

Государственное предприятие
«Национальная атомная энергогенерирующая компания
«Энергоатом»

НА НАЕК "ЭНЕРГОАТОМ"
ФОНД
КОРПОРАТИВНИ ДОКУМЕНТИ

**СТАНДАРТ НАЦИОНАЛЬНОЙ АТОМНОЙ
ЭНЕРГОГЕНЕРИРУЮЩЕЙ КОМПАНИИ «ЭНЕРГОАТОМ»**

**Техническое обслуживание и ремонт
КОНТРОЛЬ НЕРАЗРУШАЮЩИЙ РАДИОГРАФИЧЕСКИЙ.
МЕТОДИКА КОНТРОЛЯ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ И НАПЛАВОК**

СОУ НАЕК 050:2015

НА НАЕК
ОРИГОНАЛ

Киев
2015

ПРЕДИСЛОВИЕ

1 РАЗРАБОТАНО: Обособленное подразделение «Атомремонтсервис»
ГП «НАЭК «Энергоатом»

2 РАЗРАБОТЧИКИ:

Шаламай Р.В.	(Дирекция ГП НАЭК "Энергоатом");
Касперович И.Л.	(ОП "Атомремонтсервис");
Адаменко В.Н.	(ОП "Атомремонтсервис");
Скорозвон В.В.	(ОП "Атомремонтсервис");
Шевцов В.В.	(ОП "Запорожская АЭС");
Гулевич М.М.	(ОП "Запорожская АЭС");
Груша С.В.	(ОП "Запорожская АЭС");
Пугачев А.С.	(ОП "Запорожская АЭС");
Гальчук В.А.	(ОП "Ривненская АЭС");
Пархомчук А.П.	(ОП "Ривненская АЭС");
Трохимчук В.А.	(ОП "Ривненская АЭС");
Кушнарев Д.Л.	(ОП "Ривненская АЭС");
Красовский Н.В.	(ОП "Южно-Украинская АЭС");
Денисенко Ар.С.	(ОП "Южно-Украинская АЭС");
Чепиженко А.В.	(ОП "Южно-Украинская АЭС");
Стасюк К.А.	(ОП "Хмельницкая АЭС");
Демчук Ю.П.	(ОП "Хмельницкая АЭС").

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ: приказ ГП «НАЭК «Энергоатом»
от 16.03.2016 № 254

СОГЛАСОВАНО: письмо Госатомрегулирования от 14.05.2015 № 18-31/3075

4 ВВЕДЕНО ВПЕРВЫЕ

5 ПРОВЕРКА: 31.03.2021

6 ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ, ОТВЕТСТВЕННОЕ ЗА ВЕДЕНИЕ СТАНДАРТА:
исполнительная дирекция по производству ГП «НАЭК «Энергоатом»

7 МЕСТОНАХОЖДЕНИЕ ОРИГИНАЛА СТАНДАРТА: отдел стандартизации
департамента по управлению документацией и стандартизации исполнительной
дирекции по качеству и управлению

8 ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ СВЕДЕНИЯ: С введением в действие этого стандарта
применение в ГП «НАЭК «Энергоатом» ПНАЭ Г-7-017-89 «Унифицированная методика
контроля основных материалов (полуфабрикатов), сварных соединений и наплавки
оборудования и трубопроводов АЭУ. Радиографический контроль» допускается до
31.12.2018

Этот стандарт запрещено полностью или частично воспроизводить, тиражировать и распространять без
разрешения ГП «НАЭК «Энергоатом»

УТВЕРЖДЕНО
 ГП «НАЭК «Энергоатом»
16.03 2013 г.
 Приказ № 254


ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Техническое обслуживание и ремонт

КОНТРОЛЬ НЕРАЗРУШАЮЩИЙ РАДИОГРАФИЧЕСКИЙ. МЕТОДИКА КОНТРОЛЯ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ И НАПЛАВОК

СОУ НАЕК 050:2015

Первый вице-президент –
 технический директор


 «13» 11 2013 г.

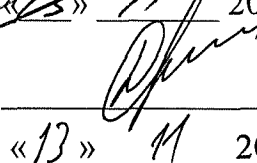
А.В. Шавлаков

Вице-президент


 «13» 11 2013 г.

