

СОГЛАСОВАНО
Заместитель директора по
инновациям
ФГУП «ВНИИОФИ»


И.С. Филимонов
« 31 » _____ 2021 г.

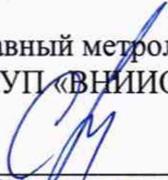


Государственная система обеспечения единства измерений

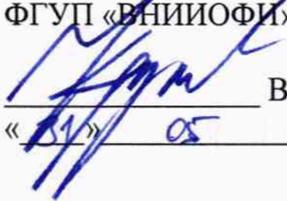
Системы автоматизированного измерения концевых участков труб TubeProfiler S

Методика поверки МП 009.Д4-19

Главный метролог
ФГУП «ВНИИОФИ»


С.Н. Негода
« 31 » 05 _____ 2021 г.

Главный научный сотрудник
ФГУП «ВНИИОФИ»


В.Н. Крутиков
« 31 » 05 _____ 2021 г.

Москва
2021 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	3
2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	3
3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ.....	4
4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ	4
5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ.....	4
6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ	6
7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ.....	6
8 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ	8
9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ	13
ПРИЛОЖЕНИЕ А	14
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	15

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика распространяется на системы автоматизированного измерения концевых участков труб TubeProfiler S (далее по тексту – системы), предназначенные для измерений длины, наружного диаметра, овальности и отклонения от прямолинейности концевых участков труб в технологическом потоке и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок. По итогам проведения поверки должна обеспечиваться прослеживаемость к ГЭТ 2-2021. Поверка выполняется методом прямых измерений и методом сличения при помощи компаратора.

1.2 Интервал между поверками – 1 год.

1.3 Метрологические характеристики систем указаны в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений длины труб, мм	от 5000 до 16000*
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений длины труб, %	$\pm 0,3$
Диапазон измерений наружного диаметра труб, мм	от 114,0 до 426,0*
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений наружного диаметра труб, мм	$\pm 0,5$
Диапазон измерений овальности концевых участков трубы, мм	от 1 до 12
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений овальности концевых участков трубы, мм	$\pm 0,8$
Диапазон измерений отклонения от прямолинейности концевых участков трубы, мм	от 0,2 до 24,0
Пределы допускаемого среднего квадратического отклонения измерений отклонения от прямолинейности концевых участков трубы, мм	$\pm 0,1$

* указан максимальный диапазон, конкретный диапазон указывается в паспорте на систему

2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении первичной и периодической поверок должны выполняться операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции первичной и периодической поверок

Наименование операций	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при первичной поверке	Проведение операции при периодической поверке
Внешний осмотр средства измерений	7.1	да	да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	7.2	да	да
Проверка программного обеспечения средства измерений	7.3	да	да
Определение метрологических характеристик средства измерений	7.4	-	
Определение диапазона и относительной погрешности измерений длины труб	7.4.1	да	да
Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений наружного диаметра труб, диапазона и абсолютной погрешности	7.4.2	да	да

измерений овальности концевых участков трубы, диапазона и среднего квадратического отклонения измерений отклонения от прямолинейности концевых участков трубы			
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--	--

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

2.3 Допускается проведение поверки в диапазоне, обеспеченном сортаментом выпускаемой продукции.

2.4 Поверка системы прекращается в случае получения отрицательного результата при проведении хотя бы одной из операций, а систему признают не прошедшей поверку.

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие требования:

- температура окружающего воздуха, °С: (20 ± 1);
- относительная влажность воздуха, %, не более от 40 до 80;
- атмосферное давление, кПа от 86 до 106,7;
- напряжение переменного тока, В (380 ± 38)
- частота переменного тока, Гц (50 ± 0,4).

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 Лица, допускаемые к проведению поверки, должны пройти обучение на право проведения поверки по требуемому виду измерений, изучить систему и принцип работы средств поверки по эксплуатационной документации, иметь квалификационную группу не ниже III в соответствии с правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки применяются средства, указанные в таблице 3.

