

15-1/70532 37
Главный конструктор-начальник отделения

ОАО ОКБ «ГИДРОПРЕСС»


В.В. Сотсков

«31» 07 2013 г.

Технические требования

1. Наименование закупки: Проведение испытаний существующих систем вихретокового контроля (ВТК) на изготовленных образцах.

2. Технические требования к выполнению работ

Работа должна содержать следующие стадии:

- разработка конструкторской документации на испытательные образцы с реалистичными дефектами;
- разработка технологической документации изготовления испытательных образцов с реалистичными дефектами;
- изготовление испытательных образцов с реалистичными дефектами;
- паспортизация испытательных образцов с реалистичными дефектами;
- изготовление двух разнотипных многоэлементных (изготовленных по матричной технологии) вихретоковых преобразователей для исследований возможности проведения ВТК качества труб из стали мартенситного класса (ферромагнитная сталь) марки 07X12НМФБ;
- проведение испытаний с применением многочастотного, многоканального, поддерживающего RFT режим вихретокового дефектоскопа и привода подачи зонда с постоянной скоростью подачи и датчиком координаты для поиска и определения вероятности выявляемости дефектов в изготовленных испытательных образцах;
- выпуск технического отчёта о проведенных исследованиях, содержащий результаты проведенных работ, выводы по выявляемости дефектов на испытательных образцах и рекомендации по применению ВТК труб из стали марки 07X12НМФБ.

2.1 Комплект испытательных образцов должен включать в себя:

- образцы теплообменных труб парогенераторов с продольными локальными наружными дефектами типа “трещина”: различной глубины и протяженности;
- образцы теплообменных труб парогенераторов с поперечными локальными наружными дефектами типа “трещина”: различной глубины и протяженности;
- образцы теплообменных труб парогенераторов с локальными наружными, сквозными дефектами типа “трещина” произвольной ориентации протяженностью бмм;
- образцы теплообменных труб парогенераторов с локальными наружными эксцентричными дефектами типа “истирание под дистанционирующей решеткой”: протяженностью равной 30,2 различной глубины;
- образцы теплообменных труб парогенераторов с локальными дефектами типа “язва” на внутренней поверхности трубы различной глубины и диаметра;
- образцы дистанционирующих решеток выполненных в виде шайбы толщиной 30мм, наружным диаметром 30 мм, внутренним диаметром 16,30^{+0,11} мм из стали марки 07X12НМФБ.

Все без исключения дефекты должны быть изготовлены электроэрозионным методом. Средняя по глубине ширина раскрытия дефектов типа “трещина” не должна превышать 0,2мм.

Все образцы должны быть паспортизованы и метрологически аттестованы.

2.2 Общие требования к конструкции испытательных образцов.

Испытательные образцы должны быть изготовлены из трубы, по ТУ 14-159-330-2008 – «Трубы бесшовные холоднодеформированные из стали марки 07X12НМФБ (ЧС80), 07X12НМФБ-ВИ (ЧС80-ВИ) для энергетических установок», предоставляемых Заказчиком в качестве давальческого сырья;

