

УЛЬТРАЗВУКОВОЙ КОНТРОЛЬ СВАРНОГО СОЕДИНЕНИЯ ТРУБЫ 630x25 ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯМИ SENDAST

Цель работы: Демонстрация проведения ультразвукового контроля сварного соединения трубы в соответствии с ПНАЭ Г-7-030-91 с применением ультразвукового дефектоскопа A1214 EXPERT и пьезоэлектрических преобразователей SENDAST.

Используемые сокращения:

ПЭП – пьезоэлектрический преобразователь

ХОД РАБОТЫ

Перед проведением ультразвукового контроля необходимо ознакомиться с объектом контроля.

Информация об объекте контроля.

Объект контроля – продольный сварной шов трубы длиной 580 мм диаметром 630 мм толщиной стенки 25 мм, изготовленной из листового проката по ГОСТ 1577-93 марки стали 20 по ГОСТ 1050-2013 (Рисунок 1). Способ сварки – автоматическая сварка под флюсом. Тип сварного соединения – 1-02 (С-2) по ПНАЭ Г 7-009-89.

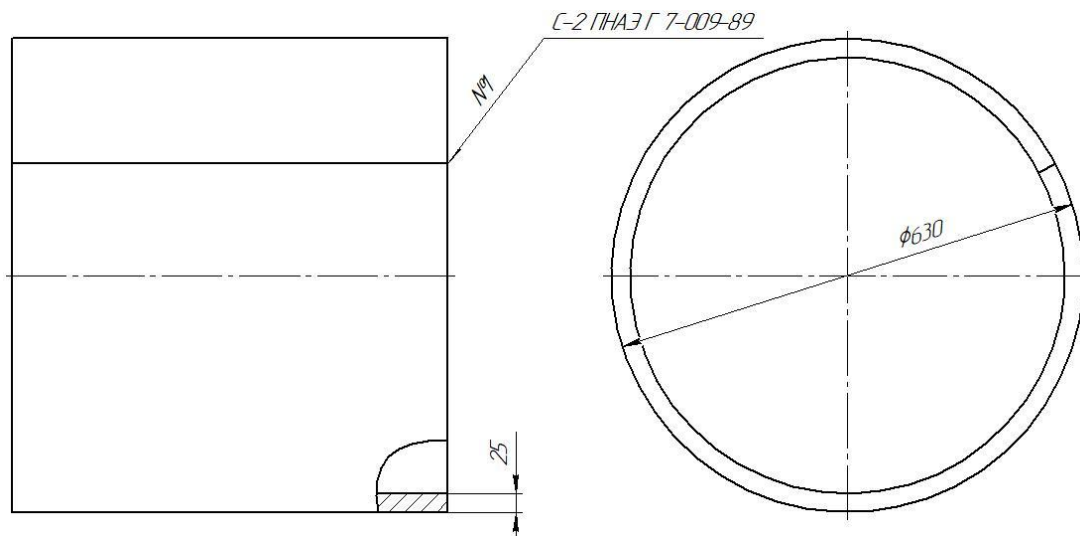


Рис. 1

Эскиз объекта контроля

Конструктивные элементы и размеры сварного соединения в соответствии с ПНАЭ Г 7-009-89 представлены в таблице 1.

Таблица 1

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		способ сварки	$S = S_1$, мм	e , мм		g , мм	
	подготовленных кромок свариваемых деталей	шва сварного соединения			Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение
1-02 (С-2)			10*	25	29	±5	2,5	+2,0 -1,5

*10 - автоматическая сварка под флюсом

Средства контроля.

При проведении УЗК использовались следующее оборудование и вспомогательные материалы (Рисунок 2):

- Ультразвуковой дефектоскоп A1214 EXPERT
- Пьезоэлектрический преобразователь ПЭП 121-2,5-65 SENDAST
- Пьезоэлектрический преобразователь ПЭП 121-2,5-50 SENDAST
- Коаксиальный кабель Lemo00- Lemo00
- Контактная жидкость – глицерин



Рис. 2
Средства контроля

Подготовка к контролю.

К параметрам контроля относятся схема контроля, направление прозвучивания, характеристики преобразователей. Данные параметры выбираются исходя из необходимости обеспечения прозвучивания центральным лучом всего сечения сварного соединения с учетом его толщины и конструкции.