5.2 Средства поверки должны быть аттестованы (поверены) в установленном порядке.

5.3 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемой системы с требуемой точностью.

Таблица 3 – Метрологические и технические требования к средствам поверки

Операция поверки	Средство поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки	Рекомендуемые типы средств поверки
Пункт 7.4.1 методики поверки	Средство измерений длины	Диапазон измерений расстояний от 1 до 20 м. Допускаемая СКП измерений расстояний ±1,0 мм (в диапазоне до 10 м), ±(1,0 + 0,1 мм/м) мм (в диапазоне от 10 до 20 м)	Дальномер лазерный Leica DISTO X310 (далее – дальномер), рег.№ 55021-13.
Пункт 7.4.2 методики поверки	Средство измерений длины	Диапазон измерений от 0 до 25 мм. Дискретность отсчета 0,01 мм. Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений ±0,03 мм	Индикатор часового типа ИЦ (далее – индикатор часового типа), рег. № 58190-14.
Пункт 7.4.2 методики	Меры длины концевые	Длины мер от 0,5 до 100,0 мм Класс точности 2 в	Меры длины концевые

поверки	плоскопараллельные в ранге рабочего эталона 3 разряда согласно ГПС, утверждённой приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 декабря 2018 г. № 2840	соответствии с ГОСТ 9038-90	плоскопараллельные. Набор № 1 (далее – концевые меры), рег. № 9291-91.
Вспомогательное оборудование			
Пункты 7.4.1 – 7.4.2 методики поверки	Трубы предприятия из числа производимого сортамента		
Пункт 7.4.2 методики поверки	Приспособление для измерения наружного диаметра (схематическое изображение приведено в приложении Б)		
Пункты 7.2, 7.4.2 методики поверки	Набор калибровочных инструментов из состава системы		
Определение условий проведения поверки	Средство измерений температуры	Измерение температуры окружающего воздуха в диапазоне от - 10 до + 50 °С $\Delta = \pm 0,2$ °С	Измеритель параметров микроклимата «Метеоскоп». Рег. № 32014-06
	Средство измерений влажности	Измерение влажности окружающего воздуха в диапазоне от 40 до 90 % $\Delta = \pm 3$ %	
	Средство измерений атмосферного давления	Измерение абсолютного атмосферного давления в диапазоне от 80 до 110 кПа, $\Delta = \pm 0,13$ кПа	
	Средство измерений напряжения переменного тока	Измерение напряжения переменного тока в диапазоне от 340 до 420 В. Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm(0,01 \cdot U_{\text{изм}} + 5 \text{ е.м.р.})$, где $U_{\text{изм}}$ – измеренное значение напряжения переменного тока	Мультиметр цифровой U1241В. Рег. № 41432-10
	Средство измерений частоты переменного тока	Измерение частоты переменного тока в диапазоне от 40 до 60 Гц. Пределы допускаемой абсолютной	

		погрешности измерений $\pm(0,0003 \cdot f_{\text{изм}} + 3 \text{ е.м.р.})$, где $f_{\text{изм}}$ – измеренное значение частоты переменного тока	
--	--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

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

6.2 При проведении поверки следует соблюдать требования, установленные ГОСТ 12.1.040-83.

6.3 При выполнении измерений должны соблюдаться требования, указанные в Приказе Министерства труда и социальной защиты РФ от 15.12.2020 N 903Н «Об утверждении правил по охране труда при эксплуатации электроустановок».

6.4 Помещение, в котором проводится поверка, должно соответствовать требованиям пожарной безопасности по ГОСТ 12.1.004-91 и иметь средства пожаротушения по ГОСТ 12.4.009-83.

7 Проведение поверки

7.1 Внешний осмотр средства измерений

7.1.1 Внешним осмотром системы должно быть установлено:

- соответствие комплектности системы требованиям эксплуатационной документации;
- отсутствие явных механических повреждений, влияющих на работоспособность системы;
- исправность органов управления, а также элементов индикации и коммутации;
- наличие маркировки системы в соответствии с требованиями эксплуатационной документации.