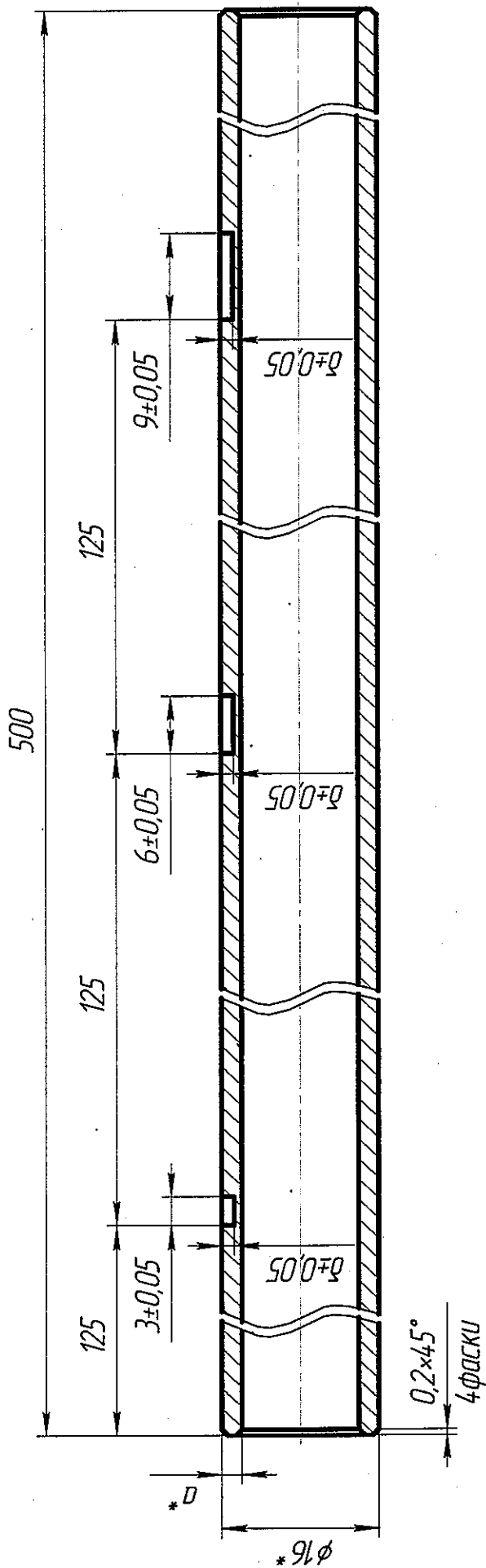
- материал теплообменной трубы сталь марки 07X12НМФБ;
- номинальный наружный диаметр и толщина стенки, мм 16x2,0 и 16x1,5;
- допуск на номинальный диаметр теплообменной трубы, мм±0,15;
- допуск на толщину стенки теплообменной трубы, %±10.

Количество труб:

- 16x2,0 – 7 шт (длиной 1,6 м каждая);
- 16x1,5 – 7 шт (длиной 1,6 м каждая);

Длина испытательного образца должна быть в пределах от 375 мм до 500 мм.

Каждый испытательный образец должен содержать от двух до трех реалистичных дефектов.



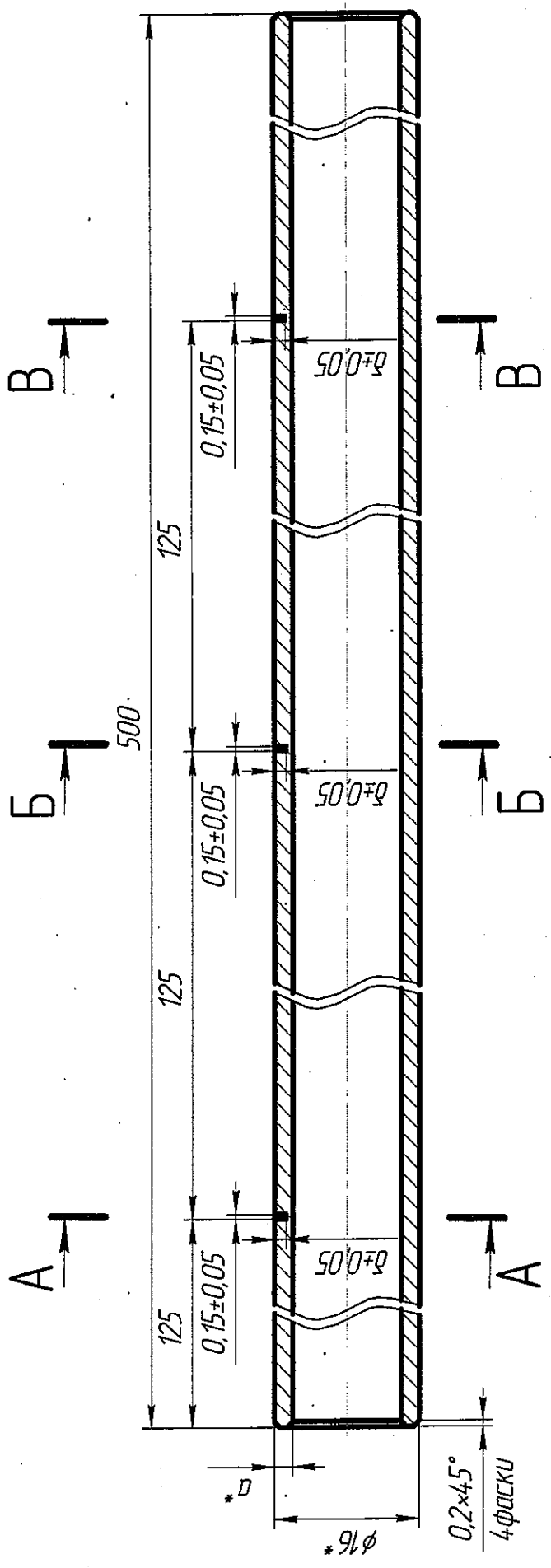
* Размеры для справок.

