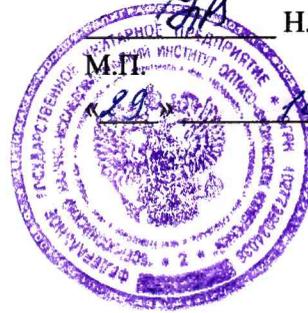


УТВЕРЖДАЮ

Руководитель службы качества

ФГУП «ВНИИОФИ»


Н.П. Муравская



29.12 2017 г.

Дефектоскопы серии УСК.03

**Методика поверки
МП 061.Д4-17**

Главный метролог
ФГУП «ВНИИОФИ»


С.Н. Негода

«29» 12 2017 г.

Москва 2017 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ.....	3
2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ.....	3
3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ.....	3
4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ.....	4
5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ.....	4
6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ.....	4
7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ.....	5
8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ.....	5
9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ.....	16
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	17
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	18

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящая методика устанавливает средства первичной и периодической проверок дефектоскопов серии УСК.03 (далее по тексту – дефектоскопов).

Дефектоскопы предназначены для измерений толщины стенки трубы, остаточной толщины стенки трубы и координаты дефектов, выявленных при проведении внутритрубной ультразвуковой диагностики трубопроводов во время движения дефектоскопа в потоке перекачиваемой по трубопроводу жидкости.

Интервал между поверками – 1 год.

2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении первичной и периодической проверки должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции первичной и периодической проверок

Наименование операций	Номер пункта методики	Проведение операции при первичной проверке	Проведение операции при периодической проверке
Внешний осмотр	8.1	да	да
Идентификация программного обеспечения (ПО)	8.2	да	да
Опробование	8.3	да	да
Определение диапазона и расчет относительной погрешности измерений координат дефекта (вдоль оси трубы)	8.4	да	да
Определение диапазона и расчет абсолютной погрешности измерений толщины стенки трубопровода УЗК методом	8.5	да	да

2.2 Поверку средств измерений осуществляют аккредитованные в установленном порядке в области обеспечения единства измерений юридические лица и индивидуальные предприниматели.

2.3 Поверка дефектоскопа прекращается в случае получения отрицательного результата при проведении хотя бы одной из операций, а дефектоскоп признают не прошедшим поверку.

3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 Рекомендуемые средства поверки указаны в таблице 2.

3.2 Средства поверки должны быть поверены и аттестованы в установленном порядке.

3.3 Приведенные средства поверки могут быть заменены на их аналоги, обеспечивающие определение метрологических характеристик дефектоскопа с требуемой точностью.

Таблица 2 – Средства поверки

Номер пункта методики поверки	Наименование средства измерений или вспомогательного оборудования, номер документа, регламентирующего технические требования к средству, разряд по государственной поверочной схеме и (или) метрологические и основные технические характеристики
8.3	Комплект мер моделей дефектов КМ0001 Меры моделей дефектов: ФВ 159-3 – мера моделей дефектов – фланцевая вставка, (диапазон воспроизведения толщины стенки меры от 4,6 до 7,8 мм, абсолютная погрешность $\pm 0,3$ мм); ФВ 325-02 – мера моделей дефектов – фланцевая вставка, (диапазон воспроизведения толщины стенки меры от 4,9 до 18,3 мм, абсолютная погрешность $\pm 0,3$ мм); ФВ 530-8.2-26 – мера моделей дефектов – фланцевая вставка, (диапазон воспроизведения толщины стенки меры от 10,4 до 18,1 мм, абсолютная погрешность $\pm 0,3$ мм); ФВ 720-8.2-27 – мера моделей дефектов – фланцевая вставка, (диапазон воспроизведения толщины стенки меры от 9,8 до 25,5 мм, абсолютная погрешность $\pm 0,3$ мм); ФВ 1220-8.2-44 – мера моделей дефектов – фланцевая вставка, (диапазон воспроизведения толщины стенки меры от 11,0 до 26,8 мм, абсолютная погрешность $\pm 0,3$ мм).
8.4	Штангенциркуль ШЦЦ-1 Диапазон измерений 0 - 250 мм. Шаг дискретности цифрового отсчетного устройства 0,01 мм. Пределы допускаемой погрешности измерений $\pm 0,04$ мм
8.5	Комплект мер ультразвуковой толщины КМТ-176 (Диапазон толщин мер от 0,5 до 300 мм. Погрешность аттестации по эквивалентной ультразвуковой толщине 0,3 – 0,7 %)

4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

Лица, допускаемые к проведению поверки, должны пройти обучение на право проведения поверки по требуемому виду измерений, изучить устройство и принцип работы средств поверки по эксплуатационной документации.

5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

5.1 Работа с дефектоскопом и средствами поверки должна проводиться согласно требованиям безопасности, указанным в нормативно-технической и эксплуатационной документации на средства поверки и средств измерений.

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

5.3 Освещенность рабочего места поверителя должна соответствовать требованиям санитарных правил и норм СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03.

6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие требования:

- температура окружающего воздуха, °С: 20 ± 5 ;
- относительная влажность воздуха, % 65 ± 15 ;
- атмосферное давление, кПа: 100 ± 4 .

