

МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

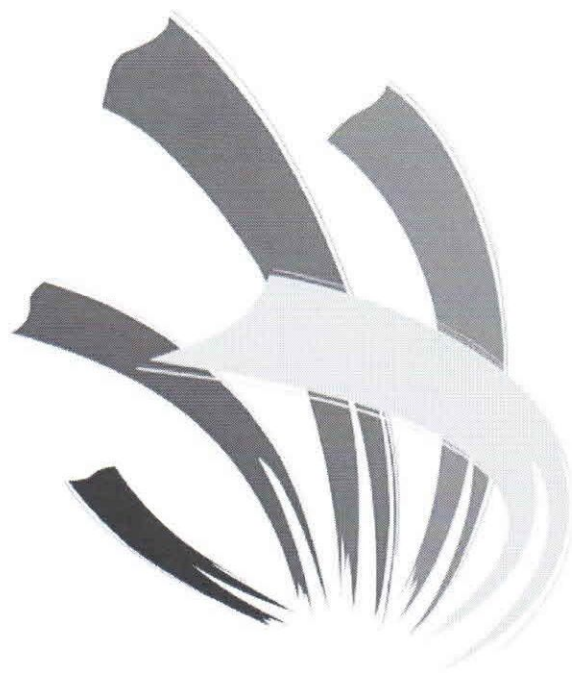
по профессиям «Специалист по
неразрушающему контролю
(дефектоскопист)», «Метролог» и
«Специалист по техническому контролю
качества продукции»
с учётом стандарта Ворлдскиллс Россия по компетенции
«Неразрушающий контроль»



а к а
д е ■
м и я

2018 г.

world skills Russia



РАБОЧАЯ ТЕТРАДЬ

По неразрушающим методам контроля



WorldSkills – это международное некоммерческое движение, целью которого является повышение престижа рабочих профессий и развитие профессионального образования путем гармонизации лучших практик и профессиональных стандартов во всем мире посредством организации и проведения конкурсов профессионального мастерства, как в каждой отдельной стране, так и во всем мире в целом.

История

В 1947 году в Испании впервые прошел национальный конкурс по профессионально-технической подготовке. Он был призван поднять популярность рабочих специальностей и способствовать созданию эффективной системы профессионального образования, так как в стране, восстанавливающейся после Второй мировой войны, существовала острая нехватка квалифицированных рабочих.

Первой эту инициативу поддержала Португалия. В результате этого, в 1950 году прошли первые международные Пиренейские соревнования, в которых приняли участие 12 представителей обеих стран. Три года спустя к соревнованиям присоединились конкурсанты из Германии, Великобритании, Франции, Марокко и Швейцарии. Таким образом, в 1983 году была сформирована организация по проведению конкурсов профессионального мастерства — International Vocational Training Organisation (IVTO).

Впервые за пределами Испании соревнования были проведены в 1958 году в рамках Всемирной выставки в Брюсселе, а в 1970 году они первый раз прошли в другой части света — в Токио. В начале 2000-х годов IVTO изменила название и символику, и с тех пор ведет свою деятельность под именем WorldSkills International. Сегодня под эгидой WSI проводится множество мероприятий, включая региональные и национальные соревнования, континентальные первенства и, раз в два года, мировой чемпионат.

Соревнования проводятся в форме конкурса профессионального мастерства, где участник должен продемонстрировать все свои навыки и за определенное количество времени выполнить ряд практических заданий. Стандарты WorldSkills позволяют «задавать планку» для подготовки специалистов высокого уровня и формулировать требования к выпускникам образовательных учреждений.

В качестве жюри привлекаются ведущие эксперты в своей профессиональной области из различных бизнес-структур и образовательных организаций.

ПРОГРАММА МЕРОПРИЯТИЯ

№	Наименование модуля*
1.	Ознакомление с WSI и Ворлдскиллс Россия. Стандарт компетенции WSSS "Неразрушающий контроль" (конкурсное задание, техническое описание, инфраструктурный лист, схема и оборудование рабочих мест, требования к технике безопасности, критерии оценивания, кодекс этики, основные термины)
2.	Современные технологии в профессиональной сфере деятельности по компетенции "Неразрушающий контроль", в том числе: - демонстрационные мастер-классы членов национальной сборной Ворлдскиллс Россия – победителей и призеров международных чемпионатов по соответствующей компетенции; - демонстрационные лекции и мастер-классы организаций-работодателей
3.	Содержание профессиональных модулей основной профессиональной образовательной программы и методика преподавания профессиональных модулей с учетом стандарта Ворлдскиллс Россия по компетенции "Неразрушающий контроль")
4.	Организация и проведение демонстрационного экзамена по стандартам Ворлдскиллс Россия. Оценка квалификации студента (выпускника) в ходе демонстрационного экзамена
	Итоговая аттестация

Место проведения:

249040, г.Обнинск Калужской обл., Студгородок, 1. ИАТЭ.

Телефон: +7 (484) 397-94-90 доб. 111, факс: +7 (484) 397-08-22

E-mail: info@iate.obninsk.ru

Контакты:

Минин Сергей Иванович – к.т.н., доцент отделения ЯФиТ, главный эксперт Ворлдскиллс по компетенции «Неразрушающий контроль»;

Белоусов Павел Анатольевич – к.т.н., доцент отделения ЯФиТ, эксперт Ворлдскиллс;

Чулков Дмитрий Игоревич – ассистент отделения ЯФиТ.



1. ВИЗУАЛЬНЫЙ И ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ



1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Визуальный и измерительный контроль выполненных сварных соединений проводят с целью выявления поверхностных трещин, подрезов, прожогов, наплывов, кратеров, свищей, пор, раковин и других несплошностей и дефектов формы швов; проверки геометрических размеров сварных швов и допустимости выявленных поверхностных несплошностей и дефектов формы сварных швов. Осмотр выполняют невооруженным глазом, в сомнительных местах используется лупа просмотровая.

Визуальный и измерительный контроль выполняют в соответствии с требованиями Технологической карты контроля.

Поверхности сварных соединений перед контролем очищаются от влаги, шлака, брызг металла, ржавчины и других загрязнений, препятствующих проведению контроля. Измерения проводят после визуального контроля или одновременно с ним.

При визуальном и измерительном контроле сварных соединений контролируемая зона должна включать в себя поверхность металла шва, а также примыкающие к нему участки основного металла в обе стороны от шва шириной:

- не менее **5 мм** - для стыковых соединений, выполненных дуговой и электронно-лучевой сваркой при номинальной толщине сваренных деталей до 5 мм включительно;

- не менее **номинальной толщины стенки детали** - для стыковых соединений, выполненных дуговой и электронно-лучевой сваркой при номинальной толщине сваренных деталей свыше 5 до 20 мм;

- не менее **20 мм** - для стыковых соединений, выполненных дуговой и электронно-лучевой сваркой при номинальной толщине сваренных деталей свыше 20 мм;

- не менее **5 мм** (независимо от номинальной толщины сваренных деталей) - для угловых, тавровых, торцевых и нахлесточных сварных соединений;

- не менее **50 мм** (независимо от номинальной толщины сваренных деталей) для сварных соединений, выполненных электрошлаковой сваркой.

Измерительные приборы и инструменты для проведения визуального и измерительного контроля должны периодически, а также после ремонта проходить поверку (калибровку) в метрологических службах.

2. ПОДГОТОВКА К ПРОВЕДЕНИЮ КОНТРОЛЯ

Перед проведением визуального и измерительного контроля поверхность объекта в зоне контроля подлежит зачистке до чистого металла от ржавчины, окалины, грязи, краски, масла, влаги, шлака, брызг расплавленного металла, продуктов коррозии и других загрязнений, препятствующих проведению контроля. Шероховатость зачищенных под контроль поверхностей сварных соединений должна быть не более Ra 12,5 мкм (Rz 80 мкм).

При необходимости (отсутствии), контролером выполняется разметка сварного соединения несмываемым маркером (маркером по металлу), при этом задаются начало и направление отсчета координат.

3. УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ КОНТРОЛЯ

Визуальный и измерительный контроль рекомендуется выполнять на стационарных участках, которые должны быть оборудованы рабочими столами, стендами, роликоопорами и другими средствами, обеспечивающими удобство выполнения работ.

Визуальный и измерительный контроль при монтаже, строительстве, ремонте, реконструкции, а также в процессе эксплуатации технических устройств и сооружений выполняется на месте производства работ. В этом случае должно быть обеспечено удобство подхода специалистов, выполняющих контроль, к месту производства контрольных работ, созданы условия для безопасного производства работ, в том числе в необходимых случаях должны быть установлены леса, ограждения, подмости, люльки, передвижные вышки или другие вспомогательные устройства, обеспечивающие оптимальный доступ (удобство работы) специалиста к контролируемой поверхности, а также обеспечена возможность подключения ламп местного освещения напряжением 12 В.

Участки контроля, особенно стационарные, рекомендуется располагать в наиболее освещенных местах, имеющих естественное освещение. Для создания оптимального контраста дефекта с фоном в зоне контроля необходимо применять дополнительный переносной источник света, то есть использовать комбинированное освещение. Освещенность контролируемых поверхностей должна быть достаточной для надежного выявления дефектов, но не менее 500 Лк.

Для выполнения контроля должен быть обеспечен достаточный обзор для глаз специалиста. Подлежащая контролю поверхность должна рассматриваться под углом более 30° к плоскости объекта контроля и с расстояния до 600 мм (рис. 1).

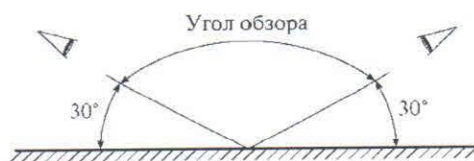


Рис. 1. Условия визуального контроля

4. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ КОНТРОЛЯ

Визуальный и измерительный контроль сварных соединений выполняется при производстве сварочных работ и на стадии приемосдаточного контроля готовых сварных соединений. В случае если контролируется многослойное сварное соединение, визуальный контроль и регистрация его результатов могут проводиться после выполнения каждого слоя (послойный визуальный контроль в процессе сварки).

В выполненном сварном соединении **визуально** следует контролировать:

- отсутствие (наличие) поверхностных трещин всех видов и направлений;
- отсутствие (наличие) на поверхности сварных соединений дефектов (пор, включений, скоплений пор и включений, отслоений, прожогов, свищей, наплывов, усадочных раковин, подрезов, непроваров, брызг расплавленного металла, западаний между валиками, грубой чешуйчатости, а также мест касания сварочной дугой поверхности основного материала);
- наличие маркировки (клеймения) шва и правильность ее выполнения.

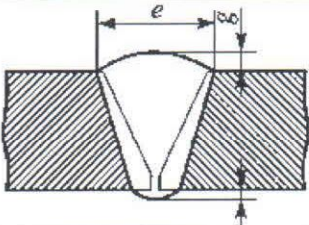
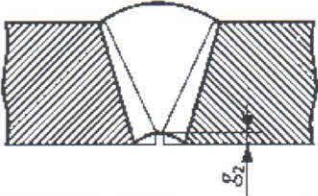
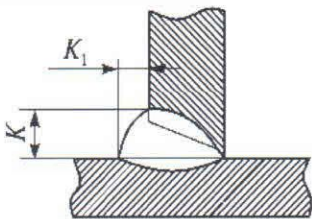
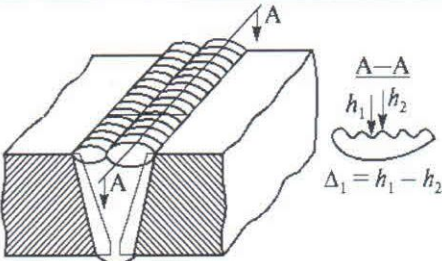
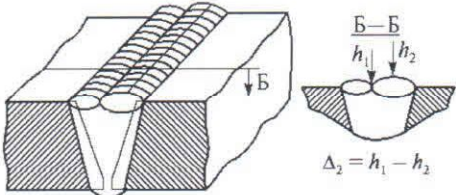
В выполненном сварном соединении **измерениями** необходимо контролировать:

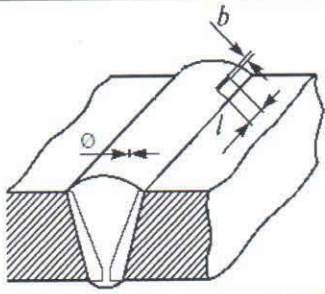
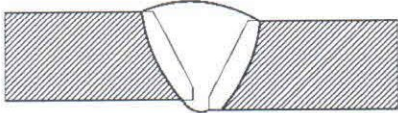
- размеры поверхностных дефектов (поры, включения и др.)
- высоту и ширину шва, а также вогнутость и выпуклость обратной стороны шва в случае доступности обратной стороны шва для контроля;
- высоту (глубину) углублений между валиками и чешуйчатости поверхности шва;
- размеры катета углового шва;
- смещение кромок выполненных сварных соединений

Визуальный и измерительный контроль выполняют от начала разметки. При доступности сварных соединений для визуального контроля с двух сторон контроль следует проводить как с наружной, так и внутренней стороны. При измерительном контроле замеры геометрических параметров выполненных сварных швов (в том числе чешуйчатости и углублений между валиками) проводят не реже, чем через 1 метр, и не менее, чем в трёх местах каждого шва. Замеры в первую очередь проводят на участках, вызывающих сомнение в части размеров при визуальном контроле.

Основные параметры и требования к выполнению измерительного контроля сварных соединений приведены в таблице 1.

Таблица 1

Параметр	Схема	Средства измерения
Ширина шва, e Высота шва, g Выпуклость корня шва g_1		штангенциркуль, шаблон Ушера-Маршака
Вогнутость корня шва, g_2		штангенциркуль, шаблон Ушера-Маршака
Катет углового шва, K, K_1		штангенциркуль, шаблон Ушера-Маршака
Чешуйчатость шва, Δ_1		штангенциркуль
Глубина западений между валиками, Δ_2		штангенциркуль

Размеры одиночных несплошностей (диаметр $\varnothing$, длина l , ширина b)		Линейка, лупа измерительная, штангенциркуль
Смещение кромок стыковых сварных соединений		Линейка, щуп, УШС-3

Расчетная высота углового шва h – это указанный на рисунке 2 размер перпендикуляра oc , опущенного из точки сопряжения сваренных деталей (точка o) на прямую линию aa , соединяющую края поверхности шва в одном поперечном сечении (при выпуклом шве), или на параллельную указанной линии касательную к поверхности сварного шва (при вогнутом угловом шве)

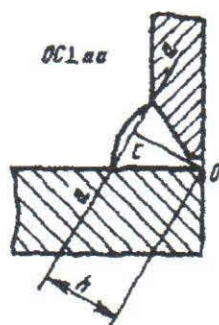


Рис. 2. Расчетная высота углового шва

Расчетная высота двустороннего углового шва определяется как сумма расчетных высот его частей, выполненных с разных сторон (рисунок 3)

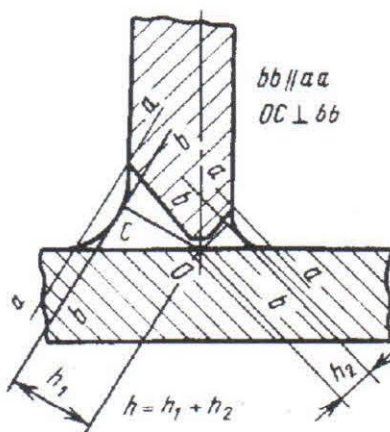


Рис. 3. Расчетная высота двустороннего углового шва

Для определения расчётной высоты углового шва с **симметричным** катетом можно воспользоваться формулой, приведенной в документе РБ 089-14 «Руководство по безопасности при использовании атомной энергии «унифицированные методики контроля основных материалов (полуфабрикатов), сварных соединений и наплавки оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок. Визуальный и измерительный контроль»:

$$H = \frac{K\sqrt{3}}{2}$$

Для сварных швов с **несимметричным** катетом расчётная высота может быть определена ручным способом с помощью масштабно-координатной чертёжной бумаги, или рассчитана в программах автоматизированного проектирования (AutoCAD, Компас и т.д.)

5. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЯ

В соответствии с нормативными документами, действующими в атомной энергетике, нормы оценки качества сварных соединений принимают по размерным показателям, указанным в таблице 2.

Таблица 2

Тип сварных соединений			
Стыковые		Угловые, тавровые и нахлесточные	Торцевые
детали одинаковой толщины	детали различной толщины	по расчетной высоте углового шва	по удвоенной номинальной толщине более тонкой детали
по номинальной толщине сваренных деталей	по номинальной толщине более тонкой детали из двух сваренных		

6. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЯ

Результаты визуального и измерительного контроля фиксируются в учетной (журнал регистрации результатов контроля) и отчетной (заключения, дефектограммы) документации.

7. ОСНОВНЫЕ СРЕДСТВА ВИК

В состав стандартного набора приборов и инструментов для проведения визуального и измерительного контроля входят:

Таблица 3

№	Наименование	Описание	Фото
1	Универсальный шаблон сварщика УШС-3	Предназначен для контроля геометрических параметров сварных соединений (предпочтительнее использовать ШЦ)	
2	Штангенциркуль	Используется для измерений наружных и внутренних размеров, ширины и высоты шва	
3	Лупа измерительная	Используется для измерения наружных дефектов (размеров пор, включений и др. несплошностей)	
4	Лупа просмотровая	Используются для проведения визуального осмотра	
5	Рулетка измерительная	Используется для определения координат дефектов	
6	Линейка измерительная	Используется для определения координат дефектов	
7	Люксметр	Используется для измерения освещённости	
8	Образцы шероховатости поверхности	Предназначены для оценки шероховатости поверхностей путем сравнения - визуально и на ощупь	
9	Видеоэндоскоп	Используется для осмотра внутренних и труднодоступных поверхностей	

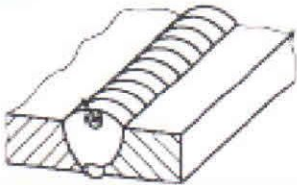
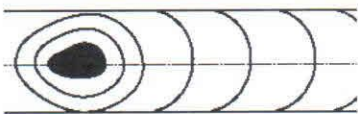
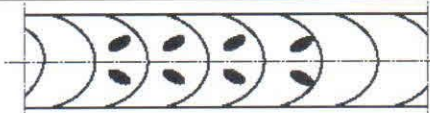
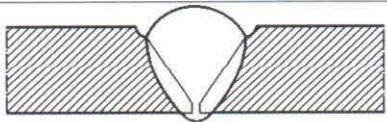
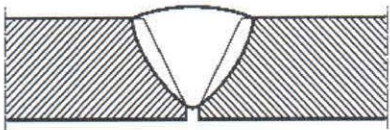
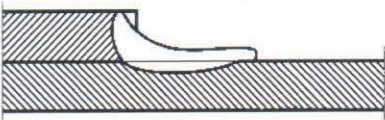
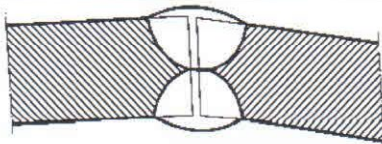
8. ДЕФЕКТЫ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

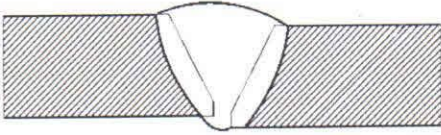
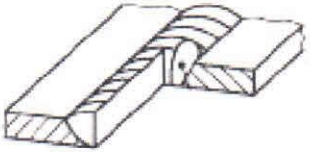
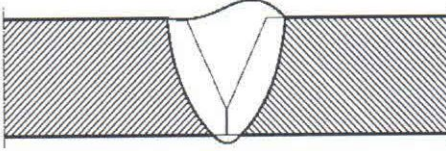
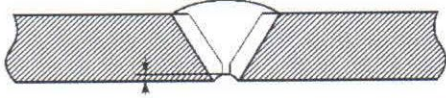
Дефектом называют каждое отдельное несоответствие продукции требованиям, установленным нормативной документацией.