Ширина всех пазов $0,15 \pm 0,05$ мм.

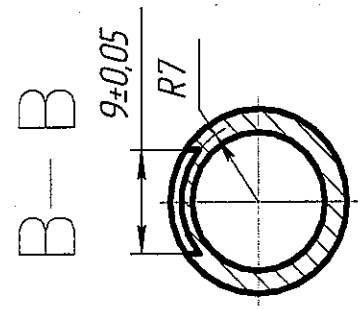
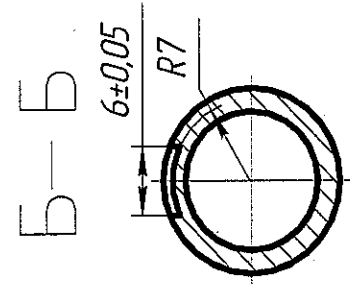
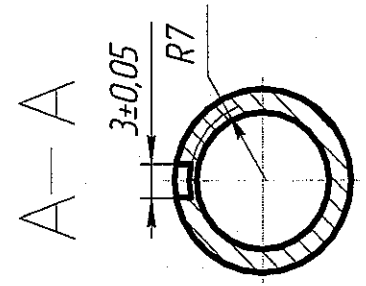
Шероховатость поверхностей конструктивных элементов $\sqrt{Ra 5}$.

№	a	δ
1	$2 \pm 0,2$	0,50
2	$2 \pm 0,2$	1,00
3	$2 \pm 0,2$	1,50
4	$2 \pm 0,2$	2,25
5	$1,5 \pm 0,15$	0,37
6	$1,5 \pm 0,15$	0,75
7	$1,5 \pm 0,15$	1,12
8	$1,5 \pm 0,15$	1,70

Рис.1 – Образец теплообменной трубы ПГ с продольными наружными дефектами типа "трещина"