В соответствии п. 3.2.2.6 ПНАЭ Г 7-030-91 - продольные стыковые сварные соединения цилиндрических конструкций контролируют с учетом указаний, данных в приложении 2. Согласно этого приложения проведём предварительный выбор преобразователей (Рисунок 3) по фактической толщине H цилиндрической конструкции.

Таблица 1

Выбор НП (номинальные значения)

Толщина сварного соединения	Частота, МГц	Угол ввода при контроле, град	
		прямым лучом	однажды отраженным лучом
От 5,5 до 9 включительно	4-6	70 ⁺⁵	70 ⁺⁵
Свыше 9 до 12 включительно	4-6	65 ⁺⁵	65 ⁺⁵
Свыше 12 до 20 включительно	2,5-5	65 ⁺⁵	65 ⁺⁵
Свыше 20 до 40 включительно	2,5-4	65 ⁺⁵	45 ⁺⁵
Свыше 40 до 60 включительно	1,8-4	65 ⁺⁵	45 ⁺⁵
Свыше 60 до 100 включительно	1,8-2,5	60 ⁺⁵	Не допускается
		45 ⁺⁵	"
Свыше 100 до 200 включительно	1,25-2,25	60 ⁺⁵	"
		45 ⁺⁵	"
Свыше 200	1,25-2,25	60 ⁺⁵	"
		45 ⁺⁵	"

Рис. 3
ПНАЭ Г 7-030-91 Таблица 1

В соответствии с данной таблицей выбираем преобразователи: П121-2,5-65 SENDAST для контроля прямым лучом; П121-2,5-50 SENDAST для контроля однажды отражённым лучом.

Далее определяем по рисунку 4 эквивалентную криволинейную толщину плоского соединения $H_{пл}$ для каждого преобразователя.

$$\frac{H}{R_{НАР}} = \frac{25}{315} = 0,07936$$

соответственно для ПЭП с углом ввода 65° $\frac{H_{пл}}{R_{НАР}} = 0,126 \Rightarrow H_{пл} = 39,69 \text{ мм}$

для ПЭП с углом ввода 50° $\frac{H_{пл}}{R_{НАР}} = 0,086 \Rightarrow H_{пл} = 27,09 \text{ мм}$

Уточняем преобразователи, исходя из полученных результатов: П121-2,5-65 SENDAST для контроля прямым лучом; П121-2,5-50 SENDAST для контроля однажды отражённым лучом.

Дальше, в зависимости от отношения $H/R_{НАР}$ по таблице П2.1 (Рисунок 5) устанавливаем для каждого из выбранных преобразователей, к какой области (А, Б или В) значений принадлежит сварное соединение:

- для ПЭП с углом ввода 65° отношение $H/R_{НАР}$ находится в области Б;
- для ПЭП с углом ввода 50° отношение $H/R_{НАР}$ находится в области А.