7.1.2 Система считается прошедшей операцию поверки с положительным результатом, если она соответствует требованиям, приведенным в пункте 7.1.1.

7.2 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

7.2.1 Если система и средства поверки до начала измерений находились в климатических условиях, отличающихся от указанных в п. 3.1, то их выдерживают при этих условиях не менее часа, или времени, указанного в эксплуатационной документации.

7.2.2 Перед проведением поверки средства поверки и систему подготовить к работе в соответствии с их эксплуатационной документацией.

7.2.3 Провести опробование и выполнить калибровку средств измерений в соответствии с разделами 4 и 6 Руководства по эксплуатации системы.

7.2.4 Система считается прошедшей операцию поверки с положительным результатом, если подтверждается общая работоспособность системы, регулировка параметров настройки и выполняются операции, указанные в пунктах 7.2.3.

7.3 Проверка программного обеспечения

7.3.1 В главном окне программы выполнить пункт меню «О программе».

7.3.2 В открывшемся окне прочитать идентификационное наименование и номер версии программного обеспечения (далее – ПО).

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

Таблица 4 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Limab TubeProfiler S.Vyksa2
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.0.0.0 и выше
Цифровой идентификатор ПО	-

7.3.4 Система считается прошедшей операцию поверки с положительным результатом, если идентификационные данные ПО соответствуют значениям, приведенным в таблице 4.

7.4 Определение метрологических характеристик средства измерений

7.4.1 Определение диапазона и относительной погрешности измерений длины труб

7.4.1.1 Измерения осуществляются с помощью компаратора, в качестве которого выступают три трубы предприятия из числа производимого сортамента различного диаметра и длины так, чтобы был максимальный, средний и минимальный диаметр, и, соответственно, максимальная, средняя и минимальная длина, соответствующая диапазонам измерений систем.

7.4.1.2 Измерить дальномером длину каждой трубы по пять раз.

7.4.1.3 Рассчитать доверительные границы погрешности оценки длины трубы ΔL_3 , мм, согласно ГОСТ Р 8.736- 2011 в соответствии с пунктами 8.1.1 – 8.1.9.

7.4.1.4 Провести по десять измерений труб максимальной, средней и минимальной длины на системе, согласно руководству по эксплуатации, фиксируя в протокол поверки (Приложение А) полученные данные каждого прогона.

7.4.1.5 Произвести обработку результатов измерений в соответствии с пунктом 8.1.

7.4.2 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений наружного диаметра труб, диапазона и абсолютной погрешности измерений овальности концевых участков трубы, диапазона и среднего квадратического отклонения измерений отклонения от прямолинейности концевых участков трубы

7.4.2.1 Измерения осуществляются с помощью компаратора, в качестве которого выступают три трубы предприятия из числа производимого сортамента различного диаметра аналогично пункту 7.4.1.1.

7.4.2.2 Нанести на трубы метки через каждые 100 мм (мелом, белым маркером, или любым другим доступным способом) и пронумеровать образовавшиеся сегменты трубы.

7.4.2.3 Выбрать по два соседних сегмента, с каждой стороны трубы, удаленные от края трубы на 1,5 метра.

7.4.2.4 Для каждой трубы измерить наружный диаметр выбранных сегментов трубы в десяти различных положениях по кругу. Для этого установить индикатор часового типа на приспособление для измерения наружного диаметра, набрать концевыми мерами длину ($d_m - 5$), мм, где d_m – диаметр сорта трубы, мм, притерев их друг к другу, и провести юстировку индикатора часового типа по концевым мерам, установив ноль.

7.4.2.5 Рассчитать доверительные границы погрешности оценки измеренного диаметра выбранного сегмента трубы ΔD_3 , мм, согласно ГОСТ Р 8.736-2011 в соответствии с пунктами 8.2.1 – 8.2.4.

