

УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель директора по  
производству  
ФГУП «ВНИИОФИ»



Р. А. Родин

М.п.

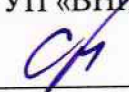
« 02 » 03 2018 г.

## Государственная система обеспечения единства измерений

Комплексы автоматического контроля геометрических  
параметров МРТ-1420

Методика поверки  
МП 009.Д4-18

Главный метролог  
ФГУП «ВНИИОФИ»

  
С.Н. Неода  
« 02 » 03 2018 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ	3
2. ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ	3
3. СРЕДСТВА ПОВЕРКИ	4
4. ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ	5
5. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ	5
6. УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ	5
7. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ	5
8. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ	5
9. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ	19
ПРИЛОЖЕНИЕ А (РЕКОМЕНДУЕМОЕ)	20

## 1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1. Настоящая методика распространяется на Комплексы автоматического контроля геометрических параметров МРТ-1420 (далее комплекс), изготавливаемые ООО «Марви» и устанавливает методы и средства первичной и периодических поверок комплексов.

1.2. Комплексы предназначены для выявления дефектов визуальными методами неразрушающего контроля с применением системы автоматизированного измерения геометрических параметров труб, цилиндрических заготовок, прутка, слитков, поковок и прочих объектов цилиндрической формы из различных материалов, таких как сталь, алюминий, медь, различные металлические сплавы, дерево, бетон, пластмассы и другие материалы.

Интервал между поверками 2 года.

## 2. ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

2.1. При проведении первичной (в том числе после ремонта) и периодической поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 - Операции первичной и периодической поверок

Наименование операций	Номер пункта методики	Проведение операции при первичной поверке	Проведение операции при периодической поверке
Внешний осмотр	8.1	да	да
Идентификация программного обеспечения (ПО)	8.2	да	да
Определение диапазонов и расчет абсолютных погрешностей измерения внешнего диаметра и овальности объекта контроля.	8.3	да	да
Определение диапазонов и расчет абсолютных погрешностей измерений длины, толщины стенки, угла фаски, ширины притупления объекта контроля.	8.4	да	да
Определение диапазонов и расчет абсолютных погрешностей измерений отклонения от прямолинейности (кривизны) и отклонения от перпендикулярности (косины реза) объекта контроля.	8.5	да	да
Определение диапазонов и расчет абсолютных погрешностей измерений высоты и ширины усиления сварного шва объекта контроля.	8.6	да	да

2.2. Поверка комплекса производится по пунктам методики поверки, соответствующих измерительных систем, реализованных в данном варианте исполнения комплекса.

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

2.4. Поверка комплекса прекращается в случае получения отрицательного результата при проведении хотя бы одной из операций, а комплекс 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 аналог, обеспечивающие определение метрологических характеристик комплексов с требуемой точностью.

Таблица 2 – Рекомендуемые средства поверки.

Номер пункта (раздела) методики поверки	Наименование средства измерения или вспомогательного оборудования, номер документа, регламентирующего технические требования к средству, разряд по государственной поверочной схеме и (или) метрологические и основные технические характеристики
8.3	Меры длины модель 160. Набор №1. (Госреестр 432-50) Длины мер от 0,5 до 100,0 мм (83 шт.). Класс точности 2 в соответствии с ГОСТ 9038-90
8.3	Набор мер длины концевые плоскопараллельные. Набор №9. (Госреестр 35954-07) Длины мер от 100 до 1000 мм (12 шт.). Класс точности 2 в соответствии с ГОСТ 9038-90
8.3, 8.6	Индикатор часового типа ИЦ (Госреестр 58190-14) Диапазон измерений от 0 до 12,5 мм. Цена деления 0,001 мм. Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm 0,006$ мм
8.4	Штангенциркуль ШЦ-Ш-800-2000-0,01 (Госреестр 24156-02) Диапазон измерений от 800 до 2000 мм. Шаг дискретности цифрового отсчетного устройства 0,01 мм. Пределы допускаемой погрешности измерений в диапазоне от 800 до 1000 мм $\pm 0,07$ мм, в диапазоне от 1000 до 2000 мм $\pm (0,02 + 0,00005 \cdot L)$ мм, где L – измеренная длина, мм.
8.4, 8.6	Штангенциркуль двусторонний Micron с цифровым отсчетным устройством (Госреестр 43759-10) Диапазон измерений от 0 до 500 мм. Шаг дискретности цифрового отсчетного устройства 0,01 мм. Пределы допускаемой погрешности измерений $\pm 0,05$ мм.
8.4	Микрометр МК 75 (Госреестр 63396-16) Пределы измерений от 50 до 75 мм. Цена деления – 0,01 мм. Допустимая погрешность $\pm 0,0025$ мм
8.4	Угломер с нониусом модификация 1-2 (Госреестр 317-05) Диапазон измерения углов от 0 до 180°. Пределы допускаемой погрешности $\pm 2'$
<b>Вспомогательное оборудование</b>	
8.5	Поточный объект контроля номинальным диаметром, соответствующим среднему значению диапазона измерений диаметра в зависимости от модификации комплекса (диаметр 420 мм для модификации 1; диаметр 1020 мм для модификации 2). Для обеспечения достаточной жесткости трубы и постоянства ее кривизны в процессе контроля, толщина стенки трубы в модификации 1 должна быть не менее 16 мм, в модификации 2 – не менее 20 мм.
8.6	Измерительный мостик с опорной призмой, для индикатора часового типа.
8.3	Штатив для индикатора часового типа.

#### **4. ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ**

4.1. Лица, допускаемые к проведению поверки, должны изучить устройство и принцип работы поверяемого средства измерения и измерительной аппаратуры по эксплуатационной документации и пройти обучение на право проведения поверки по требуемому виду измерений.

#### **5. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ**

5.1. При подготовке и проведении поверки должно быть обеспечено соблюдение требований безопасности работы и эксплуатации для оборудования и персонала, проводящего поверку, в соответствии с приведенными требованиями безопасности в нормативно-технической и эксплуатационной документации на комплексы и на средства поверки.

5.2. Поверку производить только после ознакомления и изучения РЭ на средства поверки и на комплекс.

5.3. При проведении поверки должны соблюдаться требования ГОСТ 12.3.019-80. «Испытания и измерения электрические. Общие требования безопасности».

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

#### **6. УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ**

6.1. Поверка должна проводиться при следующих условиях:

- |                                    |              |
|------------------------------------|--------------|
| – температура окружающей среды, °С | 20 ± 5       |
| – относительная влажность, %       | 65 ± 15      |
| – атмосферное давление, кПа        | от 84 до 107 |

6.2. Не допускается наличие в окружающей среде газов, паров, взвешенных частиц, активно разрушающих применяемые в комплексе материалы и комплектующие изделия.