Поверка по пункту 8.3 методики поверки следует проводить при следующих климатических условиях:

- температура окружающей среды, °С: 10 ± 25;
- относительная влажность воздуха, %: 65 ± 15;
- атмосферное давление, кПа: 100 ± 4.

7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

7.1 Если дефектоскоп и средства поверки до начала измерений находились в климатических условиях, отличающихся от указанных в п. 6.1, то их выдерживают при этих условиях не менее часа, или времени, указанного в эксплуатационной документации.

7.2 Подготовить средства поверки к работе в соответствии с их руководством по эксплуатации (РЭ).

8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

8.1 Внешний осмотр

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

- комплектность дефектоскопа в соответствии с документацией;
- отсутствие явных механических повреждений дефектоскопа и его составных частей;
- наличие маркировки дефектоскопа в соответствии с документацией.

8.1.2 Дефектоскоп считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если дефектоскоп соответствует требованиям, приведенным в пункте 8.1.1

8.2 Идентификация программного обеспечения (ПО)

8.2.1 Включить дефектоскоп согласно РЭ.

8.2.2 Загрузить программу «Терминал» с помощью соответствующего ярлыка.

8.2.3 В появившемся окне программы прочитать идентификационные данные ПО.

8.2.4 Проверить идентификационные данные ПО на соответствие значениям, приведенным в таблице 3.

Таблица 3 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Терминал
Номер версии (идентификационный номер) ПО	22.0362.9 и выше
Цифровой идентификатор ПО	-

8.2.5 Дефектоскоп считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если идентификационные данные ПО соответствуют значениям, приведенным в таблице 3.

8.3 Опробование

8.3.1 Включить дефектоскоп согласно руководства по эксплуатации (РЭ).

8.3.2 Проверить возможность вывода на экран дефектоскопа всех предусмотренных экранных форм представления информации, а также их соответствие указанным в РЭ дефектоскопа.

8.3.3 Для проведения поверки дефектоскопов необходимо установить меру из комплекта мер моделей дефектов КМ0001 на полигоне АО «Транснефть – Диаскан» в соответствии с таблицей 4.

Таблица 4.

№ п/п	Обозначение дефектоскопов	Заводские номера	Типоразмеры		Наименование меры	Наименование секции
			мм	дюйм		
1	6-УСК.03-00.000	210780	159	6	ФВ 159-3	117.00.451
			219	8		117.00.452 117.00.454
2	10-УСК.03-00.000	30201	273	10	ФВ 325-02	НО.293-00.501
			325	12		НО.293-00.502 НО.293-00.505 НО.293-00.508
3	14-УСК.03-00.000-01	2122400; 30301	377	14	ФВ 530-8.2-26	P0166 P0134
			426	16		
			508	20 API		
			530	20		
4	28-УСК.03-00.000	205132; 31201	720	28	ФВ 720-8.2-27	P0160
			820	32		P0141 P0157
5	28-УСК.03-00.000-01	204001	720	28	ФВ 720-8.2-27	P0160
			820	32		P0141 P0157
6	38-УСК.03-00.000	204030; 205301; 205137	965	38	ФВ 1220-8.2-44	P-0144 P-0217 P-0142
			1020	40		
			1067	42		
			1118	44		
			1168	46		
			1220	48		

8.3.4 Все работы по установке меры из комплекта мер моделей дефектов KM0001 на полигоне АО «Транснефть – Диаскан», запасовке, запуску, сопровождению, приему, извлечению и обслуживанию дефектоскопа производится сотрудниками АО «Транснефть – Диаскан» согласно должностных инструкций и руководящих документов по выполняемым видам работ.

8.3.5 Обработку результатов измерений производить в программе интерпретации «UniScan» из состава полигона АО «Транснефть – Диаскан».

8.3.6 Запустить программу интерпретации «UniScan».

8.3.7 В программе интерпретации «UniScan» открыть данные, полученный при прогоне дефектоскопа по полигону. Для этого необходимо в пункте «Файл» главного меню выбрать пункт «Открыть основной прогон по коду» или нажать кнопку, расположенную на главной панели инструментов.

8.3.8 В открывшемся окне «Выбор прогона»