Несплошность-это обобщенное наименование трещин, отслоений, прожогов, свищей, пор, непроваров и включений.

Определения основных типов дефектов (несплошностей) приведены в таблице 4

Таблица 4

Тип дефекта	Рисунок	Описание
Трещина		Дефект сварного соединения в виде разрыва металла в сварном шве и (или) прилегающих к нему зонах сварного соединения и основного металла
Пора		Заполненная газом полость округлой формы
Кратер. Усадочная раковина.		Дефект в виде полости или впадины, образовавшийся при усадке расплавленного металла при затвердевании
Свищ		Дефект в виде воронкообразного или трубчатого углубления в сварном шве
Подрез		Острые конусообразные углубления на границе поверхности сварного шва с основным металлом
Непровар. Неполный провар.		Дефект в виде несплавления в сварном соединении вследствие неполного расплавления кромок основного металла или поверхностей ранее выполненных валиков сварного шва
Наплыв		Дефект в виде металла, натекшего в процессе сварки на поверхность сваренных деталей или ранее выполненных валиков и несплавившегося с ним
Перелом осей деталей (угловое смещение)		Смещение между двумя свариваемыми деталями, при котором их плоские поверхности непараллельны

Линейное смещение кромок		Несовпадение уровней расположения внутренних и наружных поверхностей сваренных деталей в стыковых сварных соединениях
Прожог сварного шва		Дефект в виде сквозного отверстия в сварном шве, образовавшийся вследствие вытекания части жидкого металла сварочной ванны в процессе выполнения сварки
Не полностью заполненная разделка кромок		Продольная непрерывная или прерывистая вогнутость на поверхности сварного шва из-за недостаточности присадочного металла
Вогнутость корня шва		Дефект в виде углубления на поверхности обратной стороны сварного одностороннего шва
Превышение проплава		Это избыточное количество наплавленного металла при сварке корня шва

Скопление включений – два или несколько включений с наибольшим размером более 0,2 мм, минимальное расстояние между краями которых (l) не более трехкратного максимального размера включения с меньшим значением ширины (из двух рассматриваемых), т.е. $a_1, b_1 > a_2, b_2$ и $l \leq 3a_2$, (рис. 4)

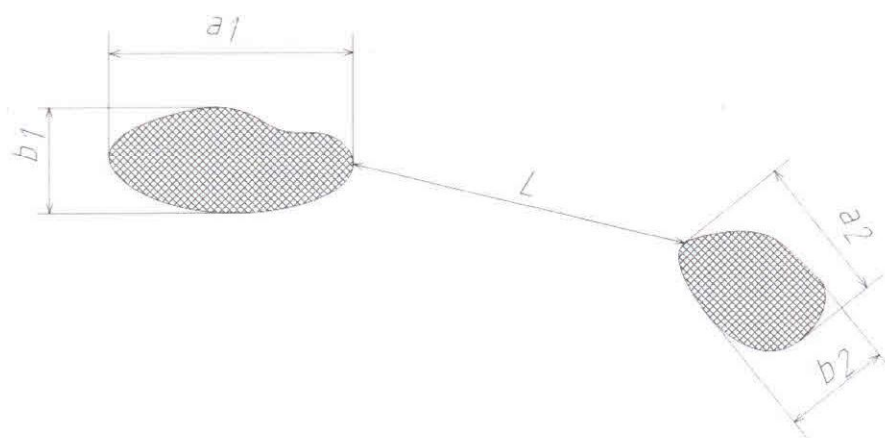
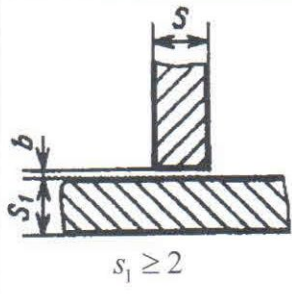
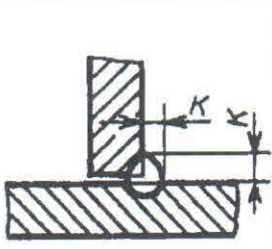


Рис. 4. Условие одиночности двух включений

Например, 2 поры диаметром 1 мм, расположенные на расстоянии 2,5 мм друг от друга будут являться скоплением пор, а при расстоянии 3,5 мм - одиночными включениями.

9. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1. Определить **наименьшую** расчетную высоту для углового шва таврового сварного соединения Т1 по ГОСТ 5264-80*, для значения катета $k=5$ мм.

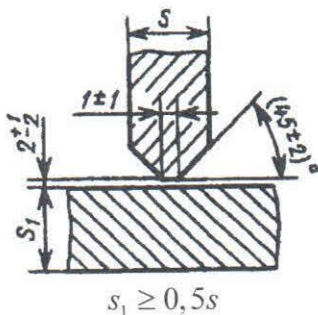
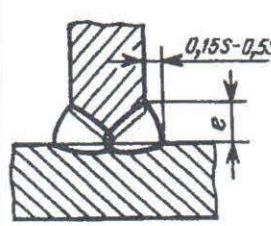
Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		s	b		k
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва		Но-мин.	Пред. откл.	Пред. откл.
Т1			От 2 до 3	0	+1	для $k=5$ мм +1 -0,5
			Св. 3 до 15		+2	
			Св. 15 до 40		+3	

*ГОСТ 5264-80 «Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры»

За правильный расчёт-0,5 балла

Балл

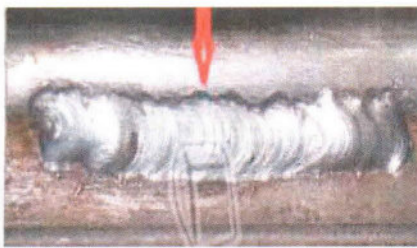
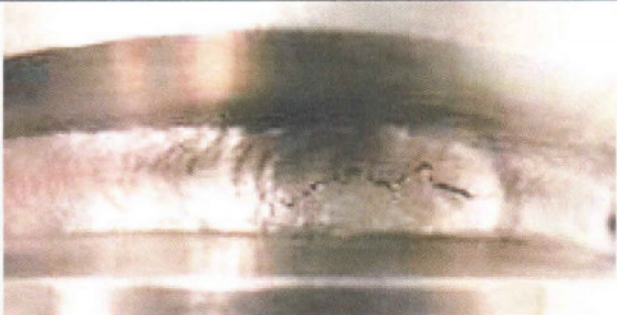
2. Определить **наименьшую** расчетную высоту для двустороннего углового шва таврового сварного соединения Т8 по ГОСТ 5264-80, для толщины детали $S=10$ мм.

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		S	e	
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва		Номин.	Пред. откл.
Т8	 $s_1 \geq 0,5s$		От 8 до 11	9	± 2
			Св. 11 до 14	11	
			Св. 14 до 17	12	± 3
			Св. 17 до 20	14	
			Св. 20 до 24	16	
			Св. 24 до 28	18	

За правильный расчёт-1 балл, за каждую ошибку-0,5 балла.

Балл

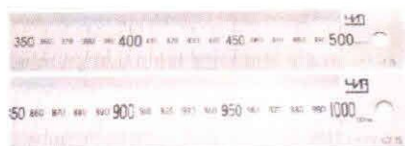
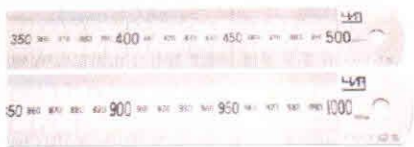
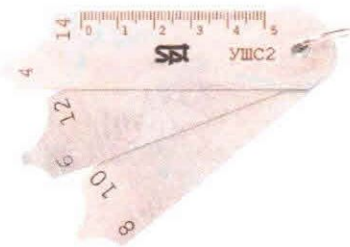
3. Определите тип дефекта:

1	2	3
		
_____	_____	_____
4	5	6
		
_____	_____	_____
7	8	9
		
_____	_____	_____
10	11	
		
_____	_____	

За каждый правильный ответ + 0,5 балла

Балл

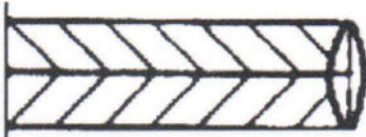
4. Выберите верное (оптимальное) средство измерения:

Ширина шва		
		
Высота шва		
		
Размер поры		
		
Координаты дефектов		
		
Катет углового шва		
		

За каждый правильный ответ + 0,2 балла

Балл

4. По какому значению (параметру) нужно выбирать нормы для оценки допустимости включений в следующих сварных соединениях:

1	Сварное соединение С-2 по ГОСТ 5264-80 деталей толщинами 9,5 мм	
2	Сварное соединение Т1 по ГОСТ 5264-80 деталей толщинами 6 мм	
3	Сварное соединение Н1 по ГОСТ 14771-76 деталей толщинами 5 мм	
4	Нестандартное сварное соединение, выполненное по КД 	
5	Сварное соединение 2х труб встык, 1 труба: 57х3 мм, 2 труба: 57х5 мм	

5. Перечислите оборудование (инструменты и приборы), необходимые при проведении визуального и измерительного контроля (которые должны быть указаны в ТК):

За каждый правильный ответ + 0,5 балла

Балл

10. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ВИК

Технологическая карта-это стандартизированный документ, содержащий необходимые сведения, инструкции для персонала, выполняющего некий технологический процесс. В ТК приводятся контролируемые параметры, последовательность контроля, объем контроля, средства контроля, схемы выполнения замеров контролируемых параметров и нормы оценки результатов контроля.

В разделе **«объект контроля»** должны содержаться данные, позволяющие однозначно идентифицировать контролируемый элемент, такие как наименование объекта контроля, его размеры, тип сварного соединения и способ сварки, категория, марка основного металла и объём контроля.

В разделе **«нормативная документация»** указывают нормативные документы, содержащие требования к порядку проведения контроля и оценке качества

В разделе **«средства контроля»** указывают инструменты, которые необходимы для проведения визуального и измерительного контроля конкретного объекта.

В разделе **«подготовка к контролю»** указывают требования к подготовке поверхности контролируемого элемента, размеры подготовленного к контролю участка, сведения о способе разметки контролируемого элемента на участки.

В разделе **«условия проведения контроля»** указывают сведения о месте и условиях проведения работ, допускаемых диапазонах рабочих температур (при наличии требований в НД), освещенности рабочего места и контролируемого элемента.

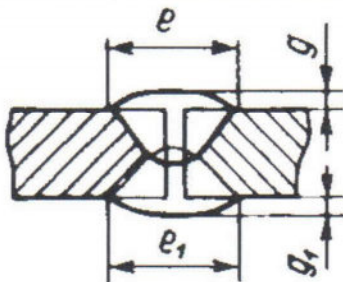
В разделе **«порядок проведения контроля»** указывают краткое описание последовательности операций при проведении визуального и измерительного контроля.

В разделе **«измерение характеристик несплошностей»** указывают измеряемые параметры несплошностей, геометрические параметры сварного шва, методику их измерения и средства контроля с учетом характеристик контролируемого объекта.

В разделе **«оценка качества»** указывают критерии и нормы оценки качества контролируемого элемента в соответствии с требованиями нормативной документации.

В разделе **«оформление отчетной документации»** указывают операции, выполняемые после проведения контроля в соответствии с требованиями НД.

Пример Технологической карты ВИК:

1. Объект контроля	
1.1 Объект контроля	УО ЖРО
1.2 Контролируемое оборудование	Смеситель 1238_620_00
1.3 Контролируемый элемент	Смеситель – сварной шов №38 (рисунок 1)
1.4 Типоразмер сварного соединения	679х6 мм
1.5 Ширина контролируемой зоны, мм	Весь объем металла сварного шва, а также примыкающие к нему участки основного металла шириной не менее 6 мм
1.6 Категория сварного соединения	IIIc по ПНАЭ Г-7-010-89
1.7 Тип сварного соединения	1-01-1 (С-1-1) ПНАЭ Г-7-009-89
1.8 Способ сварки	РАДС неплавящимся электродом с присадочным металлом
1.9 Основной металл	12Х18Н10Т
1.10 Объем контроля, %	100%
 Рисунок 1 Эскиз контролируемого элемента	
2. Нормативная и методическая документация	
ПНАЭ Г-7-009-89; ПНАЭ Г-7-010-89; РБ-089-14	
3. Средства контроля	
Наименование	Тип (марка)
3.1 Штангенциркуль	ШЦ 1-150 с глубиномером
3.2 Шаблон	УШС-3
3.3 Образец шероховатости поверхности	Комплект Rz20; Rz40; Rz80
3.4 Лупа просмотровая	ЛП 3-7х
3.5 Рулетка измерительная	L500
3.6 Фонарик карманный	
3.7 Люксметр	Testo 540
3.8 Лупа измерительная	ЛИ-3-10х
4. Подготовка к контролю	
4.1 Размеры подготовленного к контролю участка	Весь объем металла сварного шва, а также примыкающие к нему участки основного металла шириной не менее 6 мм
4.2 Требования к качеству поверхности	- контролируемая поверхность должна быть зачищена до чистого металла от ржавчины, окалины, грязи, краски, масла, влаги, продуктов коррозии и других загрязнений, препятствующих проведению контроля; - шероховатость подготовленных под контроль поверхностей должна составлять не более Rz80. Контроль шероховатости проводить по образцам шероховатости поверхности
4.3 Разметка на участки	Обозначить начало и направление отсчета координат
5. Условия проведения контроля	
5.1 Проведение контроля	на месте производства работ, должно быть обеспечено удобство подхода к месту проведения работ.
5.2 Освещенность контролируемой поверхности	Измерить освещенность контролируемой поверхности, она должна быть не менее 500 Лк. Схема освещения-комбинированная с использованием стационарных и дополнительных переносных источников света.
6. Порядок проведения контроля	
6.1 Угол просмотра	более 30° к поверхности основного металла при расстоянии до него для невооруженного глаза – не более 600мм.
6.2 Визуальный контроль	проводить невооруженным глазом, в сомнительных местах применить лупу просмотровую
6.3 Измерительный контроль	Измерить ширину и высоту усиления шва на участках, вызывающих сомнения при визуальном осмотре, но не менее, чем в трех местах шва. Провести измерения поверхностных несплошностей, чешуйчатости поверхности, смещений кромок на участках шва, где допустимость этих параметров вызывает сомнения по результатам визуального контроля.

7. Измерение и расшифровка несплошностей			
7.1 Размер одиночного поверхностного включения	измерять максимальный размер включений (Лупа измерительная ЛИ)		
7.2 Ширина и высота шва	измерять используя штангенциркуль		
7.3 Чешуйчатость валика	измерять разность высот двух соседних чешуек используя штангенциркуль		
7.4 Смещение кромок	измерять, используя шаблон УШС-3		
8. Оценка качества			
8.1 Не допускаются: трещины, отслоения, прожоги, свищи, наплывы, усадочные раковины, подрезы, брызги металла, непровары, скопления и неодионые включения, выявленные при визуальном контроле.			
8.2 Допустимость одиночных включений, размеров ширины и высоты шва, чешуйчатости поверхности сварного шва оценивается по номинальной толщине основного металла			
8.3 Нормы допустимости одиночных поверхностных включений сварных соединений			
Номинальная толщина сварных деталей, мм	Допускаемый наибольший размер включения, мм	Максимально допускаемое число включений на любых 100 мм протяженности сварного соединения	
6,0	0,8	4	
Примечание - Включения с наибольшим фактическим размером до 0,2 мм не учитываются			
8.4 Размеры ширины и высоты шва, мм			
Сварное соединение	Номинальная толщина сварных деталей, мм	Ширина усиления $e=e_1$, мм	Высота усиления $g=g_1$, мм
Смеситель №38	6	8 ± 1	$1,5\pm 0,5$
8.5 Нормы допускаемой чешуйчатости поверхности сварного шва			
Номинальная толщина сварных деталей, мм		Максимально допустимая чешуйчатости поверхности, мм	
6		1,0	
8.6 Нормы допускаемых смещений кромок			
Номинальная толщина сварных деталей, мм		Максимально допускаемое смещение кромок, мм	
6		1,5	
9. Оформление отчетной документации			
9.1 Результаты оценки качества контролируемого элемента занести в рабочий журнал. При обнаружении несплошностей, которые должны учитываться, составить дефектограмму контролируемого элемента.			

11. ВЫПОЛНЕНИЕ ВИК УЧЕБНЫХ ОБРАЗЦОВ

ПРОТОКОЛ / ЗАКЛЮЧЕНИЕ по результатам визуального и измерительного контроля учебного образца

Объект контроля	Учебный образец №
Тип сварного соединения	
Материал основного металла	
Способ сварки	
Объём контроля, %	
Нормативная документация	

Параметры контроля	
Средства контроля	
Условия контроля	

Результаты контроля							
№ п/п	Тип дефекта	Координаты дефекта, мм				Размеры де- фекта, мм	Соответствие нормам оценки качества (да / нет)
		X ₁	X ₂	Y ₁	Y ₂		

ЗАКЛЮЧЕНИЕ О КАЧЕСТВЕ _____
(годен / не годен)

Балл

ДЕФЕКТОГРАММА*

по результатам визуального и измерительного контроля
учебного образца № _____

Результаты контроля						
№ п/п	Тип дефекта	Координаты дефекта, мм				Размеры дефекта, мм
		X ₁	X ₂	Y ₁	Y ₂	

* Дефектограмма должна содержать необходимые параметры (точка отсчета, оси координат, схематичное изображение, нумерацию дефектов) для однозначной идентификации координат обнаруженных дефектов.

Балл

ПРОТОКОЛ / ЗАКЛЮЧЕНИЕ
по результатам визуального и измерительного контроля
учебного образца

Объект контроля	Учебный образец №
Тип сварного соединения	
Материал основного металла	
Способ сварки	
Объём контроля, %	
Нормативная документация	

Параметры контроля	
Средства контроля	
Условия контроля	

Результаты контроля							
№ п/п	Тип дефекта	Координаты дефекта, мм				Размеры де- фекта, мм	Соответствие нормам оценки качества (да / нет)
		X ₁	X ₂	Y ₁	Y ₂		

ЗАКЛЮЧЕНИЕ О КАЧЕСТВЕ _____
 (годен / не годен)

Балл

ДЕФЕКТОГРАММА*

по результатам визуального и измерительного контроля
учебного образца № _____

Результаты контроля						
№ п/п	Тип дефекта	Координаты дефекта, мм				Размеры дефекта, мм
		X ₁	X ₂	Y ₁	Y ₂	

* Дефектограмма должна содержать необходимые параметры (точка отсчета, оси координат, схематичное изображение, нумерацию дефектов) для однозначной идентификации координат обнаруженных дефектов.

