

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок дефектоскопов вихретоковых HRID Heddy HET-02 (далее по тексту – дефектоскопы), изготовленных HRID NDT Ltd., 10090 Zagreb, Croatia, Vučak 32.

В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений глубины дефектов вращающимся и матричным ВТП, мм	от 0,3 до 5,0
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений глубины дефектов вращающимся и матричным ВТП, мм: - в диапазоне от 0,3 до 3,0 мм - в диапазоне св. 3,0 до 5,0 мм	$\pm 0,15$ $\pm(0,1 \cdot H)^*$
Диапазон измерений глубины дефектов для проходного ВТП, % толщины стенки	от 10 до 100 (сквозной дефект)
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений глубины дефектов проходным ВТП, % толщины стенки	± 10
Диапазон измерений расстояния энкодером, мм	от 4 до 14000
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений расстояния энкодером, мм	$\pm(2+0,001 \cdot L)^{**}$
Диапазон измерений протяженности между индикациями несплошностей, мм	от 4 до 100
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений протяженности между индикациями несплошностей в диапазоне от 4 до 10 мм включ., мм	± 1
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений протяженности между индикациями несплошностей в диапазоне св. 10 до 100 мм, %	± 10
* - H – измеренное значение глубины дефекта в мм	
** - L – измеренное энкодером значение расстояния в мм	

1.2 Необходимо обеспечение прослеживаемости поверяемых дефектоскопов к государственным первичным эталонам единиц величин посредством использования аттестованных (поверенных) в установленном порядке средств поверки.

По итогам проведения поверки должна обеспечиваться прослеживаемость поверяемых дефектоскопов к государственному первичному эталону единицы длины - метру ГЭТ 2-2021 (Приказа Росстандарта от 15.08.2022 № 2018 «О внесении изменений в Государственную поверочную схему для средств измерений длины в диапазоне от $1 \cdot 10^{-9}$ до 100 м и длин волн в диапазоне от 0,2 до 50 мкм, утвержденную приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 декабря 2018 г. № 2840») в соответствии с локальной поверочной схемой для вихретоковых дефектоскопов.

Методика поверки реализуется методом прямых измерений.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При проведении первичной (в том числе после ремонта) и периодической поверок должны выполняться операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции первичной и периодической поверок

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр	да	да	7
Подготовка к поверке и опробование	да	да	8
Проверка программного обеспечения (далее – ПО) средства измерений	да	да	9
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	-	-	10
Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений глубины дефектов вращающимся, матричным и проходным ВТП	да	да	10.1
Определение диапазона, абсолютной и относительной погрешности измерений протяженности между индикациями несплошностей	да	да	10.2
Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений расстояния энкодером	да	да	10.3

2.2 Поверка дефектоскопов осуществляется аккредитованными в установленном порядке юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями.

2.3 Поверка дефектоскопа прекращается в случае получения отрицательного результата при проведении хотя бы одной из операций, приведенных в таблице 2, а дефектоскоп признают не прошедшим поверку. Если дефектоскоп полностью прошел поверку с некоторыми вихретоковыми преобразователями (далее - ВТП) из комплекта поставки, то он признается прошедшим поверку с положительным результатом в составе соответствующих ВТП. При получении отрицательного результата по пункту 10.1 методики поверки, признается непригодным только соответствующий ВТП.

2.4 Не допускается проведение поверки для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 Поверка проводится при рабочих условиях эксплуатации поверяемых дефектоскопов и используемых средств поверки. Средства поверки должны быть подготовлены к работе в соответствии с руководствами по их эксплуатации.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки дефектоскопов допускается инженерно-технический персонал со средним или высшим техническим образованием, имеющий право на проведение поверки (аттестованными в качестве поверителей), изучивший устройство и принцип работы средств поверки по эксплуатационной документации.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 Рекомендуемые средства поверки указаны в таблице 3.

Таблица 3 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 10.1 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений глубины дефектов вращающимся, матричным и проходным ВТП	Средства измерений с диапазоном значений глубины искусственных дефектов (% толщины стенки трубы): А – 100 %, Б – 75 %, В – 55 %, Г – 35 %, Е – 15 %, Е – 10 % и пределами доверительной границы погрешности измерения глубины искусственных дефектов $\pm 3,5$ % толщины стенки (при $P=0,95$)	Комплект мер моделей дефектов теплообменных труб парогенераторов КММД-ПГ-16/13 (далее – мера КММД-ПГ-16/13), рег. № 53194-13
п. 10.1 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений глубины дефектов вращающимся, матричным и проходным ВТП	Средства измерений со значениями глубины искусственных дефектов: $0,3_{-0,02}^{+0,04}$, $0,5_{-0,05}^{+0,07}$ мм; $1 \pm 0,1$ мм; $2 \pm 0,1$ мм; $5 \pm 0,5$ мм; и пределами допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения ширины и глубины искусственных дефектов $\pm 0,025$ мм в диапазоне глубин от 0,4 до 0,9 мм; $\pm 0,05$ мм в диапазоне глубин от 1,0 до 2,9 мм; $\pm 0,15$ мм в диапазоне глубин от 3,0 до 4,9 мм; $\pm 0,25$ мм в диапазоне глубин от 5 до 7 мм	Комплект мер искусственных дефектов КМИД-ВТ, мера Мера СО-212.02-А1 (далее – мера СО-212.02-А1), рег. № 59638-15
п. 10.2 Определение диапазона, абсолютной и относительной погрешности измерений протяженности между экстремумами сигналов от несплошностей; п. 10.3 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений расстояния энкодером	Эталоны единиц длины, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3 разряда согласно государственной поверочной схеме утвержденной приказом федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 15.08.2022 № 2018 в диапазоне значений от 0,5 до 100,0 мм	Меры длины концевые плоскопараллельные, набор №1 (далее – меры концевые), рег. № 74059-19

Продолжение таблицы 3

п. 10.3 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений расстояния энкодером	Средства измерений с диапазоном измерений от 0 до 250 мм, с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm 0,03$ мм в диапазоне от 0 до 200 мм, $\pm 0,04$ мм в диапазоне св. 200 до 250 мм	Штангенциркуль ШЦ-I-250-0,01 (далее – штангенциркуль), рег. № 72189-18
п. 10.3 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений расстояния энкодером	Вспомогательное оборудование	Угольник поверочный 90°, УШ 160x100 мм (далее – угольник), рег. № 75004-19

5.2 Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице 3.