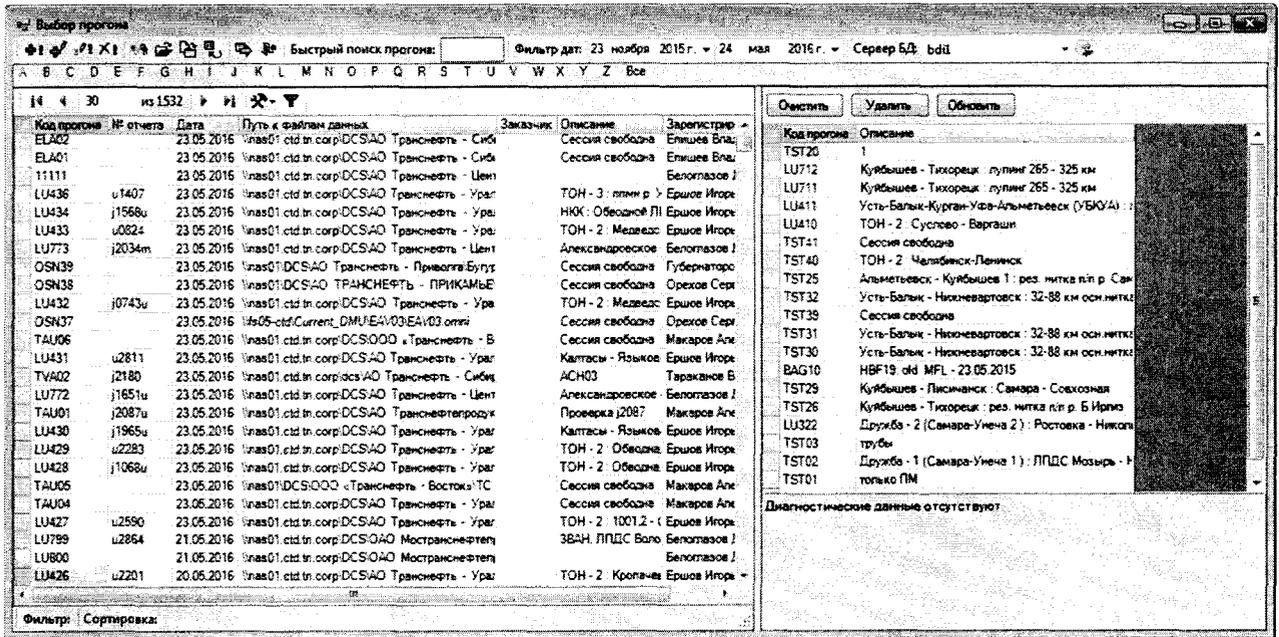


Рисунок 1 - окно «Выбор прогона»

8.3.9 Выбрать сервер БД и код прогона

Сервер БД: bd1

Рисунок 2 - код прогона

8.3.10 Расчет толщины стенки трубы выполнить утилитой «Расчет толщины стенки трубы». Вызов данной утилиты производится из пункта «Сервис» главного меню, пункт «Расчет стенки трубы» (рисунок 3).

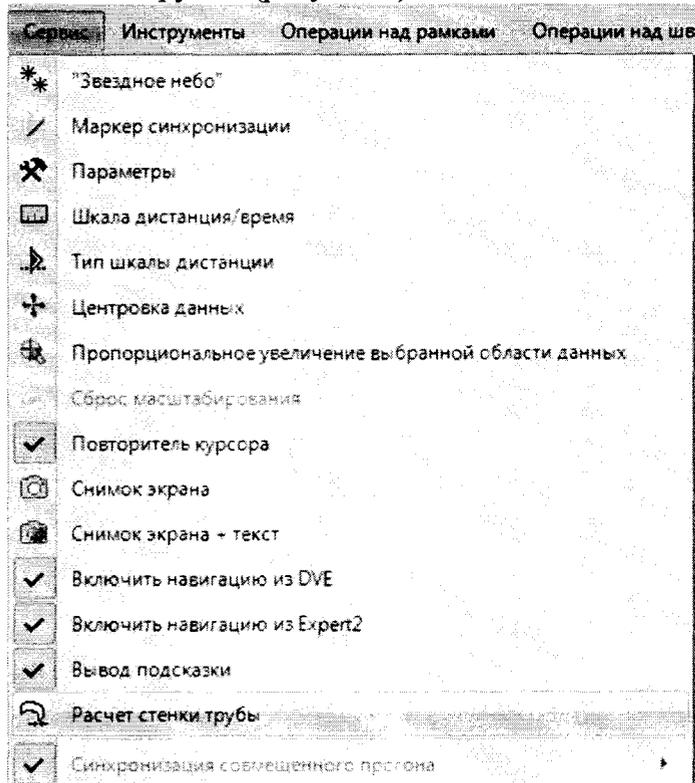


Рисунок 3 – Расчет толщины стенки трубы

8.3.11 При наведении курсора мыши на маркер шва появляется подсказка, в которой выводится значение средней толщины стенки.

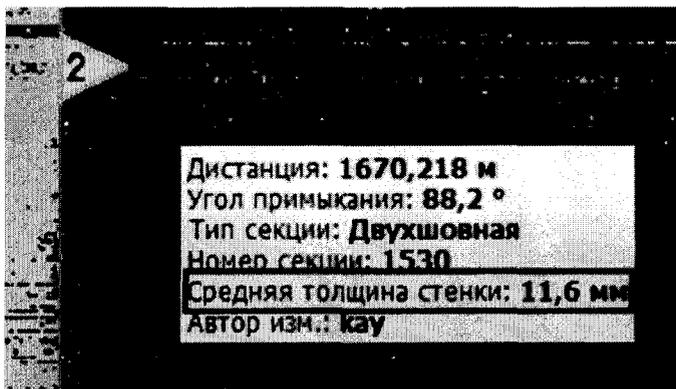


Рисунок 4 – Средняя толщина трубной секции.

8.3.12 На основании данных, полученных в результате выполнения п.п. 8.3.5 – 8.3.11 записать результаты измерений толщины H_i стенки трубы.

8.3.13 Рассчитать среднее арифметическое значение результатов измерений \overline{H}_m .

8.3.14 Рассчитать абсолютную погрешность измерений Δ по формуле:

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

\overline{H}_m – среднее арифметическое значение измеренной толщины стенки трубы, мм;

$H_{ном}$ – действительное значение толщины стенки трубы для секции меры, взятое из свидетельства о поверке, мм.

