

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по
инновациям

ФГУП «ВНИИОФИ»

М.П.

« 17 »

И.С. Филимонов

2019 г.



Измерители расстояния до дефекта трубы Wavemaker G4mini

Методика поверки МП 018.Д4-19

Главный метролог

ФГУП «ВНИИОФИ»

С.Н. Негода

« 17 » 04 2019 г.

Москва
2019 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.....	4
8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ.....	5
9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ	12
ПРИЛОЖЕНИЕ А (ФОРМА ПРОТОКОЛА ПОВЕРКИ).....	13
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	14

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящая методика устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок измерителей расстояния до дефекта трубы Wavemaker G4mini (далее по тексту – измерители Wavemaker).

Измерители Wavemaker предназначены для измерений расстояния от места установки кольца с преобразователями, расположенного на исследуемой трубе из стали или сплавов, до дефекта (трещины и/или потери основного металла) данной трубы при осуществлении сплошного неразрушающего контроля трубопроводов различного назначения, а также для оценки размеров дефектов.

Интервал между поверками – 1 год.

2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении первичной и периодической поверок 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
Опробование	8.3	да	да
Определение (контроль) метрологических характеристик	8.4	-	-
Определение диапазона и относительной погрешности измерений расстояния до дефекта	8.4.1	да	да
Определение минимального размера выявляемого дефекта	8.4.2	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 измерителя Wavemaker прекращается в случае получения отрицательного результата при проведении хотя бы одной из операций, а измеритель Wavemaker 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 измерителя Wavemaker 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
7.3, 8.4.1, 8.4.2	Рулетка измерительная металлическая Р10УЗК (госреестр № 11505-92). Диапазон измерений от 0 до 10000 мм, цена деления 1 мм. Допускаемое отклонение действительной длины интервалов шкалы $\pm (0,4+0,2 \cdot (L-1))$ мм, где L – число полных и неполных метров.
7.3	Штангенциркуль ШЦЦ-I (госреестр № 52058-12). Диапазон измерений от 0 до 250 мм. Шаг дискретности цифрового отсчетного устройства 0,01 мм. Пределы допускаемой погрешности измерений $\pm 0,04$ мм.
Вспомогательное оборудование	
7.3, 8.4.1, 8.4.2	Труба согласно приложению Б.

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 измерителя Wavemaker и средств поверки по эксплуатационной документации.

5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

5.1 Работа с измерителем Wavemaker и средствами поверки должна проводиться согласно требованиям безопасности, указанным в нормативно-технической и эксплуатационной документации на измеритель Wavemaker и средства поверки.

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

6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие требования:

- температура окружающего воздуха (20 ± 5) °С;
- относительная влажность воздуха (65 ± 15) %;
- атмосферное давление (750 ± 30) мм рт.ст. $[(100 \pm 4)$ кПа].

7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

7.1 Если измеритель Wavemaker 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 измеритель Wavemaker и средства поверки к работе в соответствии с их руководствами по эксплуатации (далее - РЭ).

7.3 Определение параметров трубы

7.3.1 Подготовить трубу, диаметром подходящим для проверяемого кольца с преобразователями. Края трубы должны быть ровными, длина трубы от 2 до 20 м. На трубе не должно быть следов коррозии. Эскиз трубы приведен в приложении Б.

7.3.2 С помощью рулетки измерительной металлической Р10УЗК (далее - рулетка) провести измерения длины трубы $L_{ном}$, мм. Измерения выполнить пять раз (в точках, равномерно распределенных по окружности в поперечном сечении трубы). Вычислить среднее арифметическое значение по пяти измерениям.

7.3.3 С помощью штангенциркуля ШЦЦ-I провести измерения толщины стенки трубы $H_{ном}$, мм, в четырех точках с каждого торца трубы (в точках, равномерно распределенных по

окружности - поперечному сечению трубы). Вычислить среднее арифметическое значение толщины стенки трубы по восьми измерениям.

7.3.4 С помощью штангенциркуля ШЦЦ-I (или рулетки) провести измерения внешнего диаметра четыре раза с каждого торца трубы (в точках, равномерно распределенных по окружности в поперечном сечении трубы). Вычислить среднее арифметическое значение внешнего диаметра трубы $D_{внеш}$, мм, по восьми измерениям.

