУАР, индикация заряда аккумулятора.

Область применения дефектоскопов - автоматизированный ультразвуковой контроль материала готовых изделий, заготовок и сварных соединений как строящихся, так и находящихся в эксплуатации объектов различных отраслей промышленности (энергетика, авиация, транспорт, нефтегазовые и нефтеперерабатывающие комплексы и др.).

Фотография общего вида дефектоскопа представлена на рисунке 1.

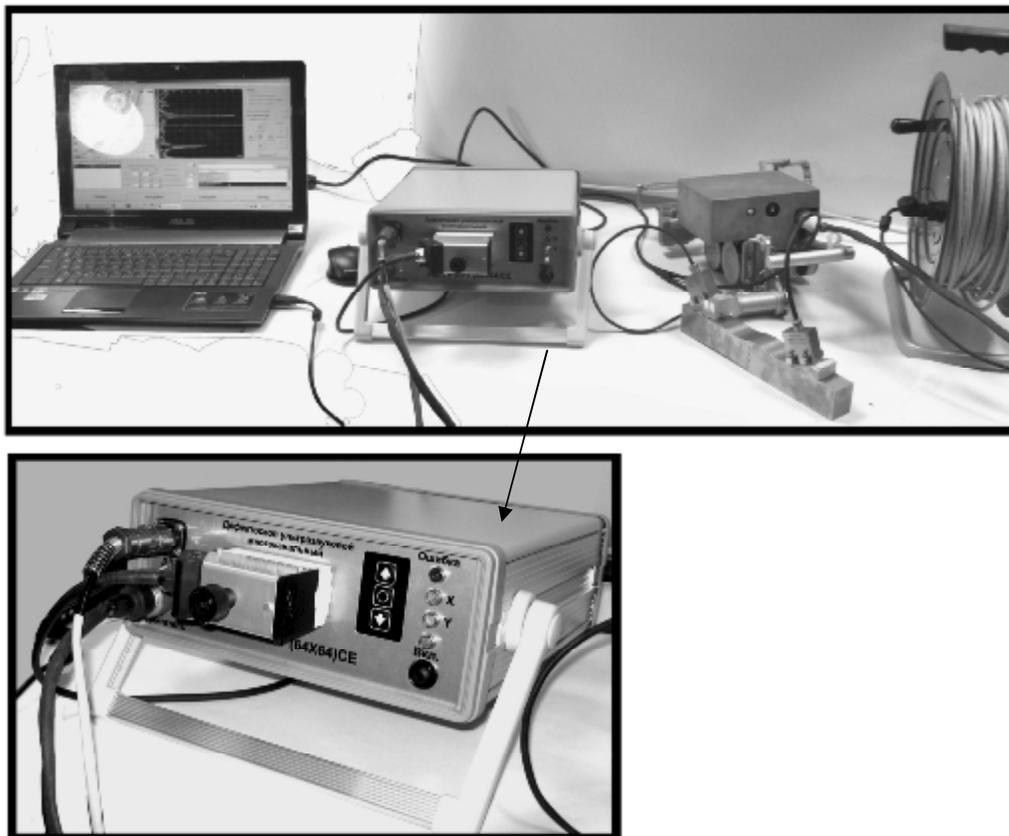


Рисунок 1 – Внешний вид управляющего компьютера, дефектоскопа, соединительных кабелей, СКУАР и АР на призмах

В режиме ФР перед проведением контроля выполняется расчет временных задержек излучения и приема импульсов для обеспечения требуемых параметров контроля (диапазон углов ввода, глубин фокусировки луча). Визуализация несплошностей выполняется при представлении данных контроля в виде растровой картины распределения амплитуд в установленной цветовой палитре.

В режиме ЦФА полученные данные подвергаются обработке по алгоритму C-SAFT для получения изображения несплошностей. Визуализация несплошностей выполняется при представлении данных контроля в виде растровой картины распределения амплитуд в установленной цветовой палитре. При визуализации несплошностей учитывается наличие отражений от внутренней и внешней поверхности объекта контроля с заданной формой, трансформации типа волны, в одном изображении могут быть объединены изображения, полученные по нескольким схемам контроля.

В режиме ЦФА-Х (цифровая фокусировка антенны с механическим сканированием АР вдоль апертуры решетки) на первом этапе выполняется сбор данных при переборе всех комбинаций излучатель-приемник для линейной АР в заданных точках линии сканирования, а на втором этапе выполняется совместная математическая обработка полученных данных с применением алгоритма комбинационный SAFT (C-SAFT).

В зависимости от исполнения дефектоскоп может иметь от 16 до 64 независимо управляемых каналов.

На корпусе дефектоскопа и в паспорте А62.100.00.00.00ПС должна быть выполнена маркировка, включающая в себя:

- наименование «Дефектоскоп ультразвуковой многоканальный АВГУР-АРТ»;

- количество независимо управляемых каналов дефектоскопа и общее количество каналов дефектоскопа в формате (ААхББ), где АА – количество независимо управляемых каналов, ББ – общее количество каналов дефектоскопа;
- символ «С» при подключении СКУАР с сервоприводами;
- символ «Е» при подключения управляющего компьютера через Ethernet.