8.3.15 Дефектоскоп считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если на экране дефектоскопа выводятся все предусмотренные экранные формы представления информации, и измеренная толщина стенки трубы соответствует номинальным значениям толщины стенки трубы для секции меры, взятое из свидетельства о поверке на меру.

8.4 Определение диапазона и расчет относительной погрешности измерения координат дефекта (вдоль оси трубы)

8.4.1 Определения диапазона измерения координат дефекта выполняется методом сличения с помощью компаратора. В качестве компаратора выступает колесо одометра дефектоскопа, которое предварительно измеряется штангенциркулем десять раз.

8.4.2 Вычислить среднее арифметическое диаметра колеса одометра по десяти измерениям:

$$\overline{d} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}, \text{ мм} \quad (2)$$

где x_i – i -й результат измерения, мм; n – количество измерений.

8.4.3 Вычислить среднее квадратическое отклонение (СКО) результата десяти измерений по формуле:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \overline{d})^2}{n-1}}, \text{ мм} \quad (3)$$

где x_i – i -й результат измерения, мм;

где \overline{d} – среднее арифметическое значение результата измерения, мм; n – количество измерений.

8.4.4 Проверить наличие грубых погрешностей и, при необходимости, исключить их.

8.4.5 Вычислить критерии Граббса G_1, G_2 :

$$G_1 = \frac{|x_{\max} - \bar{x}|}{S}, G_2 = \frac{|x_{\min} - \bar{x}|}{S} \quad (4)$$

где x_{\max} – максимальное значение результата измерений,

x_{\min} – минимальное значение результата измерений,

Если $G_1 > 2,482$, то x_{\max} исключают, как маловероятное значение, если $G_2 > 2,482$, то x_{\min} исключают, как маловероятное значение (здесь критическое значение критерия Граббса при десяти измерениях $G_T = 2,482$).

Провести дополнительные измерения (если количество оставшихся результатов измерений стало меньше десяти), повторить п. 8.4.1 – 8.4.4, чтобы количество измерений без грубых погрешностей оставалось равным десяти.

8.4.6 Вычислить СКО среднего арифметического измеряемой величины по формуле:

$$S_{\bar{x}} = \frac{S}{\sqrt{n}}, \text{ мм} \quad (5)$$

где S - СКО результата десяти измерений, мм; n – количество измерений.

8.4.7 Вычислить доверительные границы ε случайной погрешности оценки измеряемой величины при $P=0,95$:

$$\varepsilon = t \cdot S_{\bar{x}}, \text{ мм} \quad (6)$$

где $t = 2,262$ - значение коэффициента Стьюдента для доверительной вероятности $P = 0,95$ и числа результатов измерений равным десяти;

$S_{\bar{x}}$ - СКО среднего арифметического измеряемой величины, мм.

8.4.8 Рассчитать значение СКО неисключенной систематической погрешности (НСП) S_{Θ} серии измерений по формуле:

$$S_{\Theta} = \frac{\Delta_{\Sigma}}{\sqrt{3}}, \text{ мм} \quad (7)$$

где Δ_{Σ} – сумма погрешностей применяемых средств измерений (в данном случае – погрешность штангенциркуля). Погрешность указана в описании типа на применяемые средства измерений.

8.4.9 Вычислить суммарное среднее квадратическое отклонение оценки измеряемой величины по формуле:

$$S_{\Sigma} = \sqrt{S_{\Theta}^2 + S_{\bar{x}}^2}, \text{ мм} \quad (8)$$

где S_{Θ} - среднее квадратическое отклонение НСП;

$S_{\bar{x}}$ - СКО среднего арифметического измеряемой величины.

8.4.10 Рассчитать значение погрешности Δ серии измерений диаметра по формуле:

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

где K – коэффициент, зависящий от соотношения случайной составляющей погрешности и НСП, который рассчитывается по формуле 10:

$$K = \frac{\varepsilon + \Delta_{\Sigma}}{S_{\bar{x}} + S_{\Theta}}, \text{ мм} \quad (10)$$

где ε - доверительные границы случайной погрешности оценки измеряемой величины;

Δ_{Σ} – сумма погрешностей применяемых средств измерений;

$S_{\bar{x}}$ - СКО среднего арифметического измеряемой величины;

S_{\ominus} - среднее квадратическое отклонение НСП.

8.4.11 Рассчитать длину окружности $l_{окр}$ по формуле 11:

$$l_{окр} = \pi \cdot \bar{d}, \text{ мм} \quad (11)$$

где \bar{d} – среднее арифметическое значение результата измерения диаметра, мм.

8.4.12 Для проведения сличения на подключенном к дефектоскопу компьютере запустите программу «Терминал». Откройте вкладки «Нефтепровод», «Дефектоскоп», «Параметры пропуска» и проверьте правильность значений внесенных диаметров колес одометров, при необходимости произведите корректировку согласно измеренным значениям в пункте 8.4.11. Запустите вкладку «Циклический тест» (рисунок 5).