#### **7. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ**

7.1. Если комплекс и средства поверки до начала измерений находились в климатических условиях, отличающихся от указанных в п. 6.1 методики поверки, то комплекс нужно выдержать при этих условиях не менее 2-х часов и средства поверки выдержать не менее часа, или времени, указанного в эксплуатационной документации.

7.2. Перед проведением поверки, средства поверки и комплекс подготовить к работе в соответствии с руководством по эксплуатации средств поверки и руководством по эксплуатации комплекса (РЭ).

#### **8. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ**

##### **8.1. Внешний осмотр**

8.1.1. При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие комплекса следующим требованиям:

- комплектность поверяемого средства измерения в соответствии с технической документацией;
- отсутствие явных механических повреждений комплекса и его составных частей;

– наличие маркировочных обозначений и качество маркировки, ее соответствие чертежам предприятия-изготовителя и ГОСТ 26828-86.

8.1.2. Комплекс считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если комплекс соответствует требованиям, приведенным в пункте 8.1.1 методики поверки.

## 8.2. Идентификация ПО

8.2.1. Включить комплекс согласно РЭ. Дождаться загрузки компьютера. Запустить программное обеспечение (ПО) комплекса в соответствии с РЭ.

8.2.2. Для просмотра идентификационных данных необходимо на панели быстрого доступа кликнуть дважды на кнопке вывода окна с информацией о программе.

8.2.3. В появившемся информационном окне прочитать идентификационное наименование и номер версии ПО.

8.2.4. Комплекс считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если идентификационные данные комплекса соответствуют значениям, приведенным в таблице 3.

Таблица 3 - Идентификационные данные ПО стенда

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	MRT-S
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.20.0.0 и выше
Цифровой идентификатор ПО	-

## 8.3. Определение диапазонов и расчет абсолютных погрешностей измерения внешнего диаметра и овальности объекта контроля.

8.3.1. Определение диапазонов измерений внешнего диаметра и овальности объекта контроля производятся на СОП диаметра и овальности из комплекта поставки комплекса (Приложение 3 руководства по эксплуатации МВ.0120.0000.000 ИЭ).

8.3.2. Передача единицы длины осуществляется с помощью компаратора, в качестве которого выступают СОП диаметра и овальности.

8.3.3. Набрать с помощью мер длины концевых плоскопараллельных взятых из наборов номер 1 и 9 (ГОСТ 9038-90 «Меры длины концевые плоскопараллельные. Технические условия») размер, соответствующий диаметру СОП диаметра и овальности. Меры длины концевые плоскопараллельные притереть друг к другу. Выложить их на ровную поверхность, обеспечивающую неподвижное положение и поверх них расположить СОП диаметра и овальности в одном из 12 сечений. Совместить конец мер длины плоскопараллельных с наружным диаметром СОП диаметра и овальности в выбранном сечении СОП. С другого конца индикатором часового типа, установленным на штативе, произвести измерение мер и СОП диаметра и овальности. При измерении мер длины концевых плоскопараллельных произвести обнуление индикатора часового типа, а измеренный размер СОП диаметра и овальности считать как сумму длин мер длины концевых плоскопараллельных и показания индикатора часового типа.

8.3.4. Повторить измерения в измеряемом сечении еще 4 раза.

8.3.5. Рассчитать среднее значение по пяти измерениям по формуле:

$$\overline{D_{\text{э}}} = \frac{\sum_{i=1}^n D_{\text{э}_i}}{n}, \quad (1)$$

где  $D_{\text{э}_i}$  – измеренное значение внешнего диаметра СОП в  $k$  – ом сечении, мм;  $i$  – номер измерений;  $n$  – количество измерений.

8.3.6. Полученные данные занести в протокол.

8.3.7. Вычислить среднее квадратическое отклонение (СКО) результата пяти измерений по формуле:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (D_{\Delta_i} - \overline{D_{\Delta}})^2}{n-1}}, \quad (2)$$

где  $D_{\Delta_i}$  – измеренное значение внешнего диаметра СОП диаметра и овальности в  $k$  – ом сечении, мм;  $\overline{D_{\Delta}}$  – среднее арифметическое значение результата измерений, мм;  $n$  – количество измерений.

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

Вычислить критерии Граббса  $G_1, G_2$ :

$$G_1 = \frac{|D_{\Delta_{\max}} - \overline{D_{\Delta}}|}{S}, \quad G_2 = \frac{|D_{\Delta_{\min}} - \overline{D_{\Delta}}|}{S} \quad (3)$$

где  $D_{\Delta_{\max}}$  – максимальное значение результата измерений, мм  
 $D_{\Delta_{\min}}$  – минимальное значение результата измерений, мм.

Если  $G_1 > G_T$ , то  $D_{\Delta_{\max}}$  исключают, как маловероятное значение, если  $G_2 > G_T$ , то  $D_{\Delta_{\min}}$  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. 8.3.3. – 8.3.7., чтобы количество измерений без грубых погрешностей оставалось равным пяти.

8.3.9. Вычислить СКО среднего арифметического измеряемой величины по формуле:

$$S_x = \frac{S}{\sqrt{n}}, \quad (4)$$

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

8.3.10. Вычислить доверительные границы  $\varepsilon$  случайной погрешности оценки измеряемой величины при  $P=0,95$ :

$$\varepsilon = t \cdot S_x, \quad (5)$$

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.

8.3.11. Вычислить СКО неисключенной систематической погрешности (далее – НСП) по формуле:

$$S_{\Theta} = \frac{\Theta_{\Sigma}}{\sqrt{3}}, \quad (6)$$

где  $\Theta_{\Sigma}$  – сумма НСП применяемых средств измерений (в данном случае – НСП мер концевых плоскопараллельных, индикатора часового типа). За НСП берется абсолютная погрешность, используемых средств измерений, указанная в свидетельстве о поверке (сертификате калибровки).

8.3.12. Вычислить суммарное среднее квадратическое отклонение оценки измеряемой величины по формуле:

$$S_{\Sigma} = \sqrt{S_{\Theta}^2 + S_x^2}, \quad (7)$$

где  $S_{\Theta}$  – среднее квадратическое отклонение НСП, мм;  $S_x$  – СКО среднего арифметического измеряемой величины, мм.