Балл

ПРОТОКОЛ / ЗАКЛЮЧЕНИЕ
по результатам визуального и измерительного контроля
учебного образца

Объект контроля	Учебный образец №
Тип сварного соединения	
Материал основного металла	
Способ сварки	
Объём контроля, %	
Нормативная документация	

Параметры контроля	
Средства контроля	
Условия контроля	

Результаты контроля							
№ п/п	Тип дефекта	Координаты дефекта, мм				Размеры де- фекта, мм	Соответствие нормам оценки качества (да / нет)
		X ₁	X ₂	Y ₁	Y ₂		

ЗАКЛЮЧЕНИЕ О КАЧЕСТВЕ _____
 (годен / не годен)

Балл

ДЕФЕКТОГРАММА*

по результатам визуального и измерительного контроля
учебного образца № _____

Результаты контроля						
№ п/п	Тип дефекта	Координаты дефекта, мм				Размеры дефекта, мм
		X ₁	X ₂	Y ₁	Y ₂	

* Дефектограмма должна содержать необходимые параметры (точка отсчета, оси координат, схематичное изображение, нумерацию дефектов) для однозначной идентификации координат обнаруженных дефектов.

Балл

ПРОТОКОЛ / ЗАКЛЮЧЕНИЕ
по результатам визуального и измерительного контроля
учебного образца

Объект контроля	Учебный образец №
Тип сварного соединения	
Материал основного металла	
Способ сварки	
Объём контроля, %	
Нормативная документация	

Параметры контроля	
Средства контроля	
Условия контроля	

Результаты контроля							
№ п/п	Тип дефекта	Координаты дефекта, мм				Размеры де- фекта, мм	Соответствие нормам оценки качества (да / нет)
		X ₁	X ₂	Y ₁	Y ₂		

ЗАКЛЮЧЕНИЕ О КАЧЕСТВЕ _____
 (годен / не годен)

Балл

ДЕФЕКТОГРАММА*

по результатам визуального и измерительного контроля
учебного образца № _____

Результаты контроля						
№ п/п	Тип дефекта	Координаты дефекта, мм				Размеры дефекта, мм
		X ₁	X ₂	Y ₁	Y ₂	

* Дефектограмма должна содержать необходимые параметры (точка отсчета, оси координат, схематичное изображение, нумерацию дефектов) для однозначной идентификации координат обнаруженных дефектов.

Балл

ПРОТОКОЛ / ЗАКЛЮЧЕНИЕ
по результатам визуального и измерительного контроля
учебного образца

Объект контроля	Учебный образец №
Тип сварного соединения	
Материал основного металла	
Способ сварки	
Объём контроля, %	
Нормативная документация	

Параметры контроля	
Средства контроля	
Условия контроля	

Результаты контроля							
№ п/п	Тип дефекта	Координаты дефекта, мм				Размеры де- фекта, мм	Соответствие нормам оценки качества (да / нет)
		X ₁	X ₂	Y ₁	Y ₂		

ЗАКЛЮЧЕНИЕ О КАЧЕСТВЕ _____
 (годен / не годен)

Балл

ДЕФЕКТОГРАММА*

по результатам визуального и измерительного контроля
учебного образца № _____

Результаты контроля						
№ п/п	Тип дефекта	Координаты дефекта, мм				Размеры дефекта, мм
		X ₁	X ₂	Y ₁	Y ₂	

* Дефектограмма должна содержать необходимые параметры (точка отсчета, оси координат, схематичное изображение, нумерацию дефектов) для однозначной идентификации координат обнаруженных дефектов.

Балл



2. КАПИЛЛЯРНЫЙ КОНТРОЛЬ



1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Капиллярный метод контроля основан на проникновении индикаторных жидкостей в полости поверхностных и сквозных несплошностей материала контролируемых объектов и регистрации образующихся индикаторных следов.

КК предназначен для выявления поверхностных дефектов в объектах контроля, определения их расположения, протяженности и ориентации на контролируемой поверхности.

КК позволяет контролировать объекты любых форм и размеров, изготовленные из непористых ферромагнитных и немагнитных материалов.

Требования к размеру контролируемой зоны при проведении КК соответствуют требованиям визуального и измерительного контроля.

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ОПЕРАЦИЙ ПРИ КАПИЛЛЯРНОМ КОНТРОЛЕ

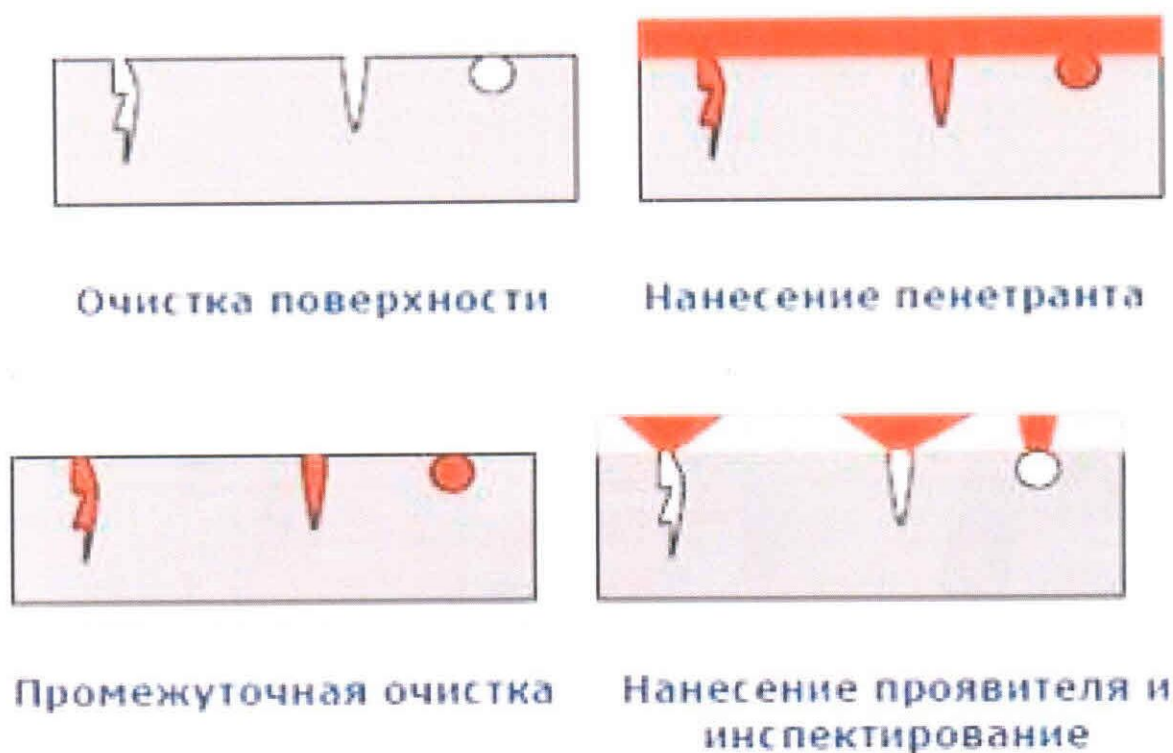


Рис.1

2. УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ КОНТРОЛЯ

Капиллярный контроль следует проводить при температуре окружающего воздуха от минус 10 °С до плюс 40 °С и относительной влажности воздуха не более 90%.

3. ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ КОНТРОЛЯ

Чувствительность КК определяется по среднему раскрытию неразветвленной трещины длиной не менее 3 мм (таблица 1)

Таблица 1.

Класс чувствительности	Ширина раскрытия трещин на КО (мкм)
I	Менее 1,0
II	От 1,0 до 10,0
III	От 10,0 до 100,0

4. ПОДГОТОВКА К КОНТРОЛЮ

4.1. Средства контроля

Для проведения КК применяются дефектоскопические материалы в виде наборов, в которые входят: индикаторный пенетрант, очиститель, проявитель. Перед применением дефектоскопических материалов следует провести проверку срока годности и соответствия набора заданному классу чувствительности (проводится на контрольных образцах). Качество дефектоскопических материалов проверяется на контрольном образце проведением полного цикла капиллярного контроля в реальных условиях нахождения объекта контроля. Индикаторный след на контрольном образце должен быть идентичен изображению индикаторного следа на фотографии в паспорте контрольного образца. При этом необходимо зафиксировать время выдержки образца под пенетрантом и проявителем, соответствующее идентичности индикаторных следов. Для фиксации времени следует использовать секундомер.

Контрольный образец представляет собой стальную пластину с искусственной, одиночной, тупиковой трещиной с шириной раскрытия в соответствии с заданным классом. Класс чувствительности контрольных образцов должен быть не ниже класса чувствительности проверяемых наборов. Контрольные образцы подлежат обязательному метрологическому обеспечению.

При капиллярном контроле для местного освещения используются лампы накаливания или люминесцентные лампы. Для общего осмотра объектов контроля и поиска индикаторного рисунка несплошностей используются лупы 2-7-кратного увеличения.

В процессе контроля используются безворсовые, мягкие, хлопчатобумажные ткани бязевой группы (ветошь). КК выполняется на рабочем месте, оборудованном системой вытяжной вентиляции, и необходимыми средствами контроля.

При КК применяется комбинированное освещение (используется дополнительный источник света). Значение освещенности в зоне контроля должно быть не менее 750 лк при общем освещении и 2500 лк при комбинированном.

Для проверки соответствия условий в помещении (освещенности, температуры и влажности) требованиям нормативных документов, следует использовать термогигрометры (измерители влажности и температуры) и люксметры.

Для определения размеров индикаторных следов и их координат используются лупы измерительные, штангенциркуль, линейки и рулетки.

4.2. Подготовка контролируемой поверхности

Качество подготовки контролируемой поверхности определяется визуально, перед проведением контроля. На контролируемой поверхности не должно быть ржавчины, краски, окалины и других загрязнений, мешающих проникновению проникающей жидкости в полости дефектов. Шероховатость контролируемой поверхности проверяется по образцам шероховатости, и должна быть не хуже Rz20 мкм (Ra3,2 мкм).

Обезжиривание контролируемой поверхности проводится путем протирки безворсовой тканью, смоченной очистителем, затем чистой хлопчатобумажной салфеткой. При обнаружении следов загрязнений на поверхности салфетки повторяют обезжиривание.

5. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ КОНТРОЛЯ

Основными этапами проведения капиллярного контроля являются:

- подготовка объекта к контролю;
- обработка объекта дефектоскопическими материалами;
- проявление дефектов;
- обнаружение дефектов и расшифровка результатов контроля;
- окончательная очистка объекта.

Нанесение дефектоскопических материалов на контролируемую поверхность проводится одним из способов, в зависимости от применяемого набора - аэрозольное распыление или нанесение кистью. Не рекомендуется допускать высыхание индикаторного пенетранта на поверхности. Нанесение пенетранта на контролируемую поверхность проводить не более чем через 30 минут после окончания очистки. Время выдержки пенетранта должно соответствовать времени, установленному по контрольному образцу, но не менее 5 минут.

Удаление индикаторного пенетранта производится чистой ветошью, смоченными очистителем. Полнота удаления индикаторного пенетранта определяется визуально. При этом пенетрант должен быть удален до отсутствия окрашенного фона. Общее время удаления пенетранта с поверхности контролируемого объекта и до нанесения проявителя не должно превышать 5-10 мин.

Нанесение проявителя производится тонким равномерным слоем, сразу после очистки и осушки контролируемой поверхности. Рекомендуется избегать образования проблесков металла, подтеков и наплывов проявителя. Баллон с проявителем перед использованием необходимо встряхивать в течение 1 минуты. Наносить проявитель на контролируемую поверхность следует с расстояния 250-300 мм.

Осмотр контролируемой поверхности проводится дважды: через 3-5 мин после нанесения проявителя и через 20 мин после высыхания проявителя. При осмотре рекомендуется использовать лупу 2-7-кратного увеличения.

Индикаторные следы при наличии дефектов на контролируемой поверхности подразделяются на две группы:

- **протяженные** - индикаторные следы с отношением их максимальной длины к максимальной ширине более 3 (характерно для трещин, закатов, подрезов, резких западаний наплавленного металла, близко расположенных пор);
- **округлые** - индикаторные следы с отношением их максимальной длины к максимальной ширине менее 3 (характерно для пор, шлаковых включений).

При возникновении сомнительных индикаций, индикаторный след рекомендуется удалить и провести визуальный осмотр поверхности с применением лупы 2-7-кратного увеличения (контроль по фактическим характеристикам). В сомнительных случаях рекомендуется провести контроль повторно.

6. НОРМЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА

Оценка качества сварных соединений при капиллярном контроле может проводиться как по индикаторным следам, так и по фактическим характеристикам выявленных несплошностей после удаления проявителя в зоне зафиксированных индикаторных следов.

При контроле по индикаторным следам качество сварного соединения считается удовлетворительным при одновременном соблюдении следующих условий:

- индикаторные следы являются округлыми;
- протяженные индикаторные следы отсутствуют;
- наибольший размер каждого индикаторного следа и их количество не превышают трехкратных значений норм для одиночных включений;

Размерные показатели, по которым проводится оценка качества сварных соединений соответствуют размерным показателям при визуальном и измерительном контроле.

7. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЯ

Результаты капиллярного контроля фиксируются в учетной (журнал регистрации результатов контроля) и отчетной (заключения, дефектограммы) документации.

8. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

К выполнению работ по капиллярному контролю допускаются лица, прошедшие обучение по технике безопасности и специальный инструктаж по правилам электробезопасности и пожарной безопасности, усвоившие правильные и безопасные методы работы. Рабочее место должно быть оборудовано приточно-вытяжной вентиляцией и местными вытяжками не менее чем с трехкратным обменом воздуха. На месте проведения работ не допускаются курение и наличие открытого огня. Все горючие вещества необходимо хранить в специальных металлических шкафах. Все работы по контролю необходимо проводить в средствах индивидуальной защиты (халат х/б, резиновые перчатки, респиратор, очки)

9. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1. Чему будет равна минимальная зона контроля при проведении КК следующих объектов:

1	Сварное соединение С-17 по ГОСТ 5264-80 деталей толщинами 15 мм, способ сварки РДС	
2	Сварное соединение Т1 по ГОСТ 5264-80 деталей толщинами 6 мм, способ сварки РДС	
3	Сварное соединение У-4 по ГОСТ 14771-76 деталей толщинами 8,5 и 10 мм, способ сварки РАДС	
4	Стыковое сварное соединение 2х труб, 1 труба: 325х16 мм, 2 труба: 325х14 мм, способ сварки электрошлаковая	

За каждый правильный ответ + 0,5 балла

Балл

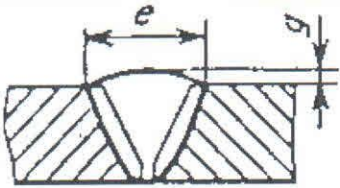
2. Перечислите оборудование (инструменты и приборы), необходимые при проведении капиллярного контроля:

За правильный ответ 2 балла, за каждое неуказанное средство -0,5 балла

Балл

10. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА КК

Пример Технологической карты КК:

1 Объект контроля	
1.1 Объект контроля	Сварное соединение пластин 100x100x8 мм+100x100x6 мм
1.2 Контролируемый элемент	Стыковое сварное соединение, С-17 по ПНАЭ Г-7-009-89
1.3 Материал основного металла	Сталь 20
1.4 Способ сварки	РАД
1.5 Объем контроля, %	100
1.6 Класс чувствительности	II
1.7 Категория сварного соединения	III
1.7 Зона контроля	Весь объем металла сварного шва, а также примыкающие к нему участки основного металла шириной не менее 6 и 8 мм в обе стороны от сварного шва
2 Нормативная документация	
ПНАЭ Г-7-009-89, ПНАЭ Г-7-010-89, РБ-090-14	
3 Средства контроля	
Дефектоскопический набор	Состав набора: Очиститель; Пенетрант; Проявитель
Контрольный образец	II класс чувствительности
Люксметр, гигрометр, термометр	
Образцы шероховатости	
Лупа измерительная и просмотрная	
Секундомер	
Металлическая линейка/рулетка	
Штангенциркуль	
	
Рисунок 1 -Эскиз сварного соединения	
4 Условия проведения контроля	
Диапазон рабочих температур	От +10° до +40°
Относительная влажность воздуха не более	90%
Освещенность контролируемой поверхности не менее, лк	750 (общая) и 2500 (комбинированная)
Шероховатость Rz не более	20 мкм
5. Техника безопасности	
К выполнению работ по капиллярному контролю допускаются лица, прошедшие обучение по технике безопасности и специальный инструктаж по правилам электробезопасности и пожарной безопасности. Рабочее место должно быть оборудовано приточно-вытяжной вентиляцией и местными вытяжками не менее чем с трехкратным обменом воздуха. На месте проведения работ не допускаются курение и наличие открытого огня. Все горючие вещества необходимо хранить в специальных металлических шкафах. Все работы по контролю необходимо проводить в средствах индивидуальной защиты (халат х/б, резиновые перчатки, респиратор, очки)	
6. Подготовка к контролю	
Проверить качество дефектоскопических материалов	Качество дефектоскопических материалов проверяется на контрольном образце проведением полного цикла капиллярного контроля в реальных условиях нахождения объекта контроля. Индикаторный след на контрольном образце должен быть идентичен изображению индикаторного следа на фотографии в паспорте контрольного образца. При этом зафиксировать время выдержки образца под пенетрантом и проявителем, соответствующее идентичности индикаторных следов
Проверить качество подготовки поверхности объекта к контролю	На контролируемой поверхности не должно быть ржавчины, краски, окалины и других загрязнений, мешающих проникновению проникающей жидкости в полости дефектов.
Обезжирить контролируемую поверхность	Обезжиривание проводить путем протирки контролируемой поверхности безворсовой тканью, смоченной очистителем, затем чистой х/б салфеткой.
7 Порядок проведения контроля	
Нанести индикаторный пенетрант	Нанесение пенетранта на контролируемую поверхность проводить не более чем через 30 минут после окончания очистки. Пенетрант выдерживать время, установленное по КО, но не менее 5 минут

Удалить индикаторный пенетрант	Удаление пенетранта проводить протиркой безворсовой тканью, смоченной очистителем. Чистота поверхности изделия проверяется с помощью протирки изделия чистой салфеткой: при отсутствии окрашивания на салфетке, поверхность считается чистой.
Нанести на контролируемую поверхность проявитель	Аэрозольный баллон с проявителем перед использованием встряхивать в течение 1 мин. Нанести проявитель на контролируемую поверхность путем распыла с расстояния 250 – 300 мм тонким равномерным слоем без проблесков металла и подтеков.
8 Осмотр поверхности и определение параметров несплошностей	
Осмотреть контролируемую поверхность с целью выявления индикаторных следов	Осмотр контролируемой поверхности проводится дважды: через 3-5 мин после нанесения проявителя и через 20 мин после высыхания проявителя. При осмотре рекомендуется использовать лупу 2-7-кратного увеличения
Измерить параметры выявленных несплошностей	Оценку параметров несплошностей проводить с помощью измерительной лупы или линейки измерительной по виду и размерам индикаторных следов или фактическим характеристикам несплошностей после удаления проявителя
9 Оценка качества	
Оценка качества сварных соединений при капиллярном контроле может проводиться как по индикаторным следам, так и по фактическим характеристикам выявленных несплошностей после удаления проявителя в зоне зафиксированных индикаторных следов.	
При контроле по индикаторным следам качество сварного соединения считается удовлетворительным, если индикаторные следы являются округлыми и одиночными (протяженные индикаторные следы не допускаются), а их размеры и количество не превышают нормы допустимости по округлым индикаторным следам:	
- допустимый наибольший размер округлых индикаторных следов – 2,4 мм; - максимально допустимое число индикаторных следов на 100 мм протяженности сварного соединения – 4 шт; - округлые индикаторные следы с наибольшим размером до 0,6 мм не учитываются	
Нормы допустимости по фактическим характеристикам:	
- не допускаются трещины, отслоения, прожоги, свищи, наплывы, усадочные раковины, подрезы, брызги металла, непровары, скопления и неодионые включения; - допустимый наибольший размер включений – 0,8 мм; - максимально допустимое число включений на любые 100 мм протяженности сварного соединения – 4 шт; - включения с наибольшим фактическим размером до 0,2 мм не учитываются	
10. Оформление отчётной документации	
Результаты проведённого контроля зарегистрировать в журнале, оформить заключение и дефектограмму	

11. ВЫПОЛНЕНИЕ КК УЧЕБНЫХ ОБРАЗЦОВ

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

по результатам капиллярного контроля

Объект контроля	
Контролируемый элемент	
Материал основного металла	
Способ сварки	
Объём контроля, %	
Нормативная документация	
Используемые средства контроля	
Условия проведения контроля	

Результаты контроля							
№ п/п	Тип индикаторного следа	Координаты, мм				Размеры, мм	Соответствие нормам оценки качества (да / нет)
		X ₁	X ₂	Y ₁	Y ₂		

ЗАКЛЮЧЕНИЕ О КАЧЕСТВЕ _____

(годен / не годен)

ДЕФЕКТОГРАММА*

по результатам капиллярного контроля
учебного образца № _____

1 Дефектограмма расположения индикаторных следов

2. Результаты контроля

№ п/п	Тип индикаторного следа	Координаты, мм				Размеры, мм
		X ₁	X ₂	Y ₁	Y ₂	

* Дефектограмма должна содержать необходимые параметры (точка отсчета, оси координат, схематичное изображение, нумерацию дефектов) для однозначной идентификации координат обнаруженных дефектов.