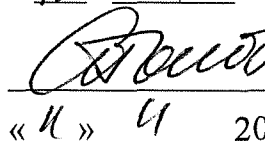
В.М. Пышный

Генеральный инспектор –
 директор по безопасности


 «13» 11 2013 г.

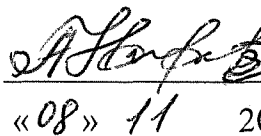
Д.В. Билей

Исполнительный директор по
 качеству и управлению


 «11» 11 2013 г.


С.А. Попов

Начальник отдела
 стандартизации


 «08» 11 2013 г.

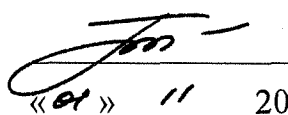
А.А. Нелепов

Зав. Исполнительный директор по
 производству


 «__» __ 2013 г.

В.А. Кравец

Технический директор -
 главный инженер
 ОП «Атомремонтсервис»


 «01» 11 2013 г.

В.Г. Белов

Главный инженер (первый заместитель ГД) ОП ЗАЭС	исх. № 16-29/26286 от 23.10.2013	Ф.М. Красногоров
Главный инженер-первый заместитель ГД ОП РАЭС	исх. № 104/Ф-3332 от 17.10.2013	П.И. Ковтонюк
Главный инженер ОП ХАЭС	исх. № 36-934/10780 от 22.10.2013	В.П. Макеев
Главный инженер ОП ЮУАЭС	исх. № 11/16096 от 21.10.2013	В.И. Кузнецов

СОДЕРЖАНИЕ

	С.
1 Область применения	1
2 Нормативные ссылки	2
3 Термины и определения	5
4 Принятые сокращения	10
5 Методика радиографического контроля сварных соединений и наплавов	11
6 Квалификация персонала	32
7 Требования безопасности	33
Приложение А. Образец технологической карты радиографического контроля	34
Приложение Б. Методика оценки вогнутости и выпуклости корня шва при недоступности их для визуального контроля	35
Приложение В. Выбор расстояния от источника излучения до контролируемого сварного соединения и длины или числа контролируемых участков	37
Приложение Г. Определение времени экспозиции при рентгенографическом контроле и гамма-графическом контроле с использованием источников иридий-192 и кобальт-60	40
Приложение Д. Дефекты фотообработки радиографических снимков	42
Приложение Е. Журнал проверки радиографической пленки	43
Приложение Ж. Журнал приготовления фоторастворов	44
Приложение И. Расшифровка снимков с темными полосами, которые по своему характеру не могут быть интерпретированы как изображения непроваров	45
Приложение К. Библиография	46
Лист регистрации изменений	47

СТАНДАРТ НАЦИОНАЛЬНОЙ АТОМНОЙ ЭНЕРГОГЕНЕРИРУЮЩЕЙ КОМПАНИИ «ЭНЕРГОАТОМ»

Техническое обслуживание и ремонт

КОНТРОЛЬ НЕРАЗРУШАЮЩИЙ РАДИОГРАФИЧЕСКИЙ. МЕТОДИКА КОНТРОЛЯ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ И НАПЛАВОК

Технічне обслуговування та ремонт

КОНТРОЛЬ НЕРУЙНІВНИЙ РАДІОГРАФІЧНИЙ. МЕТОДИКА КОНТРОЛЮ ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ І НАПЛАВЛЕНЬ

Дата введения 2016-03-31

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1 Этот стандарт устанавливает требования к квалификации персонала, радиографической аппаратуре, подготовке и методике проведения радиографического контроля сварных соединений и наплавов, оценке и оформлению результатов радиографического контроля и требования безопасности.

1.2 Этот стандарт распространяется на сварные соединения и наплавки оборудования и трубопроводов АЭС, контролируемые в соответствии с требованиями правил и норм в атомной энергетике.

1.3 Методика проведения радиографического контроля сварных соединений и наплавов распространяется на наплавки и сварные соединения с радиационной толщиной до 400 мм, контролируемые с применением проникающих излучений - рентгеновского, гамма- и тормозного излучения ускорителей электронов и радиографической пленки.