7.3.5 С помощью штангенциркуля ШЦЦ-I (или рулетки) провести измерения внутреннего диаметра четыре раза с каждого торца трубы (в точках, равномерно распределенных по окружности в поперечном сечении трубы). Вычислить среднее арифметическое значение внутреннего диаметра трубы $D_{внутр}$, мм, по восьми измерениям.

7.3.6 С помощью штангенциркуля ШЦЦ-I провести измерения диаметра отверстия пять раз. Вычислить среднее арифметическое значение диаметра отверстия $D_{отв}$, мм, по пяти измерениям.

7.3.7 Рассчитать отношение площади отверстия (размер дефекта) $S_{отв\%}$ в % от площади поперечного сечения трубы по формуле:

$$S_{отв\%} = \frac{D_{отв}^2}{D_{внеш}^2 - D_{внутр}^2} \cdot 100 \%, \quad (1)$$

где $D_{внеш}$ – среднее арифметическое значение внешнего диаметра трубы, мм;

$D_{внутр}$ – среднее арифметическое значение внутреннего диаметра трубы, мм;

$D_{отв}$ – среднее арифметическое значение диаметра отверстия, мм.

7.3.8 Площадь отверстия (размер дефекта) должна составлять от 4 до 5 % от площади поперечного сечения трубы.

8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

8.1 Внешний осмотр

8.1.1 При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие измерителя Wavemaker следующим требованиям:

- соответствие комплектности поверяемого измерителя Wavemaker РЭ;
- отсутствие явных механических повреждений измерителя Wavemaker и его составных частей;
- наличие маркировки измерителя Wavemaker с указанием типа и серийного номера.

8.1.2 Измеритель Wavemaker считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если он соответствует требованиям, приведенным в пункте 8.1.1

8.2 Идентификация программного обеспечения (ПО)

8.2.1 Соединить электронный блок измерителя Wavemaker с ноутбуком согласно разделу 3 руководства по эксплуатации.

8.2.2 Включить ноутбук с установленным программным обеспечением «WaveMaker WavePro» и электронный блок измерителя Wavemaker. Выполнить запуск ПО.

8.2.3 После загрузки ПО, в окне программы на панели меню нажать «Help» и выбрать пункт меню «About Wavemaker WavePro». В появившемся информационном окне прочитать идентификационное наименование и номер версии 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	WaveMaker WavePro
Номер версии (идентификационный номер) ПО	4.0.2018b и выше
Цифровой идентификатор ПО	-

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

8.3 Опробование

8.3.1 Подключить к электронному блоку измерителя Wavemaker кольцо с преобразователями из его состава, подключив его при помощи кабелей в соответствующие разъемы на электронном блоке из комплекта измерителя Wavemaker.

8.3.2 Перезапустить на ноутбуке ПО «WaveMaker WavePro». Электронный блок и кольцо с преобразователями определяются в программе автоматически.

8.3.3 Проверить правильность определения электронного блока и кольца с преобразователями (рисунок 1 – выделено синим цветом). Так же основная информация о присоединённом кольце с преобразователями показана на вкладке «Ring Info» (информация о кольце).