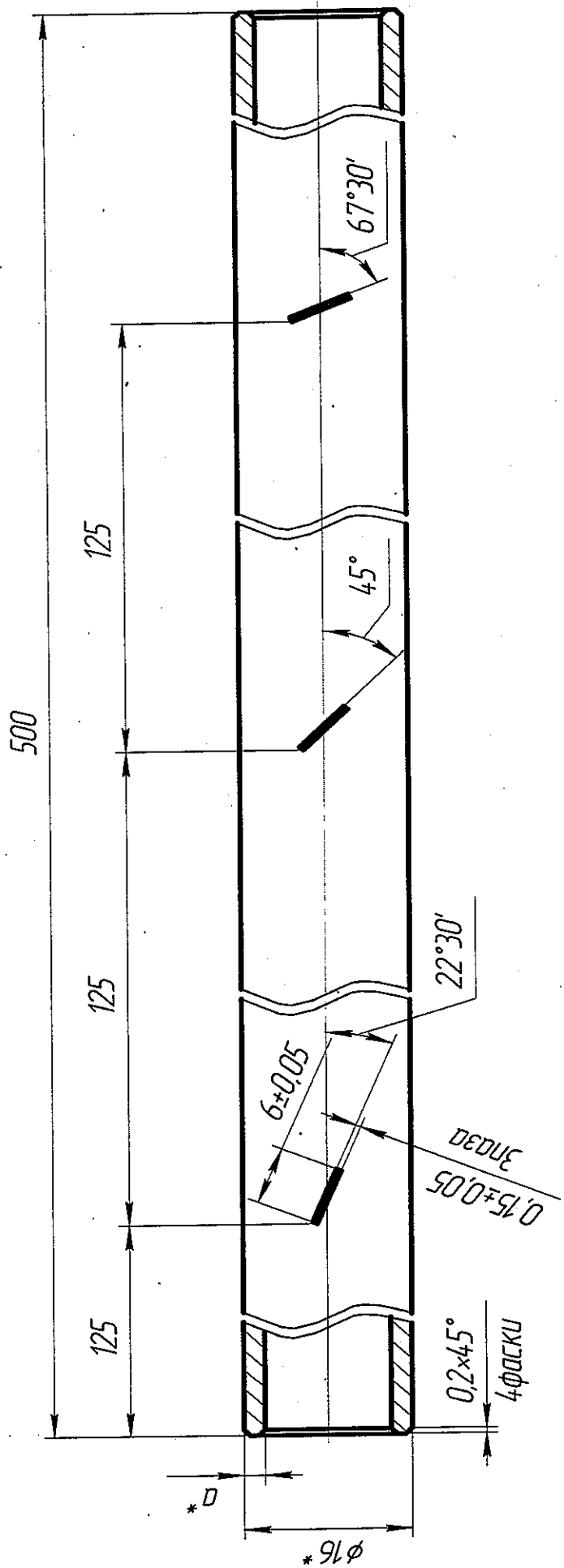


№	a	δ
1	2±0,2	0,50
2	2±0,2	1,00
3	2±0,2	1,50
4	2±0,2	2,50
5	1,5±0,15	0,37
6	1,5±0,15	0,75
7	1,5±0,15	1,12
8	1,5±0,15	2,00



* Размеры для справок.
Шероховатость поверхностей конструктивных элементов $\sqrt{Ra 5}$.

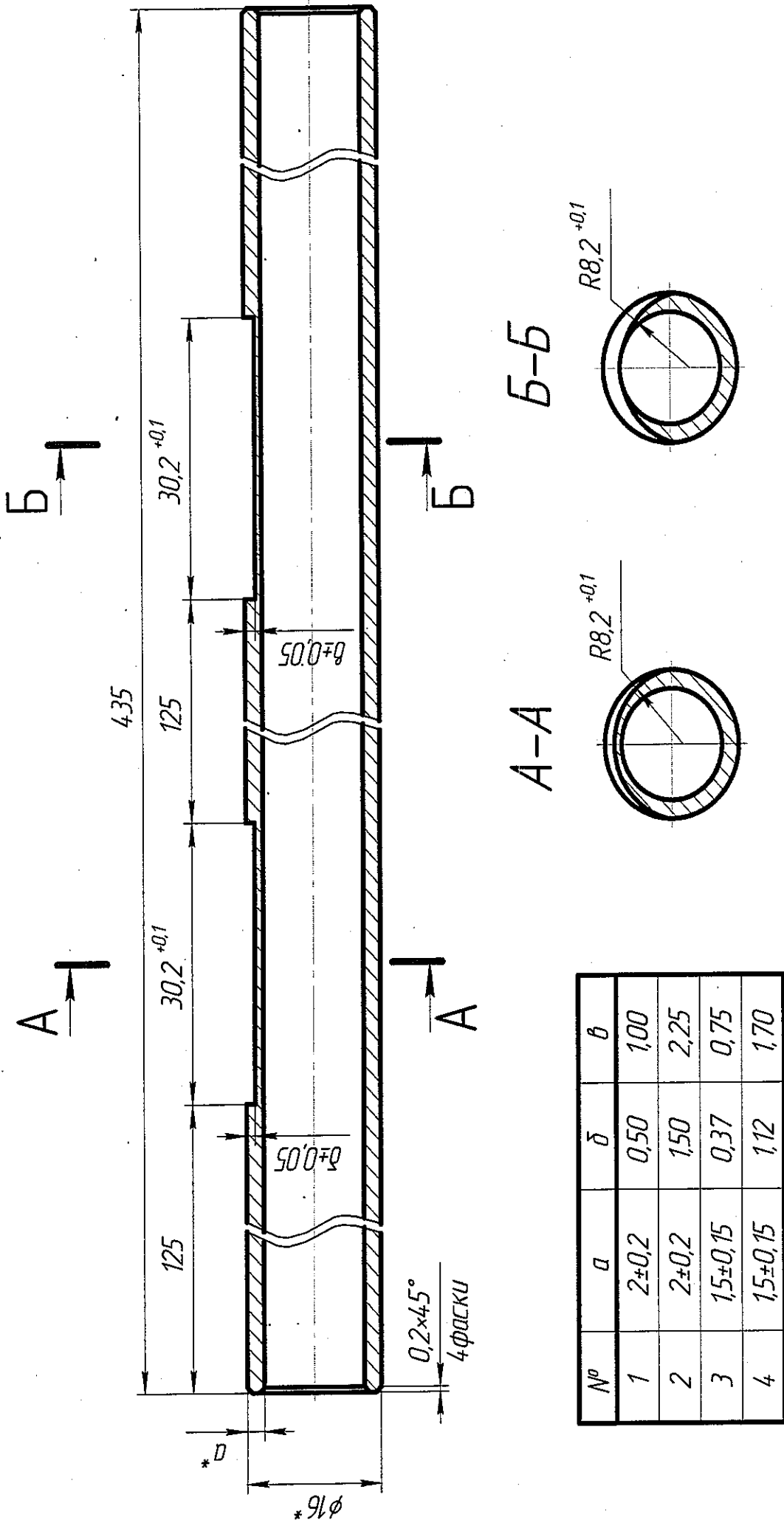
Рис.2 - Образец теплообменной трубы ПГ с поперечными локальными дефектами типа "трещина"