1.4 Требования этого стандарта являются обязательными для обособленных подразделений ГП «НАЭК «Энергоатом», которые выполняют радиографический контроль сварных соединений и наплавов при изготовлении, эксплуатации и ремонте оборудования и трубопроводов АЭС Украины, а также обязательными для включения в договор со сторонними организациями, которые выполняют радиографический контроль сварных соединений и наплавов при изготовлении, эксплуатации и ремонте оборудования и трубопроводов АЭС Украины.

1.5 Этот стандарт разработан в соответствии с ГОСТ 7512, ДСТУ EN 462-1, ДСТУ EN 462-2, ДСТУ EN 462-3, ДСТУ EN 462-4, ДСТУ EN 462-5, ДСТУ EN 584-1, ДСТУ EN 584-2, ДСТУ EN 12517, ДСТУ EN 1435.

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В этом стандарте есть ссылки на такие нормативные документы:

НП 306.2.113-2005	Вимоги до проведення атестації систем експлуатаційного неруйнівного контролю обладнання та трубопроводів АЕС
НП 306.6.124-2006	Правил ядерної та радіаційної безпеки при перевезенні радіоактивних матеріалів (ПБПРМ-2006)
НПАОП 40.1-1.21-98	Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів. Міненерговугілля України наказ № 91 від 13.02.2012
НРБУ-97	Правила устройства электроустановок. 6-е издание
ДГН 6.6.1.-6.5.001-98	Норми радіаційної безпеки України. Державні гігієнічні нормативи
ПНАЭ Г-7-010-89	Оборудование и трубопроводы атомных энергетических установок. Сварные соединения и наплавки. Правила контроля
ДСТУ ГОСТ 12.1.038:2008	ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов
ДСТУ ГОСТ 2.601:2006 (ГОСТ 2.601-2006, IDT)	ЄСКД. Експлуатаційні документи
ДСТУ 2708:2006	Метрология. Поверка средств измерительной техники. Организация и порядок проведения
ДСТУ 2860-94	Надійність техніки. Терміни та визначення
ДСТУ 2865-94	Контроль неруйнівний. Терміни та визначення
ДСТУ 2897-94	Брухт та відходи дорогоцінних металів. Відбір та підготовка проб
ДСТУ 2960-94	Організація промислового виробництва. Основні поняття. Терміни та визначення.
ДСТУ 2964-94	Брухт та відходи дорогоцінних металів і сплавів. Загальні технічні умови
ДСТУ 3491-96 (ГОСТ 30242-97)	Дефекти з'єднань при зварюванні металів плавленням. Класифікація, позначення та визначення
ДСТУ 3761.2-98	Зварювання та споріднені процеси. Частина 2. Процеси зварювання та паяння. Терміни та визначення
ДСТУ 3761.3-98	Зварювання та споріднені процеси. Частина 3. Зварювання металів: з'єднання та шви, технологія, матеріали та устаткування. Терміни та визначення
ДСТУ ISO 6309:2007	Противопожарная защита. Знаки безопасности. Форма и цвет
ДСТУ ISO 9000:2007	Системи управління якістю. Основні положення та словник термінів