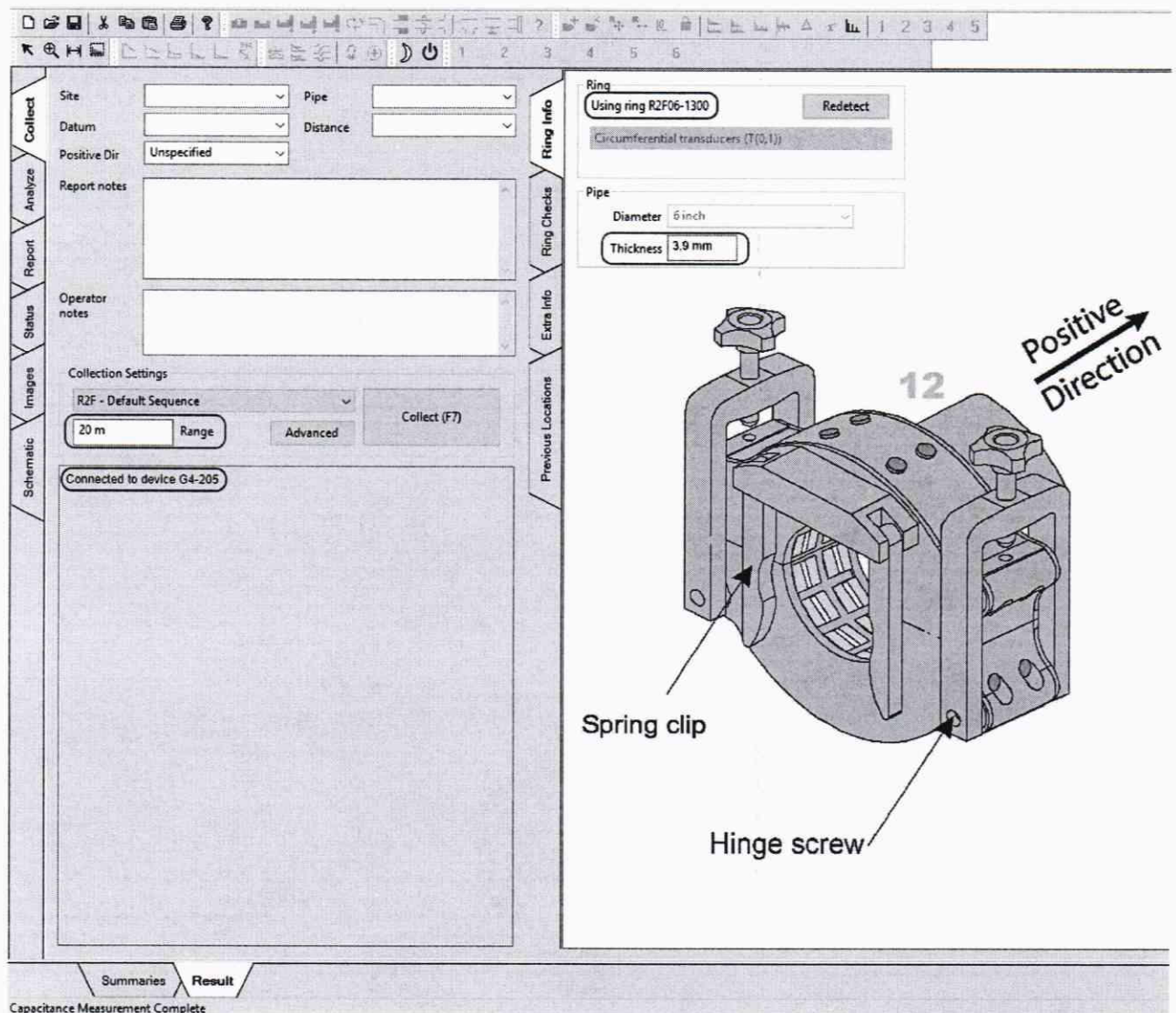


Рисунок 1

8.3.4 Выполнить измерителем Wavemaker самодиагностику, выбрав вкладку «Rings Checks» и затем нажав кнопку «Run». В процессе проведения самодиагностики измеритель Wavemaker выполняет проверку ёмкости и трассировки кабеля, колец с преобразователями и электронной схемы прибора. Результаты самодиагностики представляются в виде пары столбчатых диаграмм. Каждый канал, характеристики которого выходят за пределы номинального диапазона, будет выделен. Такие каналы необходимо записать и пометить для ремонта (рисунок 2).