8.3.13. Вычислить коэффициент  $K$  по формуле:

$$K = \frac{\varepsilon + \Theta_{\Sigma}}{S_x + S_{\Theta}}, \quad (8)$$

где  $\varepsilon$  - доверительные границы случайной погрешности оценки измеряемой величины, мм;  $\Theta_{\Sigma}$  - сумма НСП применяемых средств измерений, мм;  $S_x$  - СКО среднего арифметического измеряемой величины, мм;  $S_{\Theta}$  - среднее квадратическое отклонение НСП, мм.

8.3.14. Вычислить абсолютную погрешность измеряемой величины по формуле и занести полученные данные в протокол:

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

где  $K$  - коэффициент, зависящий от соотношения случайной составляющей погрешности и НСП;  $S_{\Sigma}$  - суммарное среднее квадратическое отклонение оценки измеряемой величины, мм.

8.3.15. Повторить измерения по п.п. 8.3.3. - 8.3.14. для сечений СОП диаметра и овальности 2 - 12 поочередно. Полученные данные заносятся в протокол.

8.3.16. Рассчитать среднее арифметическое измерений внешнего диаметра СОП диаметра и овальности для всех сечений.

8.3.17. Повторить измерения по п.п. 8.3.3. - 8.3.16. для всех СОП диаметра и овальности, входящих в комплект поставки комплекса. Полученные данные заносятся в протокол.

8.3.18. Для расчета овальности выбираем сечение СОП диаметра и овальности, где значение внешнего диаметра максимально ( $\overline{D_{\max}}$ ) и сечение СОП диаметра и овальности, где значение внешнего диаметра минимально ( $\overline{D_{\min}}$ ).

8.3.19. Овальность СОП рассчитывается как разность этих диаметров:

$$O_{\Sigma} = \overline{D_{\max}} - \overline{D_{\min}} \quad (10)$$

8.3.20. Полученные данные заносятся в протокол.

8.3.21. Вычислить СКО результата измерений овальности по формуле:

$$S_{os} = \sqrt{S^2(D_{\max}) + S^2(D_{\min})}, \quad (11)$$

где  $S(D_{\max})$  - СКО результата измерений внешнего диаметра СОП диаметра и овальности, рассчитанного по формуле 2, в сечении, где значение внешнего диаметра СОП максимально, мм;  $S(D_{\min})$  - СКО результата измерений внешнего диаметра СОП диаметра и овальности, рассчитанного по формуле 2, в сечении, где значение внешнего диаметра СОП минимально, мм.

8.3.22. Доверительные границы случайной погрешности результата измерений овальности вычисляются по формуле:

$$\varepsilon_{os} = t \cdot S_{os}, \quad (12)$$

где  $t = 2,776$  - значение коэффициента Стьюдента, для доверительной вероятности  $P = 0,95$  и числа степеней свободы  $f_{\Sigma}$ , рассчитанного по формуле 13;

$$f_{\Sigma} = \frac{(S^2(D_{\max}) + S^2(D_{\min})) - 2 \left( \frac{S^4(D_{\max}) + S^4(D_{\min})}{n+1} \right)^2}{\frac{S^4(D_{\max}) + S^4(D_{\min})}{n+1}}, \quad (13)$$

где  $n$  - число измерений внешнего диаметра СОПа.

8.3.23. Доверительные границы неисключенной систематической погрешности результата измерений овальности  $\theta(O)$  (без учета знака) при вероятности  $P=0,95$  составляют:

$$\theta(O) = 1,1 \sqrt{2 \cdot \Theta_{\Sigma}^2}, \quad (14)$$

где  $\Theta_{\Sigma}$  - сумма НСП применяемых средств измерений (в данном случае - НСП мер концевых плоскопараллельных, индикатора часового типа), мм. За НСП берется абсолютная



погрешность, используемых средств измерений, указанная в свидетельстве о поверке (сертификате калибровки).

8.3.24. Доверительные границы абсолютной погрешности измерений овальности рассчитать по формуле:

$$\Delta O_{\text{э}} = 0,73(\varepsilon_{\text{ов}} + \theta(O)), \quad (15)$$

где  $\varepsilon_{\text{ов}}$  – доверительные границы случайной погрешности результата измерений овальности, мм;  $\theta(O)$  – доверительные границы неисключенной систематической погрешности результата измерений овальности, мм.

8.3.25. Полученные данные заносятся в протокол.

8.3.26. Включить комплекс и провести его калибровку и юстировку согласно руководства по эксплуатации (РЭ).

8.3.27. Запустить комплекс в режиме поверки измерительной системы диаметров и овальности, дважды кликнув на панели быстрого доступа на кнопке «Поверка» и выбрать поверку диаметра и овальности. Комплекс в автоматическом режиме отведет измерительную систему диаметра и кривизны труб в ремонтную зону и произведет измерение СОП диаметра и овальности и результаты измерений выведет на монитор комплекса. Проверку диапазона измерения овальности комплекс произведет автоматически, поместив измерительный модуль в крайнее верхнее положение относительно СОП диаметра и овальности, произведет измерение СОП, затем переместит измерительный модуль в крайнее нижнее положение и также произведет измерение СОП. Результаты измерений СОП в каждом из крайних положений будут выведены на монитор комплекса.

8.3.28. Измерение каждого СОП диаметра и овальности произвести 5 раз.

8.3.29. Полученные результаты записать в протокол как измеренные значения.

8.3.30. Вычислить среднее арифметическое значение измерений внешнего диаметра и овальности.

8.3.31. Выполнить оценку систематической составляющей погрешности измерений комплексом внешнего диаметра каждого СОП по формуле:

$$\Delta D_{\text{изм}} = \overline{D_{\text{изм}}} - \overline{D_{\text{э}}}, \quad (16)$$

где  $\overline{D_{\text{изм}}}$  – среднее арифметическое значение измерений внешнего диаметра СОП измеренное комплексом, мм;  $\overline{D_{\text{э}}}$  – среднее арифметическое значение внешнего диаметра СОП, рассчитанное по формуле 1, мм.

8.3.32. Выполнить оценку среднего квадратического отклонения по формуле:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (D_i - \overline{D_{\text{изм}}})^2}{n-1}}, \quad (17)$$

где  $D_i$  – измеренное значение внешнего диаметра СОП диаметра и овальности, измеренное комплексом, мм;  $\overline{D_{\text{изм}}}$  – среднее арифметическое значение внешнего диаметра СОП диаметра и овальности, измеренное комплексом, мм.