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 Работа с дефектоскопами и средствами поверки должна проводиться согласно требованиям безопасности, указанным в нормативно-технической и эксплуатационной документации на средства поверки.

6.2 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности согласно ГОСТ 12.3.019-80.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие дефектоскопа следующим требованиям:

- комплектность дефектоскопа в соответствии с паспортом;
- отсутствие явных механических повреждений, влияющих на работоспособность дефектоскопа;
- наличие маркировки дефектоскопа в соответствии с документацией.

7.2 Результаты процедур поверки данного раздела считать положительными, если дефектоскоп соответствует требованиям, приведенным в п. 7.1.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Если дефектоскоп и средства поверки до начала измерений находились в климатических условиях, отличающихся от указанных в разделе 3, то их выдерживают при необходимых условиях не менее часа.

8.2 Открыть программное обеспечение (далее – ПО) HRID Heddy в режиме «Acquisition». Для установки параметров дефектоскопа в начальном окне программы нажать на кнопку «Tester Config», далее в появившемся окне (рисунок 1) на верхней панели меню выбрать «File», далее «Open». Загрузить необходимую настройку в соответствии с подключенным вихретоковым преобразователем (далее по тексту – ВТП). Для работы с проходным (Tester Config Bobbin 2IR.htc) и вращающимся вихретоковыми преобразователями следует открыть (Tester Config MRPC Tube.htc) соответствующий файл настроек. Для работы с матричным ВТП выбрать файл настроек (Tester Config Array 8x2.htc). При работе с подключенным энкодером убедиться, что установлена галочка в поле «Encoder Channel».

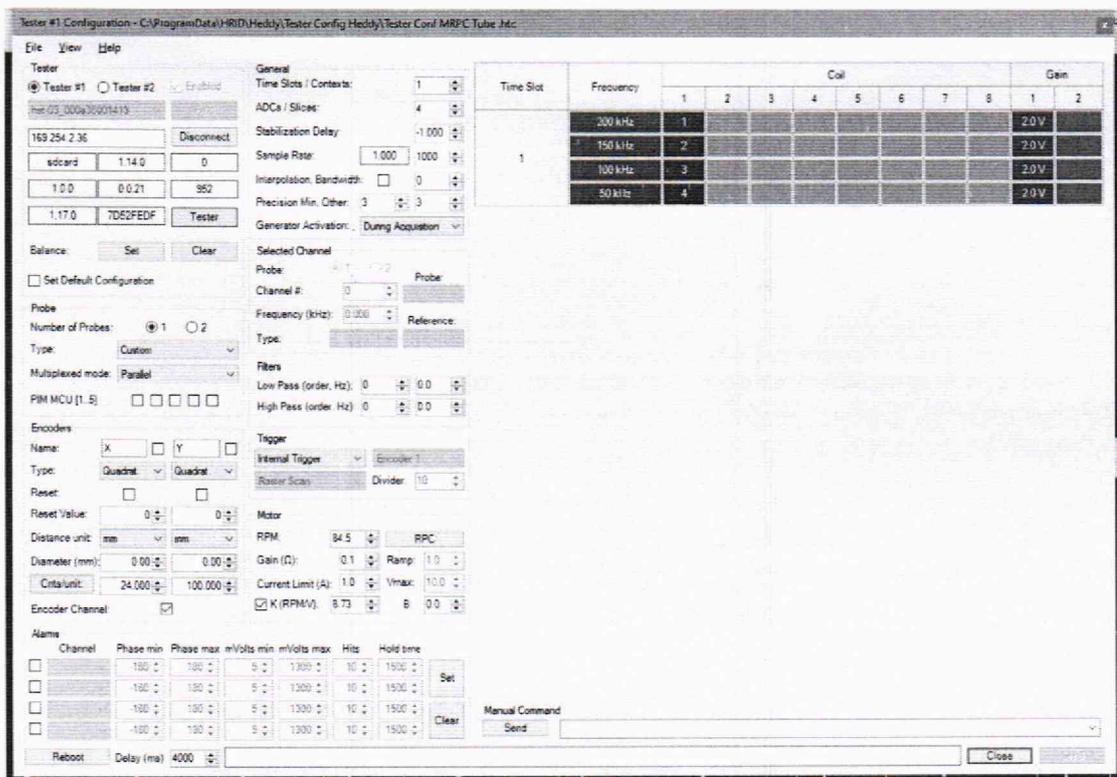


Рисунок 1 - Окно настроек программы HRID Heddy

8.3 Должен быть обеспечен обмен данными между дефектоскопом и ПО. С этой целью нажать кнопку «Connect».

8.4 Выполнить балансировку дефектоскопа. Для этого ВТП установить внутри бездефектного участка меры КММД-ПГ-16/13 (для проходного ВТП) или на бездефектный участок меры СО-212.02-А1 (для вращающегося и матричного ВТП). После этого в окне установок программы (рисунок 1) в поле «Balance» нажать кнопку «Set», затем в правом нижнем углу кнопку «Send», затем «Close». После выполнения всех указанных процедур настройка параметров дефектоскопа завершена.

8.5 На панели главного окна (рисунок 2) выбрать меню «Summary», в появившемся окне указать путь к папке для сохранения данных в поле «Data Folder», далее нажать «Close».