7.4.2.6 Провести десять измерений трубы максимального диаметра каждого выбранного сегмента трубы на системе, согласно руководству по эксплуатации, фиксируя полученные данные каждого прогона. При этом перед измерением необходимо нанести маркер в верхней точке трубы с любого края. Данный маркер позволяет отслеживать положение трубы. Если труба при прогоне начинает вращаться, ее необходимо возвращать в исходное положение для более корректного получения результата.

7.4.2.7 Провести десять измерений трубы среднего диаметра на системе, согласно руководству по эксплуатации, фиксируя полученные данные каждого прогона. При этом

перед измерением необходимо нанести маркер в верхнем точке трубы с любого края для отслеживания его положения.

7.4.2.8 Провести десять измерений трубы минимального диаметра на системе, согласно руководству по эксплуатации, фиксируя полученные данные каждого прогона. При этом перед измерением необходимо нанести маркер в верхнем точке трубы с любого края для отслеживания его положения.

7.4.2.9 Перевернуть трубу среднего диаметра маркером вниз и провести еще десять измерений, фиксируя полученные данные каждого прогона. При этом нанести еще один маркер в верхней точке трубы для отслеживания ее положения.

7.4.2.10 Повторить операции по пунктам 7.4.2.6 - 7.4.2.8 для каждого выбранного сегмента каждой трубы.

7.4.2.11 Используя результаты измерений по пунктам 7.4.2.6 – 7.4.2.8 определить овальность концевых участков для каждой трубы как половину разности наибольшего и наименьшего диаметров в одном поперечном сечении по формуле (15).

7.4.2.12 Измерение отклонения от прямолинейности объекта контроля производится системой путем построения 3D модели объекта контроля, состоящей из поперечных профилей объекта контроля с шагом 100 мм вдоль длины объекта контроля, наназанных своими центрами на линию оси объекта контроля. Поскольку ось объекта контроля не является материальной линией, а комплекс производит ее построение путем измерений диаметра, проверка отклонения от прямолинейности объекта контроля производится на средней трубе из числа сортамента.

7.4.2.13 Используя результаты измерений по пунктам 7.4.2.7 – 7.4.2.8 сравнить измеренные значения отклонения от прямолинейности концевых участков трубы при измерениях меткой вверх и при измерениях меткой вниз. Разница этих значений не должна превышать пределов допустимого среднего квадратического отклонения измерений отклонения от прямолинейности объекта контроля, в противном случае поверка прекращается.

7.4.2.14 Произвести обработку результатов измерений в соответствии с пунктом 8.2.

8 Подтверждение соответствия средств измерений метрологическим требованиям

8.1 Расчет относительной погрешности измерений длины труб

8.1.1 Результатом измерений длины труб по пункту 7.4.1.2 является среднее арифметическое значение длины трубы $l_{срз}$, мм, рассчитываемое для каждой измеренной трубы.

8.1.2 Для каждой измеренной трубы вычислить среднее квадратическое отклонение (СКО) результата пяти измерений S , мм, по формуле (1):

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (l_{эi} - l_{срз})^2}{n(n-1)}} \quad (1)$$

где $l_{эi}$ – значение i -го измерения, мм;

$l_{срз}$ – среднее арифметическое значение измерений, мм;

n – количество измерений.

8.1.3 Проверить наличие грубых погрешностей и, при необходимости, исключить их. Вычислить критерии Граббса G_1, G_2 :

$$G_1 = \frac{|l_{эmax} - l_{срз}|}{S}, G_2 = \frac{|l_{эmin} - l_{срз}|}{S} \quad (2)$$

где $l_{эmax}$ – максимальное значение результата измерений, мм

$l_{эmin}$ – минимальное значение результата измерений, мм.

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

8.1.4 Провести дополнительные измерения (если количество оставшихся результатов измерений стало меньше пяти), повторить пункты 7.4.1.2, 8.1.1 - 8.1.3, чтобы количество измерений без грубых погрешностей оставалось равным пяти.