8.3.33. Вычислить абсолютную погрешность измерений диаметра

$$\Delta D = \sqrt{(\Delta D_{\text{изм}} + \Delta D_{\text{э}})^2 + (t \cdot \sigma)^2}, \quad (18)$$

где  $\Delta D_{\text{изм}}$  – оценка систематической составляющей погрешности измерений внешнего диаметра СОП, мм;  $\Delta D_{\text{э}}$  – абсолютная погрешность внешнего диаметра СОП, мм;  $\sigma$  – оценка среднего квадратического отклонения, мм;  $t = 2,776$  – значение коэффициента Стьюдента, для доверительной вероятности  $P = 0,95$  и числа результатов измерений равным пяти.

8.3.34. Выполнить оценку систематической составляющей погрешности измерений овальности СОП по формуле:

$$\Delta O_{\text{изм}} = \overline{O_{\text{изм}}} - O_{\text{э}}, \quad (19)$$

где  $\overline{O_{изм}}$  – среднее арифметическое значение овальности СОП диаметра и овальности, измеренное комплексом, мм;  $Oэ$  – значение овальности СОП диаметра и овальности, рассчитанное по формуле 10, мм.

8.3.35. Выполнить оценку среднего квадратического отклонения по формуле:

$$\sigma_{(O)} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (O_i - \overline{O_{изм}})^2}{n-1}}, \quad (20)$$

где  $O_i$  – измеренное комплексом значение овальности СОП, мм;  $\overline{O_{изм}}$  – среднее арифметическое значение овальности СОП измеренное комплексом, мм.

8.3.36. Вычислить абсолютную погрешность измерений овальности

$$\Delta O = \sqrt{(\Delta O_{изм} + \Delta Oэ)^2 + (t \cdot \sigma_{(O)})^2}, \quad (21)$$

где  $\Delta O_{изм}$  – оценка систематической составляющей погрешности измерений овальности СОП, мм;  $\Delta Oэ$  – абсолютная погрешность овальности СОП, рассчитанная по формуле 15, мм;  $\sigma_{(O)}$  – оценка среднего квадратического отклонения, мм;  $t = 2,776$  – значение коэффициента Стьюдента, для доверительной вероятности  $P = 0,95$  и числа результатов измерений равным пяти.

8.3.37. Комплекс считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом если выполняются требования приведенные в таблице 4

Таблица 4

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений внешнего диаметра объекта контроля, мм	
– для модификации 1	от 60 до 730
– для модификации 2	от 410 до 1520
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений внешнего диаметра объекта контроля, мм:	
– в диапазоне от 60 до 730 мм	$\pm 0,03$
– в диапазоне от 410 до 1520мм	$\pm 0,10$
Диапазон измерений овальности объекта контроля, мм	от 0 до 60
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений овальности объекта контроля, мм	
– для объекта контроля диаметром от 60 до 730 мм	$\pm 0,06$
– для объекта контроля диаметром от 410 до 1520 мм	$\pm 0,2$

**8.4. Определение диапазонов и расчет абсолютных погрешностей измерений длины, толщины стенки, угла фаски, ширины притупления объекта контроля.**

8.4.1. Измерения длины объекта контроля и параметров фаски будет производиться на СОП фаски и длины из комплекта поставки комплекса (Приложение 3 руководства по эксплуатации МВ.0120.0000.000 ИЭ).

8.4.2. Передача единицы длины осуществляется с помощью компаратора, в качестве которого выступают СОП фаски и длины.

8.4.3. Перед проведением поверки комплекса необходимо произвести измерения СОП фаски и длины с помощью штангенциркуля и угломера.

8.4.4. С помощью штангенциркуля измерить длину СОП длины. Измерения повторить 5 раз.

8.4.5. Рассчитать среднее значение по пяти измерениям по формуле:

$$\overline{Lэ} = \frac{\sum_{i=1}^n Lэ_i}{n}, \quad (22)$$

где  $L_{эi}$  – измеренное значение длины СОП длины, мм;  $i$  – номер измерений;  $n$  – количество измерений.

8.4.6. Полученные данные занести в протокол.

8.4.7. Повторить пункты 8.4.4. – 8.4.6. для всех СОП длины и СОП фаски.

8.4.8. С помощью микрометра измерить толщину СОП фаски в 3 точках. Измерения повторить 5 раз.

8.4.9. Рассчитать среднее значение по пяти измерениям по формуле:

$$\overline{H_{э}} = \frac{\sum_{i=1}^n H_{эi}}{n}, \quad (23)$$

где  $H_{эi}$  – измеренное значение толщины СОП фаски, мм;  $i$  – номер измерений;  $n$  – количество измерений.

8.4.10. Полученные данные занести в протокол.

8.4.11. Повторить пункты 8.4.8. – 8.4.10. для всех СОП фаски.

8.4.12. С помощью штангенциркуля измерить ширину притупления СОП фаски.

Измерения повторить 5 раз.

8.4.13. Рассчитать среднее значение по пяти измерениям по формуле:

$$\overline{P_{э}} = \frac{\sum_{i=1}^n P_{эi}}{n}, \text{ мм} \quad (24)$$

где  $P_{эi}$  – измеренное значение ширины притупления СОП фаски, мм;

$i$  – номер измерений.

8.4.14. Полученные данные занести в протокол.

8.4.15. Повторить пункты 8.4.12. – 8.4.14. для всех СОП фаски.

8.4.16. С помощью угломера измерить угол фаски СОП фаски. Измерения повторить 5 раз. Рассчитать среднее значение по пяти измерениям. Полученные данные занести в протокол.

8.4.17. Для СОП фаски, имеющего два угла повторить пункты 8.4.15. – 8.4.16. для измерения второго угла.

8.4.18. Повторить пункты 8.4.16. – 8.4.17. для всех СОП фаски.

8.4.19. Рассчитать абсолютные погрешности измерений длины СОП длины и СОП фаски ( $\Delta L_{э}$ ), толщины СОП фаски ( $\Delta H_{э}$ ), ширины притупления СОП фаски ( $\Delta P_{э}$ ), угла фаски СОП фаски ( $\Delta F_{э}$ ) согласно ГОСТ Р 8.736 – 2011.

8.4.20. При проверке комплекса рассчитанные выше значения длины и параметров фаски будут эталонными для комплекса.

8.4.21. Собрать из СОП длины и СОП фаски длину, соответствующую минимальному значению длины объекта контроля и установить их в систему калибровки и юстировки измерительной системы фаски и длины комплекса.

8.4.22. Запустить комплекс в режиме проверки длины и параметров фаски, дважды кликнув на панели быстрого доступа на кнопке «Проверка» и выбрать проверку длины объекта контроля и параметров фаски согласно РЭ.