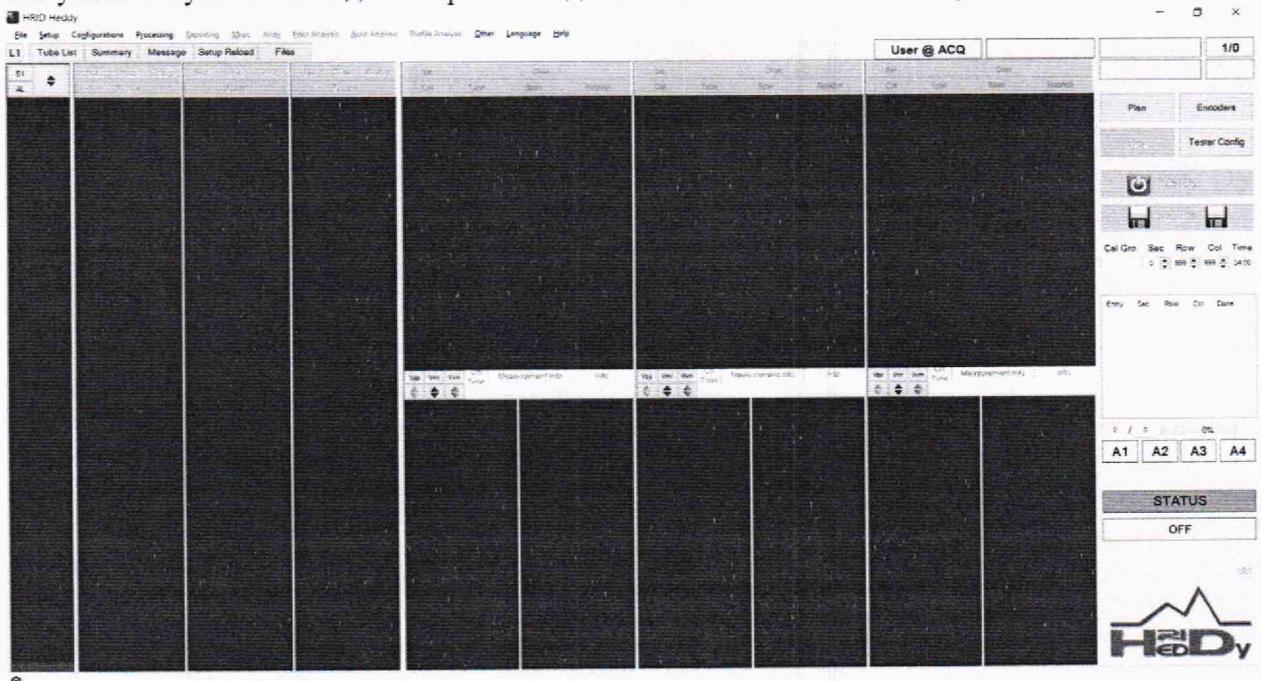


Рисунок 2 - Вид главного окна программы HRID Heddy

8.6 Начать сбор данных. Для этого в главном окне программы сбора данных (рисунок 2) нажать кнопку «TESTER», затем кнопку «ACQUIRE».

8.7 Провести контроль меры КММД-ПГ-16/13 №1 с помощью проходного ВТП, а меры СО-212.02-А1 с помощью вращающегося и матричного ВТП. Перемещение преобразователя выполнять с постоянной скоростью. Остановить сбор данных, нажав кнопку «ACQUIRE». Просмотр записанных данных осуществляется через меню «Tube List» главного окна.

8.8 В центре окна ПО, для выбранных каналов, должны отображаться годографы амплитуды вихретоковых сигналов (рисунок 3).

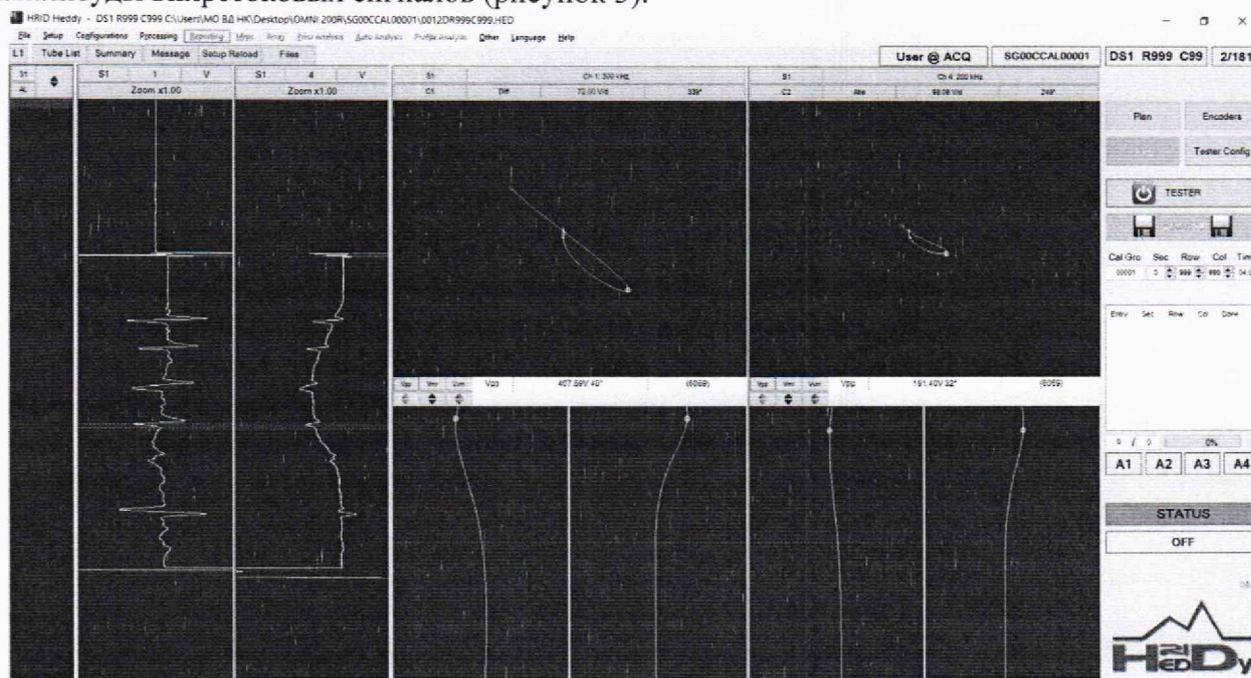


Рисунок 3 – Отображение годографов амплитуды вихретоковых сигналов

8.9 Проверку по пунктам 8.2 - 8.8 выполнить для всех ВТП из комплекта поставки дефектоскопа.

8.10 Результаты опробования считать положительными, если на экране отображаются годографы амплитуды сигналов от дефектов.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 В ПО «HRID Heddy» вызвать меню «Help», далее «About HRID Heddy». Прочитать идентификационное наименование и номер версии ПО в появившемся окне.

9.2 Проверить идентификационные данные ПО на соответствие значениям, приведенным в таблице 4.

Таблица 4 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	HRID Heddy
Номер версии (идентификационный номер) ПО	Не ниже 7.7.1
Цифровой идентификатор ПО	-

9.3 Результаты поверки по данному разделу считать положительными, если идентификационные данные ПО соответствуют значениям, приведенным в таблице 4.