Балл

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

по результатам капиллярного контроля

Объект контроля	
Контролируемый элемент	
Материал основного металла	
Способ сварки	
Объём контроля, %	
Нормативная документация	
Используемые средства контроля	
Условия проведения контроля	

Результаты контроля							
№ п/п	Тип индикаторного следа	Координаты, мм				Размеры, мм	Соответствие нормам оценки качества (да / нет)
		X ₁	X ₂	Y ₁	Y ₂		

ЗАКЛЮЧЕНИЕ О КАЧЕСТВЕ _____
(годен / не годен)

ДЕФЕКТОГРАММА*
по результатам капиллярного контроля
учебного образца № _____

1 Дефектограмма расположения индикаторных следов

--	--

2. Результаты контроля

№ п/п	Тип индикаторного следа	Координаты, мм				Размеры, мм
		X ₁	X ₂	Y ₁	Y ₂	

* Дефектограмма должна содержать необходимые параметры (точка отсчета, оси координат, схематичное изображение, нумерацию дефектов) для однозначной идентификации координат обнаруженных дефектов.

Балл

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

по результатам капиллярного контроля

Объект контроля	
Контролируемый элемент	
Материал основного металла	
Способ сварки	
Объём контроля, %	
Нормативная документация	
Используемые средства контроля	
Условия проведения контроля	

Результаты контроля							
№ п/п	Тип индикаторного следа	Координаты, мм				Размеры, мм	Соответствие нормам оценки качества (да / нет)
		X ₁	X ₂	Y ₁	Y ₂		

ЗАКЛЮЧЕНИЕ О КАЧЕСТВЕ _____
(годен / не годен)

ДЕФЕКТОГРАММА*
по результатам капиллярного контроля
учебного образца № _____

1 Дефектограмма расположения индикаторных следов

--	--

2. Результаты контроля

№ п/п	Тип индикаторного следа	Координаты, мм				Размеры, мм
		X ₁	X ₂	Y ₁	Y ₂	

* Дефектограмма должна содержать необходимые параметры (точка отсчета, оси координат, схематичное изображение, нумерацию дефектов) для однозначной идентификации координат обнаруженных дефектов.

Балл

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

по результатам капиллярного контроля

Объект контроля	
Контролируемый элемент	
Материал основного металла	
Способ сварки	
Объём контроля, %	
Нормативная документация	
Используемые средства контроля	
Условия проведения контроля	

Результаты контроля							
№ п/п	Тип индикаторного следа	Координаты, мм				Размеры, мм	Соответствие нормам оценки качества (да / нет)
		X ₁	X ₂	Y ₁	Y ₂		

ЗАКЛЮЧЕНИЕ О КАЧЕСТВЕ _____
(годен / не годен)

ДЕФЕКТОГРАММА*

по результатам капиллярного контроля
учебного образца № _____

1 Дефектограмма расположения индикаторных следов

2. Результаты контроля

№ п/п	Тип индикаторного следа	Координаты, мм				Размеры, мм
		X ₁	X ₂	Y ₁	Y ₂	

* Дефектограмма должна содержать необходимые параметры (точка отсчета, оси координат, схематичное изображение, нумерацию дефектов) для однозначной идентификации координат обнаруженных дефектов.

--

Балл

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Радиографический контроль основан на способности рентгеновских лучей и гамма-излучения глубоко проникать в различные материалы и поглощаться в них неравномерно в зависимости от толщины и вида материала.

Радиографический контроль применяют для выявления в сварных соединениях трещин, непроваров, пор, шлаковых, вольфрамовых и других включений. Радиографический контроль применяют также для выявления прожогов, подрезов, оценки величины выпуклости и вогнутости корня шва, недопустимых для внешнего осмотра.

При радиографическом контроле не выявляют:

- любые несплошности и включения с размером в направлении просвечивания менее удвоенной чувствительности контроля;
- непровары и трещины, плоскость раскрытия которых не совпадает с направлением просвечивания и величина раскрытия менее значений, приведенных в табл.1
- любые несплошности и включения, если их изображения на снимках совпадают с изображениями посторонних деталей, острых углов или резких перепадов трещин просвечиваемого металла.

Таблица 1

Радиационная толщина	Раскрытие непровара (трещины)
До 40мм	0,1
Свыше 40 до 100 включительно	0,2
Свыше 100 до 150 включительно	0,3
Свыше 150 до 200 включительно	0,4
Свыше 200	0,5

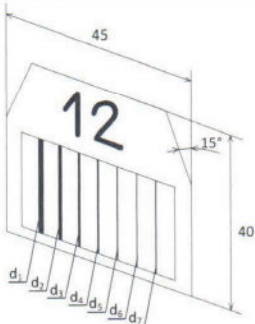
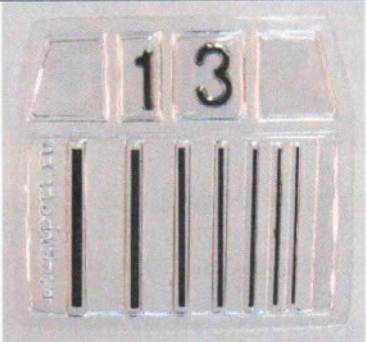
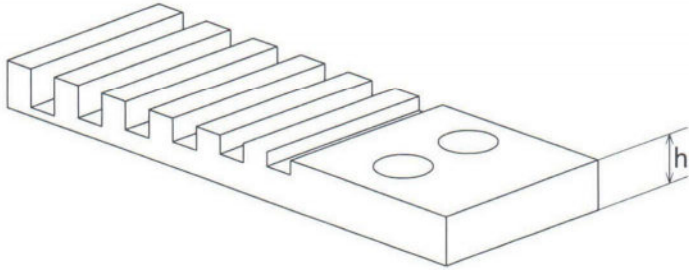
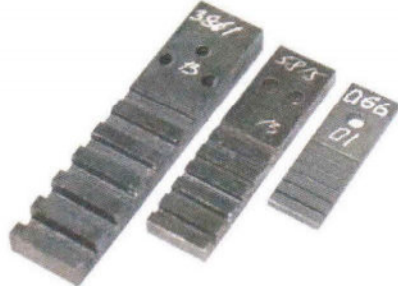
2. ЭТАЛОНЫ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ И МАРКИРОВОЧНЫЕ ЗНАКИ

При радиографическом контроле на каждом участке должны быть установлены эталоны чувствительности и маркировочные знаки, изготовленные из материала, обеспечивающего получение их четких изображений на радиографических снимках.

Требования к размеру контролируемой зоны при проведении РГК сварных соединений соответствуют требованиям при ВИК.

Для определения чувствительности контроля в радиографии используются эталоны чувствительности. Наиболее часто используются проволоочные и канавочные эталоны чувствительности. Размеры эталонов приведены в следующей таблице.

Таблица 2

Проволочный эталон чувствительности							
							
Номер эталона	d_1	d_2	d_3	d_4	d_5	d_6	d_7
1	0,2	0,16	0,125	0,1	0,08	0,063	0,05
2	0,4	0,32	0,25	0,2	0,16	0,125	0,1
3	1,25	1,0	0,8	0,63	0,5	0,4	0,32
4	4,0	3,2	2,5	2,0	1,6	1,25	1,0
Канавочный эталон чувствительности							
							
Номер эталона	h_1	h_2	h_3	h_4	h_5	h_6	
1	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	
2	1,75	1,5	1,25	1,0	0,75	0,5	
3	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	

Маркировку эталонов чувствительности следует проводить свинцовыми цифрами. Первая цифра маркировки должна обозначать материал эталона, следующие (одна или две цифры) - номер эталона. Условные обозначения материала эталона чувствительности: для сплавов на основе железа - 1.

Для маркировки канавочных эталонов допускается применять вырезы и отверстия или только отверстия. Для эталонов выполненных на основе сплавов железа – два сквозных отверстия, ось которых проходит перпендикулярно продольной оси эталона чувствительности. Толщина эталона в месте маркировки должна быть равна h .

Маркировочные знаки из свинцового сплава предназначены для маркировки (нумерации) рентгеновских снимков для их последующей идентификации. При РГК знаки устанавливаются на каждом участке объекта контроля. Для маркировки снимков,

знаки помещаются в специальный пенал, который затем крепится в кармане кассеты или непосредственно на изделие.

Таблица 3

Маркировочные знаки				
				
Номер набора букв	Номер набора цифр	высота	ширина	толщина
1	5	5	3,2	1,0
2	6	8	5,0	1,5
3	7	12	7,7	2,5
4	8	18	11,5	5,0

Эталоны чувствительности следует устанавливать на контролируемом участке со стороны источника излучения. Проволочные эталоны следует устанавливать на шов с направлением проволоки поперек шва. Канавочные эталоны следует устанавливать на расстоянии не менее 5 мм от шва с направлением канавок поперек шва.

При контроле кольцевых швов трубопроводов с диаметром менее 100 мм допускается устанавливать канавочные эталоны на расстоянии не менее 5 мм от шва с направлением канавок вдоль шва. При невозможности установки эталонов со стороны источника излучения при контроле сварных соединений цилиндрических, сферических и других пустотелых изделий через две стенки с расшифровкой только прилегающего к пленке участка сварного соединения, а также при панорамном просвечивании допускается устанавливать эталоны чувствительности со стороны кассеты с пленкой.

Маркировочные знаки, используемые для ограничения длины контролируемых за одну экспозицию участков сварных соединений, следует устанавливать на границах размеченных участков, а также на границах наплавленного и основного металла при контроле сварных соединений без усиления или со снятым усилением шва.

3. ПОДГОТОВКА К ПРОВЕДЕНИЮ КОНТРОЛЯ

Радиографический контроль следует проводить после устранения обнаруженных при внешнем осмотре сварного соединения наружных дефектов и зачистки его от неровностей, шлака, брызг металла, окалины и других загрязнений, изображения которых на снимке могут помешать расшифровке снимка. После зачистки сварного соединения и устранения наружных дефектов должна быть произведена разметка сварного соединения на участки и маркировка (нумерация) участков. Чаще всего выполняют разметку по часовой стрелке. При использовании мерительного пояса достаточно обозначить точку начала отсчета и направление.

4. ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ РАДИОГРАФИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ

Расстояние от источника излучения до ближайшей к источнику поверхности контролируемого участка сварного соединения и размеры или количество контролируемых за одну экспозицию участков для всех схем просвечивания следует выбирать такими, чтобы при просвечивании выполнялись следующие требования:

- Геометрическая нерезкость изображений дефектов на снимках при расположении пленки вплотную к контролируемому сварному соединению не должна превышать половины требуемой чувствительности контроля при чувствительности до 2 мм и 1 мм - при чувствительности более 2 мм

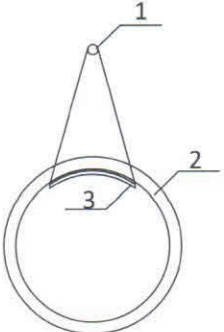
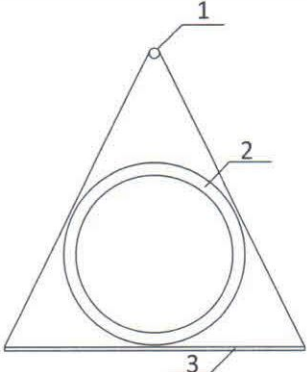
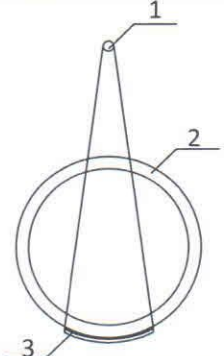
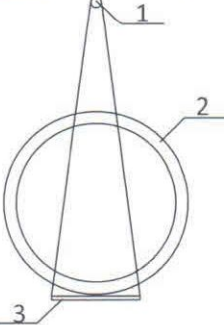
- Относительное увеличение размеров изображений дефектов, расположенных со стороны источника излучения (по отношению к дефектам, расположенным со стороны пленки), не должно превышать 1,25

- Угол между направлением излучения и нормалью к пленке в пределах контролируемого за одну экспозицию участка сварного соединения не должен превышать 45°

- Уменьшение оптической плотности изображения сварного соединения на любом участке этого изображения по отношению к оптической плотности в месте установки проволоочного эталона чувствительности или по отношению к оптической плотности изображения канавочного или пластинчатого эталона чувствительности не должно превышать 1,0.

Формулы для определения минимального фокусного расстояния приведены в табл.4

Таблица 4

Схема контроля	Фокусное расстояние
Схема 1	 $0,7C(1-m)D$
Схема 2	 CxD
Схема 3	 $0,5[1,5C(1-m)-1]xD$ Если не выполняются условие $1,5C(1-m) > 1$, фокусное расстояние может быть принято равным нулю (т.е. источник излучения может помещаться непосредственно на противоположной контролируемому участку стенке изделия)
Схема 4	 $0,5[C(1,4-m)-1]xD$ Если не выполняются условие $C(1,4-m) > 1$, фокусное расстояние может быть принято равным нулю (т.е. источник излучения может помещаться непосредственно на противоположной контролируемому участку стенке изделия)

Где $C = \frac{2\Phi}{K}$ при $\frac{\Phi}{K} \geq 2$ и $C=4$ при $\frac{\Phi}{K} \leq 2$

s – радиационная толщина, мм;

D – наружный диаметр контролируемого сварного соединения, мм;

m – отношение внутреннего и наружного диаметров сварного соединения;

Φ – максимальный размер фокусного пятна источника излучения.

Длина снимков должна обеспечивать перекрытие изображений смежных участков сварных соединений при длине контролируемого участка до 100 мм не менее 0,2 длины участка, при длине контролируемого участка св. 100 мм - не менее 20 мм.

Количество участков (экспозиций) определяется по таблице 5

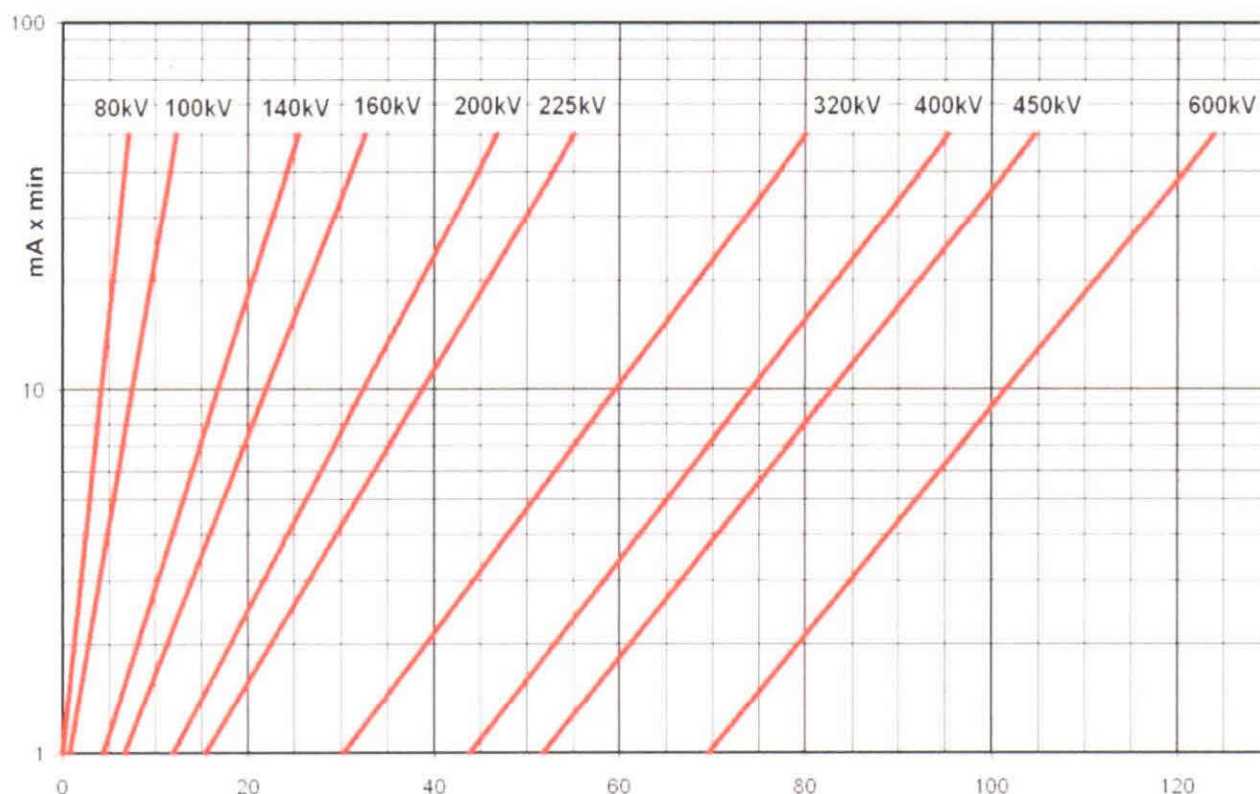
Таблица 5

d/D	Число участков при контроле по схеме 1					
	5	6	7	8	9	10
	f/D , не менее					
0,50	-	-	-	-	14,2	3,3
0,55	-	-	-	27,3	3,4	1,8
0,60	-	-	-	4,2	1,9	1,2
0,65	-	-	7,7	2,2	1,3	0,9
0,70	-	-	3,1	1,5	1,0	0,7
0,75	-	7,1	1,9	1,1	0,8	0,6
0,80	-	3,2	1,4	0,9	0,7	0,5
0,85	18,2	2,0	1,0	0,7	0,5	0,4
0,90	4,7	1,5	0,8	0,6	0,5	0,4
0,95	2,6	1,1	0,7	0,5	0,4	0,3
d/D	Число участков при контроле по схемам 3 и 4					
	3	4	5	6	7	
	f/D					
0,50	-	До 0,4	До 1,4	До 12,0	Свыше 12,0	
0,55	-	До 0,6	До 2,6	Свыше 2,6	-	
0,60	До 0,1	До 0,9	До 5,8	Свыше 5,8	-	
0,65	До 0,2	До 1,3	До 40,0	Свыше 40,0	-	
0,70	До 0,3	До 1,9	Свыше 1,9	-	-	
0,75	До 0,4	До 3,0	Свыше 3,0	-	-	
0,80	До 0,5	До 4,7	Свыше 4,7	-	-	
0,85	До 0,6	До 9,8	Свыше 9,8	-	-	
0,90	До 1,0	Свыше 1,0	-	-	-	
Число участков при контроле по схеме 2						
2						

5. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ КОНТРОЛЯ

В рамках чемпионата AtomSkills радиографический контроль будет выполняться на симуляторе рентгеновского аппарата. В состав симулятора входит макет-имитатор рентгеновской трубки на штативе и пульт управления (графическая визуализация для платформы windows). В процессе выполнения контроля участнику необходимо рассчитать значения тока, напряжения и фокусного расстояния, установить трубку относительно объекта контроля и выполнить необходимые операции на пульте управления.