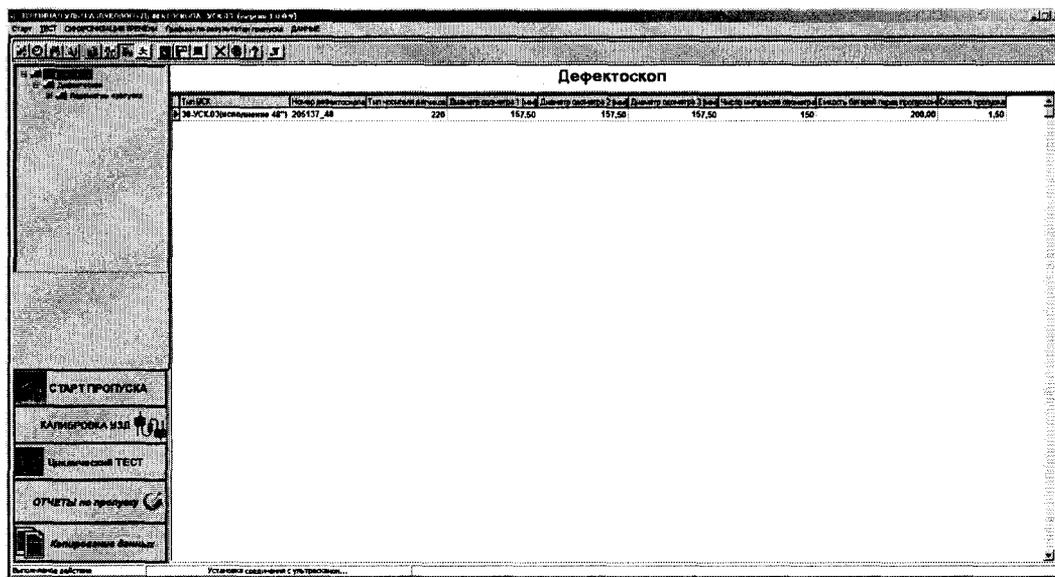


Рисунок 5.

8.4.13 В открывшемся окне в области «Одометры» прочитайте текущее показание пройденной дистанции (рисунок 6).

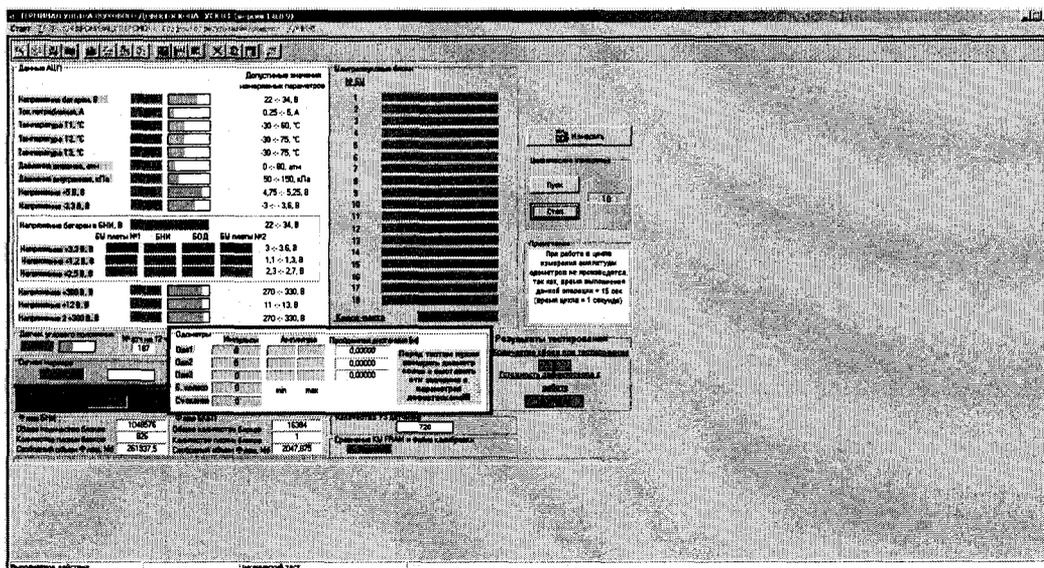


Рисунок 6 Окно программы «Терминал» в режиме Тест

8.4.14 В качестве нижней границы принимается значение, которое соответствует одному полному обороту колеса одометра. Для этого соединить риску, нанесенную на колесе с риской, нанесенной на держателе. И совершить один полный оборот до момента, когда риски снова сойдутся на одном уровне. Записать полученное значение $l_{окрнк}$ в таблицу 3:

Таблица 5

Количество оборотов колеса эконодера (n_k)	Расчитанное значение расстояния ($n_k \cdot l_{ок}$), мм	Измеренное значение расстояния ($l_{окрнк}$), мм	Отклонение от номинального значения ($\Delta l_{нк}$), мм
1			
2			
3			
4			
5			
10			
20			
30			
40			
50			

8.4.15 Повторить измерения согласно п. 8.4.13 для количества оборотов (n_k) 2, 3, 4, 5, 10, 20, 30, 40, 50. И расчитать отклонения от номинального значения $\Delta l_{нк}$ для каждого измерения по формуле 11:

$$\Delta l_{нк} = n_k \cdot l_{окр} - l_{окрнк}, \text{ мм} \quad (12)$$

8.4.16 Рассчитать допустимую относительную погрешность измерения координат дефекта (вдоль оси трубы) $\Delta L_{нк}$ для каждого измерения по формуле 12:

$$\Delta L_{нк} = \frac{\sqrt{\Delta l_{нк}^2 + \Delta^2}}{l_{окрнк}} \cdot 100, \% \quad (13)$$

8.4.17 Повторить пункты 8.4.1 – 8.4.15 для всех колес одометров.