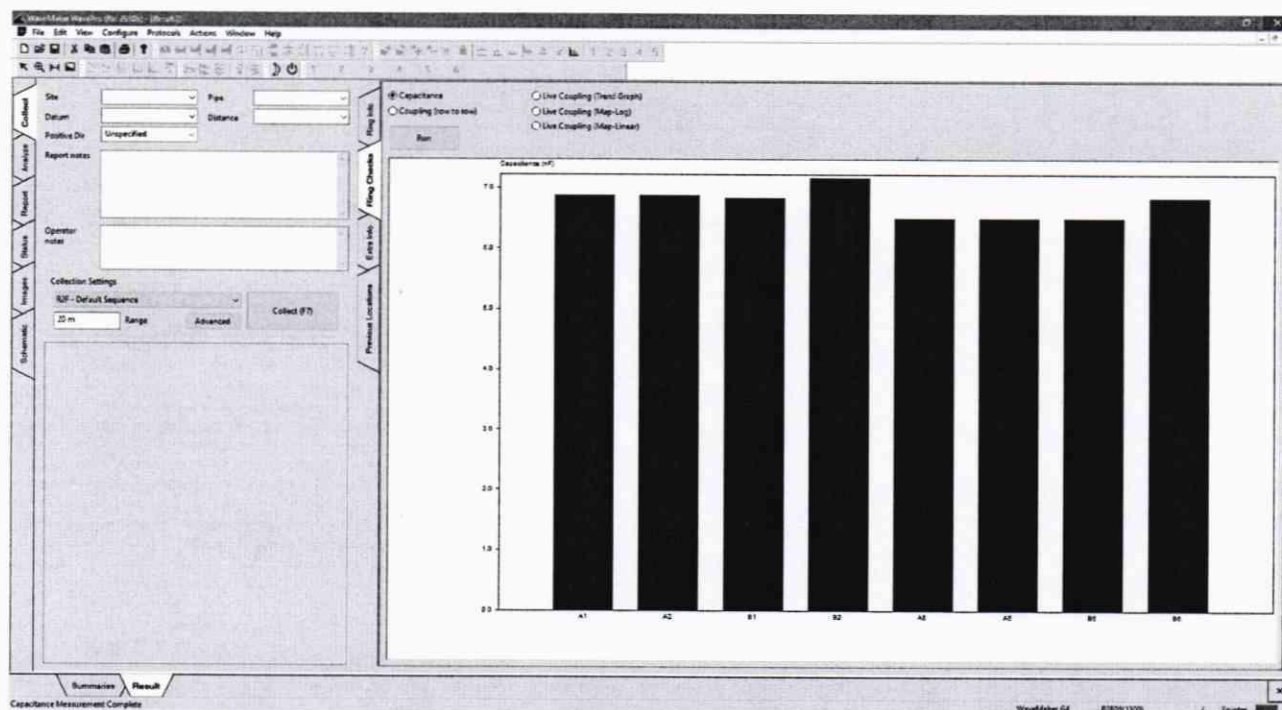


Рисунок 2

8.3.5 Самодиагностику выполнить со всеми кольцами с преобразователями из комплекта измерителя Wavemaker.

8.3.6 Установить кольцо с преобразователями на трубу. Шестигранным ключом из комплекта измерителя Wavemaker закрутить преобразователи на кольце так, чтобы они не шатались, но и не были сильно прижаты. Проверить ровно ли подсоединено кольцо с преобразователем (рисунок 3 и рисунок 4), качество прижатия преобразователей к трубе согласно разделу 4.6.3 РЭ.

8.3.7 Нажать кнопку «Collect (F7)» для начала сбора и сохранения данных.

8.3.8 Измеритель Wavemaker считается прошедшим операцию проверки с положительным результатом, если выполняются все операции, указанные в п. 8.3 методики проверки, успешно проходит самодиагностика, наблюдается стабильный сигнал от всех преобразователей, установленных в кольцо, и после сбора данных отсутствуют предупреждения об ошибках.

8.4 Определение (контроль) метрологических характеристик

8.4.1 Определение диапазона и относительной погрешности измерений расстояния до дефекта

8.4.1.1 Измерить рулеткой расстояние от места установки кольца с преобразователями (измерения производить от середины кольца) до ближнего торца трубы $L_{\text{бном}}$, мм. Измерения выполнить три раза. Вычислить среднее арифметическое значение по трем измерениям.

8.4.1.2 Измерить с помощью рулетки расстояние от кольца с преобразователями (измерения производить от середины кольца) до дальнего торца трубы $L_{дон}$, мм. Измерения выполнить три раза. Вычислить среднее арифметическое значение по трем измерениям.

8.4.1.3 Кольцо с преобразователями должно быть на расстоянии не менее 0,3 м до торца трубы. Если эти требования не выполняются, скорректировать положение кольца, выполнить пункт 8.3.6 и повторить измерения по пунктам 8.4.1.1 и 8.4.1.2.