При расчете времени, тока и напряжения необходимо пользоваться обобщенной номограммой:



6. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЯ

При расшифровке радиографических снимков следует использовать негатоскопы с регулируемой яркостью. Снимки, допущенные к расшифровке, должны удовлетворять следующим требованиям:

- на снимках не должно быть пятен, полос, загрязнений и повреждений эмульсионного слоя, затрудняющих их расшифровку;
- на снимках должны быть видны изображения ограничительных меток, маркировочных знаков и эталонов чувствительности;
- оптическая плотность изображений контролируемого участка шва, околошовной зоны и эталона чувствительности должна быть не менее 1,5;
- уменьшение оптической плотности изображения сварного соединения на любом участке этого изображения по сравнению с оптической плотностью изображения эталона чувствительности не должно превышать 1,0.

Для сокращенной записи дефектов при расшифровке снимков и документальном оформлении результатов контроля должны использоваться условные обозначения, приведенные в таблице 6

Табл.6

Вид дефекта	Условное обозначение	Характер дефекта	Условное обозначение
Трещины	Т	Трещина вдоль шва	Тв
		Трещина поперек шва	Тп
		Трещина разветвленная	Тр
Непровары	Н	Непровар в корне	Нк
		Непровар между валиками	Нв
		Непровар по разделке	Нр
Поры	П	Отдельная пора	П
		Цепочка	ЦП
		Скопление	СП
Шлаковые включения	Ш	Отдельное включение	Ш
		Цепочка	ЦШ
		Скопление	Сш
Вольфрамовые включения	В	Отдельное включение	В
		Цепочка	ЦВ
		Скопление	СВ
Окисные включения	О	-	-
Вогнутость корня шва	Вгк		
Выпуклость корня шва	Впк		
Подрез	Пдр		
Смещение кромок	Скр		

После условного обозначения дефектов указываются их размеры в миллиметрах:

- для сферических пор, шлаковых и вольфрамовых включений - диаметр;
- для удлиненных пор, шлаковых и вольфрамовых включений - ширина и длина (через знак умножения);
- для цепочек, скоплений, окисных включений, непроваров и трещин - длина.

Для цепочек и скоплений пор, шлаковых и вольфрамовых включений после условного обозначения дефектов, входящих в цепочку или скопление, указываются максимальные диаметр или ширина и длина этих дефектов (через знак умножения).

При наличии на снимке изображений одинаковых дефектов (дефектов одного вида с одинаковыми размерами) допускается не записывать каждый из дефектов отдельно, а указывать перед условным обозначением дефектов их число.

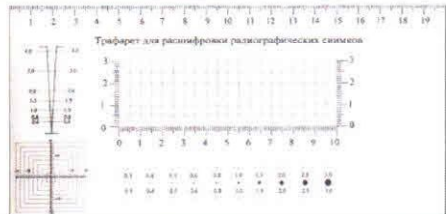
Пример:

2П2,0 – обнаружены 2 одинаковые поры диаметром 2,0 мм каждая

2С8П1,0 – обнаружены два скопления пор (длина каждого скопления 8 мм, максимальный диаметр поры в скоплениях 1,0 мм)

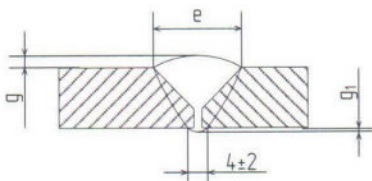
7. ОСНОВНЫЕ СРЕДСТВА РГК

В состав необходимого оборудования и средств измерений для проведения радиографического контроля входят:

№	Наименование	Описание	Фото
1	Рентгеновский аппарат	Предназначен для генерирования ионизирующего излучения	
2	Рентгеновская пленка	Используется для регистрации ионизирующего излучения, прошедшего через объект контроля	
3	Набор маркировочных знаков и ограничительные метки	Применяется для маркировки снимков и ограничения контролируемого участка	
4	Эталон чувствительности	Используются для определения фактической чувствительности контроля	
5	Негатоскоп	Используется для расшифровки снимков	
6	Денситометр	Используется для определения оптической плотности почернения радиографических снимков	
7	Трафарет расшифровщика	Предназначен для измерения выявленных, в ходе расшифровки снимков, несплошностей	

8. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1. Рассчитать фокусное расстояние (минимальное расчетное и фактическое) для радиографического контроля стыкового сварного соединения пластин толщиной 3мм. Длина сварного шва 300мм. Тип сварного соединения С-22. Фокусное пятно источника ионизирующего излучения 0,7х0,7. Требуемая чувствительность контроля 0,2.

Тип	Конструктивные элементы сварного шва	S=S ₁	e		g		g ₁	
			Номин.	Пред. откл.	Номин.	Пред. откл.	Номин.	Пред. откл.
С-22		1,0	4	±2	1,0	+1,0 -0,5	0,5	+1,0 -0,5
		2,0						
		3,0	5					

За каждый правильный ответ + 2 балла. За каждую ошибку -0,5 балла

Балл

2. При расшифровке радиографического снимка обнаружены следующие дефекты:

- скопление пор длиной 15 мм, наибольший диаметр поры 1,5 мм
- трещина разветвленная длиной 10 мм
- Вогнутость корня сварного шва глубиной менее 1,5
- непровар по разделке длиной 50 мм.

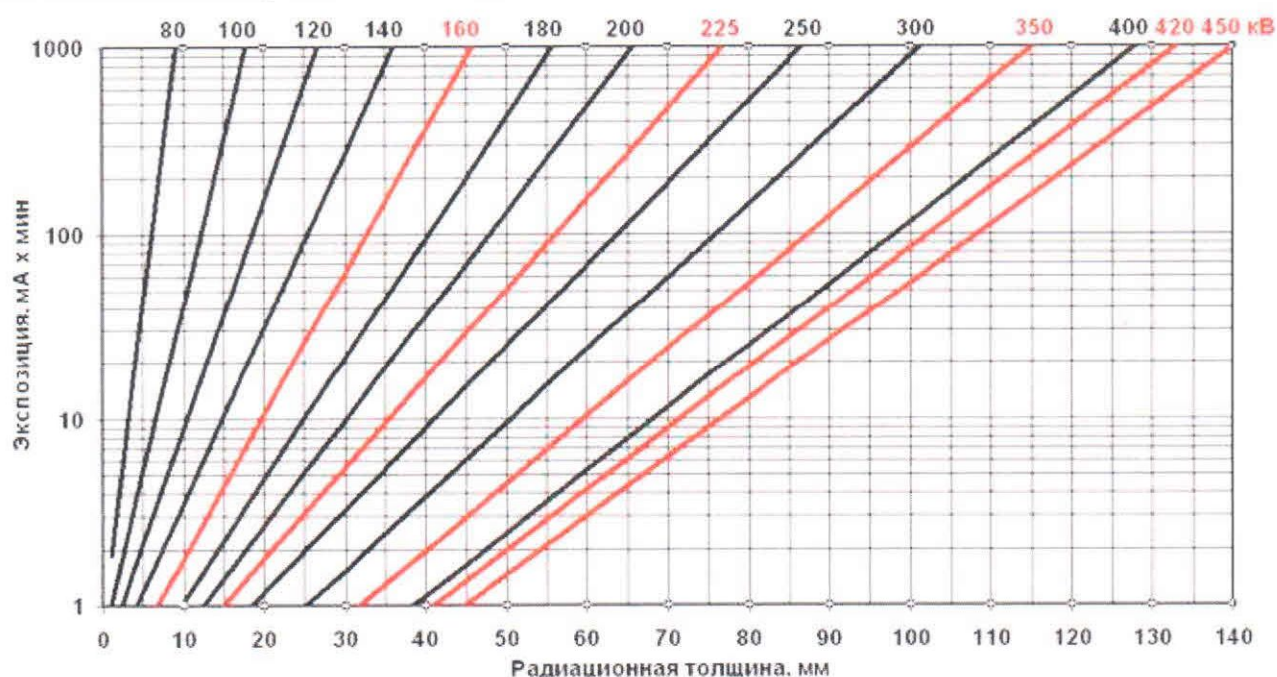
Необходимо записать выявленные дефекты в следующую таблицу:

Дефект	Краткая запись
1	
2	
3	
4	

За каждый правильный ответ + 0,5 балла

Балл

3. Определить время экспозиции для радиационной толщины 15 мм, при максимальном напряжении на трубке 120 кВ и токе 4 мА по следующей номограмме:



За правильный ответ + 1 балл

Балл

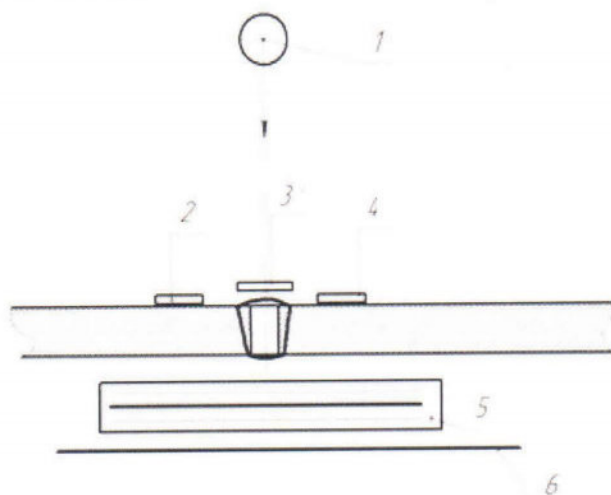
ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА

радиографического контроля

1 Объект контроля	
Контролируемый элемент	Пластина 220x230x14 мм
Материал основного металла	12X18H10T
Способ сварки, тип сварного соединения	РАД, С-17 по ПНАЭ Г-7-009-89
Категория сварного соединения	II
Объем контроля, %	100
Ширина валика усиления, мм	27±5,0 ± 5
Высота валика усиления, мм	2,5 ^{+2,0} -1,5
Ширина контролируемой зоны, мм	Не менее 14 мм, с каждой стороны от шва
Размер контролируемого участка, мм	200
2 Нормативная документация	
ПНАЭ Г-7-009-89, ПНАЭ Г-7-010-89, ПНАЭ Г-7-017-89, ГОСТ 7512-82, ГОСТ 20426-82	
3 Средства контроля	
Оборудование и принадлежности для проведения просвечивания контролируемого элемента	
3.1 Источник излучения	Экстравольт-450
3.2 Размер фокусного пятна, мм	0,4-1,0
3.3 Тип и номер эталона чувствительности	Канавочный №11, проволоочный №12
3.4 Тип радиографической пленки	FUJI IX100 (в вакуумной упаковке)
3.5 Маркировочные знаки	№2, №6
3.6 Маркер	Маркер по металлу типа «EDDING» или аналог
Оборудование и материалы для проведения фотообработки радиографической пленки	
3.7 Способ фотообработки	Машинная AGFA NDT
3.8 Набор фотохимикатов	AGFA
Оборудование и материалы для проведения расшифровки радиографических снимков	
3.9 Негатоскоп	НЕОН-4
3.10 Денситометр	X-RITE
3.11 Лупа измерительная	ЛИ-3-10
3.12 Линейка измерительная	Предел измерений не менее 125мм
3.13 Трафарет для расшифровки радиографических снимков	
4 Подготовка к контролю	
4.1 Подготовка к проведению просвечивания контролируемого элемента	
Осмотр контролируемого объекта	Подлежащее контролю сварное соединение и околошовная зона, не менее 14 мм в обе стороны от шва, должны быть очищены от окалина, шлака, брызг металла и устранены все обнаруженные при визуальном и измерительном контроле наружные дефекты.
Подготовка рентгеновского аппарата и принадлежностей	Проверить работоспособность рентгеновского аппарата. Подготовить приспособления для крепления рентгеновского аппарата и кассеты с радиографической пленкой, эталон чувствительности, маркировочные и ограничительные знаки.
4.2 Подготовка к проведению фотообработки радиографической пленки	
Подготовка	Проверить работоспособность проявочной машины, наличие проявителя, фиксажа, при необходимости приготовить свежий раствор. Проверить работу фонаря неактиничного освещения. В помещениях для фотообработки радиографических снимков температура должна быть не ниже 18°С. Проверить работу вентиляции.
4.3 Подготовка к проведению расшифровки радиографических снимков	
Подготовка	Снимки, предназначенные для просмотра и расшифровки должны быть высушены при температуре не выше 35°. Проверить работоспособность негатоскопа

5 Условия проведения контроля	
Проведение просвечивания контролируемого элемента	- перед началом работы персонал проверяет исправность рентгеновского дефектоскопа, подвижных частей, электропроводки, высоковольтного кабеля, заземляющих проводов в защитной камере; - перед началом просвечивания персонал должен удостовериться в отсутствии людей в защитной камере; - в течение всего времени просвечивания дефектоскопист должен постоянно находиться у пульта управления рентгеновским дефектоскопом.
Проведение фотообработки радиографической пленки	Фотообработку радиографических снимков производят при неактивном освещении.
Проведение расшифровки радиографических снимков	Просмотр и расшифровку снимков после их полного высыхания следует проводить в затемненном помещении с применением негатоскопа с регулируемой яркостью и величиной освещенного поля.
Выполнение требований РБ	При проведении радиографического контроля выполнять требования ОСПОРБ 99/2010, НРБ-99/2009, И 12-241-2015 «Инструкция по охране труда для дефектоскопистов рентгено-гаммаграфирования»
6 Порядок проведения контроля	
Проведение просвечивания контролируемого элемента	Радиографический контроль следует проводить после устранения обнаруженных при внешнем осмотре сварного соединения наружных дефектов и зачистки его от неровностей, шлака, брызг металла, окалины и других загрязнений, изображения которых на снимке могут помешать расшифровке снимка. После зачистки сварного соединения и устранения наружных дефектов должна быть произведена разметка сварного соединения на участки и маркировка (нумерация) участков. Установить на основном металле контролируемого сварного соединения, на расстоянии не менее 14 мм от сварного шва, ограничительные метки и маркировку контролируемого участка. Установить проволоочный эталон чувствительности на шов со стороны источника излучения. Канавочные эталоны следует устанавливать на расстоянии не менее 5 мм от шва с направлением канавок поперек шва, со стороны источника излучения. Установить кассету с радиографической плёнкой на контролируемый участок сварного шва. Установить рентгеновский аппарат. Выполнить экспонирование радиографической плёнки. Снять с контролируемого участка кассету с радиографической плёнкой, эталон чувствительности и маркировочные знаки.
Проведение фотообработки радиографической пленки	Выполнить фотообработку экспонированной радиографической плёнки в соответствии с рекомендациями завода-изготовителя.
Проведение расшифровки радиографических снимков	Просмотр и расшифровку снимков после их полного высыхания следует проводить в затемненном помещении с применением негатоскопа с регулируемой яркостью и величиной освещенного поля.
7 Схема и параметры просвечивания	
Параметр	Значение параметра
7.1 Контролируемый элемент	пластина 220x230x14 мм
7.2 Напряжение на рентгеновской трубке не более, кВ	170
7.3 Толщина, для определения чувствительности контроля, мм	15
7.4 Требуемая чувствительность контроля	0,3
7.5 Толщина для оценки качества, мм	14
7.6 Угол просвечивания, град	0÷15°
7.7 Фокусное расстояние расчётное не менее, мм	123
7.7 Фокусное расстояние фактическое не менее, мм	250
7.8 Длина контролируемого участка, мм	200
7.9 Число экспозиций, шт	1
7.10 Число контролируемых участков, шт	1

Схема контроля



Условные обозначения

- 1 - источник ионизирующего излучения
- 2 - маркировочные знаки
- 3 - проволочный эталон чувствительности
- 4 - канавочный эталон чувствительности
- 5 - кассета с пленкой
- 6 - свинцовый защитный экран

Схема зарядки кассет



Рисунок №1. Схема просвечивания (ПНАЭ Г-7-017-89, рисунок 2, а)

8 Измерение и расшифровка выявленных несплошностей

Снимки допускаются к расшифровке, если они удовлетворяют следующим требованиям:

- на снимках не должно быть пятен, полос, загрязнений и повреждений эмульсионного слоя, затрудняющих их расшифровку;
 - на снимках должны быть видны изображения эталонов чувствительности, маркировочных знаков, ограничительных меток;
 - оптическая плотность изображений контролируемого участка шва, около шовной зоны и эталона чувствительности должна быть в диапазоне 1,5÷3,5 единиц оптической плотности (е.о.п.);
 - уменьшение оптической плотности изображения сварного шва и контролируемой около шовной зоны на любом участке этого изображения по отношению к оптической плотности изображения эталона чувствительности (или участка, на котором установлен проволочный эталон чувствительности) не должно превышать 1,0 е.о.п.;
- Чувствительность контроля не должна превышать значения, приведенного в п.7.4.

9 Оценка качества

Качество сварного соединения считается удовлетворительным если на радиографических снимках не будут зафиксированы трещины, непровары, а также включения и их скопления, размер и число которых не превышают допустимых норм:

Номинальная толщина сваренных деталей, мм	Одиночные включения и скопления				Одиночные крупные включения		
	Допускаемый наибольший размер		Допускаемое число включений и скоплений на любом участке сварного соединения длиной 100 мм, шт.	Допускаемая суммарная приведенная площадь включений и скоплений на любом участке сварного соединения длиной 100 мм, мм ²	Допускаемые		Допускаемое число на любом участке сварного соединения длиной 100 мм, шт.
	включения, мм	скопления, мм			Наибольший размер, мм	Наибольшая ширина, мм	
14	2	3	14	12	5,0	2	2

Выявленные включения, размер которых менее требуемой чувствительности контроля при оценке качества сварных соединений не учитываются как при подсчете количества включений и их суммарной приведенной площади, так и при рассмотрении расстояний между включениями (скоплениями).