№	a
1	2±0,2
2	1,5±0,15

* Размеры для справок.
Шероховатость поверхностей конструктивных элементов $\sqrt{Ra} 5$.

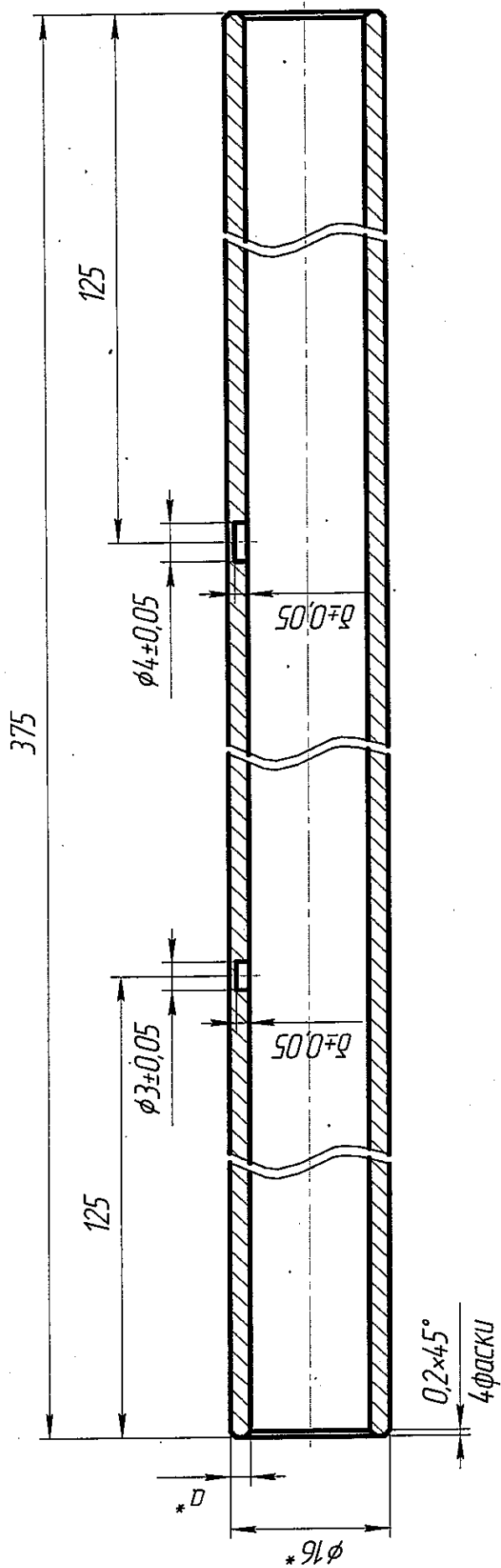
Рис. 3 – Образец теплообменной трубы ПГ с локальными наружными сквозными дефектами типа "трещина" произвольной ориентации протяженностью 6 мм



* Размеры для справок.