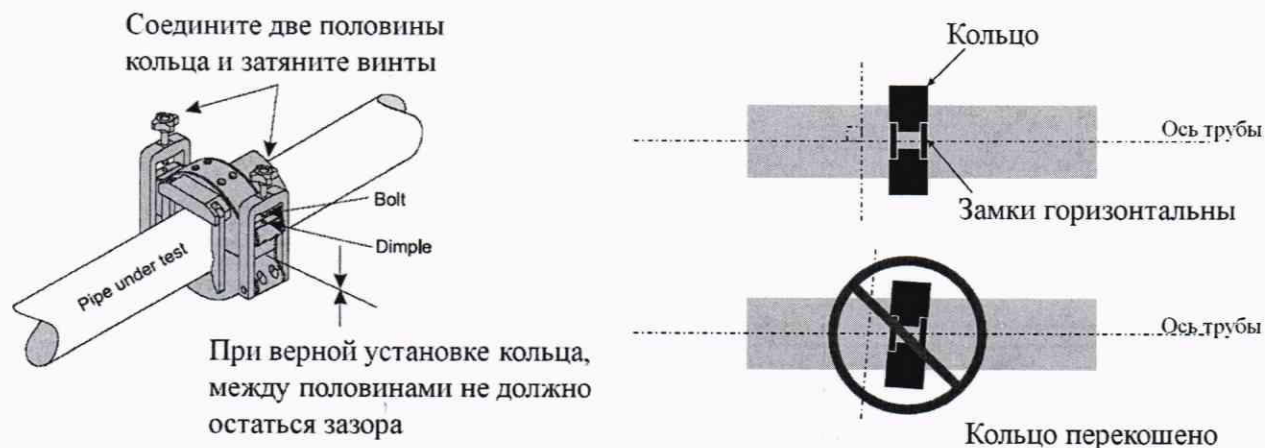
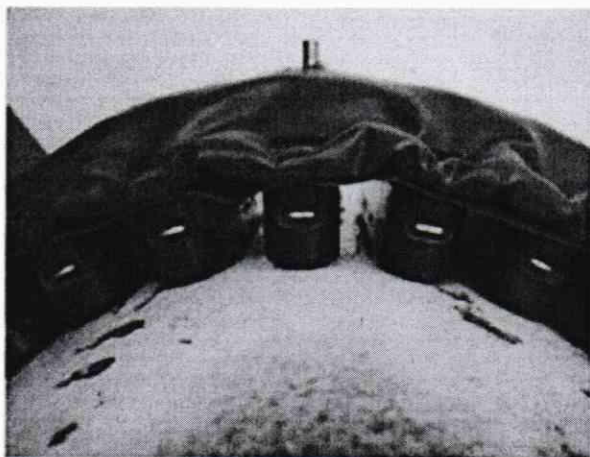
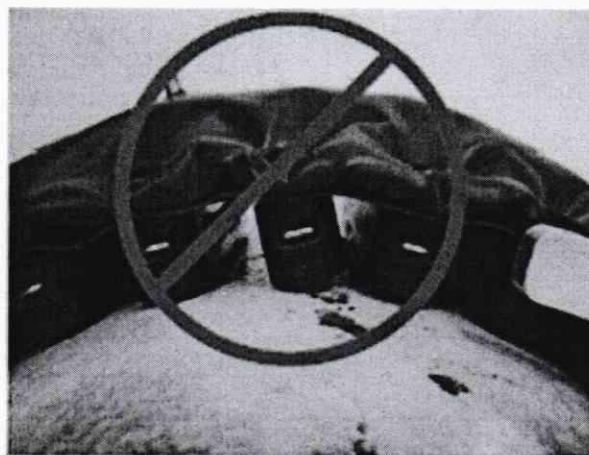


Рисунок 3 – Установка жесткого кольца на трубу

Устанавливайте модули перпендикулярно трубе



Корректное положение



Перекос

Рисунок 4 – Установка надувного кольца на трубу

8.4.1.4 Создать новый протокол сбора данных или выбрать существующий. Установить толщину контролируемой трубы (значение для параметра «Thickness» в рамке «Pipe» на вкладке «Ring Info»), согласно измеренному значению в пункте 7.3.3 методики поверки, длину контроля (значение для параметра «Range» в рамке «Collection Settings» на вкладке «Collect») 200 метров (рисунок 1 – выделено красным цветом).

8.4.1.5 Нажать кнопку «Collect (F7)» для начала сбора и сохранения данных. Открыть файл с полученными данными контроля.

8.4.1.6 Рассмотреть полученные сигналы на каждом типе волны (поперечные, продольные) на каждой частоте (частота регулируется полосой прокрутки в рамке «Frequency Control» на вкладке «Analyze»). Выбрать один из сигналов. Дальнейшие

измерения проводить на составляющей сигнала, окрашенной в черный цвет (сигнал от симметрично расположенных отражателей).

8.4.1.7 Измерить расстояние от места установки кольца с преобразователями до сигнала от ближнего торца трубы (слева от точки ноль на графике, рисунок 5) $L_{бизм}$, мм, нажав курсором на соответствующий сигнал. Измерения выполнить три раза. Вычислить среднее арифметическое значение по трем измерениям.