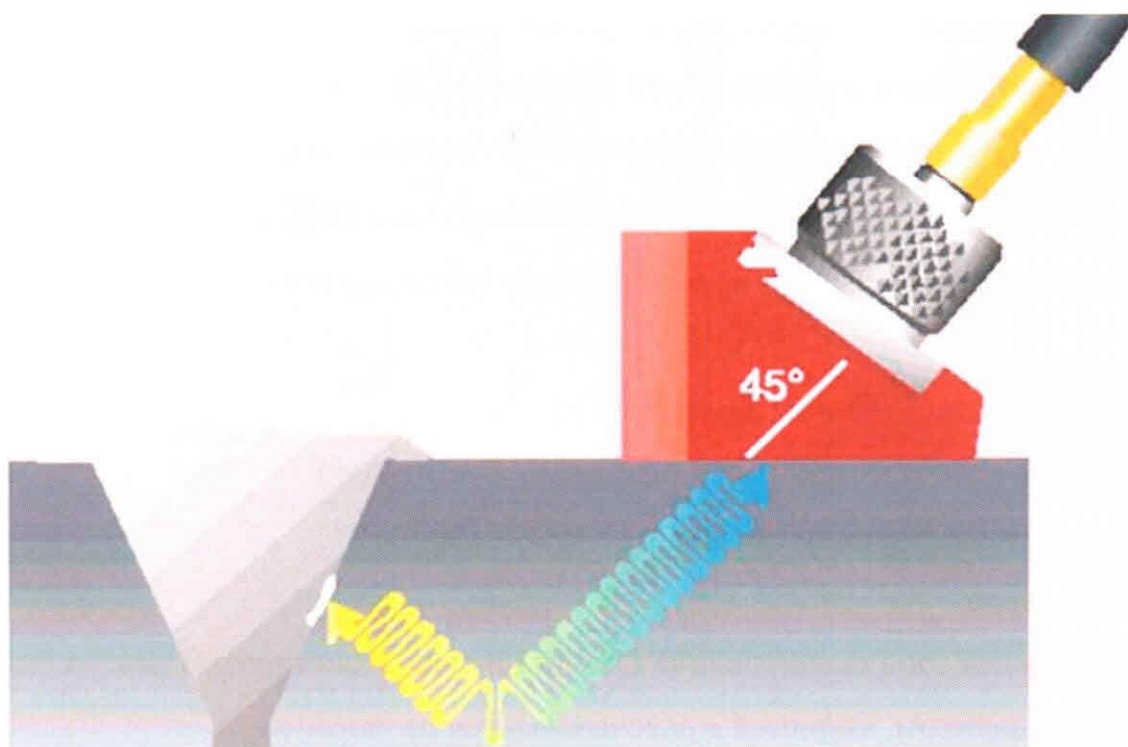
Любую совокупность включений (одиночных скоплений, групп включений), которая может быть вписана в прямоугольник с размерами сторон, не превышающим 8,0х3,0 мм, следует рассматривать как одно сплошное крупное включение. Любую совокупность включений (одиночных скоплений, групп включений), которая может быть вписана в квадрат с размером стороны, не превышающим 3,0 мм, допускается рассматривать как одно сплошное включение.

10 Оформление результатов контроля

Результаты радиографического контроля занести в учетную и отчетную документацию.



4. УЛЬТРАЗВУКОВОЙ КОНТРОЛЬ



1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Ультразвуковой метод контроля был предложен советским физиком С.Я. Соколовым в 1928 году и в настоящее время является одним из основных методов неразрушающего контроля. Метод основан на прохождении ультразвуковых волн сквозь контролируемую поверхность и регистрацию их отражений от внутренних дефектов.

Для проведения контроля необходимо использовать:

- ультразвуковые дефектоскопы с комплектами преобразователей и соединительными высокочастотными кабелями
- образцы СО, СОП, V2
- измерительные линейки, рулетки
- средства оценки шероховатости поверхности

1.1. Подготовка к проведению контроля

Поверхности сварных соединений, включая зоны термического влияния и зоны перемещения ПЭП, должны быть очищены от сварочного грата, пыли, грязи, окалины, ржавчины. С них должны быть удалены забоины, отслаивающаяся окалина по всей длине контролируемого участка. При подготовке поверхности сканирования ее шероховатость должна быть не хуже $Rz=40$ мкм. Подготовленную для контроля поверхность сварного соединения непосредственно перед контролем необходимо тщательно протереть ветошью и покрыть слоем контактной смазки.

Ширина подготовленной под контроль зоны должна быть не менее:

- $Htg\alpha + A + b$ - при контроле совмещенным ПЭП прямым лучом;
- $2Htg\alpha + A + b$ - при контроле однократно отраженным лучом

где:

A - длина контактной поверхности ПЭП

b - ширина околошовной зоны, подлежащей контролю

H - номинальная толщина стенки

α - угол ввода

Максимальная зона сканирования прямым лучом относительно центра сварного соединения с валиком, шириной e рассчитывается по формуле:

$$Htg\alpha + b + 0,5e$$

Максимальная зона сканирования однократно отраженным лучом относительно центра сварного соединения с валиком, шириной e рассчитывается по формуле:

$$2Htg\alpha + b + 0,5e$$

В сварных соединениях контролю и одинаковой оценке качества подлежат металл сварного шва и околошовной зоны. Ширина контролируемой околошовной зоны основного металла определяется в соответствии с требованиями табл. 1.

Таблица 1

Вид сварки	Номинальная толщина сваренных элементов	Ширина контролируемой околошовной зоны (В), не менее мм
Дуговая и ЭЛС	до 5 мм	5
	5-20 мм вкл.	Номинальная толщина
	св. 20 мм	20
ЭШС	независимо	50

1.2. Выбор схем, параметров и средств контроля

УЗК стыковых, угловых и тавровых сварных соединений выполняют по схемам прозвучивания прямым и (или) однократно-отраженным лучами, а также прямыми совмещенными и раздельно-совмещенными ПЭП:

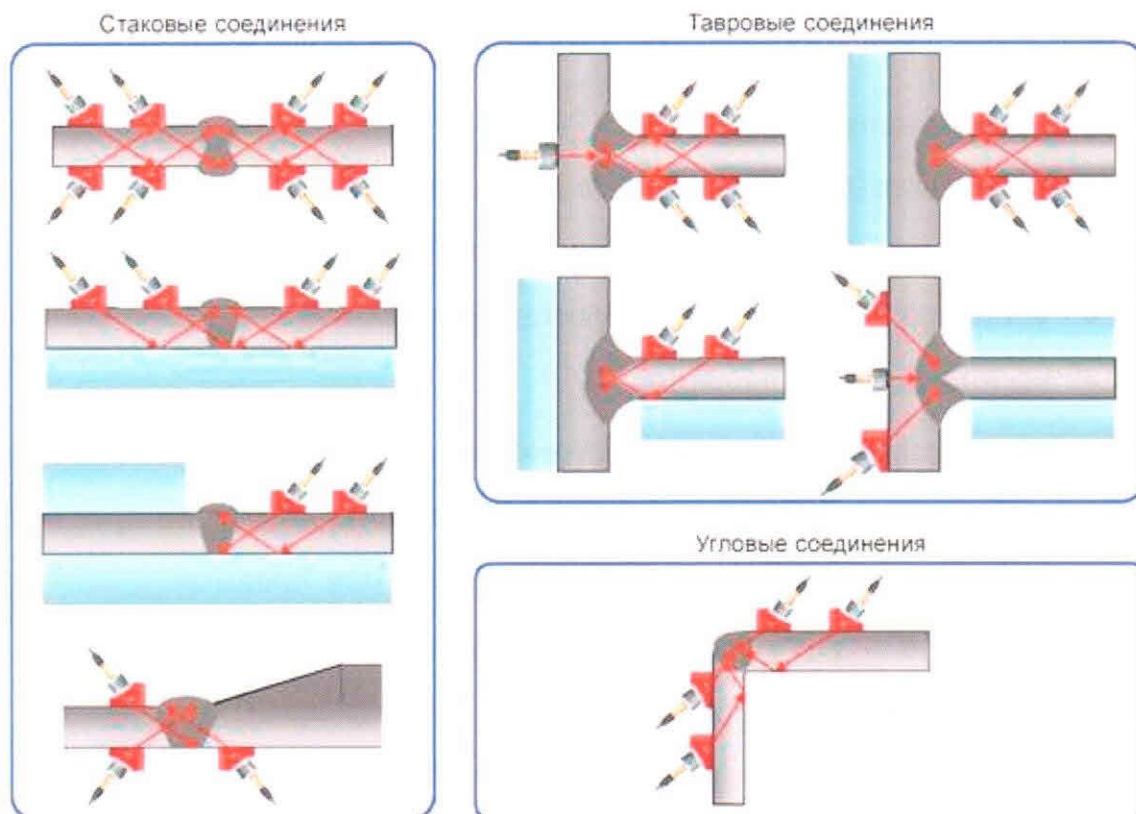


Рис. 1 Схемы контроля

Контроль углового или таврового соединения, если к ним есть доступ, производится в два приема: прямым преобразователем и наклонным преобразователем прямым и однократно отраженным лучами. Рабочая частота для прямых или прямых раздельно-совмещенных преобразователей должна быть 5,0 МГц, допускается применение ПЭП 2,5 МГц.

Характеристики наклонных совмещенных преобразователей при контроле стыковых, угловых, тавровых сварных соединений выбирают по таблице 2, исходя из необходимости обеспечения прозвучивания центральным лучом всего сечения сварного соединения с учетом его толщины и конструкции.

Таблица 2

Толщина сварного соединения	Частота, МГц	Угол ввода при контроле, град	
		Прямым лучом	ОО лучом
до 8 мм включительно	5	70	70
Свыше 8 до 12 включительно	4-6	65-70	65-70
Свыше 12 до 20 включительно	2,5	65	65

В рабочих документах УЗК (карты контроля) параметры контроля должны быть указаны однозначно, указание диапазонов значений параметров не допускается.

2. ПРОВЕДЕНИЕ КОНТРОЛЯ

2.1 Общие положения

При контроле соблюдают следующую последовательность операций:

- настраивают скорость развертки и глубиномер дефектоскопа;
- устанавливают уровни чувствительности;
- выполняют сканирование;
- при появлении эхо-сигнала от несплошности определяют его максимум;
- если высота эхо-сигнала ниже контрольного уровня, то продолжают сканирование. Если высота эхо-сигнала равна или превышает контрольный уровень, то измеряют и записывают характеристики несплошности;
- продолжают сканирование;
- оформляют документацию по результатам контроля.

2.2. Настройка аппаратуры

2.2.1. Настройка скорости развертки и глубиномера дефектоскопа

Настройка скорости развертки заключается в выборе оптимального масштаба экрана дефектоскопа. Выбранный масштаб должен обеспечивать нахождение в максимально большей части экрана всех эхо-сигналов от отражателей в объекте контроля. Настройку скорости развертки при контроле сварных соединений толщиной <20 мм рекомендуется проводить по угловому отражателю, согласно схеме, данной на рис. 2. При этом границы рабочей зоны экрана (контроля) устанавливаются по значениям минимально и максимально возможной глубины залегания несплошностей.

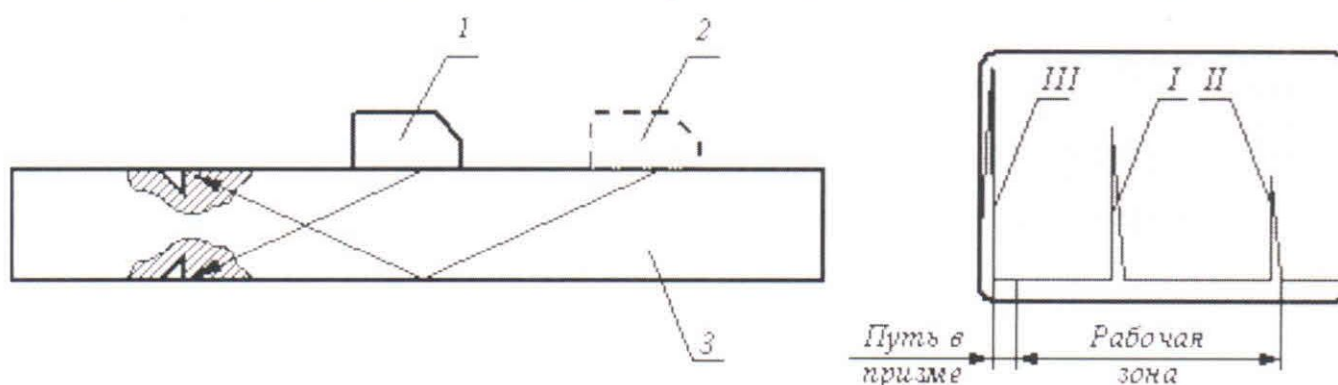


Рис. 2 Схема настройки по угловым отражателям

1 – положение ПЭП, в котором получают эхо-сигнал от нижнего углового отражателя; 2 – положение ПЭП, в котором получают эхо-сигнал от верхнего углового отражателя; 3 – СОП; I – эхо-сигнал от нижнего углового отражателя в СОП; II – эхо-сигнал от верхнего углового отражателя в СОП; III – зондирующий импульс

Настройку глубиномера (задержки в призме, скорости ультразвука) проводят по эхо-сигналам от вогнутой поверхности СО-3, V2, или по СОП с угловыми отражателями.

Определение угла ввода ультразвукового луча в металл, проверка «мертвой зоны» производится на СО-2. Проверку рабочих параметров ПЭП (определение точки выхода ультразвукового луча, стрелы ПЭП) проводят по СО-3, V2

2.2.2 Настройка чувствительности

При настройке устанавливают следующие уровни чувствительности:

1. **браковочный**, при котором проводится оценка допустимости обнаруженной несплошности по амплитуде эхо-сигнала. Браковочный уровень соответствует максимально допустимой эквивалентной площади дефекта.

2. **контрольный**, при котором проводятся измерение характеристик обнаруженных несплошностей и оценка их допустимости по условной протяженности. Контрольный уровень (наименьшая фиксируемая эквивалентная площадь) ниже браковочного на 6 дБ;
3. **поисковый**, при котором проводится поиск несплошностей. Поисковый уровень ниже контрольного не менее, чем на 6 дБ;

В качестве основного искусственного отражателя для настройки чувствительности используется отверстие с плоским дном, ориентированным перпендикулярно акустической оси ПЭП. Площадь дна отверстия является эквивалентной площадью одиночной несплошности, фиксируемой или максимально допускаемой в данном объекте контроля. На практике, настройку чувствительности проводят по угловым отражателям «зарубкам» в СОП (в таком случае площадь отражающей поверхности должна быть пересчитана относительно площади «плоскодонки»), или по АРД-диаграммам.

2.3. Сканирование

Контроль проводят путем поперечно-продольного сканирования контактным способом, перемещая преобразователь по поверхности сваренных элементов в направлениях и в пределах зон, определяемых номинальной толщиной сваренных элементов (рис.3)

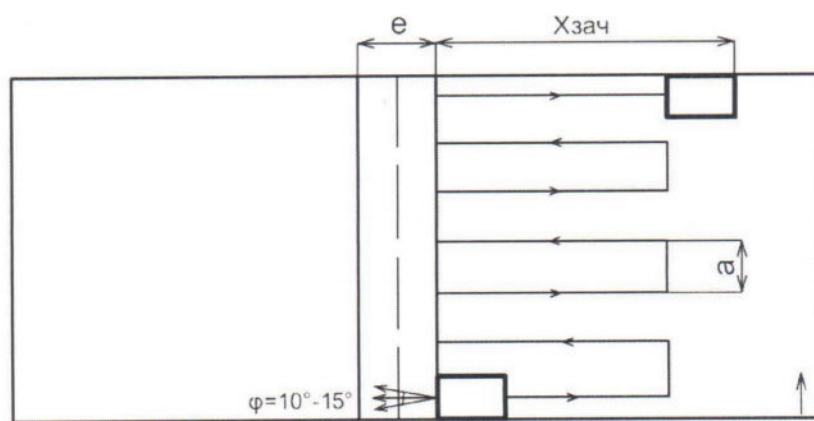


Рис. 3 Схема сканирования

Сканирование выполняют последовательным перемещением ПЭП от ближайшего края усиления до точки максимального расчетного удаления и обратно. В процессе перемещения преобразователя проводят его повороты относительно собственной вертикальной оси на 10-15 градусов. Шаг сканирования не должен превышать 5 мм. Скорость сканирования не должна превышать 100 мм/сек.

3. ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЯ

Допустимость зафиксированных несплошностей оценивают в соответствии с требованиями НД. При оценке допустимости несплошностей по протяженности их классифицируют на протяженные и непротяженные (точечные).

При описании несплошностей применяют следующие обозначения:

Индекс амплитуды	А	несплошность с амплитудой эхо-сигнала, не превышающей браковочный уровень (допустимый по амплитуде)
	Д	несплошность с амплитудой эхо-сигнала, превышающей браковочный уровень (недопустимый по амплитуде)
Индекс протяженности	Г	непротяженная несплошность
	Е	протяженная несплошность

При описании несплошности применяют следующую последовательность записи:

1. Значение глубины залегания h , мм
2. Индекс амплитуды эхо-сигнала (А или Д)
3. Индекс условной протяженности (Г или Е)
4. Значение координаты несплошности L

После буквенного индекса амплитуды следует указать значение эквивалентной площади несплошности, после буквенного индекса протяженности следует указать значение условной протяженности несплошности. Для непротяженной несплошности после индекса «Г» цифру не записывают.

Пример:

6,6-Д(5,5) -Е(20) -45 – недопустимая по амплитуде и протяженности несплошность, обнаруженная на глубине 6,6 мм, с эквивалентной площадью 5,5 мм² и условной протяженностью 20 мм. Положение максимума эхо-сигнала относительно точки отсчета - 45 мм.

Для пересчета амплитуд эхо-сигналов в эквивалентные площади рекомендуется пользоваться следующей таблицей:

$A_{\text{деф}} - A_{\text{к}}$	8	7	6	5	4	3	2	1	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8
$\frac{S_{\text{деф}}}{S_{\text{к}}}$	0,39	0,45	0,5	0,56	0,63	0,71	0,79	0,89	1,00	1,12	1,26	1,41	1,58	1,78	2,0	2,24	2,51

Пример:

Обнаружен эхо-сигнал с амплитудой 24 дБ. Минимально фиксируемая площадь дефекта (контрольный уровень) составляет 2 мм², амплитуда эхо-сигнала от этого отражателя составляет 30 дБ.

Используя таблицу пересчета получаем:

$$\frac{S_{\text{деф}}}{2\text{мм}^2} = 24\text{дБ} - 30\text{дБ}$$

$$\frac{S_{\text{деф}}}{2\text{мм}^2} = 2,0$$

$$S_{\text{деф}} = 4 \text{ мм}^2$$

4. ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Результаты контроля каждого сварного соединения должны быть зафиксированы в рабочих журналах, заключениях и дефектограммах.

5. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

Для защиты рук от воздействия контактного ультразвука в твердых, жидких, газообразных средах, а также от контактных смазок рекомендуется (но не требуется) применять наружные резиновые и внутренние хлопчатобумажные перчатки. Проведение ультразвукового контроля следует проводить в спецодежде (халат)

6. НАСТРОЙКА АРД

АРД диаграммы используются при настройке чувствительности и измерения эквивалентной площади дефектов. В приборах серии А1212 для построения АРД диаграмм достаточно иметь калибровочный образец V2. Более подробно настройка АРД будет рассмотрена в практической части.

7. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1. Заполните таблицу с параметрами контроля стыкового сварного соединения двух труб Ø325x16, тип С-17, способ сварки РДС:

Схема прозвучивания	ПЭП (выбрать)	Номинальная толщина сварного соединения Н, мм	Ширина усиления сварного соединения е, мм	X_{min} , мм	X_{max} , мм	Околошовная зона b, мм
ПЛ						
ОО						
ответ						

Зоны контроля прямым и однократно отраженным лучом схематично приведены на рисунке 4

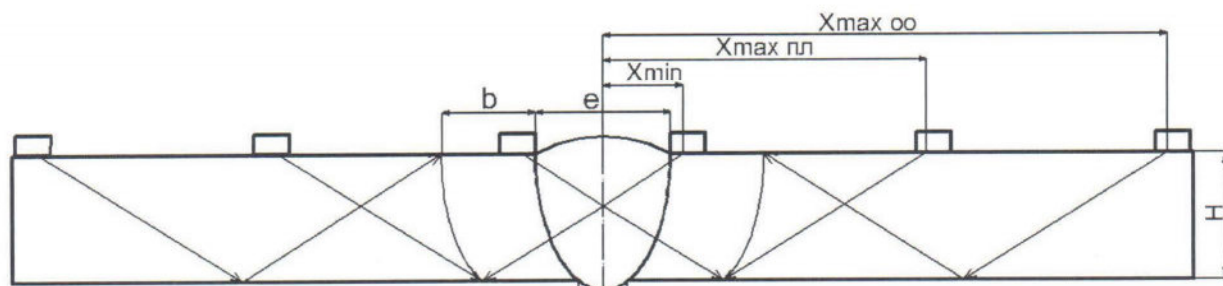
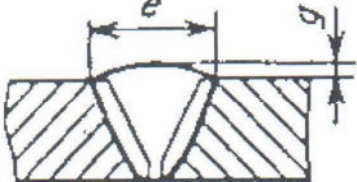


Рис. 4

Для справки:

Тип	Конструктивные элементы шва сварного соединения	$s = s_1$	e		g	
			Номин.	Пред. откл.	Номин.	Пред. откл.
С-17		3,0 - 4,4	6	± 2	1,0	± 1
		4,5 - 5,9	7			
		6,0	8			
		7,0	10			
		8,0	12			
		9,0 - 10,0	14	$\pm 3,0$		
		11,0 - 16,0	16			
		17,0 - 20,0	18			

$\text{tg}50^\circ=1,19$ $\text{tg}65^\circ=2,14$ $\text{tg}70^\circ=2,74$ $\text{tg}75^\circ=3,73$

За правильную запись-3 балла, каждая ошибка-0,5 балла.

Балл

1. Оформите краткую запись дефектов:

ПЛ	ОО
$A_K=50$ дБ ($S_{ЭКВ}=2$ мм ²)	$A_K=62$ дБ ($S_{ЭКВ}=2$ мм ²)
$A_{бр}=44$ дБ ($S_{ЭКВ}=4$ мм ²)	$A_{бр}=56$ дБ ($S_{ЭКВ}=4$ мм ²)

1. Обнаружен эхо-сигнал на прямом луче, с амплитудой 48 дБ на глубине 8,3 мм, условной протяженностью 5 мм, положение максимума эхо-сигнала относительно точки отсчета - 32 мм.

2. Обнаружен эхо-сигнал на прямом луче, с амплитудой 38 дБ на глубине 9,5 мм, условной протяженностью 15 мм, положение максимума эхо-сигнала относительно точки отсчета - 56 мм.

3. Обнаружен эхо-сигнал на отраженном луче, с амплитудой 55 дБ на глубине 3,5 мм, условной протяженностью 10 мм, положение максимума эхо-сигнала относительно точки отсчета - 88 мм.

4. Обнаружен эхо-сигнал на отраженном луче, с амплитудой 64 дБ на глубине 3,5 мм, положение максимума эхо-сигнала относительно точки отсчета - 125 мм.

За правильную запись-2 балла, каждая ошибка-0,5 балла.

Балл

8. ПОСТРОЕНИЕ АРД НА A1212

АРД-диаграммы служат для настройки чувствительности прибора при проведении контроля и автоматического расчета эквивалентной площади дефекта.

Вид экрана прибора при установке параметров АРД приведен на рисунке 5.

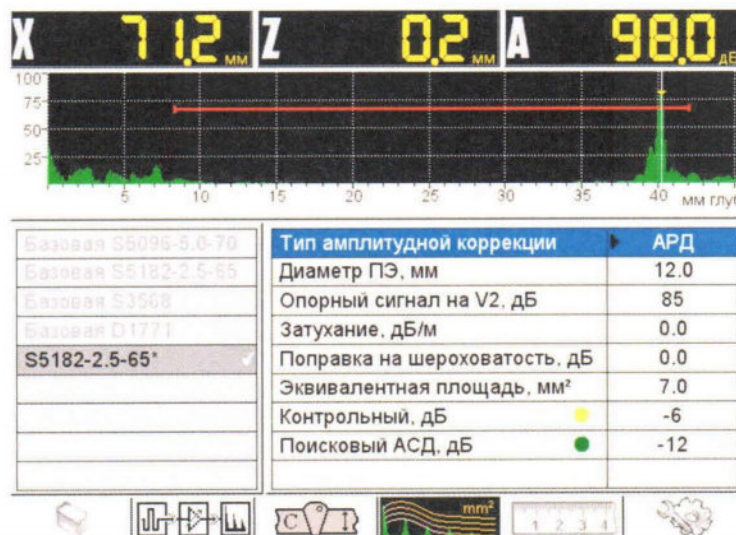


Рис.5

Опорный сигнал получают от цилиндрического отверстия Ø5 мм в калибровочном образце V2/25, и определяют в зависимости от угла ввода ПЭП:

- по большой контактной поверхности V2/25, если угол ввода $\leq 62^\circ$
- по малой контактной поверхности V2/25, если угол ввода больше 62°

За эквивалентную площадь принимается значение браковочной эквивалентной площади контрольного отражателя, указанное в НД.

Настройка АРД

1. Перейти на строку с выбранным типом амплитудной коррекции АРД и нажать

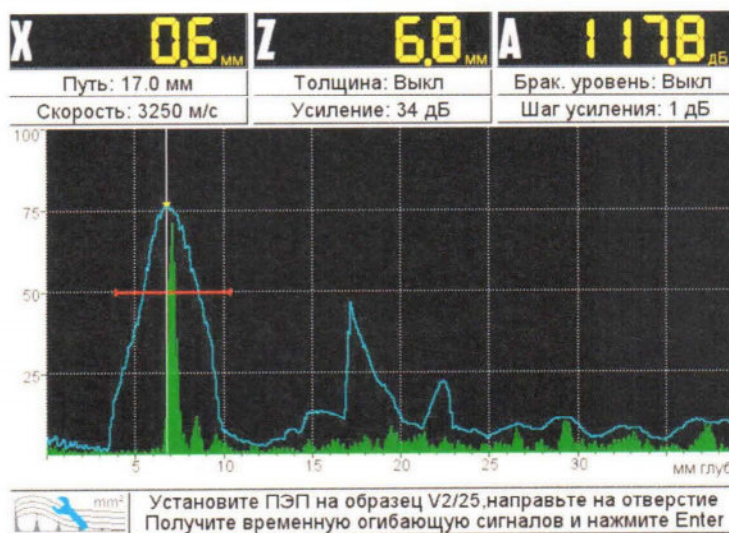
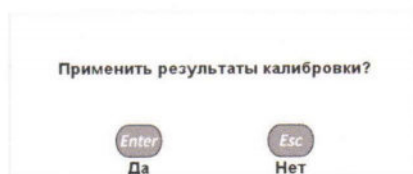


Рис.6

2. Установить ПЭП на образец V2/25, направив его на отверстие, найти максимум эхо-сигнала от отверстия, используя режим огибающей. Регулируя усиление и перемещая строб по экрану добиться, чтобы огибающая пересекала строб и не уходила за верхний край экрана. При этом измерительный курсор автоматически перейдет на максимальную амплитуду и ее значение отобразится на панели результатов.

3. Для сохранения нажать клавишу **Enter**, при этом откроется подтверждающее окно



Нажать клавишу Enter. Если параметры были заданы корректно, то на экране прибора, после выхода из режима НАСТРОЙКА отображаются три кривые АРД, которые соответствуют браковочному, контрольному и поисковому уровням (рисунок 7).

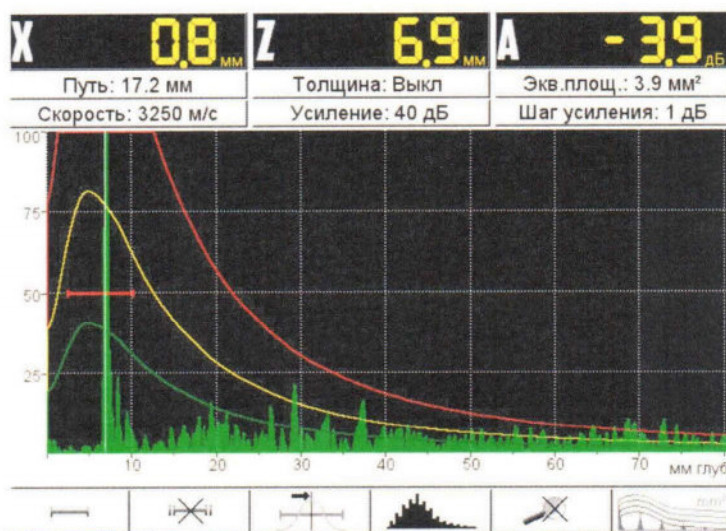
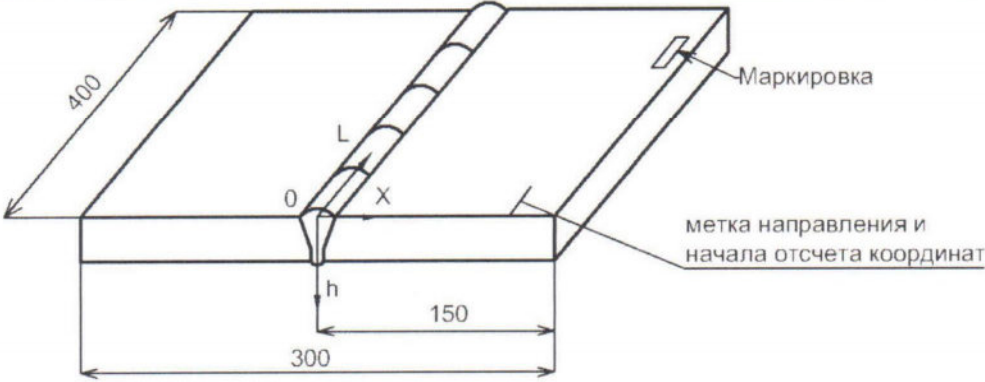


Рис.7

9. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА УЗК

Пример Технологической карты УЗК:

1 Объект контроля	
1.1 Объект контроля	Пластина 400x200x6 мм со стыковым сварным соединением
1.2 Контролируемый элемент	Стыковое сварное соединение С-17 по ПНАЭ Г-7-009-89
1.3 Материал основного металла	Ст3
1.4 Способ сварки	РАД
1.5 Объем контроля, %	100
1.6 Категория сварного соединения	II
1.7 Степень контроледоступности	1С
2 Нормативная документация	
ПНАЭ Г-7-009-89; ПНАЭ Г-7-010-89; ПНАЭ Г-7-030-91	
3 Средства контроля	
3.1 Дефектоскоп (тип)	A1214 Expert или аналог
3.2 Ультразвуковой преобразователь (ПЭП)	П121-5-70
3.3 Калибровочный образец	СО-2, СО-3, V2
3.4 Настроечный образец	СОП-6,0 с угловым отражателем, эквивалентной площадью соответствующей максимально допустимой эквивалентной площади $S_1=5 \text{ мм}^2$
3.5 Линейка металлическая	L500
	
Рисунок 1 -Эскиз сварного соединения	
4 Подготовка к контролю	
4.1 Выполнить проверку подготовки контролируемого элемента: - поверхность контролируемого элемента в зоне перемещения ПЭП с обеих сторон сварного шва должна быть очищена от сварочного грат, пыли, грязи, окалины, ржавчины. С неё должны быть удалены забоины, отслаивающаяся окалина по всей длине контролируемого участка, шероховатость поверхности должна быть не хуже Rz40 мкм - ширина подготовленной под контроль зоны с каждой стороны шва должна быть не менее $X_{зач} = 70 \text{ мм}$ - обозначить начало и направление отсчета координат, нанеся метку кернением или несмываемым маркером	
4.2 Проверить точку выхода и угол ввода ПЭП по СО-3 и СО-2	
4.3 Выполнить настройку режимов работы дефектоскопа, включающую в себя: настройку задержки и длительности развертки, настройку глубиномера, определение уровней чувствительности, настройку рабочей зоны контроля по СОП-6,0 с угловым отражателем, эквивалентной площадью соответствующей максимально допустимой эквивалентной площади $S_1=4 \text{ мм}^2$	
4.3.1 Настройку задержки и длительности развертки выполнить так, чтобы наибольшая часть развертки на экране соответствовала пути ультразвукового импульса в контролируемом металле	
4.3.2 Настройку глубиномера выполнить по настроечному образцу в соответствии с рисунком 2	
4.3.3 Установку браковочных уровней чувствительности для прямого и однократно отражённого лучей, при которых проводится оценка допустимости обнаруженных несплошностей по амплитуде эхо-сигнала, провести по отражателю типа «зарубка» эквивалентной площадью, соответствующей максимально допустимой эквивалентной площади $S_1=4 \text{ мм}^2$ соответственно на прямом и однократно отражённом лучах. Контрольный уровень, при котором проводится оценка допустимости обнаруженных несплошностей по условной протяженности, установить путем повышения чувствительности на 6 дБ относительно соответствующего браковочного уровня. Поисковый уровень чувствительности, при котором проводят поиск несплошностей, установить путем повышения чувствительности на 6 дБ относительно контрольного уровня для однократно отражённого луча	

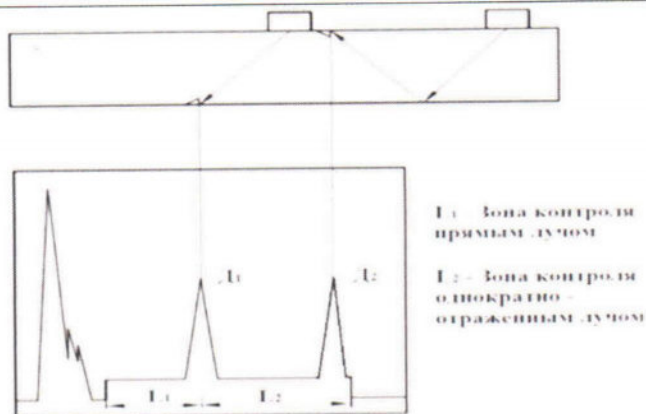


Рисунок 2 – Схема настройки дефектоскопа

5 Схема и параметры контроля сварного соединения

Параметры контроля приведены в таблице 1 и на рисунках 3 и 4

Таблица 1

Схема прозвучивания	ПЭП	Номинальная толщина сварного соединения H , мм	Ширина усиления сварного соединения e/e_1 , мм	X_{min} , мм	X_{max} , мм	Околошовная зона b , мм
ПЛ	П121-5-70	6	11/4	Вплотную к усилению сварного соединения (рисунок 3)	25	6
ОО					45	

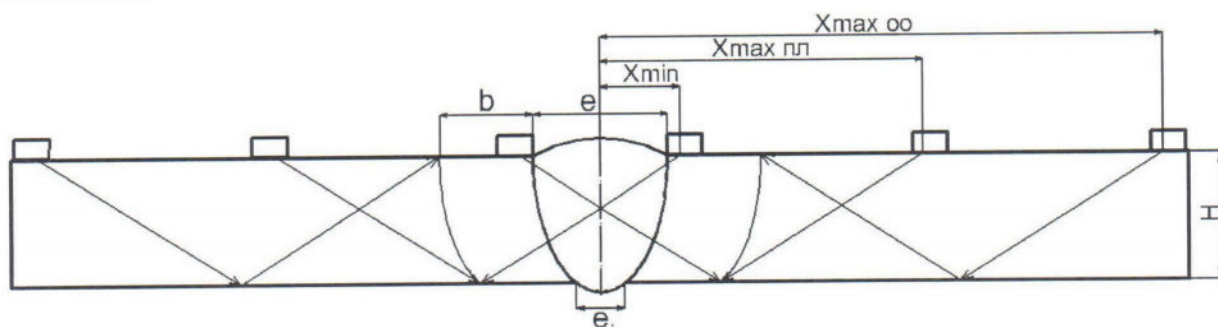


Рисунок 3 – Схема контроля

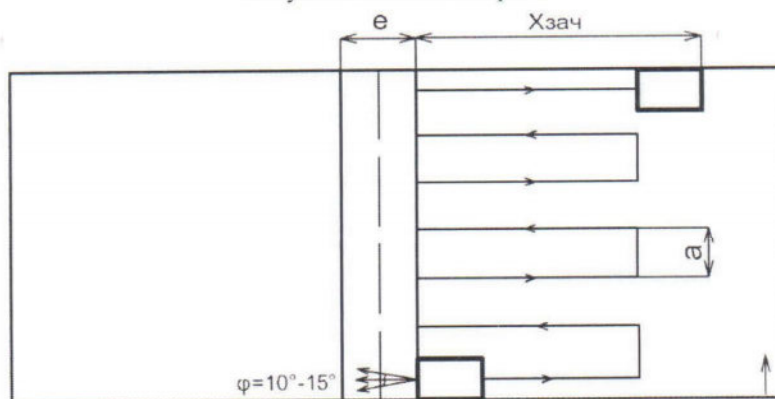


Рисунок 4 – Схема сканирования

6 Порядок проведения контроля

Контролируемую поверхность тщательно протереть ветошью и покрыть слоем контактной смазки. Установить поисковый уровень. Установить датчик в начало перемещения (рисунок 4). Провести УЗК сварного соединения путем поперечно – продольного сканирования на поисковом уровне чувствительности наклонным преобразователем П121-5-70 прямым и однократно отраженным лучом с обеих сторон сварного соединения. Зона перемещения ПЭП указана в таблице 1 и схематично представлена на рисунках 3 и 4. Шаг (a) сканирования ПЭП не должен превышать 5 мм, скорость сканирования - не более 100 мм/с. При перемещении преобразователя производить его повороты относительно собственной вертикальной оси на угол $\varphi = 10^\circ - 15^\circ$. В процессе сканирования необходимо обеспечивать постоянный акустический контакт преобразователя с поверхностью сварного соединения

7 Измерение и расшифровка характеристик несплошностей

При обнаружении несплошностей с амплитудой эхо-сигнала равной или превышающей контрольный уровень (уровень фиксации), измеряют и записывают:

- максимальную амплитуду эхо-сигнала (максимальную эквивалентную площадь) по показаниям аттенюатора;
- глубину залегания несплошности h , мм;
- расстояние от точки выхода преобразователя до несплошности X , мм;
- расстояние от оси сварного шва до несплошности x , мм;
- место расположения несплошности вдоль продольной оси сварного шва L , мм

Измерение и запись координат производить при положении преобразователя, которое соответствует максимальной амплитуде эхо-сигнала от несплошности. На контрольном уровне чувствительности определить условную протяженность ΔL , как расстояние между крайними положениями преобразователя при перемещении его вдоль несплошности, при которых амплитуда эхо-сигнала уменьшается до контрольного уровня чувствительности. Схема измерения характеристик представлена на рисунке 5

Несплошности две или более учитываются отдельно, если эхо-сигналы от них, наблюдаемые на экране одновременно или последовательно при перемещении преобразователя по поверхности изделия разделены интервалом, где амплитуда уменьшается на 6 дБ или более относительно меньшего эхо-сигнала. Если это условие не выполняется, то несплошности рассматриваются как одна.