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений глубины дефектов вращающимся, матричным и проходным ВТП

10.1.1 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений глубины дефектов для проходного ВТП.

10.1.1.1 Выполнить операции по пунктам 8.2 - 8.9.

10.1.1.2 Фазовый угол сигнала от сквозного дефекта на всех дифференциальных каналах установить равным 40 градусам. Установку угла можно провести двумя способами: автоматически - при зажатой клавише «Shift» произвести щелчок на среднюю клавишу мыши; или вручную: при зажатой клавише «Shift» подвести курсор на поле, где отображается фаза сигнала, нажать правую кнопку мыши, в этом случае при перемещении мыши вверх или вниз годограф начнет поворачиваться с одновременным отображением полученной фазы.

10.1.1.3 Размах сигнала от сквозного дефекта (100 %) установить равным 10 В на всех дифференциальных каналах. Для этого следует в главном меню выбрать «Configuration», далее «Calibration Voltages». Далее в первом поле для редактирования ввести 10, в нижнем поле ввести номера всех дифференциальных каналов через запятую: 1,3,5,7 и нажать кнопку «Set» рисунок 4.

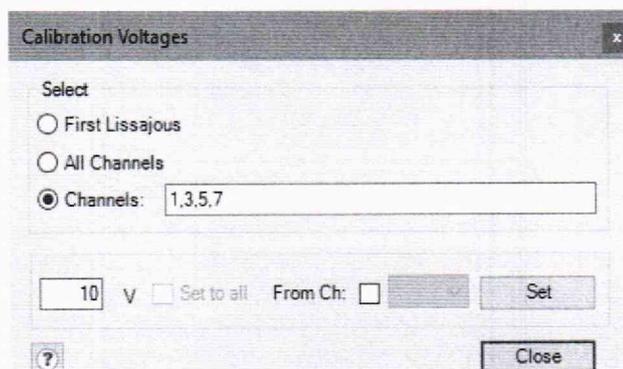


Рисунок 4 – Установка амплитуды сигнала

10.1.1.4 Построить фазовую калибровочную кривую, определяющую глубину дефекта в зависимости от фазы сигнала. Для этого следует в главном меню выбрать «Configuration», далее «Calibration Curves» (рисунок 5). Калибровочную кривую построить по трем точкам (по сигналам от трех дефектов) – сквозной дефект (100 %), 55 % и 15 % от толщины стенки (необходимо использовать действительные значения, приведенные в протоколе поверки меры КММД-ПГ-16/13 №1). После построения калибровочной кривой полученная фаза выбранного сигнала автоматически будет пересчитываться в глубину дефекта, выраженную в процентах от толщины стенки.

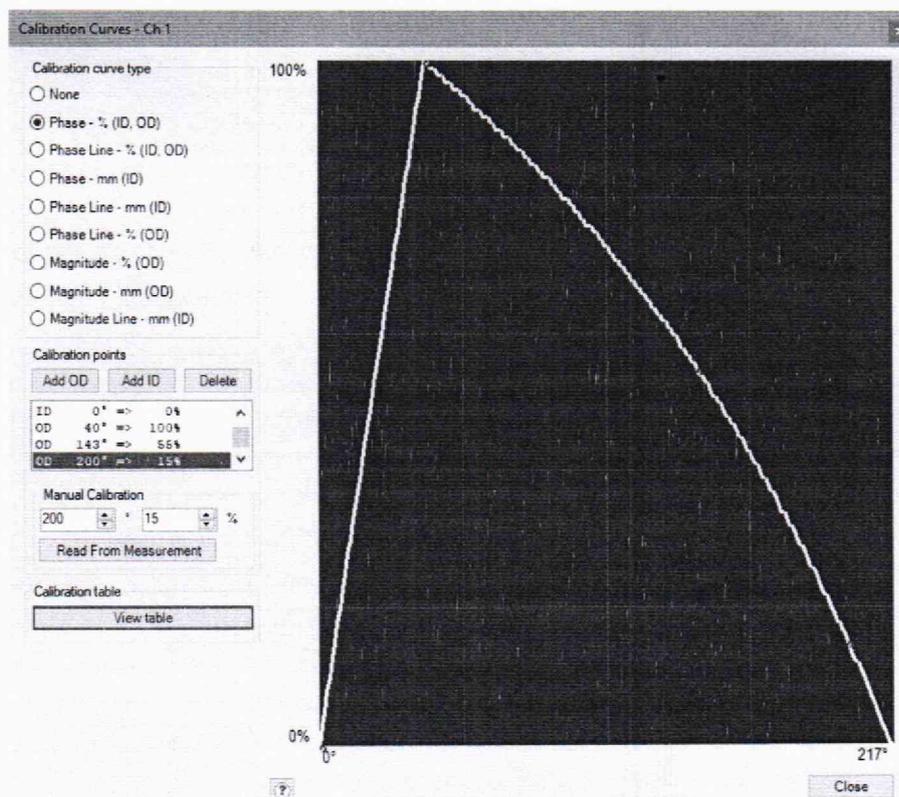


Рисунок 5 – Окно построения фазовой калибровочной кривой

10.1.1.5 Измерить на дефектоскопе глубины дефектов с номинальными значениями глубины 75 %, 35 %, 10 % от толщины стенки.

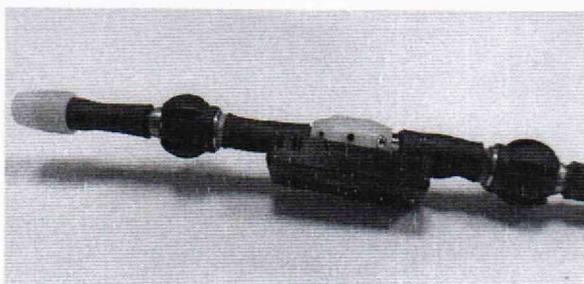
10.1.1.6 Вычислить абсолютную погрешность измерений глубины дефектов проходным ВТП по формуле (1):

$$\Delta H = H_{\text{изм}} - H_{\text{ном}} , \quad (1)$$

где $H_{\text{изм}}$ – глубина дефекта, измеренная на дефектоскопе, % толщины стенки;
 $H_{\text{ном}}$ – глубина дефекта, указанная в протоколе поверки меры, % толщины стенки.