8.4.1.8 Вычислить относительную погрешность измерений расстояния до дефекта (до ближнего торца трубы) по формуле:

$$\delta L = \frac{L_{бизм} - L_{бном}}{L_{бном}} \cdot 100 \%, \quad (2)$$

где $L_{бизм}$ – измеренное измерителем Wavemaker значение расстояния от кольца с преобразователями до ближнего торца трубы (слева от точки ноль на графике), м;

$L_{бном}$ – измеренное с помощью рулетки значение расстояния от кольца с преобразователями до ближнего торца трубы, м.


8.4.1.9 Измерить расстояние от места установки кольца с преобразователями до сигнала от дальнего торца трубы (справа от точки ноль на графике) $L_{дизм}$, мм, нажав курсором на соответствующий сигнал. Измерения выполнить три раза. Вычислить среднее арифметическое значение по трем измерениям.

8.4.1.10 Вычислить относительную погрешность измерений расстояния до дефекта (до дальнего торца трубы) по формуле:

$$\delta L = \frac{L_{дизм} - L_{дном}}{L_{дном}} \cdot 100 \%, \quad (3)$$

где $L_{дизм}$ – измеренное измерителем Wavemaker значение расстояния от кольца с преобразователями до дальнего торца трубы, м;

$L_{дном}$ – измеренное с помощью рулетки значение расстояния от кольца с преобразователями до дальнего торца трубы, м.

8.4.1.11 Отбросить все сигналы со стороны ближнего торца трубы до точки ноль (кольцо с преобразователями). Для этого с помощью курсора выделить все сигналы от кольца с преобразователями до ближнего торца трубы и пометить этот участок как конец трубы, нажав кнопку .

8.4.1.12 Измерить расстояние от места установки кольца с преобразователями до второго сигнала от торца трубы $L_{изм2}$, мм, нажав курсором на соответствующий сигнал. При необходимости изменить, масштаб развертки по горизонтали и по вертикали (масштаб изменяется при помощи клавиш «SHIFT» + «←↑→↓» или «CTRL» + «←↑→↓»).

8.4.1.13 Вычислить относительную погрешность измерений расстояния до дефекта по формуле:

$$\delta L = \frac{L_{изм2} - (L_{дном} + (n-1) \cdot L_{ном})}{L_{дном} + (n-1) \cdot L_{ном}} \cdot 100 \%, \quad (4)$$

где $L_{изм2}$ – измеренное измерителем Wavemaker значение расстояния до второго сигнала от торца трубы, м;

$L_{ном}$ – значение длины трубы, измеренное в пункте 7.3.2 методики поверки, м;

n – номер сигнала, отражающийся от торца трубы, измеряемый прибором Wavemaker.

8.4.1.14 Повторить измерения для пятого и одиннадцатого сигнала согласно пунктам 8.4.1.12-8.4.1.13.