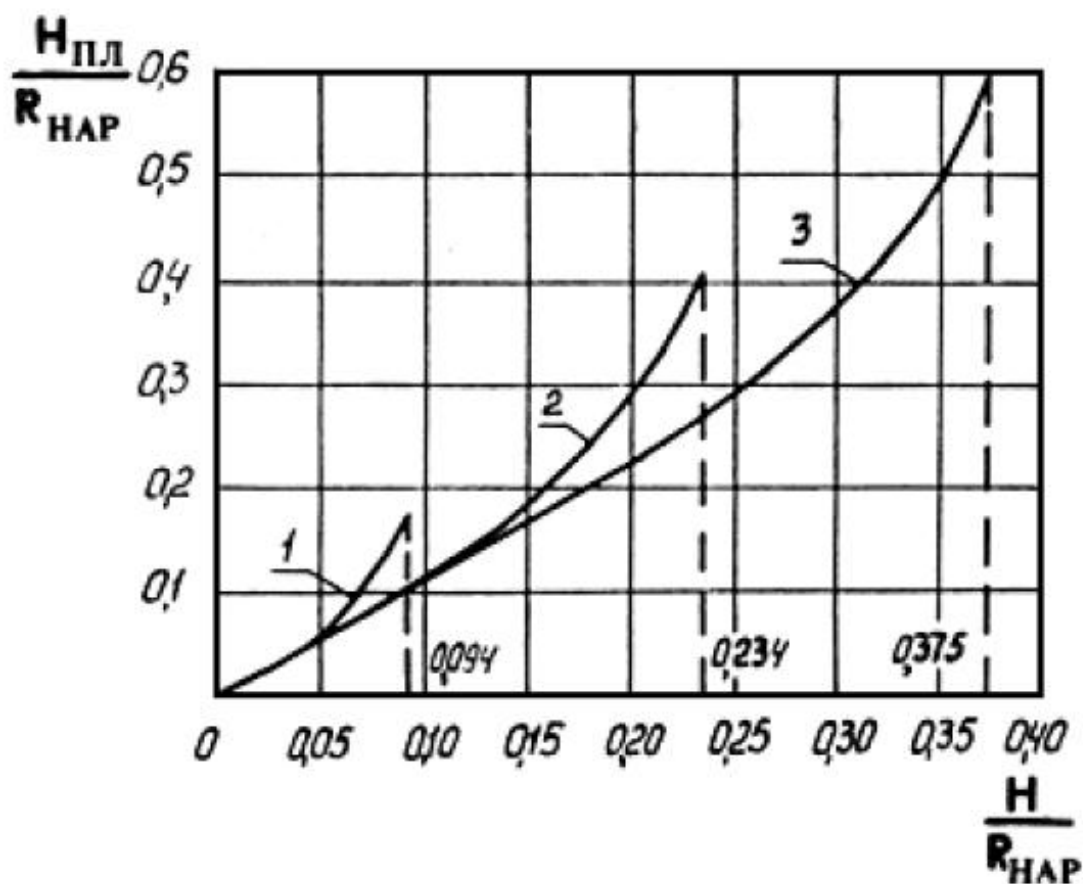


Рис. 4

Эквивалентная толщина плоского сварного соединения при контроле продольных швов с наружной стороны: для ПЭП с углом ввода 65° (1); 50° (2); 40° (3)

Области значений H/R

Угол ввода луча, град	А	Б	В
	От 0 до n при УЗК продольных сварных соединений	Свыше n до m при УЗК продольных сварных соединений	Свыше m
40	0-0,188 0,-0,526	0,188-0,375 0,526 и более	Более 0,375
45	0-0,140 0-0,322	Свыше 0,140 до 0,293 Свыше 0,322 до 1,0	Свыше 0,293
50	0-0,104 0-0,208	0,104-0,234 0,208 и более	Более 0,234
60	0-0,052 0-0,089	Свыше 0,052 до 0,134 Свыше 0,089 до 1,0	Свыше 0,134
65	0-0,035 0-0,057	0,036-0,094 0,057 и более	Более 0,094
68	0-0,026 0-0,042	0,026-0,073 0,042 и более	Более 0,073
70	0-0,021 0-0,034	0,021-0,060 0,034 и более	Более 0,060
72	0-0,017 0-0,027	0,017-0,049 0,027 и более	Более 0,049

Примечание. Числитель - с наружной стороны, знаменатель - с внутренней

Рис. 5

Таблица П2.1 ПНАЭ Г 7-030-91

Если отношение $H/R_{НАР}$ находится в области А, то контроль сварного соединения осуществляется аналогично контролю плоских конструкций. Соответственно с вышеизложенными расчётами для преобразователя П121-2,5-50 SENDAST выбираем схему контроля (Рисунок 6). Нормы оценки качества для II категории сварных соединений по ПНАЭ Г 7-010-89 для толщины 25 мм: минимально фиксируемая эквивалентная площадь одиночных несплошностей - 2,5 мм²; максимально допустимая - 5,0 мм².