8.1.5 Для каждой измеренной трубы вычислить СКО среднего арифметического измеряемой величины S_x , мм, по формуле (3):

$$S_x = \frac{S}{\sqrt{n}}, \quad (3)$$

где S - СКО результата пяти измерений, мм;

n - количество измерений.

8.1.6 Для каждой измеренной трубы вычислить доверительные границы ε , мм, случайной погрешности оценки измеряемой величины при $P=0,95$:

$$\varepsilon = t \cdot S_x, \quad (4)$$

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

S_x - СКО среднего арифметического измеряемой величины, мм.

8.1.7 Для каждой измеренной трубы вычислить СКО неисключенной систематической погрешности (далее - НСП) S_Θ , мм, по формуле (5):

$$S_\Theta = \frac{\Theta_\Sigma}{\sqrt{3}}, \quad (5)$$

где Θ_Σ - сумма НСП применяемых средств измерений (НСП дальномера, мер концевых плоскопараллельных или индикатора часового типа). За НСП берется абсолютная погрешность, используемых средств измерений, указанная в свидетельстве о поверки (сертификате калибровки).

8.1.8 Для каждой измеренной трубы вычислить суммарное среднее квадратическое отклонение оценки измеряемой величины по формуле (6):

$$S_\Sigma = \sqrt{S_\Theta^2 + S_x^2}, \quad (6)$$

где S_Θ - среднее квадратическое отклонение НСП, мм;

S_x - СКО среднего арифметического измеряемой величины, мм.

8.1.9 Для каждой измеренной трубы вычислить коэффициент K по формуле (7):

$$K = \frac{\varepsilon + \Theta_\Sigma}{S_x + S_\Theta}, \quad (7)$$

где ε - доверительные границы случайной погрешности оценки измеряемой величины, мм;

Θ_Σ - сумма НСП применяемых средств измерений, мм;

S_x - СКО среднего арифметического измеряемой величины, мм;

S_Θ - среднее квадратическое отклонение НСП, мм.

8.1.10 Для каждой измеренной трубы вычислить доверительные границы погрешности оценки измеряемой величины по формуле (8):

$$\Delta L_\Theta = K \cdot S_\Sigma, \quad (8)$$

8.1.11 Результатом измерений длины труб максимального, среднего и минимального размера системой по пункту 7.4.1.4 является среднее арифметическое значение длины каждой трубы $l_{срс}$, мм.

8.1.12 Для каждой измеренной трубы выполнить оценку систематической составляющей погрешности измерений системой длины трубы $\Delta L_{сист}$, мм, по формуле (9):

$$\Delta L_{сист} = l_{срс} - l_{срз}, \quad (9)$$

где $l_{срс}$ – среднее арифметическое значение длины трубы, измеренной системой, мм;

$l_{срз}$ – среднее арифметическое значение длины трубы, полученное в результате измерений по пункту 7.4.1.2, мм.

8.1.13 Для каждой измеренной трубы вычислить СКО среднего арифметического $\sigma_{(L)}$, мм, по формуле (10):

$$\sigma_{(L)} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (l_i - l_{срс})^2}{n(n-1)}} \quad (10)$$

где l_i – измеренное системой значение i -го измерения длины трубы, мм.

8.1.14 Для каждой измеренной трубы вычислить относительную погрешность измерений длины трубы ΔL , %, по формуле (11):

$$\Delta L = \frac{\sqrt{(\Delta L_{сист} + \Delta L_{\varepsilon})^2 + (t \cdot \sigma_{(L)})^2}}{l_{срс}} \cdot 100, \quad (11)$$

где $\Delta L_{сист}$ – оценка систематической составляющей погрешности измерений длины трубы, мм;

ΔL_{ε} – доверительные границы погрешности оценки измеренной длины трубы, мм;

$\sigma_{(L)}$ – оценка среднего квадратического отклонения среднего арифметического, мм;

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

8.1.15 Система считается прошедшей операцию поверки по пункту 7.4.1 с положительным результатом, если диапазон измерений длины труб составляет от 5000 до 16000 мм (указан максимальный диапазон, конкретный диапазон указывается в паспорте на систему), относительная погрешность измерений длины труб не превышает $\pm 0,3$ %.