Дефектоскопы предназначены для работы с АР, матрицами производства компаний IMASONIC, Olympus, Sonatest, ООО «НПЦ «ЭХО+», с эффективными частотами от 1,2 до 10 МГц, имеющими от 8 до 64 элементов, снабженных разъемом типа NEBV19/16PFD/ТАН, HYPERTRONICS. АР и матрицы устанавливаются на призмы или плоскопараллельные задержки.

Для предотвращения несанкционированного доступа используется пломбировка блока системного дефектоскопа. Схема пломбировки приведена на рисунке 2.



Рисунок 2 – Схема пломбировки блока системного дефектоскопа от несанкционированного доступа

### Программное обеспечение

Программное обеспечение (ПО), установленное на УК, осуществляет управление работой дефектоскопа, сбор, систематизированное долговременное хранение и обработку данных с использованием алгоритма С-SАFT и других методов. В пакет ПО дефектоскопа входит программа «Регистрация данных АВГУР-АРТ», предназначенная для настройки параметров контроля, визуализации изображений несплошностей, сбора данных контроля, и программа «Поверка АВГУР-АРТ», предназначенная для проверки параметров приемо-передающего тракта дефектоскопа, применяемых антенных решеток.

Идентификационные признаки ПО дефектоскопа соответствуют данным, приведенным в таблице 1.

Таблица 1

Наименование ПО	Идентификационное наименование ПО	Номер версии (идентификационный номер) ПО	Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО
Регистрация данных АВГУР-АРТ	Регистрация данных АВГУР-АРТ	А62.ХХХ, где ХХХ номер версии	-	-
Поверка АВГУР-АРТ	Поверка АВГУР-АРТ	А62.ХХХ, где ХХХ номер версии	-	-

Защита программного обеспечения дефектоскопа от непреднамеренных и преднамеренных изменений соответствует уровню С согласно МИ 3286-2010.

**Метрологические и технические характеристики**

Таблица 2

Наименование характеристики	Значение
Количество независимо управляемых каналов дефектоскопа, шт.	от 16 до 64
Диапазон установки амплитуд импульсов возбуждения, В	от 30 до 100 с шагом 10
Допускаемое отклонение установки амплитуды импульсов возбуждения, %	$\pm 10$
Диапазон установки длительности импульсов возбуждения, нс	от 50 до 400
Допускаемое отклонение установки длительности импульсов возбуждения, %	$\pm 10$
Полоса пропускания приемного тракта по уровню $-3$ дБ, МГц	от 0,6 до 12
Диапазон регулировки коэффициента усиления приемного тракта, дБ, не менее	от 0 до 80
Шаг регулировки коэффициента усиления приемного тракта, дБ	0,5
Линейность по вертикали, % экрана	$\pm 1$
Диапазон регулировки задержки развертки, мкс	от 1 до 600
Диапазон регулировки длительности развертки (при частоте оцифровки сигнала 20 МГц), мкс	от 1 до 200
Максимальная толщина контролируемых объектов, мм, не менее	2500
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения глубины залегания дефекта в диапазоне глубин от 1 до 200 мм для режимов ЦФА и ЦФА-Х, мм - при условии, что отношение апертурного угла* $\alpha$ (в градусах), к длине ультразвуковой волны $\lambda$ (в мм) составляет не менее 5; - при условии, что отношение апертурного угла* $\alpha$ (в градусах), к длине ультразвуковой волны $\lambda$ (в мм) составляет менее 5	$\pm 0,8$ $\pm (0,3 + 0,03 \cdot Z)$ , где Z – значение глубины, мм
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения расстояния от установленной точки начала координат до проекции дефекта на поверхность в диапазоне от 1 до 120 мм для режимов ЦФА и ЦФА-Х, мм - при условии, что отношение апертурного угла* $\alpha$ (в градусах), к длине ультразвуковой волны $\lambda$ (в мм) составляет не менее 5; - при условии, что отношение апертурного угла* $\alpha$ (в градусах), к длине ультразвуковой волны $\lambda$ (в мм) составляет менее 5	$\pm 1,0$ $\pm (0,3 + 0,03 \cdot X)$ , где X – значение расстояния от установленной точки начала координат до проекции дефекта на поверхность, мм
Диапазон измерения пройденного расстояния датчиком положения, мм, не менее	от 1 до 20000
Пределы допускаемой погрешности измерения пройденного расстояния датчиком положения - в диапазоне от 1 до 100 мм, мм - в диапазоне от 100 до 20000 мм, %	$\pm 0,5$ $\pm 0,5$
Время непрерывной работы без смены аккумуляторов, ч, не менее	2
Габаритные размеры блока системного (длина x ширина x высота), мм, не более	350 x 300 x 150
Масса блока системного, кг, не более	5
Средний срок службы, не менее, лет	10

Питание осуществляется от источника внешнего питания постоянного тока (от аккумуляторной батареи или блока питания, подключенного к сети переменного тока) с номинальным напряжением, В	12
Условия эксплуатации: - температура окружающего воздуха, °С - относительная влажность воздуха при температуре +25°С, %, - атмосферное давление, мм рт. ст.	от + 1 до + 40 от 15 до 80 от 630 до 800

\*Примечание - Апертурный угол определяется как угол, под которым из заданной точки видна апертура антенной решетки (в режиме ЦФА и ФР) или как сумма углов, под которыми видна апертура антенной решетки и область сканирования АР (в режиме ЦФА-Х).