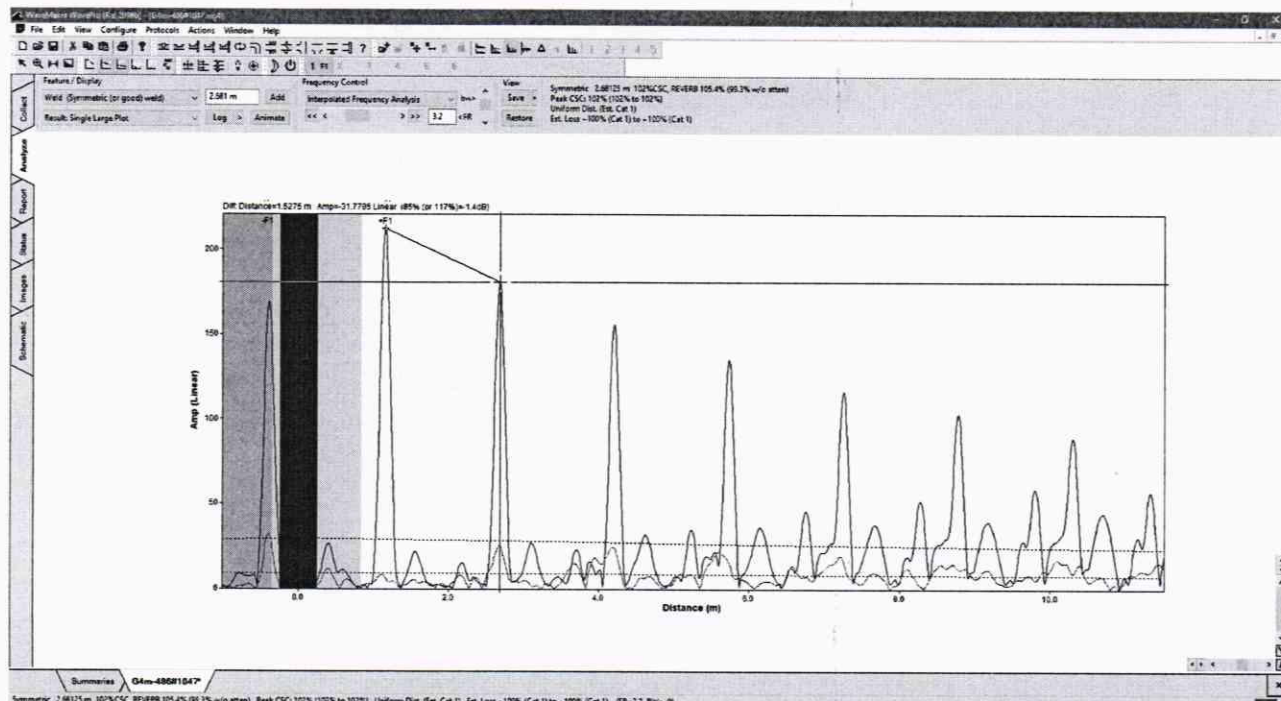


Рисунок 5

8.4.1.15 Выбрать в диапазоне до 200 м ещё три сигнала от торца трубы $L_{изм}$, мм, равномерно распределенных по диапазону, а также до максимально удаленного сигнала от торца трубы $L_{изм}$, мм. И повторить измерения по пунктам 8.4.1.12 – 8.4.1.13 для каждого выбранного сигнала.

8.4.1.16 Измерения по пунктам 8.4.1.1 – 8.4.1.15 выполнить со всеми кольцами с преобразователями, входящими в комплект измерителя Wavemaker.

8.4.1.17 Измеритель Wavemaker считается прошедшим операцию проверки с положительным результатом, если диапазон измерений расстояния до дефекта составляет от 0,75 до 200 м, и относительная погрешность измерений расстояния до дефекта не превышает допустимых пределов $\pm 5\%$.

8.4.2 Определение минимального размера выявляемого дефекта

8.4.2.1 Измерить рулеткой расстояние от места установки кольца с преобразователями (измерения производить от середины кольца) до края сквозного отверстия $L_{Дном}$, мм. Измерения выполнить три раза. Вычислить среднее арифметическое значение по трем измерениям.

8.4.2.2 Кольцо с преобразователями должно быть на расстоянии не менее 0,75 м до отверстия и не менее 0,3 м до торца трубы. Если эти требования не выполняются, скорректировать положение кольца, выполнить пункт 8.3.6 и повторить измерения по пункту 8.4.2.1.

8.4.2.3 Создать новый протокол сбора данных или выбрать существующий. Установить толщину контролируемой трубы (значение для параметра «Thickness» в рамке «Pipe» на вкладке «Ring Info»), согласно измеренному значению в пункте 7.3.3 методики проверки, длину контроля (значение для параметра «Range» в рамке «Collection Settings» на вкладке «Collect») в несколько раз превышающую длину контролируемой трубы (рисунок 1 – выделено красным цветом).

8.4.2.4 Нажать кнопку «Collect (F7)» для начала сбора и сохранения данных. Открыть файл с полученными данными контроля.

8.4.2.5 Рассмотреть полученные сигналы на каждом типе волны (поперечные, продольные) на каждой частоте (частота регулируется полосой прокрутки в рамке «Frequency Control» на вкладке «Analyze»). Выбрать один из сигналов. Дальнейшие

измерения проводить на составляющей сигнала, окрашенной в черный цвет (сигнал от симметрично расположенных отражателей).

8.4.2.6 Измерения проводить в области до первого отражения от торца трубы. При необходимости изменить, масштаб развертки по горизонтали и по вертикали. В зоне сканирования, до первого сигнала от торца трубы, визуально найти пик, образованный совпадением красной и черной кривой (рисунок 6). Измерить в программе расстояние от места установки кольца с преобразователями до дефекта (до пика) $L_{Дизм}$, мм, нажав курсором на соответствующий сигнал.