ДСТУ EN 462-1:2001	Неруйнівний контроль. Якість зображення радіографічних знімків. Частина 1. Індикатори якості зображення дротяного типу. Визначення показника якості зображення (EN 462-1:1994, IDT)
ДСТУ EN 462-2:2001	Неруйнівний контроль. Якість зображення радіографічних знімків. Частина 2. Індикатори якості зображення типу ступінь-отвір. Визначення показника якості зображення (EN 462-2:1994, IDT)
ДСТУ EN 462-3:2005	Неруйнівний контроль. Якість зображення радіографічних знімків. Частина 3. Класи якості зображення для чорних металів (EN 462-3:1996, IDT)
ДСТУ EN 462-4:2001	Неруйнівний контроль. Якість зображення радіографічних знімків. Частина 4. Експериментальне визначення показника якості зображення і таблиці якості зображення (EN 462-4:1994, IDT)
ДСТУ EN 462-5:2001	Неруйнівний контроль. Якість зображення радіографічних знімків. Частина 5. Індикатори якості зображення дводротяного типу. Визначення показника якості зображення (EN 462-5:1996, IDT)
ДСТУ EN 584-1-2001	Неруйнівний контроль. Промислова радіографічна плівка. Частина 1. Класифікація плівкових систем для промислової радіографії (EN 584-2:1994, IDT)
ДСТУ EN 584-2-2001	Неруйнівний контроль. Промислова радіографічна плівка. Частина 2. Контроль оброблення плівки за допомогою опорних величин (EN 584-2:1996, IDT)
ДСТУ EN 1330-1:2008	Неруйнівний контроль. Термінологія. Частина 1. Загальні терміни (EN 1330-1:1998, IDT)
ДСТУ EN 1330-2:2008	Неруйнівний контроль. Термінологія. Частина 2. Загальні терміни стосовно методів неруйнівного контролю (EN 1330-2:1998, IDT)
ДСТУ EN 1330-3:2008	Неруйнівний контроль. Термінологія. Частина 3. Терміни стосовно промислового радіаційного контролю (EN 1330-3:1997, IDT)
ДСТУ EN 1435:2005	Неруйнівний контроль зварних з'єднань. Контроль зварних з'єднань, виконаних плавленням, радіографічний (EN 1435:1997, IDT)
ДСТУ EN 12517-2002	Неруйнівний контроль зварних з'єднань. Критерії приймання для радіографічного контролю зварних з'єднань (EN 12517:1998, IDT)
ДСП 6.177-2005-09-02	Основні санітарні правила забезпечення радіаційної безпеки України
№ 1171-74	Санитарные правила по радиоизотопной дефектоскопии
№ 2191-80	Санитарные правила при проведении рентгеновской дефектоскопии
№ 1858-78	Санитарные правила размещения и эксплуатации ускорителей электронов с энергией до 100 МэВ

ГОСТ 12.1.030-81	ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление
ГОСТ 12.2.007.0-75	ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности
ГОСТ 12.3.002-75	ССБТ. Процессы производственные. Общие требования безопасности.
ГОСТ 2789-73	Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики
ГОСТ 2930-62	Приборы измерительные. Шрифты и знаки
ГОСТ 7512-82	Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Радиографический метод
ГОСТ 8433-81	Вещества вспомогательные ОП-7 и ОП-10. Технические условия
ГОСТ 9559-89	Листы свинцовые. Технические условия
ГОСТ 15843-79	Принадлежности для промышленной радиографии. Основные размеры
ГОСТ 16504-81	СГИ. Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения
ГОСТ 18394-73	Фольга свинцовая, плакированная оловом, и оловянная. Технические условия
ГОСТ 20426-82	Контроль неразрушающий. Методы дефектоскопии радиационные. Область применения
ГОСТ 24034-80	Контроль неразрушающий радиационный. Термины и определения
ГОСТ 25347-82	Основные нормы взаимозаменяемости. Единая система допусков и посадок. Поля допусков и рекомендуемые посадки
ОСТ 34-38-702-85	Система технического обслуживания и ремонта оборудования электростанций. Основные понятия для АЭС. Термины и определения
СОУ НАЕК 078:2015	Техническое обслуживание и ремонт. Документы технического контроля сварки, наплавки оборудования и трубопроводов АЭС. Виды, формы и правила оформления документов

3 ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В этом стандарте приведены термины и определения согласно ДСТУ EN 1330-1, ДСТУ EN 1330-2, ДСТУ EN 1330-3.

Ниже приведены другие термины и определения, применяемые в этом стандарте.