### Знак утверждения типа

Знак утверждения типа наносится на переднюю панель блоков системных дефектоскопов методом шелкографии или фотохимическим методом, а также на титульный лист паспорта печатным способом.

### Комплектность средства измерений

Таблица 3

№ п.п	Обозначение изделия	Наименование изделия	Кол-во
1	A62.100-199.00.00.00	Блок системный дефектоскопа	1 шт.
2	A62.100.01-10.00.00	Блок питания БП-ДУМ-АРТ64	1 шт.
3	–	Аккумуляторная батарея	2 шт.
5	–	Комплект АР*	1 компл.
6	АР.01.00.001-100.01-99	Комплект призм*	1 компл.
7	A62.100.04.00.00	Кабель интерфейса USB	1 шт.
8	A62.100.03.00.00	Кабель сигнальный на катушке	1 шт.
9	–	Удлинитель сетевой	1 шт.
10	–	Управляющий компьютер с установленным ПО АВГУР-АРТ	1 шт.
11	–	Инструмент	1 компл.
12	–	Упаковка	1 компл.
13	A62.100.00.00.00РЭ	Руководство по эксплуатации	1 экз.
14	A62.100.00.00.00ПС	Паспорт	1 экз.
15	A62.100.00.00.00МП	Методика поверки	1 экз.
16	–	Паспорт АР*	1 экз.
17	–	Паспорт призм*	1 экз.
18	–	Паспорт стандартных образцов*	1 экз.

\*Примечание - Тип и количество зависит от заказа потребителя.

### Поверка

осуществляется по документу А62.100.00.00.00МП «Дефектоскопы ультразвуковые многоканальные с цифровой фокусировкой и автоматизированным сканированием антенными решетками АВГУР-АРТ. Методика поверки», утвержденному ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИОФИ» в марте 2013 года.

Основные средства поверки:

1. Образцы №1 и №2 из комплекта КОУ-2. Образец №2: высота 59 мм, боковые цилиндрические отверстия диаметром 2 и 6 мм.

2. Осциллограф цифровой TDS-2012B. Диапазон измеряемых размахов напряжений импульсных радиосигналов от 10 мВ – до 400 В (с делителем 1:10). Пределы допускаемой относительной погрешности измерения амплитуд сигналов для коэффициентов отклонения от 10 мВ/дел до 5 В/дел -  $\pm 3\%$ .

3. Штангенциркуль типа ШЦ по ГОСТ 166-89. Диапазон измерений 0 – 50 мм. Значение отсчета по нониусу 0,1 мм. Пределы допускаемой погрешности измерения  $\pm 0,05$  мм.

4. Угломер типа 1 по ГОСТ 5378-88. Диапазон измерений наружных углов 0 – 180°. Значение отсчета по нониусу 5'. Пределы допускаемой погрешности измерения  $\pm 5'$ .

#### **Сведения о методиках (методах) измерений**

Сведения о методиках (методах) измерений приведены в руководстве по эксплуатации, «Дефектоскоп ультразвуковой многоканальный с цифровой фокусировкой и автоматизированным сканированием антенными решетками АВГУР-АРТ. Руководство по эксплуатации. А62.100.00.00.00РЭ».

#### **Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к дефектоскопам ультразвуковым многоканальным с цифровой фокусировкой и автоматизированным сканированием антенными решетками АВГУР-АРТ**

Технические условия «Дефектоскоп ультразвуковой многоканальный с цифровой фокусировкой и автоматизированным сканированием антенными решетками АВГУР-АРТ. Технические условия. А62.100.00.00.00ТУ».

#### **Рекомендации по областям применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений**

Дефектоскопы ультразвуковые многоканальные с цифровой фокусировкой и автоматизированным сканированием антенными решетками АВГУР-АРТ применяются вне сферы государственного регулирования обеспечения единства измерений.

#### **Изготовитель**

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

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

Телефон/факс: 495-780-92-50

#### **Испытательный центр**

Государственный центр испытаний средств измерений федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно-исследовательский институт оптико-физических измерений» (ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИОФИ»), аттестат аккредитации (Госреестр №30003-08) от 30.12.2008.

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

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

E-mail: [vniofi@vniiofi.ru](mailto:vniofi@vniiofi.ru)

Заместитель  
Руководителя Федерального  
агентства по техническому  
регулированию и метрологии

Ф.В. Булыгин

М.п.

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2013 г.