8.4.23. Комплекс в автоматическом режиме произведет измерение, установленных СОП длины и фаски и результаты измерений выведет на монитор комплекса. Проверку диапазона измерений толщины стенки и параметров фаски объекта контроля комплекс произведет автоматически, поместив измерительный модуль в крайнее боковое положение относительно СОП фаски и произведет измерение СОПа, затем комплекс переместит измерительный модуль в другое крайнее боковое положение и также произведет измерение СОПа. Результаты измерений толщины стенки СОПа и параметров фаски в каждом из крайних положений и координата положения измерительного модуля будут выведены на монитор комплекса.

8.4.24. Измерения повторить 5 раз. Полученные результаты записать в протокол как измеренные значения.

8.4.25. Повторить пункты 8.4.21. – 8.4.24. методики поверки, собрав из СОП длины и СОП фаски длину, соответствующую максимальному значению длины объекта контроля.

8.4.26. Вычислить среднее арифметическое значение длины, толщины объекта контроля, параметров фаски, измеренных комплексом. Полученные данные занести в протокол.

8.4.27. Выполнить оценку систематической составляющей погрешности измерений комплексом длины СОП длины и фаски по формуле:

$$\Delta L_{\text{сист}} = \overline{L_{\text{изм}}} - \overline{L_{\text{Э}}}, \quad (25)$$

где  $\overline{L_{\text{изм}}}$  – среднее арифметическое значение длины СОП измеренное комплексом, мм;  $\overline{L_{\text{Э}}}$  – среднее арифметическое значение суммы длин СОП длины и фаски, установленных на комплексе и рассчитанных по формуле 22, мм.

8.4.28. Вычислить оценку среднего квадратического отклонения по формуле:

$$\sigma_{(L)} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (L_i - \overline{L_{\text{изм}}})^2}{n-1}}, \quad (26)$$

где  $L_i$  – измеренное значение суммы длин СОП длины и фаски, мм;  $\overline{L_{\text{изм}}}$  – среднее арифметическое значение суммы длин СОП длины и фаски, установленных на комплексе, мм;  $n$  – количество измерений.

8.4.29. Вычислить абсолютную погрешность измерений длины СОП длины и фаски.

$$\Delta L = \sqrt{(\Delta L_{\text{сист}} + \Delta L_{\text{Э}})^2 + (t \cdot \sigma_{(L)})^2}, \quad (27)$$

где  $\Delta L_{\text{сист}}$  – оценка систематической составляющей погрешности измерений длины СОП длины и фаски при измерении комплексом, мм;  $\Delta L_{\text{Э}}$  – абсолютная погрешность длины СОП длины и фаски, мм;  $\sigma_{(L)}$  – оценка среднего квадратического отклонения, мм;  $t = 2,776$  – значение коэффициента Стьюдента, для доверительной вероятности  $P = 0,95$  и числа результатов измерений равным пяти.

8.4.30. Выполнить оценку систематической составляющей погрешности измерений комплексом толщины СОП и фаски по формуле:

$$\Delta H_{\text{сист}} = \overline{H_{\text{изм}}} - \overline{H_{\text{Э}}}, \quad (28)$$

где  $\overline{H_{\text{изм}}}$  – среднее арифметическое значение толщины СОП фаски измеренное комплексом, мм;  $\overline{H_{\text{Э}}}$  – среднее арифметическое значение толщины СОП фаски, установленных на комплексе и рассчитанных по формуле 23, мм.

8.4.31. Выполнить оценку среднего квадратического отклонения по формуле:

$$\sigma_{(H)} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (H_i - \overline{H_{\text{изм}}})^2}{n-1}}, \quad (29)$$

где  $H_i$  – измеренное значение толщины СОП фаски, мм;  $\overline{H_{\text{изм}}}$  – среднее арифметическое значение толщины СОП фаски, установленных на комплексе, мм;  $n$  – количество измерений.

8.4.32. Вычислить абсолютную погрешность измерений длины СОП длины и фаски.

$$\Delta H = \sqrt{(\Delta H_{\text{сист}} + \Delta H_{\text{Э}})^2 + (t \cdot \sigma_{(H)})^2}, \quad (30)$$

где  $\Delta H_{\text{сист}}$  – оценка систематической составляющей погрешности измерений толщины СОП фаски при измерении комплексом, мм;  $\Delta H_{\text{Э}}$  – абсолютная погрешность толщины СОП фаски, мм;  $\sigma_{(H)}$  – оценка среднего квадратического отклонения, мм;  $t = 2,776$  – значение коэффициента Стьюдента, для доверительной вероятности  $P = 0,95$  и числа результатов измерений равным пяти.

8.4.33. Вычислить оценку систематической составляющей погрешности измерений комплексом ширины притупления СОП фаски по формуле:

$$\Delta P_{\text{сист}} = \overline{P_{\text{изм}}} - \overline{P_{\text{Э}}}, \quad (31)$$

где  $\overline{P_{\text{изм}}}$  – среднее арифметическое значение ширины притупления СОП измеренное комплексом, мм;  $\overline{P_{\text{Э}}}$  – среднее арифметическое значение ширины притупления СОП фаски, установленных на комплексе и рассчитанных по формуле 24, мм.

8.4.34. Вычислить оценку среднего квадратического отклонения по формуле:

$$\sigma_{(P)} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (P_i - \overline{P_{\text{изм}}})^2}{n-1}}, \quad (32)$$

где  $P_i$  – измеренное значение ширины притупления СОП фаски, мм;  $\overline{P_{\text{изм}}}$  – среднее арифметическое значение ширины притупления СОП фаски, установленных на комплексе, мм;  $n$  – количество измерений.

8.4.35. Вычислить абсолютную погрешность измерений ширины притуплений СОП фаски.

$$\Delta P = \sqrt{(\Delta P_{\text{сист}} + \Delta P_{\text{Э}})^2 + (t \cdot \sigma_{(P)})^2}, \quad (33)$$

где  $\Delta P_{\text{сист}}$  – оценка систематической составляющей погрешности измерений ширины притуплений СОП фаски при измерении комплексом, мм;  $\Delta P_{\text{Э}}$  – абсолютная погрешность ширины притупления СОП фаски, мм;  $\sigma_{(P)}$  – оценка среднего квадратического отклонения, мм;  $t = 2,776$  – значение коэффициента Стьюдента, для доверительной вероятности  $P = 0,95$  и числа результатов измерений равным пяти.