10.1.2 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений глубины дефектов для вращающегося и матричного ВТП.

10.1.2.1 Для вращающегося и матричного ВТП сбор данных проводить, используя оправки для ВТП из комплекта оснастки для проведения поверки, входящие в состав дефектоскопа (рисунок 6). Выполнить операции по пунктам 8.2 - 8.9.



а)



б)

Рисунок 6 – Оправки: а) для вращающегося ВТП; б) для матричного ВТП

10.1.2.2 Размах сигнала от дефекта с глубиной 5,0 мм установить равным 10 В на всех дифференциальных каналах. Для этого следует в главном меню выбрать «Configuration», далее «Calibration Voltages». Далее в первом поле для редактирования ввести 10 (установить флажок в поле «All Channels») и нажать кнопку «Set».

10.1.2.3 Построить амплитудную калибровочную кривую, определяющую глубину дефекта (в мм) в зависимости от амплитуды сигнала. Для этого следует в главном меню выбрать «Configuration», далее «Calibration Curves» (рисунок 7). Калибровочную кривую построить по трем точкам (по сигналам от трех дефектов) – глубиной 5,0, 2,0 и 1,0 мм (необходимо использовать действительные значения, приведенные в протоколе поверки меры СО-212.02-А1). После построения калибровочной кривой полученный размах амплитуды выбранного сигнала автоматически будет пересчитываться в глубину дефекта, выраженную в мм.

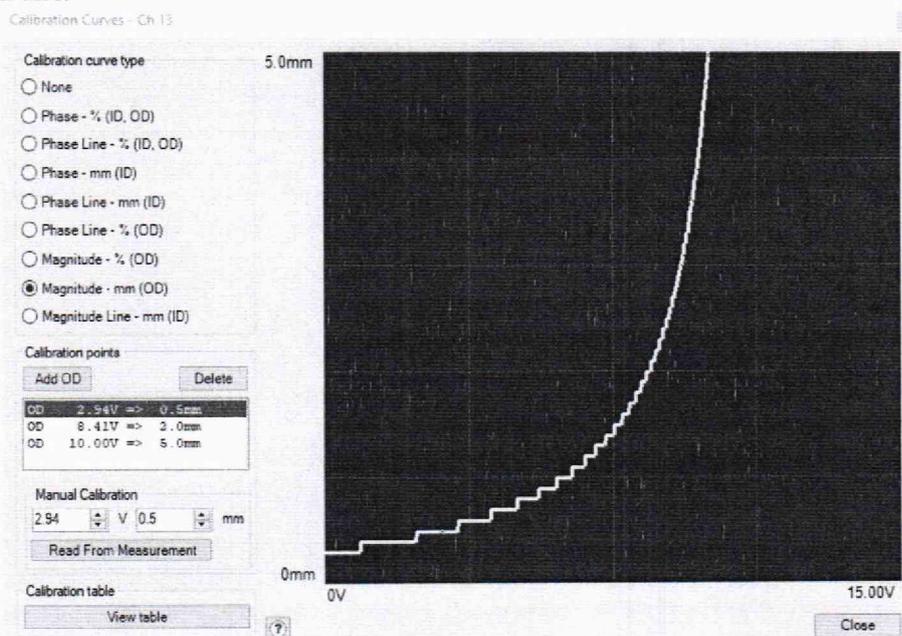


Рисунок 7 – Окно построения амплитудной калибровочной кривой

10.1.2.4 Измерить на дефектоскопе глубины дефектов с номинальными значениями глубины в диапазоне от 0,3 до 5,0 мм.

10.1.2.5 Вычислить абсолютную погрешность измерений глубины дефектов вращающимся ВТП по формуле (1).

10.1.3 Результаты поверки по данному разделу считать положительными, если диапазон измерений глубины дефектов проходным ВТП находится в диапазоне от 10 до 100 % толщины стенки трубы, диапазон измерений глубины дефектов вращающимся и матричным ВТП составляет от 0,3 до 5,0 мм, а абсолютная погрешность для проходного ВТП не превышает ± 10 % толщины стенки трубы, для вращающегося ВТП не превышает $\pm 0,15$ мм в диапазоне от 0,3 до 3,0 мм и $\pm(0,1 \cdot H)$ мм, в диапазоне свыше 3,0 до 5,0 мм, где H – измеренное значение глубины дефекта в мм.

10.2 Определение диапазона, абсолютной и относительной погрешности измерений протяженности между индикациями несплошностей

10.2.1 Установить ВТП и энкодер в оправку из комплекта оснастки для поверки, входящую в состав дефектоскопа, как показано на рисунке 8.



Рисунок 8 – ВТП и энкодер в оправке из комплекта оснастки для поверки

10.2.2 Установить последовательно концевые меры друг за другом номиналом 80, 4 и 100 мм, притерев их друг к другу. Собранный в п. 10.2.1 конструкцию поместить на концевые меры и произвести контроль области вдоль меры с номиналом 4 мм с захватом соседних концевых мер, как показано на рисунке 9. Контроль провести аналогично пунктам 8.5 – 8.6.

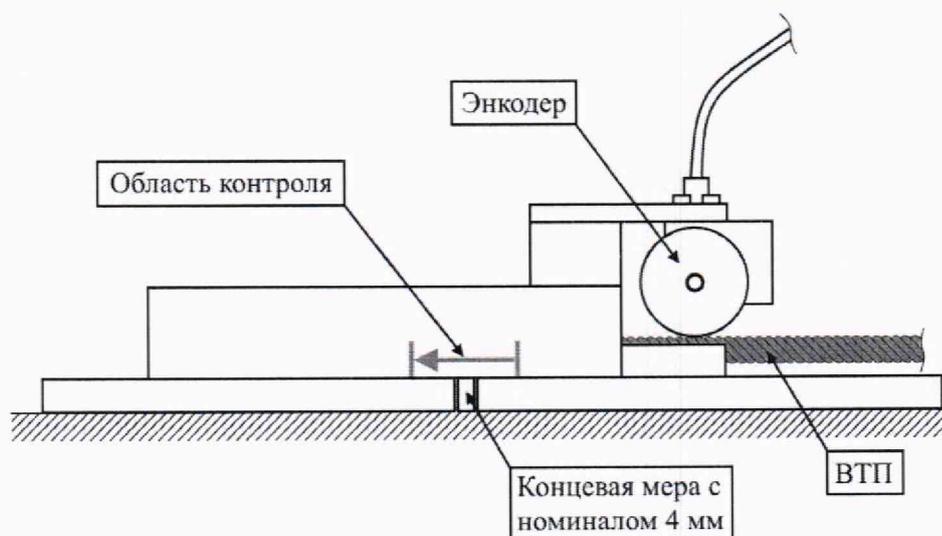


Рисунок 9 – Область контроля концевой меры с номиналом 4 мм

10.2.3 Произвести измерение протяженности между индикациями (максимум амплитуды) от границ концевой меры с номиналом 4 мм. Для этого необходимо закрыть окно ПО HRID Heddy и запустите его заново в режиме «Analysis», как показано на рисунке 10. Далее необходимо открыть в меню «Cal Group» данные контроля.