8.4.18 Дефектоскопы считаются прошедшими операцию поверки с положительным результатом, если диапазон измерения координат дефекта (вдоль оси трубы) соответствует данным приведенным в таблице 6, а относительная погрешность измерений координат дефекта (вдоль оси трубы) не превышает 0,5 %:

Таблица 6

Наименование параметра	Значение параметра
Диапазон измерений координат дефекта (вдоль оси трубы), мм	
для 6-УСК.03-00.000	от 250 до 12300
для 10-УСК.03-00.000	от 330 до 16400
для 14-УСК.03-00.000-01	от 250 до 12300
для 28-УСК.03-00.000	от 280 до 14000
для 28-УСК.03-00.000-01	от 280 до 14000
для 28-УСК.03-00.000-01	от 450 до 23000
для 38-УСК.03-00.000	от 490 до 24500
для 38-УСК.03-00.000	от 490 до 24500

8.5 Определение диапазона и расчет абсолютной погрешности измерений толщины стенки трубопровода УЗК методом

8.5.1 Определение диапазона и расчет абсолютной погрешности измерений толщины стенки трубопровода УЗК методом выполняется на мерах из комплекта мер ультразвуковой толщины КМТ 176. В связи с большим количеством каналов, согласно ГОСТ Р ИСО2859-1-2007, допускается произвести выборку: 25 % каналов, и по результатам измерений делается расчет погрешности.

8.5.2 Для проверки диапазона и расчета абсолютной погрешности измерений толщины стенки трубопровода УЗК методом на подключенном к дефектоскопу компьютере запустите программу «Терминал».

8.5.3 Откройте папки «Нефтепровод», «Дефектоскоп», «Параметры пропуска» и проверьте правильность значений внесенных диаметров колес одометров, при необходимости произведите корректировку согласно измеренных в пункте 4.4.2 значений. Запустите вкладку «Калибровка УЗД» (рисунок 7).

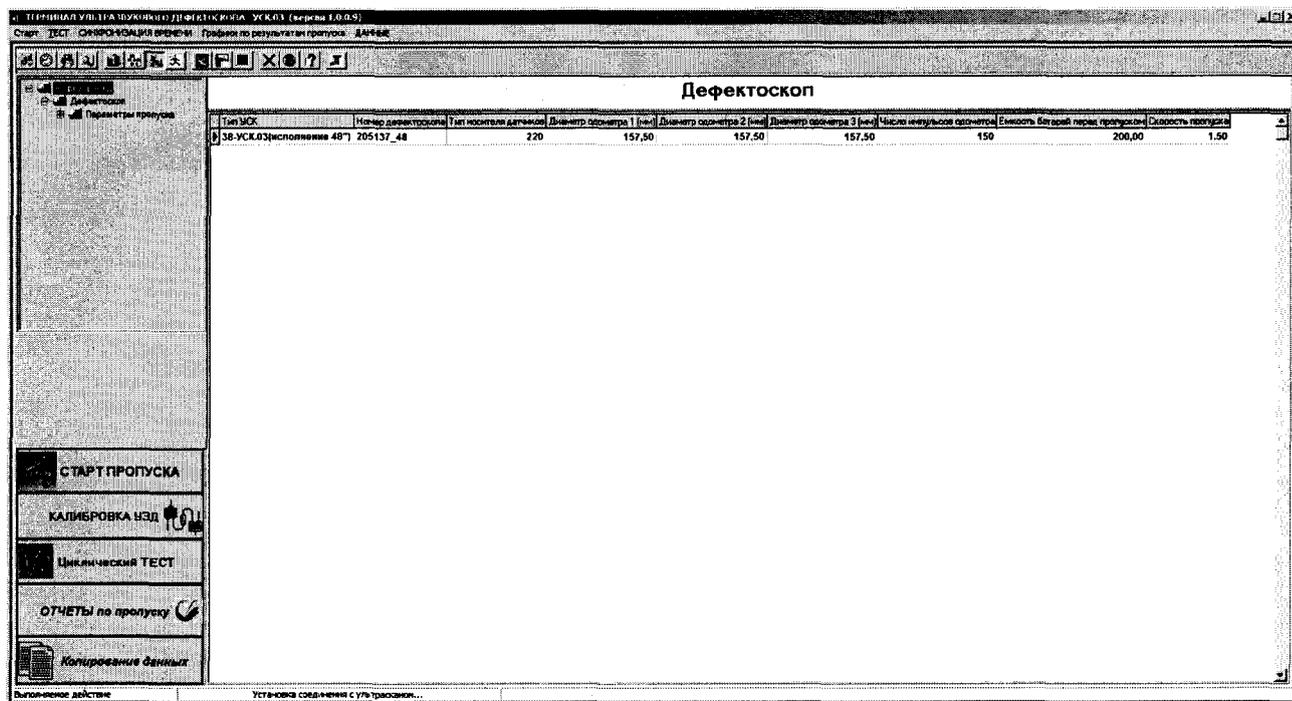


Рисунок 7

8.5.4 В появившемся окне выберите файл с текущими настройками. (рисунок 8).