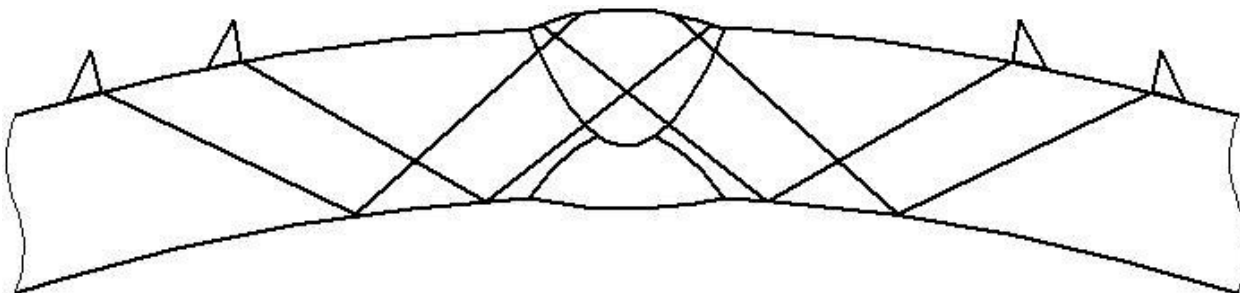


Рис. 6

Схема контроля преобразователем П121-2,5-50 SENDAST однажды отражённым лучом

Если отношение $H/R_{НАР}$ находится в области Б, то поступаем следующим образом: возможность контроля всего сечения шва и зоны перемещения преобразователей определяем расчетно-графическим способом (Рисунок 7); чувствительность контроля определяем исходя из требований ПНАЭ Г 7-010-89 для II категории сварных соединений и эквивалентной толщины сварного соединения $H_{ПЛ}=39,69$. Соответственно минимально фиксируемая эквивалентная площадь одиночных несплошностей - 2,5 мм²; максимально допустимая - 5,0 мм².

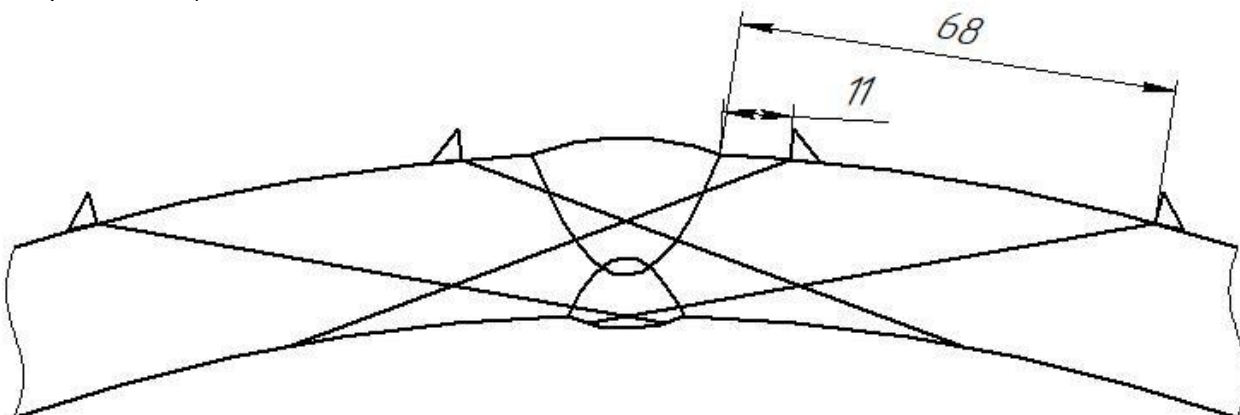


Рис. 7

Схема контроля преобразователем П121-2,5-65 SENDAST прямым лучом

Проведение контроля.

Контроль проводим контактным способом, перемещая преобразователь вручную. Контроль проводим путём продольно-поперечного сканирования.

В процессе проведения контроля были получены эхо-сигналы амплитудой, превышающей уровень фиксации, а также браковочный уровень с внутренней стороны сварного соединения от протяжённых несплошностей (Рисунок 9, 10, 11).

Таким образом, проанализировав результаты контроля, можно сделать вывод, что эти дефекты – трещины в зоне перехода от валика усиления сварного соединения к основному металлу. Что, также подтвердили результаты капиллярного контроля (Рисунок 12). Обнаруженные дефекты являются недопустимыми, продукция признана не соответствующей требованиям ПНАЭ Г 7-010-89 II категория сварных соединений.