Шероховатость поверхностей конструктивных элементов $\sqrt{Ra 5}$.

Рис. 4 – Образец теплообменной трубы ПГ с локальными эксцентричными дефектами типа "истерание под дистанционирующей решеткой" протяженностью 30,2 мм, различной глубины



№	a	δ
1	2±0,2	0,50
2	2±0,2	1,00
3	2±0,2	1,50
4	2±0,2	2,25
5	15±0,15	0,37
6	15±0,15	0,75
7	15±0,15	1,12
8	15±0,15	1,70

* Размеры для справок.
Шероховатость поверхностей конструктивных элементов $\sqrt{Ra 5}$.

Рис. 6 - Образец теплообменной трубы ПГ с локальными дефектами типа "язва" диаметром 3 и 4 мм на внутренней поверхности труб

Образцы дистанционирующих решеток должны быть изготовлены из листа из стали марки 07X12НМФБ толщиной 40 мм, размером 50x220 мм по ТУ 0981-056-07516 250-2010, предоставляемого Заказчиком в качестве давальческого сырья. Количество – 1 шт.

Расстояние между отдельными дефектами по длине трубы должно быть не менее 120мм.

Расстояние от края образца до ближайшего локального дефекта должно быть не менее 120мм.

Глубины всех типов дефектов (кроме “трещин” произвольной ориентации), должны быть равны 25; 50; 75 и 100 процентам от номинальной толщины стенки трубы. Погрешность изготовления при этом не должна превышать $\pm 0,05$ мм.

Локальные дефекты типа продольная и поперечная “трещина” должны иметь протяженность 3мм; 6 мм и 9мм.

Локальные дефекты типа “язва” должны иметь форму плоскодонного отверстия с диаметрами 1 мм, 2 мм, 3 мм и 4 мм.

Для обеспечения возможности установки испытательных образцов в испытательные или настроечные стенды, а также для исключения повреждения зондов края образцов не должны иметь заусениц и острых кромок.

Для соосной стыковки образцов должны быть изготовлены втулки из полимерного неферромагнитного неэлектропроводящего пластика.

3. Требования к метрологической аттестации образцов

3.1 После изготовления каждый испытательный образец должен быть подвергнут испытаниям методами неразрушающего контроля с целью подтверждения заложенных моделей реалистичных дефектов и измерения их параметров, а также для выявления всех технологических (непреднамеренных) дефектов.

3.2 Для определения местоположения и размеров дефектов испытательные образцы должны быть обследованы с использованием визуального и измерительного контроля в соответствии с унифицированной методикой ПНАЭГ 7-016-89 и инструкцией по визуальному и измерительному контролю РД 34.10-130-96. Допускаемая погрешность угловых и линейных измерений должна удовлетворять требованиям РД 34.10-130-96 и составлять соответственно ± 2 мин и $\pm 0,08$ мм;

Визуальный и измерительный контроль должны быть выполнены как снаружи, так и внутри образца теплообменной трубы. При выполнении измерений размеров и местоположения дефекта внутри испытательного образца должен быть использован технический эндоскоп и измеритель внутреннего диаметра.

При определении параметров дефекта должны быть измерены:

- протяженность и ширина раскрытия дефектов типа “трещина”;
- диаметр отверстий для дефектов типа “язва”;

- 73
- протяженность для дефектов типа “истирание под дистанционирующей решеткой”;
 - глубина дефекта для всех типов дефектов.