8.4.36. Выполнить оценку систематической составляющей погрешности измерений комплексом угла фаски СОП и фаски по формуле:

$$\Delta F_{\text{сист}} = \overline{F_{\text{изм}}} - \overline{F_{\text{Э}}}, \quad (34)$$

где  $\overline{F_{\text{изм}}}$  – среднее арифметическое значение угла фаски СОП измеренное комплексом, мм;  $\overline{F_{\text{Э}}}$  – среднее арифметическое значение угла фаски СОП фаски, установленных на комплексе и рассчитанных в пункте 8.4.16, мм.

8.4.37. Вычислить оценку среднего квадратического отклонения по формуле:

$$\sigma_{(F)} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (F_i - \overline{F_{\text{изм}}})^2}{n-1}}, \quad (35)$$

где  $F_i$  – измеренное значение угла фаски СОП фаски, мм;  $\overline{F_{\text{изм}}}$  – среднее арифметическое значение угла фаски СОП фаски, измеренное комплексом, мм;  $n$  – количество измерений.

8.4.38. Вычислить абсолютную погрешность измерений угла фаски СОП фаски.

$$\Delta F = \sqrt{(\Delta F_{\text{сист}} + \Delta F_{\text{Э}})^2 + (t \cdot \sigma_{(F)})^2}, \quad (36)$$

где  $\Delta F_{\text{сист}}$  – оценка систематической составляющей погрешности измерений угла фаски СОП фаски при измерении комплексом, мм;  $\Delta F_{\text{Э}}$  – абсолютная погрешность угла фаски СОП фаски, мм;  $\sigma_{(F)}$  – оценка среднего квадратического отклонения, мм;  $t = 2,776$  – значение коэффициента Стьюдента, для доверительной вероятности  $P = 0,95$  и числа результатов измерений равным пяти.

8.4.39. Комплекс считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом если выполняются требования приведенные в таблице 5

Таблица 5

Диапазон измерений длины объекта контроля**, мм	от 4000 до 24500
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений длины объекта контроля, мм	±1

Диапазон измерений толщины стенки объекта контроля*, мм	от 1 до 100
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений толщины стенки объекта контроля*, мм	±0,07
Диапазон измерений угла фаски объекта контроля*, °	от 0 до 60
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений угла фаски объекта контроля*, °	±0,5
Диапазон измерения ширины притупления объекта контроля*, мм	от 0 до 35
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений ширины притупления объекта контроля*, мм	±0,15

\* – наличие определяется по согласованию с заказчиком.

\*\* – диапазон измерений длины объекта контроля определяется в зависимости от заказа кратно 100 мм.

### 8.5. Определение диапазонов и расчет абсолютных погрешностей измерений отклонений прямолинейности (кривизны) и отклонения от перпендикулярности (косины реза) объекта контроля.

8.5.1. Измерения отклонения от прямолинейности (кривизны) объекта контроля производятся на измерительной системе диаметра и кривизны комплекса.

8.5.2. Измерение отклонения от прямолинейности (кривизны) объекта контроля производится комплексом путем построения 3Д модели объекта контроля состоящей из поперечных профилей объекта контроля с шагом 10 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, проверку отклонения от прямолинейности (кривизны) объекта контроля производится на поточном объекте контроля номинальным диаметром, соответствующим среднему значению диапазона в зависимости от модификации комплекса (диаметр 420 мм для модификации 1; диаметр 1020 мм для модификации 2). Для обеспечения достаточной жесткости трубы и постоянства ее кривизны в процессе контроля, толщина стенки трубы в модификации 1 должна быть не менее 16 мм, в модификации 2 – не менее 20 мм.

8.5.3. При измерении отклонения от перпендикулярности (косины реза) используется измерительная система длины и фаски комплекса.

8.5.4. Запустить комплекс в режиме поверки кривизны и косины реза объекта контроля, дважды кликнув на панели быстрого доступа на кнопке «Поверка» и выбрать поверку кривизны и косины реза согласно РЭ.

8.5.5. Комплекс в автоматическом режиме произведет измерение объекта контроля установленного швом (меткой) вверх.

8.5.6. Измерение произвести 5 раз. Полученные результаты записать в протокол.

8.5.7. Рассчитать среднее значение отклонения от прямолинейности (кривизны) объекта контроля по формуле:

$$\overline{R\theta} = \frac{\sum_{i=1}^n R\theta_i}{n}, \quad (37)$$

где  $R\theta_i$  – измеренное значение отклонения от прямолинейности (кривизны) объекта контроля при позиционировании его швом вверх, мм;  $i$  – номер измерений;  $n$  – количество измерений.

8.5.8. Рассчитать среднее значение отклонения от перпендикулярности (косины реза) объекта контроля по формуле:

$$\overline{K\theta} = \frac{\sum_{i=1}^n K\theta_i}{n}, \quad (38)$$

где  $K_{\theta_i}$  – измеренное значение отклонения от перпендикулярности (косины реза) объекта контроля при позиционировании его швом вверх, мм;  $i$  – номер измерений;  $n$  – количество измерений.

8.5.9. Полученные данные занести в протокол.

8.5.10. Вычислить СКО результата пяти измерений отклонения от прямолинейности (кривизны) объекта контроля по формуле:

$$S(R_{\theta}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (R_{\theta_i} - \overline{R_{\theta}})^2}{n-1}}, \quad (39)$$

где  $R_{\theta_i}$  – измеренное значение отклонения от прямолинейности (кривизны) объекта контроля при позиционировании его швом (меткой) вверх, мм;  $\overline{R_{\theta}}$  – среднее арифметическое значение отклонения от прямолинейности (кривизны) объекта контроля при позиционировании его швом (меткой) вверх, мм.

8.5.11. Вычислить СКО результата пяти измерений отклонения от перпендикулярности (косины реза) объекта контроля по формуле:

$$S(K_{\theta}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (K_{\theta_i} - \overline{K_{\theta}})^2}{n-1}}, \quad (40)$$

где  $K_{\theta_i}$  – измеренное значение отклонения от перпендикулярности (косины реза) объекта контроля при позиционировании его швом (меткой) вверх, мм;  $\overline{K_{\theta}}$  – среднее арифметическое значение отклонения от перпендикулярности (косины реза) объекта контроля при позиционировании его швом (меткой) вверх, мм.

8.5.12. Вычислить СКО среднего арифметического отклонения от прямолинейности (кривизны) объекта контроля по формуле:

$$S_{\overline{R_{\theta}}} = \frac{S(R_{\theta})}{\sqrt{n}}, \quad (41)$$

где  $S(R_{\theta})$  – СКО результата измерений отклонения от прямолинейности (кривизны) объекта контроля при позиционировании его швом (меткой) вверх, мм;  $n$  – количество измерений.