HRID Heddy Version 7.7.1

Login

User:

Application:

Type:

Load my last settings

© 2005 - 2019 HRID Ltd. www.hrid-ndt.hr

Рисунок 10 – Окно запуска ПО HRID Heddy

10.2.4 Перейти в меню «Landmarks». В открывшемся окне (рисунок 11) выбрать «File» – «Open» – «Landmark Encoder.lmk», закрыть окно «Landmarks».

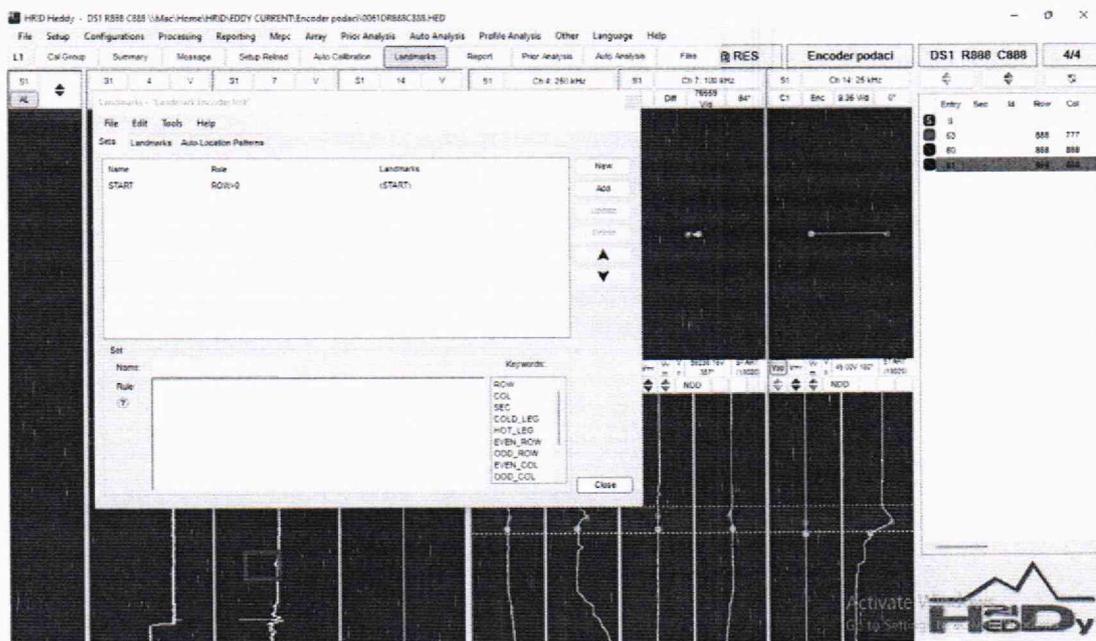


Рисунок 11 – Окно меню «Landmarks»

10.2.5 Навести курсор на начало записанного сигнала и выбрать нулевую точку, нажав правой кнопкой мыши, далее «START», как показано на рисунке 12.

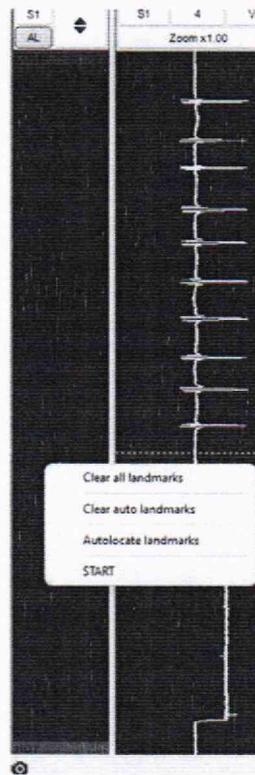


Рисунок 12 – Выбор нулевой точки

10.2.6 Навести измерительный строб так, чтобы его границы были расставлены по максимумам амплитуды сигналов от несплошностей, как представлено на рисунке 13. Для проходного ВТП в качестве измерительного канала использовать абсолютный канал, для остальных ВТП – дифференциальный. Типы каналов отображаются в поле годографов вихретоковых сигналов.



Рисунок 13 – Установка измерительного stroba для измерения протяженности между индикациями несплошностей

10.2.7 Затем нажать левой кнопкой мыши в поле окна годографов амплитуды вихретоковых сигналов, отмеченное на рисунке 14.

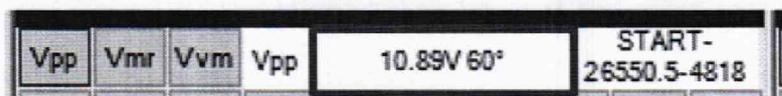


Рисунок 14- Поле окна годографов амплитуды вихретоковых сигналов

10.2.8 В появившемся окне «Report Entry» нажать левой кнопкой мыши с зажатой клавишей shift по выделенной области «Location from», далее нажать левой кнопкой мыши с зажатой клавишей shift по выделенной области «Location to», затем нажать левой кнопкой мыши с зажатой клавишей shift по выделенной области «Length» (рисунок 15), в поле рядом с выделенной областью «Length» отобразится измеренная протяженность между индикациями несплошностей.