8.2 Расчет абсолютной погрешности измерений наружного диаметра труб, абсолютной погрешности измерений овальности концевых участков трубы и среднего квадратического отклонения измерений отклонения от прямолинейности концевых участков трубы

8.2.1 Результатом измерений наружного диаметра трубы, измеренной в пункте 7.4.2.4, является среднее арифметическое значение наружного диаметра выбранных сегментов трубы $d_{срз}$, мм, рассчитываемое для каждой измеренной трубы.

8.2.2 Выполнить пункты 8.1.2 – 8.1.3.

8.2.3 Провести дополнительные измерения (если количество оставшихся результатов измерений стало меньше десяти), повторить пункты 7.4.2.4, 8.2.1 - 8.2.2, чтобы количество измерений без грубых погрешностей оставалось равным десяти.

8.2.4 Выполнить пункты 8.1.5 – 8.1.10.

8.2.5 По полученным данным, в результате измерений наружного диаметра выбранных сегментов трубы системой, для каждой измеренной трубы и каждого выбранного сегмента каждой трубы рассчитать среднее арифметическое значение наружного диаметра трубы $d_{срс}$, мм.

8.2.6 Для каждой измеренной трубы и каждого выбранного сегмента каждой трубы выполнить оценку систематической составляющей погрешности измерений системой наружного диаметра трубы по формуле (12):

$$\Delta D_{сист} = d_{срс} - d_{срз}, \quad (12)$$

где d_{cpc} – среднее арифметическое значение наружного диаметра сегмента трубы, измеренной системой, мм;

d_{cpe} – среднее арифметическое значение наружного диаметра сегмента трубы, полученное в результате измерений по пункту 7.4.2.4, мм.

8.2.7 Для каждой измеренной трубы и каждого выбранного сегмента каждой трубы вычислить СКО среднего арифметического по формуле (13):

$$\sigma_{(D)} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (d_i - d_{cpc})^2}{n(n-1)}} \quad (13)$$

где d_i – измеренное системой значение i -го измерения наружного диаметра трубы, мм.

8.2.8 Для каждой измеренной трубы и каждого выбранного сегмента каждой трубы вычислить абсолютную погрешность измерений наружного диаметра трубы по формуле (14):

$$\Delta D = \sqrt{(\Delta D_{\text{сист}} + \Delta D_{\text{э}})^2 + (t \cdot \sigma_{(D)})^2}, \quad (14)$$

где $\Delta D_{\text{сист}}$ – оценка систематической составляющей погрешности измерений наружного диаметра трубы, мм;

$\Delta D_{\text{э}}$ – доверительные границы погрешности оценки измеренного диаметра трубы, мм;

$\sigma_{(D)}$ – оценка среднего квадратического отклонения, мм;

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

8.2.9 Повторить операции по пунктам 8.2.1-8.2.8 для каждого выбранного сегмента каждой трубы. За абсолютную погрешность измерений наружного диаметра трубы принимается максимальное значение.

8.2.10 Определить овальность концевых участков трубы O , мм, для каждой трубы по формуле (15):

$$O = \frac{d_1 - d_2}{2}, \quad (15)$$

где d_1 – наибольший измеренный диаметр выбранного сегмента трубы, мм,

d_2 – наименьший измеренный диаметр выбранного сегмента трубы, мм.

8.2.11 Вычислить абсолютную погрешность измерений овальности концевых участков трубы ΔO , мм, для каждого выбранного сегмента каждой трубы по формуле (16):

$$\Delta O = O_{\text{сист}} - O_{\text{СИ}}, \quad (16)$$

где $O_{\text{сист}}$ – овальность трубы, полученная при измерении наружных диаметров системой, мм;

$O_{\text{СИ}}$ – овальность трубы, полученная при измерении наружных диаметров средством измерений.