3.3 В случае невозможности однозначного определения конфигурации и размеров дефектов вышеперечисленными методами испытательные образцы должны быть подвергнуты радиографическому контролю в соответствии с унифицированной методикой ПНАЭГ 7-017-89 с чувствительностью контроля по 1 классу (по проволочному эталону 0,1 мм) ГОСТ 7512-82.

3.4 По результатам метрологической аттестации испытательных образцов и определению местоположения и размеров реалистичных дефектов на каждый испытательный образец должен быть оформлен паспорт и заполнена дефектограмма, которая должна быть включена в паспорт испытательного образца.

В дефектограмме должны быть приведены:

- местоположение дефекта и его привязка к реперной точке образца;
- конфигурация и ориентация дефекта с фиксацией отклонения от продольного или поперечного направления (допускается использовать фотографию).

3.5 Любые непреднамеренные дефекты должны быть либо удалены или отремонтированы, либо зафиксированы в паспорте испытательного образца.

4. Требования к маркировке образцов

4.1 Каждый испытательный образец должен быть промаркирован. Маркировка должна включать в себя учетный номер испытательного образца.

Маркировка должна быть нанесена электроискровым методом у края трубы, который является реперной точкой для определения координаты расположения дефектов.

5. Требования к объему технической документации

5.1 По окончании работ должна быть представлена следующая документация:

- конструкторская документация на изготовление испытательных образцов теплообменных труб с реалистичными дефектами;
- паспорта с дефектограммами на испытательные образцы теплообменных труб с реалистичными дефектами.

Вся документация должна быть выпущена в соответствии со стандартами Единой системы конструкторской документации (ЕСКД) и Единой системы технологической документации (ЕСТД).

5.2 Паспорт на испытательный образец составляется после завершения соответствующих процедур метрологической аттестации данного образца. Паспорт на испытательный образец должен содержать:

- 4/4
- название и описание испытательного образца с приложением чертежа или эскиза;
 - учетный номер испытательного образца;
 - марку металла испытательного образца;
 - диаметр и толщину стенки;

- дефектограмму расположения и размеров всех дефектов в металле испытательного образца по результатам метрологической аттестации данного образца, включая отметки обо всех зафиксированных индикациях, независимо от их размеров, расположение реперной точки.

6 Требования к изготавливаемым вихретоковым преобразователям

6.1 ВТ преобразователи должны быть промышленного изготовления.

6.2 Конструкция ВТ преобразователей должна обеспечивать высокий ресурс при его прохождении внутри прямой трубы с остатками воды при наличии внутри трубы настенных отложений толщиной до 0,5 мм.

6.3 ВТ преобразователи должны быть изготовлены по матричной технологии и иметь не менее 8 сегментов съема данных.

6.4 Конструкция двух ВТ преобразователей должна отличаться друг от друга с целью максимальной ее оптимизации для выявления различных типов дефектов. Оба ВТ преобразователя должны быть предназначены для ВТ контроля труб из ферромагнитных сталей 16x1,5мм и 16x2мм.

7 Требования к используемому ВТ дефектоскопу

7.1 ВТ дефектоскоп должен относиться к числу новейших разработок и отвечать всем требованиям, предъявляемым к современным дефектоскопам, предназначенным для промышленного ВТ контроля труб теплообменников из ферромагнитных сталей:

- многочастотный режим работы с параллельным (одновременным) возбуждением частот;
- выходное возбуждающее напряжение не менее 20В;
- количество входных каналов не менее 8;
- способность работать с RFT ВТ преобразователями;
- способность работать с многосегментными (матричными) ВТ преобразователями;
- иметь сверхнизкий уровень шумов и высокий коэффициент усиления измерительного тракта;
- иметь программное обеспечение, позволяющее выводить результаты контроля в 2D и 3D виде.

8 Требования к предприятию и специалистам, проводящим исследования по выявляемости дефектов на испытательных образцах.

8.1 Предприятие должно иметь специализацию в области разработки, изготовления и эксплуатации средств вихретокового контроля не менее трех лет.

8.2 Предприятие должно иметь лицензию, выданную Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору, на выполнение работ и предоставление услуг по проведению вихретокового контроля теплообменного технологического оборудования атомных станций.