8.5.13. Вычислить СКО среднего арифметического отклонения от перпендикулярности (косины реза) объекта контроля по формуле:

$$S_{\overline{K_{\theta}}} = \frac{S(K_{\theta})}{\sqrt{n}}, \quad (42)$$

где  $S(K_{\theta})$  – СКО результата измерений отклонения от перпендикулярности (косины реза) объекта контроля при позиционировании его швом (меткой) вверх, мм;  $n$  – количество измерений.

8.5.14. Вычислить доверительные границы  $\varepsilon$  случайной погрешности оценки отклонения от прямолинейности (кривизны) объекта контроля при  $P=0,95$ , которые принимаем за абсолютную погрешность отклонения от прямолинейности (кривизны) объекта контроля:

$$\varepsilon = t \cdot S_{\overline{R_{\theta}}}, \quad (43)$$

где  $t = 2,776$  – значение коэффициента Стьюдента для доверительной вероятности  $P = 0,95$  и числа результатов измерений равным пяти;  $S_{\overline{R_{\theta}}}$  – СКО среднего арифметического отклонения от прямолинейности (кривизны) объекта контроля при позиционировании его швом (меткой) вверх, мм.

8.5.15. Вычислить доверительные границы  $\varepsilon$  случайной погрешности оценки отклонения от перпендикулярности (косины реза) объекта контроля при  $P=0,95$ , которые принимаем за абсолютную погрешность отклонения от перпендикулярности (косины реза):

$$\varepsilon = t \cdot S_{\overline{K_{\theta}}}, \quad (44)$$

где  $t = 2,776$  – значение коэффициента Стьюдента для доверительной вероятности  $P = 0,95$  и числа результатов измерений равным пяти;  $S_{\bar{K}_6}$  – СКО среднего арифметического отклонения от перпендикулярности (косины реза) объекта контроля при позиционировании его швом (меткой) вверх, мм.

8.5.16. Повторить пункты 8.5.3 – 8.5.15. произведя измерения объекта контроля установленного швом (меткой) вниз.

8.5.17. Сравнить измеренные значения отклонения от прямолинейности (кривизны) и отклонения от перпендикулярности (косины реза) объекта контроля при измерениях швом (меткой) вверх и при измерениях швом (меткой) вниз. Разница этих значений не должна превышать абсолютных погрешностей измерений отклонения от прямолинейности (кривизны) и отклонения от перпендикулярности (косины реза) объекта контроля.

8.5.18. Комплекс считается прошедшим операцию проверки с положительным результатом если выполняются требования приведенные в таблице 6

Таблица 6

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений отклонения от прямолинейности (кривизны) объекта контроля, мм	от 0 до 40
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений отклонения от прямолинейности (кривизны) объекта контроля, мм: – для базовой длины от 1,0 до 4,0 м; – для базовой длины от 4,0 до 24,5 м	$\pm 0,1$ $\pm 0,5$
Диапазон измерений отклонения от перпендикулярности (косины реза) объекта контроля, мм	от 0 до 20
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений отклонения от перпендикулярности (косины реза) объекта контроля, мм	$\pm 0,1$

## 8.6. Определение диапазонов и расчет абсолютных погрешностей измерений высоты и ширины усиления сварного шва объекта контроля.

8.6.1. Измерения высоты и ширины усиления сварного шва объекта контроля производится на СОП шва и около шовной зоны из комплекта поставки комплекса (Приложение 3 руководства по эксплуатации МВ.0120.0000.000 ИЭ).

8.6.2. Передача единицы длины осуществляется с помощью компаратора, в качестве которого выступает СОП шва и около шовной зоны.

8.6.3. Перед проведением проверки комплекса необходимо произвести измерения СОП шва и около шовной зоны с помощью штангенциркуля и индикатора часового типа, установленного на измерительном мостике с опорной призмой.

8.6.4. Расположить СОП шва и около шовной зоны на ровную поверхность, обеспечивающую неподвижное положение СОПа.

8.6.5. С помощью штангенциркуля измерить ширину сварного шва СОПа. Измерения повторить 5 раз в пяти точках равномерно распределенных по длине сварного шва на СОПе.

8.6.6. Рассчитать среднее значение по пяти измерениям по формуле:

$$\bar{W}_\varepsilon = \frac{\sum_{i=1}^n W_{\varepsilon_i}}{n}, \quad (45)$$

где  $W_{\varepsilon_i}$  – измеренное значение ширины сварного шва СОП шва и около шовной зоны, мм;  
 $i$  – номер измерений;  $n$  – количество измерений.

8.6.7. Полученные данные занести в протокол.



8.6.8. С помощью индикатора часового типа, установленного на измерительном мостике с опорной призмой произвести измерение высоты усиления шва СОП шва и около шовной зоны. Для этого установить индикатор часового типа, установленного на измерительном мостике с опорной призмой на поверхность СОП с любой стороны от шва так, чтобы крайняя ножка была на расстоянии не менее 5 мм от края шва и обнулить цифровой индикатор. Установить индикатор часового типа, установленного на измерительном мостике с опорной призмой на шов СОП, так чтобы ось индикатора совпадала с осью шва, а опорные ножки находились по обе стороны от шва.

8.6.9. Произвести измерения высоты усиления сварного шва. Измерения повторить 5 раз в 5 точках равномерно распределенных по длине сварного шва на СОПе.

8.6.10. Рассчитать среднее значение по пяти измерениям по формуле:

$$\overline{Q_{\text{Э}}} = \frac{\sum_{i=1}^n Q_{\text{Э}i}}{n}, \quad (46)$$

где  $Q_{\text{Э}i}$  – измеренное значение высоты сварного шва СОП шва и около шовной зоны, мм;  $i$  – номер измерений;  $n$  – количество измерений.

8.6.11. Полученные данные занести в протокол.

8.6.12. Рассчитать абсолютные погрешности измерений ширины и высоты усиления сварного шва СОП шва и около шовной зоны согласно ГОСТ Р 8.736 – 2011.

8.6.13. При поверки комплекса рассчитанные выше значения ширины и высоты усиления сварного шва будут эталонными для комплекса.

8.6.14. Запустить комплекс в режиме поверки параметров шва, дважды кликнув на панели быстрого доступа на кнопке «Поверка» и выбрать поверку параметров шва согласно РЭ.