8.2.12 Результатом измерений по пунктам 7.4.2.7, 7.4.2.9, 7.4.2.13 является среднее арифметическое значение отклонения от прямолинейности R_{cpe} , мм, начального, затем конечного участка трубы.

8.2.13 Вычислить СКО результата десяти измерений отклонения от прямолинейности сначала начального, затем конечного участка трубы по формуле (17):

$$S(R_B) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (R_{Bi} - R_{cpe})^2}{n(n-1)}}, \quad (17)$$

где R_{Bi} – измеренное значение отклонения от прямолинейности концевой участка трубы при позиционировании его меткой вверх, мм;

R_{cpe} – среднее арифметическое значение отклонения от прямолинейности концевой участка трубы при позиционировании его меткой вверх, мм.

8.2.14 Система считается прошедшей операцию поверки по пункту 7.4.2 с положительным результатом, если диапазон измерений наружного диаметра труб составляет от 114,0 до 426,0 мм (указан максимальный диапазон, конкретный диапазон указывается в паспорте на систему), абсолютная погрешность измерений наружного диаметра труб не превышает $\pm 0,5$ мм; диапазон измерений овальности концевых участков трубы составляет от 1 до 12 мм, абсолютная погрешность измерений овальности концевых участков трубы не превышает $\pm 0,8$ мм; диапазон измерений отклонения от прямолинейности концевых участков трубы составляет от 0,2 до 24,0 мм, значение среднего квадратического отклонения измерений отклонения от прямолинейности концевых участков трубы не превышает $\pm 0,1$ мм.

8.3 Система считается прошедшей поверку с положительным результатом и допускается к применению, если все операции поверки пройдены с положительным результатом. В ином случае, система считается прошедшей поверку с отрицательным результатом и не допускается к применению.

9 Оформление результатов поверки

9.1 Результаты поверки оформляются протоколом поверки. Рекомендуемая форма протокола поверки приведена в приложении А. Протокол может храниться на электронных носителях.

9.2 При положительных результатах поверки по запросу заказчика может быть оформлено свидетельство о поверке в установленной форме.

9.3 При отрицательных результатах поверки по запросу заказчика может быть оформлено извещение о непригодности в установленной форме с указанием причин непригодности.

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

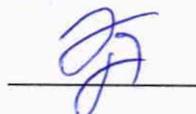
Разработчики:

Начальник отдела
ФГУП «ВНИИОФИ»



А.В. Иванов

Инженер 1 категории
ФГУП «ВНИИОФИ»



А.С. Крайнов

Инженер 2 категории
ФГУП «ВНИИОФИ»



И.А. Смирнова

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(рекомендуемое)
ФОРМА ПРОТОКОЛА ПОВЕРКИ

ПРОТОКОЛ первичной/периодической поверки №
от « _____ » _____ **20** ____ года

Средство измерений: _____
Заводской номер: _____
Год выпуска: _____
Состав: _____
Принадлежащее: _____
Поверено в соответствии с методикой поверки: _____

При следующих значениях влияющих факторов:

Температура окружающей среды _____;
Атмосферное давление _____;
Относительная влажность _____;
Напряжение переменного тока _____;
Частота переменного тока _____;

С применением эталонов: _____

Результаты поверки:

A.1 Внешний осмотр _____

A.2 Проверка идентификации ПО _____

A.3 Опробование _____

A.4 Результаты определения метрологических характеристик:

Метрологические характеристики	Номинальная величина / погрешность	Измеренное значение

Закключение: _____

Средство измерений признать пригодным (или непригодным) для применения

Поверитель: _____ / _____ /

Подпись

ФИО

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(рекомендуемое)

Схематическое изображение приспособления для измерения наружного диаметра