Рисунок 8 Выбор файла настроек.

8.5.5 Загрузится окно «Калибровка ультразвуковых датчиков».

КАЛИБРОВКА УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ДАТЧИКОВ

Результаты калибровки: Дата и время калибровки 1 дерева УЗД - 06.10.2017 09:52:42

Отступ (мм)	Ампл. SD (мВ)	Толщина (мм)	Ампл. WT (мВ)	Ампл. PSD (мВ)	Ампл. PWT (мВ)	KU
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						

Калибруемые деревья УЗД

1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31	32	33	34	35	36

Диапазоны допусков данных

Амплитуда отступа, мВольт 0 -- 512
Амплитуда толщины, мВольт 0 -- 512
Ампл. PSD, мВольт 0 -- 70
Ампл. PWT, мВольт 0 -- 50
Коэффициент усиления 80 -- 150

Вводимые параметры калибровки

15,600 Отступ, мм (6.118--36.09)
10,000 Толщина, мм (3.118--33.09)

Выполняемые команды

Сохранить в файл...
 Калибровать
 Выход
 Отчет по калибровке

III Задайте скорость распространения ультразвука в калибруемой пластине (м/с)
6067

— калибровка датчика выполнена
— не сформирован сигнал по датчику
— калибровка датчика выполнена неудачно

Внимание !!!
Перед проведением калибровки
отметьте галочкой
калибруемые датчики

ПРИМЕЧАНИЕ 1
Для выполнения калибровки одного (нескольких) датчика на калибруемом дефектоскопе нужно выполнить следующие действия:
- выбрать калибруемое дерево, установить параметры калибровки датчика аналогичные параметрам остальных датчиков дерева;
- выбрать калибруемые датчики, провести калибровку.
Результаты калибровки одного (нескольких) датчика(ов) нужно записать в файл калибровки дефектоскопа - нажмите клавишу "Сохранить в файл"

ПРИМЕЧАНИЕ 2
Условные обозначения [SD - Отступ, WT - толщина, Ампл. SD - амплитуда отступа, Ампл. WT - амплитуда толщины, Ампл. PSD - амплитуда помехи (шума) по отступу, Ампл. PWT - амплитуда помехи (шума) по толщине, KU - коэффициент усиления сигнала.]
Формирование отчета по калибровке производится на основе данных файла калибровки (если калибровка проведена, прежде чем сформировать отчет, сохраните данные в файл калибровки).
Калибровка всех деревьев должна производиться с одной и той же калибровочной пластиной (одинаковые значения SD и WT)

Рисунок 9

8.5.6 Проведите проверку работоспособности всех преобразователей с помощью «Калибра WM ПрДС 112.00.00.00», входящего в комплект поставки дефектоскопа (рисунок 10), для этого нажмите на меню «Тест».

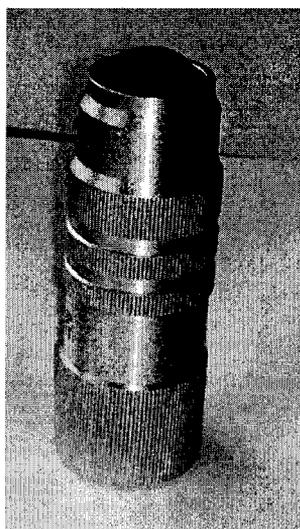


Рисунок 10

8.5.7 Прикладывая последовательно калибр ко всем преобразователям получить ответ от всех преобразователей на экране компьютера.

8.5.8 Выбрать 25 % преобразователей от общего количества, равномерно распределенных по дефектоскопу. Снять их с полоза дефектоскопа согласно РЭ.

8.5.9 Установите в приспособление для УЗК (приложение 3) меру из комплекта мер ультразвуковой толщины КМТ 176, из середины диапазона измерений толщины стенки и снятый преобразователь.

8.5.10 Приспособление для УЗК необходимо заполнить жидкостью (в качестве жидкости использовать водопроводную воду, отстоянную не менее 48 часов) и выпустить все пузырьки воздуха. Для удобства приспособление можно погрузить в иммерсионную

ванну с жидкостью, так чтобы жидкость полностью закрывала приспособление.

8.5.11 Проведите калибровку скорости распространения ультразвуковой волны в материале, проведя последовательно несколько измерений при этом изменяя скорость таким образом, чтобы измеренное значение толщины соответствовало истинному значению толщины меры, взятое из свидетельства о поверке на меру.

8.5.12 Установите в приспособление для УЗК меру из комплекта мер ультразвуковой толщины КМТ 176, соответствующую началу диапазона измерений толщины стенки.

8.5.13 Приспособление для УЗК снова необходимо заполнить жидкостью и выпустить все пузырьки воздуха.

8.5.14 Произведите 5 измерений.

8.5.15 Рассчитать среднее арифметическое значение результатов измерений $\overline{H_{КМТ}}$ по формуле:

$$\overline{H_{КМТ}} = \frac{\sum_{i=1}^n H_{КМТi}}{n}, \text{ мм} \quad (14)$$

где $H_{КМТi}$ – измеренное значение толщины стенки трубы; n – количество измерений.