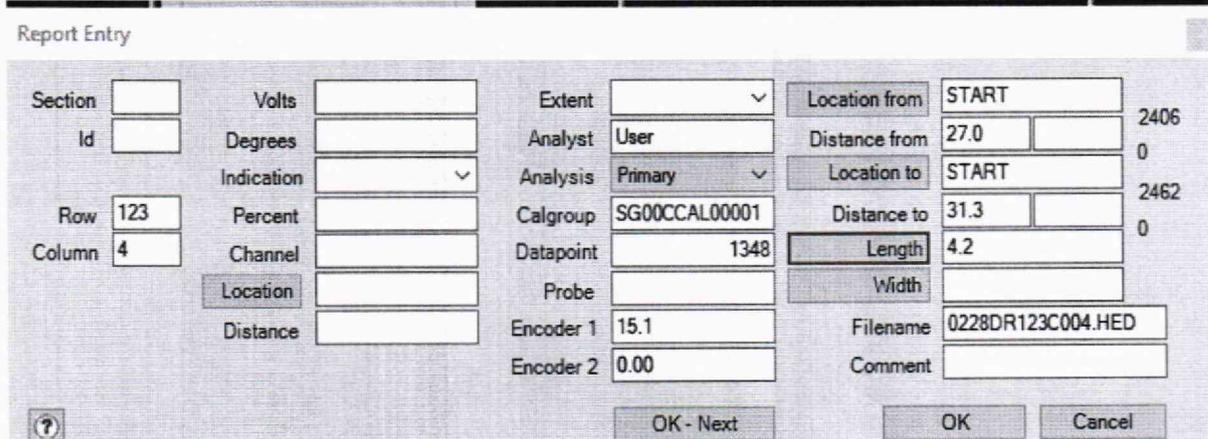


Рисунок 15 – Окно «Report Entry»

10.2.9 Аналогично по пунктам 10.2.2 – 10.2.8 произвести измерение между индикациями несплошностей от границ концевых мер с номиналом 10, 50, 100 мм.

10.2.10 Вычислить абсолютную погрешность измерений протяженности между индикациями несплошностей для диапазона значений от 4 до 10 мм включ. по формуле (2):

$$\Delta L = l_{\text{изм}} - l_{\text{конц}} \quad (2)$$

где $l_{\text{изм}}$ – расстояние между индикациями несплошностей от границ концевой меры, измеренное на дефектоскопе, мм;

$l_{\text{конц}}$ – действительное значение длины концевой меры, взятое из протокола поверки концевой меры, мм.

10.2.11 Вычислить относительную погрешность измерений протяженности между индикациями несплошностей для диапазона значений св. 10 до 100 мм по формуле (3):

$$\Delta L = \frac{l_{\text{изм}} - l_{\text{конц}}}{l_{\text{изм}}} \times 100 \% \quad (3)$$

10.2.12 Результаты поверки по данному разделу считать положительными, если диапазон измерений протяженности между индикациями несплошностей находится в диапазоне от 4 до 100 мм, а абсолютная погрешность измерений протяженности между индикациями несплошностей в диапазоне от 4 до 10 мм включ. не превышает ± 1 мм, относительная погрешность измерений протяженности между индикациями несплошностей в диапазоне св. 10 до 100 мм включ. не превышает ± 10 %.

10.3 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений расстояния энкодером

10.3.1 Определение диапазона измерений расстояния энкодером выполнить в два этапа:

- определение нижней границы диапазона провести измерением расстояния, эквивалентного концевой мере длины номиналом 4 мм;
- определение верхней границы диапазона провести при помощи измерения расстояния, эквивалентного целому числу полных оборотов колеса энкодера.

10.3.2 Определение нижней границы диапазона

10.3.2.1 Установить угольник в качестве упора, концевую меру с номиналом 4 мм и энкодер, как представлено на рисунке 16. Обнулить значение энкодера в данной позиции.

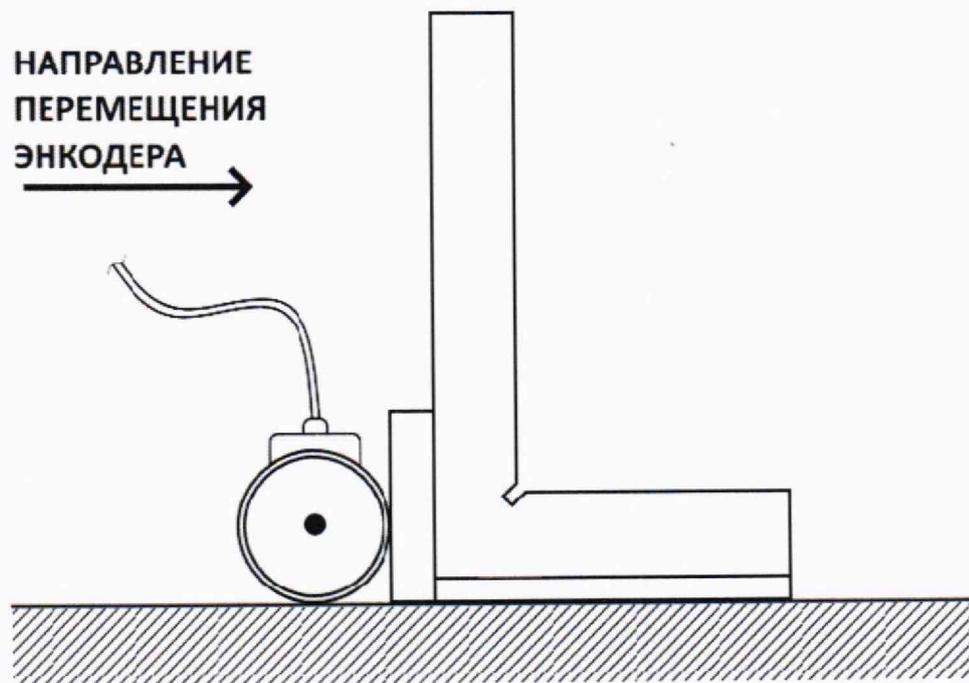


Рисунок 16 – Нулевая позиция энкодера

10.3.2.2 Убрать концевую меру и провести энкодер до упора. Зафиксировать пройденное расстояние энкодером, отображаемое в окне «Encoders» в поле «Position» (рисунок 17).