8.3 Специалисты, проводящие исследовательские работы, должны иметь квалификационные удостоверения не ниже II-го уровня квалификации по ВТ контролю.

9 Требования к содержанию исследовательской работы

9.1 Исследования по выявляемости дефектов на испытательных образцах должны содержать следующие этапы работы:

- выбор двух оптимальных конструкций ВТ преобразователей для обеспечения максимальной выявляемости и наиболее точной оценки размеров дефектов на испытательных образцах;

- выбор оптимальных режимов и параметров настройки ВТ дефектоскопа;

- выбор оптимальной скорости привода подачи зонда;

- проведения ВТ контроля испытательных образцов заключающегося в 10ти кратном проходе каждым из двух ВТ преобразователей всех испытательных образцов с разворотом образца относительно оси на $20^{\circ} \div 40^{\circ}$ перед каждым следующим проходом;

- проведение ВТ контроля одного образца с дефектами типа «продольные наружные трещины» глубиной 75% и одного образца с дефектами типа «поперечные наружные трещины» глубиной 75% после контакта наружной поверхности образцов с жидким натрием.

- анализ ВТ сигналов записанных при ВТ контроле;

- оценка вероятности выявляемости дефекта для каждого дефекта при критерии выявляемости - отношение сигнал/шум ≥ 2 ;

- составление таблиц выявляемости дефектов.

9.2 Написание технического отчета с выводами и рекомендациями по проведению ВТ контроля.

10 Форма таблицы вероятности выявляемости дефектов

10.1 Таблицы заполняются по форме.

10.2 Последняя графа таблицы - «Точность оценки глубины дефекта» заполняется исходя из среднего коллегиального решения трех специалистов по анализу ВТ сигналов и имеет четыре градационные оценки - «отсутствует»; «низкая»; «средняя»; «хорошая».

Таблица вероятности выявления дефектов на трубах (размер трубы) из стали (марка) для дефектов типа (тип дефекта) при использовании ВТ преобразователя типа (тип ВТ преобразователя).

№ Образца	№ Дефекта	Глубина дефекта (мм)	Протяженность дефекта (диаметр) (мм)	№ Прохода	Фаза сигнала (град)		Амплитуда сигнала (отн.ед.)			Амплитуда шума (отн.ед.)			Отношение сигнал/шум			Выявляемость по частотным каналам и миксу			Вероятность выявления дефекта	Точность оценки глубины дефекта		
					Φ1	Φ2	ΦΣ	A1	A2	AΣ	AΠ1	AΠ2	AΠΣ	I1	I2	IΣ	B1	B2			BΣ	
				1																		
				2																		
				3																		
				4																		
				5																		
				6																		
				7																		
				8																		
				9																		
				10																		

11 Требования к содержанию технического отчета по результатам проведенного исследования:

11.1 Технический отчет должен содержать следующие результаты:

- краткое описание применяемого метода ВТ контроля;
- таблицу с перечнем испытательных образцов и изготовленных на них дефектов;
- таблицы оценки вероятности выявляемости дефектов по 10 проходам каждого испытательного образца двумя ВТ преобразователями;
- распечатки сигналов по каждому испытательному образцу с представлением сигналов в 2D и 3D режимах;
- выводы по результатам проведенного обследования;
- рекомендации по проведению ВТ контроля для данного типа теплообменных труб;

11.2 Приложение к техническому отчету должна содержать:

- чертежи на испытательные образцы;
- свидетельства о метрологической аттестации на испытательные образцы;
- паспорта на испытательные образцы;
- копии паспортов на ВТ преобразователи;
- копию паспорта на ВТ дефектоскоп;
- копию паспорта на привод подачи зонда;
- копию лицензии, выданной Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору, на выполнение работ и предоставление услуг по проведению вихретокового контроля теплообменного технологического оборудования атомных станций;
- копию квалификационных удостоверений специалистов проводящих исследования;
- копии трудовой книжки специалистов проводивших исследования, свидетельствующие о стаже работы в области ВТ контроля.

12 Место выполнения работ:

По месту нахождения исполнителя

13 Срок выполнения работ:

Срок выполнения работ 22.11.2013г.