8.5.16 Повторить пункты 8.5.12 – 8.5.15 для мер, соответствующих середине и концу диапазона измерений толщины стенки, исключая меру на которой происходила калибровка скорости распространения ультразвуковой волны в материале.

8.5.17 Повторить пункты 8.5.12 – 8.5.16 для всех выбранных преобразователей.

8.5.18 Вычислить СКО результата пяти измерений толщины стенки по формуле:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (H_{КМТi} - \overline{H_{КМТ}})^2}{n}}, \text{ мм} \quad (15)$$

где $H_{КМТi}$ – i -й результат измерений, мм; n – количество измерений;

где $\overline{H_{КМТ}}$ – среднее арифметическое значение результата измерений толщины стенки, мм.

8.5.19 Проверить наличие грубых погрешностей и, при необходимости, исключить их.

8.5.20 Вычислить критерии Граббса G_1, G_2 :

$$G_1 = \frac{|x_{\max} - \bar{x}|}{S}, \quad G_2 = \frac{|x_{\min} - \bar{x}|}{S} \quad (16)$$

где x_{\max} – максимальное значение результата измерений,

x_{\min} – минимальное значение результата измерений,

Если $G_1 > 1,764$, то x_{\max} исключают, как маловероятное значение, если $G_2 > 1,764$, то x_{\min} исключают, как маловероятное значение (здесь критическое значение критерия Граббса при пяти измерениях $G_T = 1,764$).

Провести дополнительные измерения (если количество оставшихся результатов измерений стало меньше пяти), повторить п. 8.5.12 – 8.5.18, чтобы количество измерений без грубых погрешностей оставалось равным пяти.

8.5.21 Вычислить СКО среднего арифметического измеряемой величины по формуле:

$$S_{\bar{x}} = \frac{S}{\sqrt{n}}, \text{ мм} \quad (17)$$

где S – СКО результата пяти измерений толщины стенки, мм; n – количество измерений.

8.5.22 Вычислить доверительные границы ε случайной погрешности оценки измеряемой величины при $P=0,95$:

$$\varepsilon = t \cdot S_{\bar{x}}, \text{ мм} \quad (18)$$

где $t = 2,776$ - значение коэффициента Стьюдента для доверительной вероятности $P = 0,95$ и числа результатов измерений равным пяти;

$S_{\bar{x}}$ - СКО среднего арифметического измеряемой величины, мм.

8.5.23 Рассчитать значение СКО неисключенной систематической погрешности (НСП) S_{\ominus} серии измерений по формуле:

$$S_{\ominus} = \frac{\delta_{\Sigma}}{\sqrt{3}}, \text{ мм} \quad (19)$$

где δ_{Σ} – сумма погрешностей применяемых средств измерений (в данном случае – погрешность комплекта ультразвуковых мер КМТ 176). Погрешность указана в описании типа на применяемые средства измерений.

8.5.24 Вычислить суммарное среднее квадратическое отклонение оценки измеряемой величины по формуле:

$$S_{\Sigma} = \sqrt{S_{\ominus}^2 + S_{\bar{x}}^2}, \text{ мм} \quad (20)$$

где S_{\ominus} - среднее квадратическое отклонение НСП;

$S_{\bar{x}}$ - СКО среднего арифметического измеряемой величины.

8.5.25 Рассчитать значение погрешности Δ серии измерений толщины стенки трубы по формуле:

$$\Delta = K \cdot S_{\Sigma}, \text{ мм} \quad (19)$$

где K – коэффициент, зависящий от соотношения случайной составляющей погрешности и НСП, который рассчитывается по формуле 20:

$$K = \frac{\varepsilon + \delta_{\Sigma}}{S_{\bar{x}} + S_{\ominus}}, \text{ мм} \quad (20)$$

где ε - доверительные границы случайной погрешности оценки измеряемой величины;

δ_{Σ} – сумма погрешностей применяемых средств измерений;

$S_{\bar{x}}$ - СКО среднего арифметического измеряемой величины;

S_{\ominus} - среднее квадратическое отклонение НСП.

8.5.26 Дефектоскопы считаются прошедшими испытание с положительным результатом, если диапазон измерений толщины стенки трубопроводов УЗК методом составляет от 4 до 30 мм, а рассчитанные значения допустимой абсолютной погрешности не превышает значений $\pm 0,3$ мм.

9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1 Результаты поверки заносят в протокол поверки. Рекомендуемая форма протокола поверки приведена в приложении А к методике поверки.

9.2 Положительные результаты поверки оформляются свидетельством о поверке в установленной форме, наносится знак поверки в соответствии с приказом Минпромторга России от 02.07.2015 №1815. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

9.3 Отрицательные результаты поверки оформляются путем выдачи извещения о непригодности средства измерения к дальнейшей эксплуатации в установленной форме в соответствии с приказом Минпромторга России от 02.07.2015 №1815, с указанием причин непригодности.

Разработчики:

Начальник отдела
испытаний и сертификации
ФГУП «ВНИИОФИ»



А.В. Иванов

Начальник сектора МОНК
отдела испытаний и сертификации
ФГУП «ВНИИОФИ»



А.В. Стрельцов

Инженер 1-ой категории сектора МОНК
отдела испытаний и сертификации
ФГУП «ВНИИОФИ»



А.С. Неумолотов