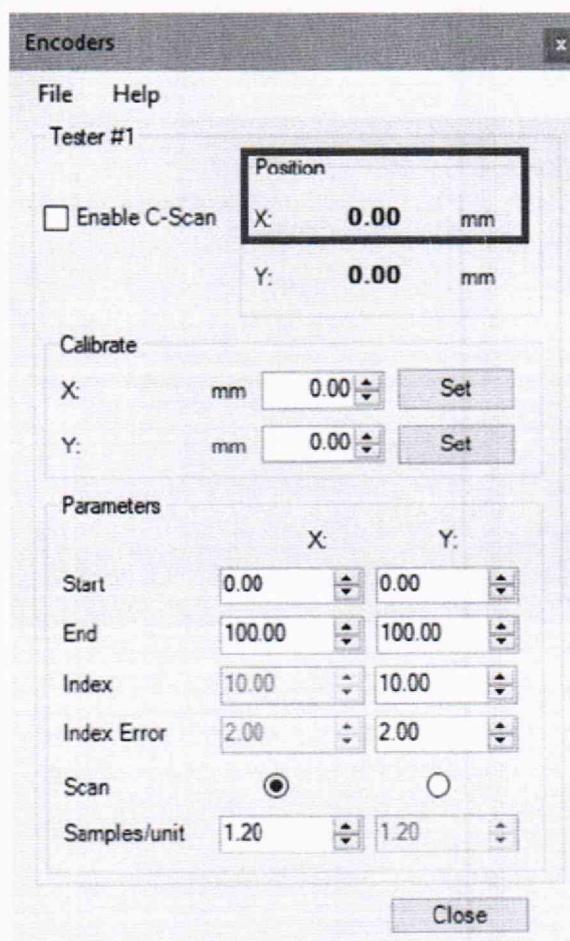


Рисунок 17 – Окно «Encoders»

10.3.2.3 Рассчитать абсолютную погрешность измерений расстояния энкодером для нижней границы диапазона измерений по формуле (4):

$$\Delta S = S_u - X_0, \text{ мм}, \quad (4)$$

где S_u – измеренное энкодером расстояние, мм;

X_0 – действительное значение длины концевой меры, указанное в протоколе поверки, мм.

10.3.3 Определение верхней границы диапазона

10.3.3.1 Измерить штангенциркулем диаметр колеса энкодера пять раз в разных точках. Вычислить среднее арифметическое значение d_{cp} , мм по результатам пяти измерений.

10.3.3.2 Рассчитать среднее квадратическое отклонение среднего арифметического S_x , мм, серии измерений диаметра колеса d , мм, по формуле (5):

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{j=n} (d_j - d_{cp})^2}{n(n-1)}}, \quad (5)$$

где d_j – значение диаметра, полученное при j -м измерении, мм;

$n=5$ – число измерений.

10.3.3.3 Рассчитать значение случайной составляющей погрешности ε , мм, серии измерений диаметра по формуле (6):

$$\varepsilon = t \cdot S_x, \quad (6)$$

где t – коэффициент Стьюдента ($t=2,78$).

10.3.3.4 Рассчитать значение среднего квадратического отклонения неисключённой систематической погрешности S_θ , мм, серии измерений по формуле (7):

$$S_\theta = \frac{\theta_\Sigma}{\sqrt{3}}, \quad (7)$$

где θ_{Σ} – абсолютная погрешность штангенциркуля, приведённая в его свидетельстве о поверке, мм.

10.3.3.5 Рассчитать значение суммарного среднего квадратического отклонения S_{Σ} , мм, серии измерений диаметра по формуле (8):

$$S_{\Sigma} = \sqrt{S_{\theta}^2 + S_x^2} , \quad (8)$$

10.3.3.6 Рассчитать значение абсолютной погрешности Δ , мм, серии измерений диаметра по формуле (9):

$$\Delta = K \cdot S_{\Sigma} , \quad (9)$$

где K – коэффициент, который рассчитывают по формуле (10):

$$K = \frac{\varepsilon + \theta_{\Sigma}}{S_x + S_{\theta}} . \quad (10)$$

10.3.3.7 Рассчитать длину окружности $l_{окр}$, мм, по формуле (11):

$$l_{окр} = \pi \cdot d_{ср} , \quad (11)$$

10.3.3.8 На колесе энкодера цветным маркером нанести прямую линию в качестве метки отсчета оборотов. Нанести аналогичную метку на корпусе энкодера.

10.3.3.9 Сопоставить метки и обнулить показания энкодера.

10.3.3.10 Рассчитать максимальное количество оборотов колеса энкодера n_k как целое число из отношения 14000 мм к длине окружности колеса энкодера.

10.3.3.11 Сделать максимальное количество оборотов колеса энкодера n_k , рассчитанное в п. 10.3.3.10, и зафиксировать полученное значение l_n , мм.

10.3.3.12 Рассчитать отклонения от номинального значения Δl_{nk} , мм, по формуле (12):

$$\Delta l_{nk} = n_k \cdot l_{окр} - l_n , \quad (12)$$

где n_k – число оборотов колеса;

$l_{окр}$ – длина окружности колеса энкодера, полученная по п. 10.3.3.7.

10.3.3.13 Рассчитать абсолютную погрешность измерений расстояния энкодером ΔL_{nk} , мм, по формуле (13):

$$\Delta L_{nk} = \sqrt{\Delta l_{nk}^2 + \Delta^2} . \quad (13)$$

где Δ – значение абсолютной погрешности серии измерений диаметра, рассчитанное по формуле (9).

10.3.4 Результаты поверки по данному разделу считать положительными, если диапазон измерений расстояния энкодером составляет от 4 до 14000 мм и значения абсолютной погрешности измерений расстояния энкодером находятся в пределах $\pm(2+0,001 \cdot L)$, мм, где L – измеренное энкодером значение расстояния в мм.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Дефектоскоп признается годным, если в ходе поверки все результаты положительные.

11.2 Сведения о результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

11.3 При положительных результатах поверки по заявлению владельца дефектоскопа или лица, предъявившего ее на поверку, выдается свидетельство о поверке, и (или) в паспорт дефектоскопа вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки.

11.4 Дефектоскоп, имеющий отрицательные результаты поверки в обращение не допускается и на него выдается извещение о непригодности к применению с указанием причин забракования.

Начальник НИО-10 ФГУП «ВНИИФТРИ»

 М.С. Шкуркин

Начальник 103 отдела ФГУП «ВНИИФТРИ»

 А.В. Стрельцов

Инженер 1 категории 103 отдела ФГУП «ВНИИФТРИ»

 П.С. Мальцев

Структурная схема прослеживаемости к ГЭТ 2-2021 дефектоскопов вихретоковых HRID Heddy HET-02