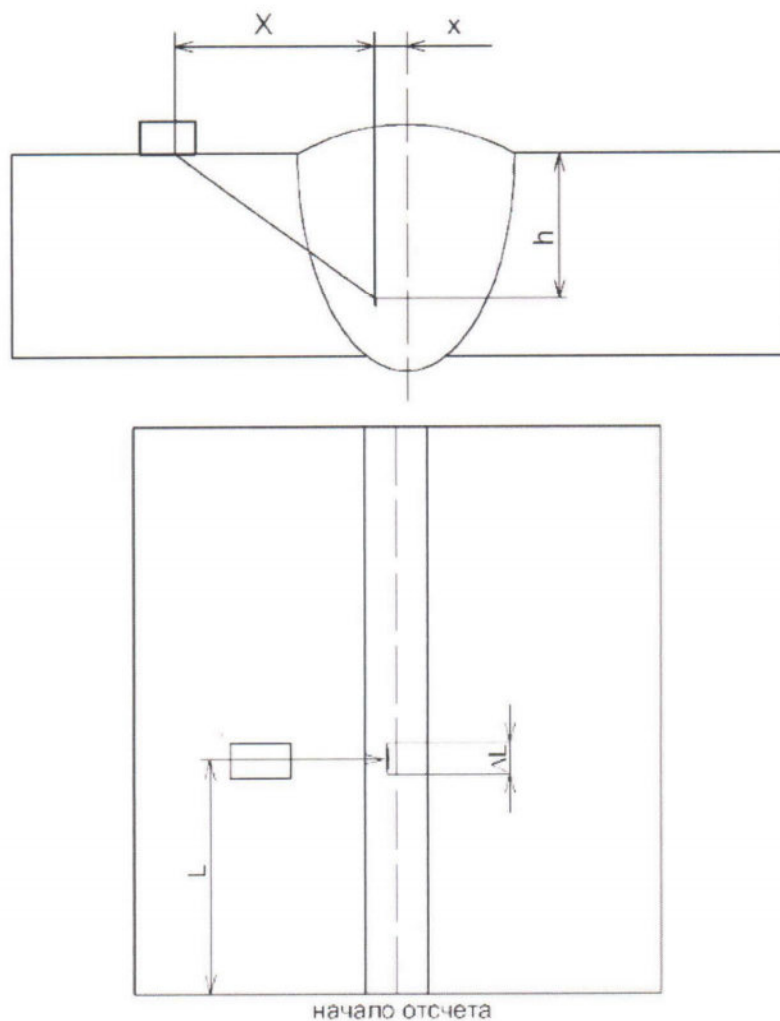


Рисунок 5 – Схема измерения характеристик несплошностей

10. ВЫПОЛНЕНИЕ УЗК УЧЕБНЫХ ОБРАЗЦОВ

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

по результатам ультразвукового контроля

№ _____

Объект контроля	
Материал основного металла	
Способ сварки	
Нормативная документация	
Объем контроля, %	
Средства контроля	
Требования по оценке качества	

Выявленные несплошности							
№	Краткое описание несплошности	Координаты несплошности				Условная протяжённость	Оценка допустимости несплошности (допустим / не допустим)
		$l_1 - l_2$	L, мм	h, мм	Δx^* , мм	ΔL , мм	
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
Число несплошностей на любые 100 мм протяженности сварного соединения:							

Δx^* -смещение координаты несплошности относительно оси сварного шва

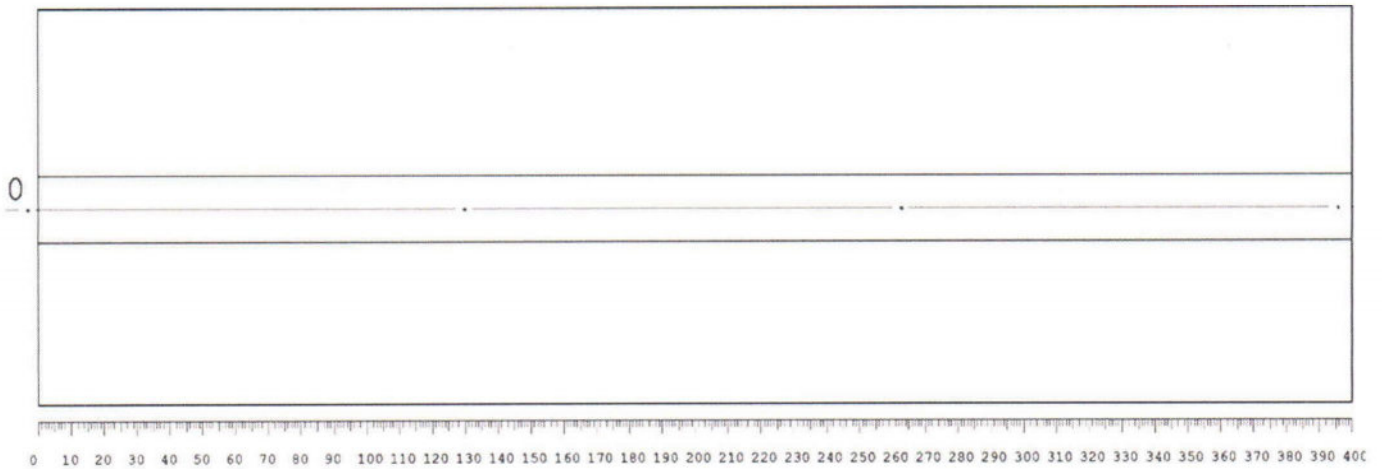
ЗАКЛЮЧЕНИЕ О КАЧЕСТВЕ _____

Балл

ДЕФЕКТОГРАММА

по результатам ультразвукового контроля

№ _____



ПРЯМОЙ ЛУЧ							ОДНОКРАТНО ОТРАЖЁННЫЙ ЛУЧ						
$A_k =$ $A_{бр} =$		дБ		$X_{пр} =$			$A_k =$ $A_{бр} =$		дБ		$X_{оо} =$		
№ деф.	A, дБ	У, мм	Х, мм	Хс, мм	l ₁ , мм	l ₂ , мм	A, дБ	У, мм	Х, мм	Хс, мм	l ₁ , мм	l ₂ , мм	Схема
1п													
1л													
2п													
2л													
3п													
3л													
4п													
4л													
5п													
5л													
6п													
6л													
7п													
7л													

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

по результатам ультразвукового контроля

№ _____

Объект контроля	
Материал основного металла	
Способ сварки	
Нормативная документация	
Объем контроля, %	
Средства контроля	
Требования по оценке качества	

Выявленные несплошности							
№	Краткое описание несплошности	Координаты несплошности				Условная протяжённость	Оценка допустимости несплошности (допустим / не допустим)
		$l_1 - l_2$	L, мм	h, мм	Δx^* , мм	ΔL , мм	
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
Число несплошностей на любые 100 мм протяженности сварного соединения:							

Δx^* -смещение координаты несплошности относительно оси сварного шва

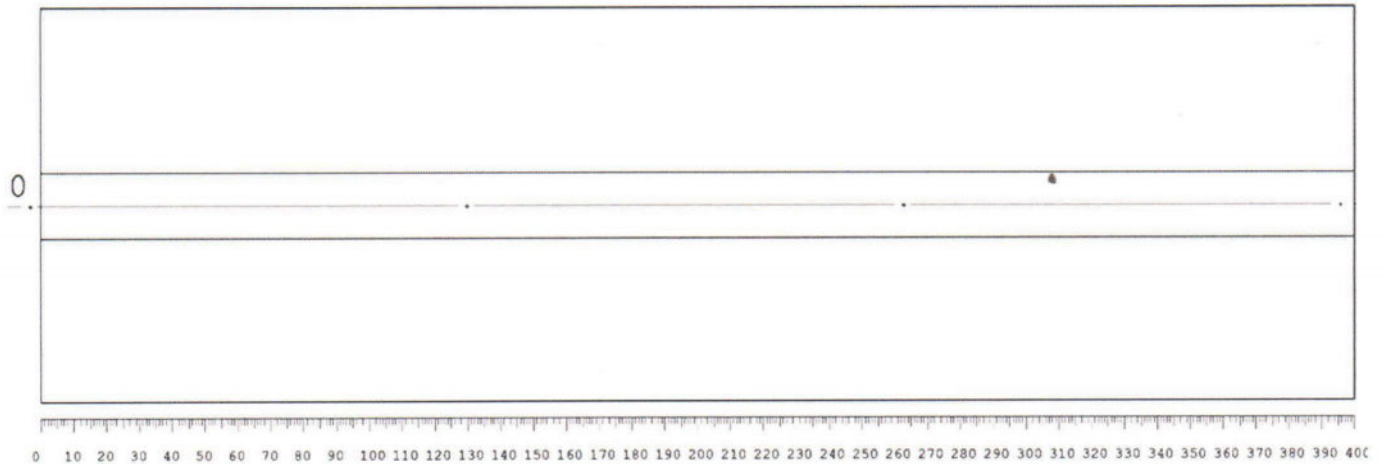
ЗАКЛЮЧЕНИЕ О КАЧЕСТВЕ _____

Балл

ДЕФЕКТОГРАММА

по результатам ультразвукового контроля

№ _____



ПРЯМОЙ ЛУЧ							ОДНОКРАТНО ОТРАЖЁННЫЙ ЛУЧ						
A _к = дБ				X _{пр} = мм			A _к = дБ				X _{оо} = мм		
A _{бр} = дБ							A _{бр} = дБ						
№ деф.	A, дБ	У, мм	Х, мм	Х _с , мм	l ₁ , мм	l ₂ , мм	A, дБ	У, мм	Х, мм	Х _с , мм	l ₁ , мм	l ₂ , мм	Схема
1п													
1л													
2п													
2л													
3п													
3л													
4п													
4л													
5п													
5л													
6п													
6л													
7п													
7л													

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

по результатам ультразвукового контроля

№ _____

Объект контроля	
Материал основного металла	
Способ сварки	
Нормативная документация	
Объем контроля, %	
Средства контроля	
Требования по оценке качества	

Выявленные несплошности							
№	Краткое описание несплошности	Координаты несплошности				Условная протяжённость	Оценка допустимости несплошности (допустим / не допустим)
		$l_1 - l_2$	L, мм	h, мм	Δx^* , мм	ΔL , мм	
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
Число несплошностей на любые 100 мм протяженности сварного соединения:							

Δx^* -смещение координаты несплошности относительно оси сварного шва

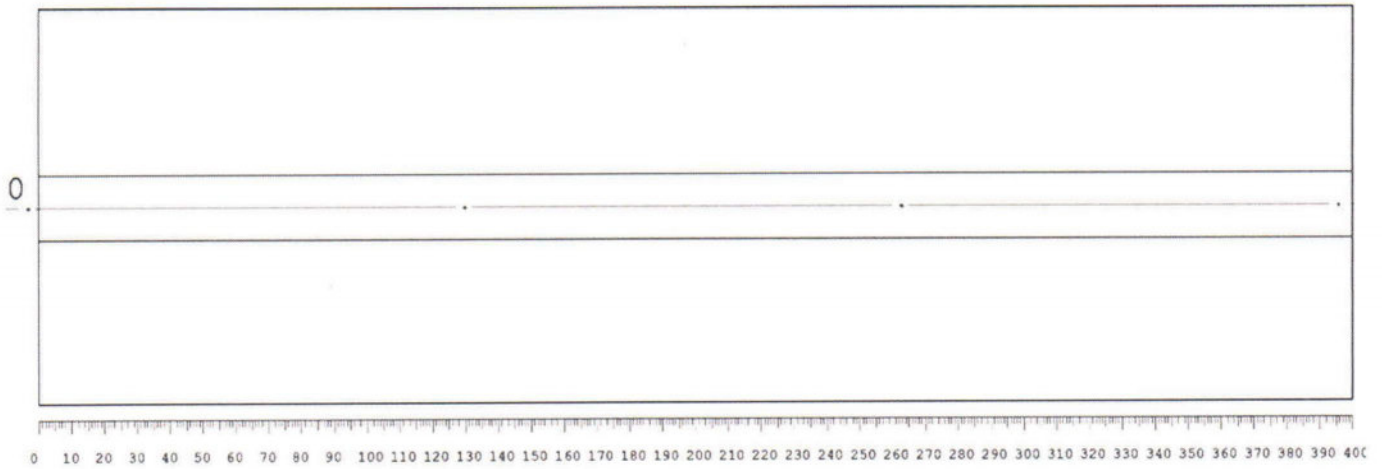
ЗАКЛЮЧЕНИЕ О КАЧЕСТВЕ _____

Балл

ДЕФЕКТОГРАММА

по результатам ультразвукового контроля

№ _____



ПРЯМОЙ ЛУЧ							ОДНОКРАТНО ОТРАЖЁННЫЙ ЛУЧ						
$A_k =$ дБ			$X_{пр} =$ мм				$A_k =$ дБ			$X_{от} =$ мм			
$A_{бр} =$ дБ							$A_{бр} =$ дБ						
№ деф.	A, дБ	У, мм	Х, мм	Хс, мм	l ₁ , мм	l ₂ , мм	A, дБ	У, мм	Х, мм	Хс, мм	l ₁ , мм	l ₂ , мм	Схема
1п													
1л													
2п													
2л													
3п													
3л													
4п													
4л													
5п													
5л													
6п													
6л													
7п													
7л													

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

по результатам ультразвукового контроля

№ _____

Объект контроля	
Материал основного металла	
Способ сварки	
Нормативная документация	
Объем контроля, %	
Средства контроля	
Требования по оценке качества	

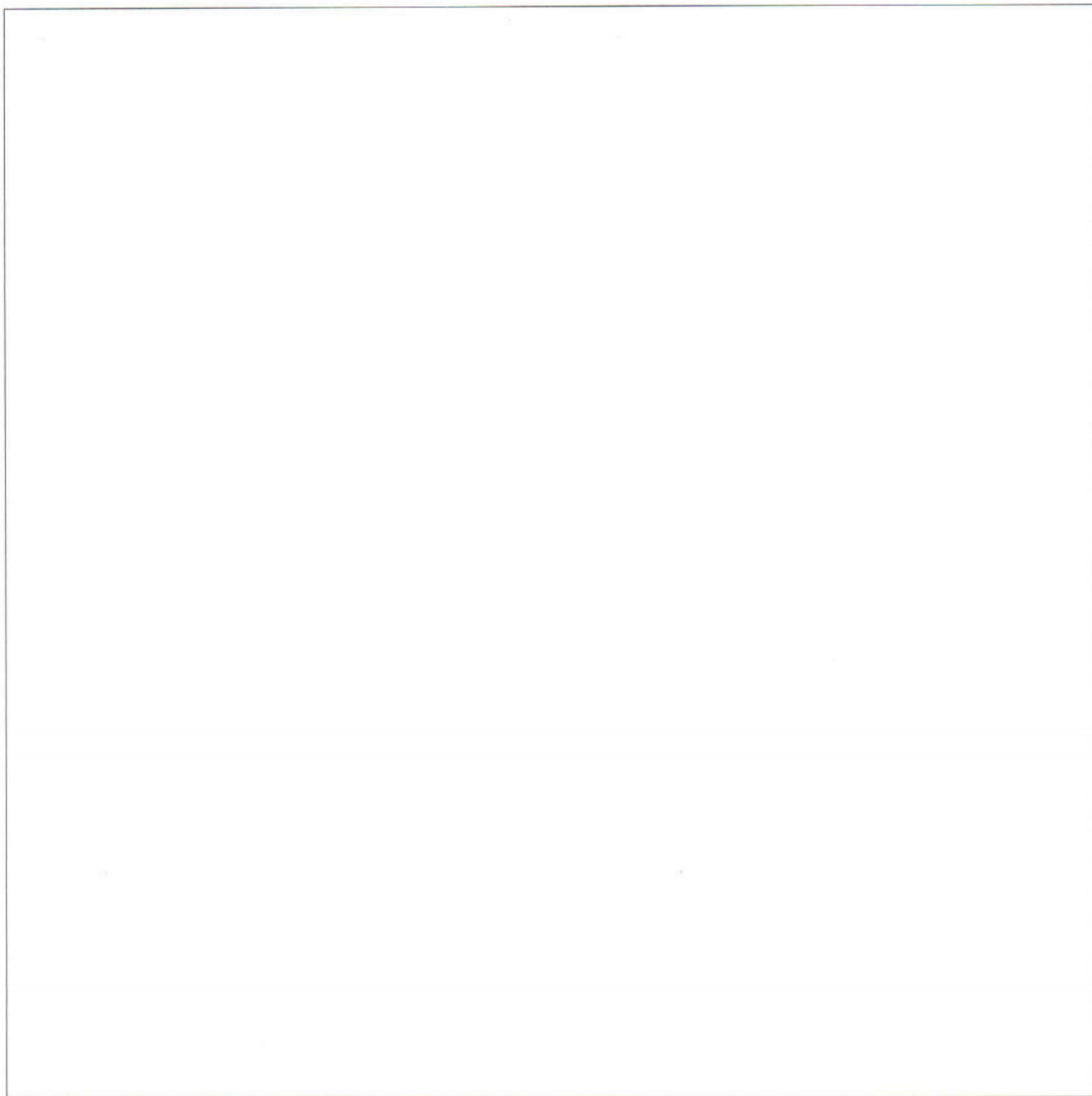
Выявленные несплошности							
№	Краткое описание несплошности	Координаты несплошности				Условная протяжённость	Оценка допустимости несплошности (допустим / не допустим)
		$l_1 - l_2$	L, мм	h, мм	Δx^* , мм	ΔL , мм	
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
Число несплошностей на любые 100 мм протяженности сварного соединения:							

Δx^* -смещение координаты несплошности относительно оси сварного шва

ЗАКЛЮЧЕНИЕ О КАЧЕСТВЕ _____

Балл

ДЕФЕКТОГРАММА
по результатам ультразвукового контроля
№ _____



МОИ РЕЗУЛЬТАТЫ

ВХОДНОЙ КОНТРОЛЬ				ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ		
Метод	ТК	Контроль	Оформление	ТК	Контроль	Оформление
ВИК						
КК						
УЗК						
РК						
Бонус						
ИТОГО				ИТОГО		

ДЛЯ ЗАПИСЕЙ

This image shows a single sheet of white paper with horizontal blue ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