8.6.15. Комплекс в автоматическом режиме произведет измерение СОП шва и около шовной зоны и результаты измерений выведет на монитор комплекса. Проверку диапазона измерений параметров шва контроля комплекс произведет автоматически, поместив измерительный модуль шва в крайнее верхнее положение относительно СОП шва и около шовной зоны и произведет измерение СОПа, затем комплекс поместит измерительный модуль шва в крайнее нижнее положение и также произведет измерение СОПа. Результаты измерений параметров шва СОП шва и около шовной зоны в каждом из крайних положений и координата положения измерительного модуля будут выведены на монитор комплекса. Измерение произвести 5 раз.

8.6.16. Полученные результаты записать в протокол как измеренные значения.

8.6.17. Вычислить оценку систематической составляющей погрешности измерений комплексом сварного шва СОП шва и около шовной зоны по формуле:

$$\Delta W_{\text{сист}} = \overline{W_{\text{изм}}} - \overline{W_{\text{Э}}}, \quad (47)$$

где  $\overline{W_{\text{изм}}}$  – среднее арифметическое значение ширины сварного шва СОП шва и около шовной измеренное комплексом, мм;  $\overline{W_{\text{Э}}}$  – среднее арифметическое значение ширины сварного шва СОП шва и около шовной рассчитанной по формуле 45, мм.

8.6.18. Вычислить оценку СКО по формуле:

$$\sigma_{(W)} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (W_i - \overline{W_{\text{изм}}})^2}{n-1}}, \quad (48)$$

где  $W_i$  – измеренное значение ширины сварного шва СОП шва и около шовной зоны, мм;  $\overline{W_{\text{изм}}}$  – среднее арифметическое значение ширины сварного шва СОП шва и около шовной зоны измеренного комплексом, мм;  $n$  – количество измерений.

8.6.19. Вычислить абсолютную погрешность измерений ширины сварного шва СОП шва и около шовной зоны.

$$\Delta W = \sqrt{(\Delta W_{\text{сист}} + \Delta W_{\text{Э}})^2 + (t \cdot \sigma_{(W)})^2}, \quad (49)$$

где  $\Delta W_{сист}$  – оценка систематической составляющей погрешности измерений ширины сварного шва СОП шва и около шовной зоны при измерении комплексом, мм;  $\Delta W_{э}$  – абсолютная погрешность ширины сварного шва СОП шва и около шовной зоны, мм;  $\sigma_{(W)}$  – оценка среднего квадратического отклонения, мм;  $t = 2,776$  – значение коэффициента Стьюдента, для доверительной вероятности  $P = 0,95$  и числа результатов измерений равным пяти.

8.6.20. Вычислить оценку систематической составляющей погрешности измерений комплексом высоты сварного шва СОП шва и около шовной зоны по формуле:

$$\Delta Q_{сист} = \overline{Q_{изм}} - \overline{Q_{э}}, \quad (50)$$

где  $\overline{Q_{изм}}$  – среднее арифметическое значение высоты сварного шва СОП шва и около шовной зоны измеренное комплексом, мм;  $\overline{Q_{э}}$  – среднее арифметическое значение высоты сварного шва СОП шва и около шовной зоны рассчитанной по формуле 46, мм.

8.6.21. Вычислить оценку СКО по формуле:

$$\sigma_{(Q)} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Q_i - \overline{Q_{изм}})^2}{n-1}}, \quad (51)$$

где  $Q_i$  – измеренное значение высоты сварного шва СОП шва и около шовной зоны, мм;  $\overline{Q_{изм}}$  – среднее арифметическое значение высоты сварного шва СОП шва и около шовной зоны измеренного комплексом, мм;  $n$  – количество измерений.

8.6.22. Вычислить абсолютную погрешность измерений высоты сварного шва СОП шва и около шовной зоны.

$$\Delta Q = \sqrt{(\Delta Q_{сист} + \Delta Q_{э})^2 + (t \cdot \sigma_{(Q)})^2}, \quad (52)$$

где  $\Delta Q_{сист}$  – оценка систематической составляющей погрешности измерений высоты сварного шва СОП шва и около шовной зоны при измерении комплексом, мм;  $\Delta Q_{э}$  – абсолютная погрешность высоты сварного шва СОП шва и около шовной зоны, мм;  $\sigma_{(Q)}$  – оценка среднего квадратического отклонения, мм;  $t = 2,776$  – значение коэффициента Стьюдента, для доверительной вероятности  $P = 0,95$  и числа результатов измерений равным пяти.

8.6.23. Комплекс считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом если выполняются требования приведенные в таблице 7

Таблица 7

Диапазон измерений высоты усиления сварного шва объекта контроля*, мм	от 0 до 5
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений высоты усиления сварного шва объекта контроля*, мм	$\pm 0,1$
Диапазон измерений ширины усиления сварного шва объекта контроля*, мм	от 5 до 60
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений ширины усиления сварного шва объекта контроля*, мм	$\pm 0,3$

\* – наличие определяется по согласованию с заказчиком.

## 9. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ


9.1. Результаты поверки заносятся в протокол (рекомендуемая форма протокола поверки – Приложение А).

9.2. При положительных результатах поверки оформляют свидетельство о поверке в установленной форме и наносят знак поверки в соответствии с приказом Минпромторга России от 02.07.2015 г. №1815.

9.3. При отрицательных результатах поверки, установка признается непригодной к применению и на нее выдается извещение и непригодности в соответствии с приказом Минпромторга России от 02.07.2015 г. №1815 с указанием причин непригодности.


Исполнители:

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

**ПРОТОКОЛ №**  
**Первичной/периодической поверки**  
 от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_

Средство измерений: \_\_\_\_\_

Год выпуска: \_\_\_\_\_

Серия и номер клейма предыдущей поверки: \_\_\_\_\_

Заводской номер: \_\_\_\_\_

Принадлежащее: \_\_\_\_\_

Поверено в соответствии с \_\_\_\_\_

С применением эталонов: \_\_\_\_\_

Условия проведения поверки:

Температура окружающей среды \_\_\_\_\_ °С;

относительная влажность \_\_\_\_\_ %;

атмосферное давление \_\_\_\_\_ кПа;

Результаты поверки:

Внешний осмотр \_\_\_\_\_

Опробование \_\_\_\_\_

Определение основных метрологических параметров:

Метрологические характеристики	Номинальная величина / погрешность	Измеренное значение	Заключение

Заключение: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Средство измерений признать пригодным (или непригодным) для применения

Поверитель: \_\_\_\_\_  
 Подпись

/ \_\_\_\_\_ /  
 ФИО