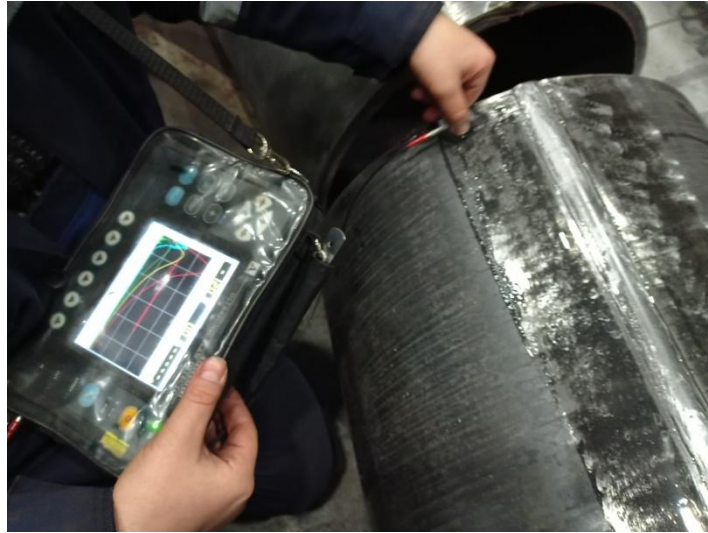


Рис. 8

Начало проведения контроля



Рис. 9

Эхо-сигнал от несплошности

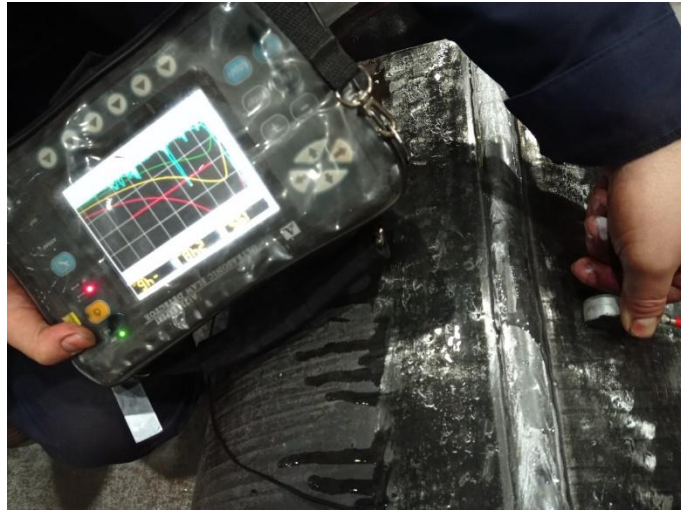


Рис. 10
Эхо-сигнал от несплошности



Рис. 11
Эхо-сигнал от несплошности

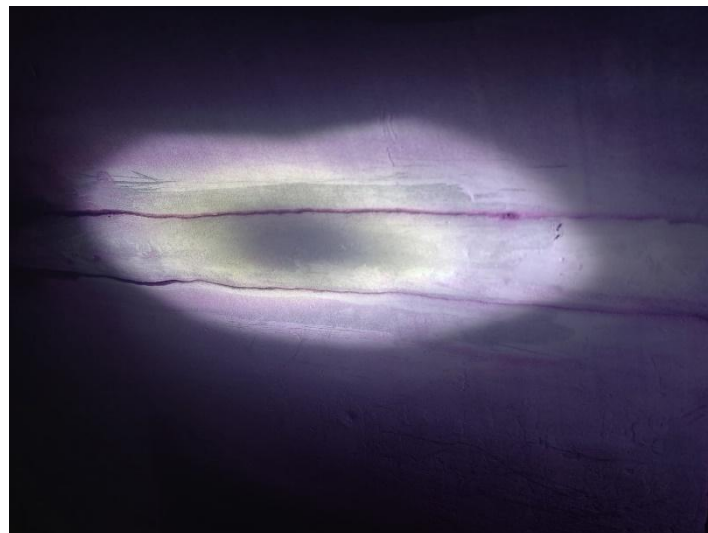


Рис. 12

Результаты капиллярного контроля – протяжённые индикации в зоне перехода от валика усиления сварного соединения к основному металлу

ВЫВОДЫ

В ходе работы продемонстрировано:

- Каким образом выбираются параметры контроля согласно ПНАЭ Г 7-030-91
- По результатам контроля обнаружены недопустимые дефекты
- Показаны эхо-сигналы от протяжённых несплошностей
- Для визуализации дефектов проведён капиллярный контроль