8.4.2.7 Вычислить относительную погрешность измерений расстояния до дефекта по формуле:

$$\delta L = \frac{L_{Дизм} - L_{Дном}}{L_{Дном}} \cdot 100 \%, \quad (5)$$

где $L_{Дизм}$ – измеренное измерителем Wavemaker значение расстояния до сигнала от дефекта, м;

$L_{Дном}$ – значение расстояния от места установки кольца с преобразователями до края сквозного отверстия в трубе, измеренное в пункте 8.4.2.1 методики поверки, м.

8.4.2.8 Дефект считается выявленным, если относительная погрешность измерений расстояния до дефекта размером, не превышающим 5 % от площади поперечного сечения трубы (согласно пункту 7.3.7), не превышает $\pm 5 \%$.

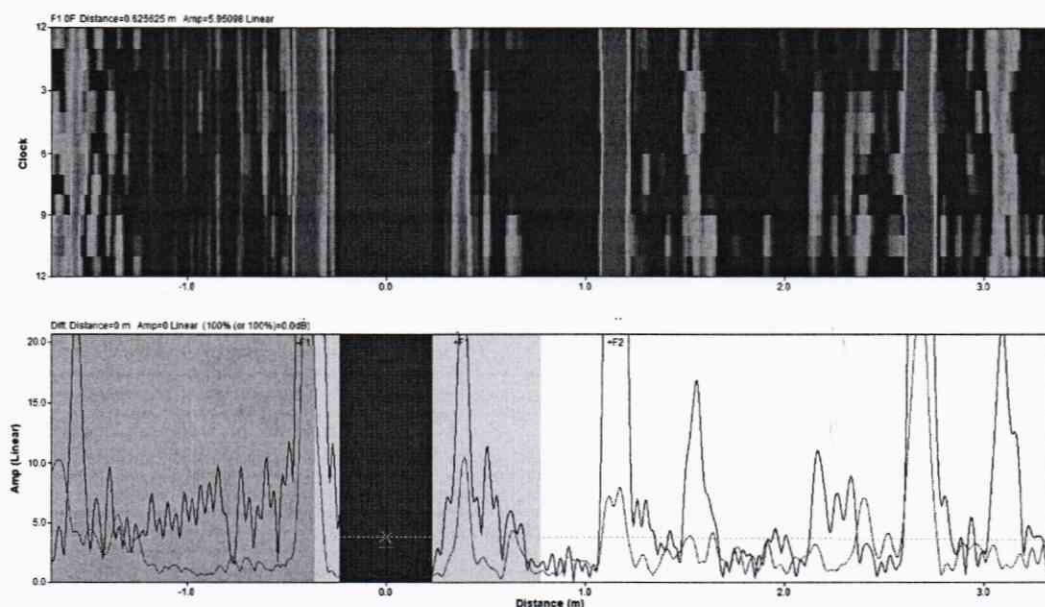


Рисунок 6

8.4.2.9 Измерения по пунктам 8.4.2.1 – 8.4.2.8 выполнить со всеми кольцами с преобразователями, входящими в комплект измерителя Wavemaker.

8.4.2.10 Измеритель Wavemaker считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если минимальный размер выявляемого дефекта не превышает 5 % от площади поперечного сечения трубы (выявлен соответствующий дефект).

9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

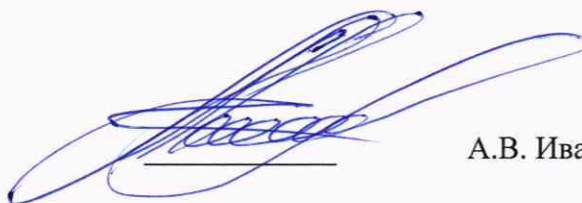
9.1 Результаты поверки заносят в протокол поверки. Рекомендуемая форма протокола поверки приведена в приложении А к методике поверки.

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 измерений к дальнейшей эксплуатации в установленной форме в соответствии с приказом Минпромторга России от 02.07.2015 №1815, с указанием причин непригодности.

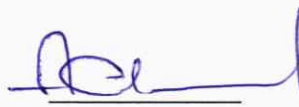
Разработчики:

Начальник отдела
ФГУП «ВНИИОФИ»



А.В. Иванов

Начальник отдела
ФГУП «ВНИИОФИ»



А.В. Стрельцов

Инженер 2 категории
ФГУП «ВНИИОФИ»



А.С. Крайнов

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Эскиз трубы
(обязательное)

○ - Сквозное сверление.
Площадь отверстия (сверления) составляет
от 4 до 5 % от площади поперечного
сечения трубы.