- | | |
|---|---|
| 3.1 Абсолютная чувствительность радиационного контроля | Минимальное изменение значения контролируемого параметра объекта, которое может быть обнаружено с заданной вероятностью данным методом радиационного контроля (ГОСТ 24034) |
| 3.2 Артефакт при преобразовании радиационного изображения (артефакт) | Ложные элементы выходного изображения, отсутствующие в исходном изображении и возникающие в процессе преобразования исходного изображения (ГОСТ 24034) |
| 3.3 Выпуклость (превышение проплавления) корня шва | Часть одностороннего сварного шва со стороны его корня, выступающая над уровнем расположения поверхностей сваренных деталей (оценивается по максимальной высоте расположения поверхности корня шва над указанным уровнем) |
| 3.4 Включение | Полость в металле шва или в наплавленном металле, заполненная газом, шлаком или инородным металлом (пора, шлаковое или вольфрамовое включение) |
| 3.5 Вогнутость корня шва | Углубление на поверхности сварного соединения с односторонним швом в месте расположения его корня (оценивается по максимальной глубине расположения поверхности корня шва от уровня расположения поверхностей сваренных деталей) |
| 3.6 Вуаль | Общий термин, используемый для обозначения любого увеличения оптической плотности обрабатываемой фотографической эмульсии, вызванного чем-либо отличным от прямого действия излучения, формирующего изображение (ASME E 1316-02a) [1] |
| 3.7 Геометрическая нерезкость | Нерезкость радиационного изображения, обусловленная конечными размерами эффективного фокусного пятна источника ионизирующего излучения или геометрическими параметрами устройства, формирующего радиационное изображение (ГОСТ 24034) |
| 3.8 Денситометр | Устройство для измерения оптической плотности пленки с радиограммами (ASME E 1316-02a) [1] |
| 3.9 Дефект | Каждое отдельное несоответствие продукции установленным требованиям (ДСТУ 2860) |
| 3.10 Дихроичная вуаль | Цветной налет с металлическим блеском на негативах |

- 3.11 Защитная кассета** Светонепроницаемый контейнер для хранения радиографических носителей информации во время экспонирования, например, пленки с/без усиливающих или преобразовывающих экранов (ASME E 1316-02a) [1]
- 3.12 Качество** Степень, до которой совокупность собственных характеристик удовлетворяет требования (ДСТУ ISO 9000)
- 3.13 Канавочный эталон чувствительности радиационного контроля** Пластина с канавками установленных форм и размеров, изготовленная с заданной точностью из материала, основа которого по химическому составу аналогична основе контролируемого материала (ГОСТ 24034)
- 3.14 Коллиматор ионизирующего излучения (коллиматор)** Устройство, предназначенное для формирования пучка направленного ионизирующего излучения (ГОСТ 24034)
- 3.15 Компенсатор ионизирующего излучения (компенсатор, приставка-компенсатор)** Дополнительное поглощающее тело (вещество), вводимое в зону рабочего пучка ионизирующего излучения с целью улучшить условия регистрации радиационного изображения и анализа выходного изображения контролируемого объекта (ГОСТ 24034)
- 3.16 Контроль** Общая функция управления, заключающаяся в наблюдении за течением процессов в управляющей и управляемой системах, сравнении контролируемой величины параметра с заданной программой, выявлении отклонений, их места, времени, причины и характера (ДСТУ 2960)
- 3.17 Максимальная яркость освещенного поля** Максимальная яркость просмотрового защитного стекла (негатоскопа) освещенного поля не менее 32000 кд/м^2 , что обеспечивает просмотр и расшифровку радиографических снимков оптической плотности до 3,5 ед. о.п.
- 3.18 Микрофотометр** Прибор для измерения оптической плотности почернений на очень малых участках фотографических слоев
- 3.19 Наплавка** Нанесение одного или нескольких слоев материала на поверхность изделия с использованием процессов сварки (ДСТУ 3761.2)
- 3.20 Неактиничное освещение** Освещение лаборатории светом такого спектрального состава, который обладает достаточной визуальной яркостью (видностью) и не действует на обрабатываемые в лаборатории светочувствительные материалы

- 3.21 Негатоскоп** Устройство для просмотра снимков, полученных на рентгеновской или фотографической пленке (ГОСТ 24034)
- 3.22 Несплошность** Обобщенное наименование трещин, отслоений, прожогов, свищей, пор, непроваров и включений и т.д., то есть нарушений целостности металла
- 3.23 Непровар (неполный провар)** Несплавление в сварном соединении или наплавленной детали между основным металлом и металлом шва (наплавленным металлом) или между отдельными валиками
- 3.24 Образец-имитатор** Образец для оценки по радиографическим снимкам вогнутости и выпуклости корня шва – применяется при недоступности внутренней поверхности сварного соединения для осмотра
- 3.25 Объем контроля** Количество объектов и совокупность контролируемых признаков, устанавливаемых для проведения контроля (ГОСТ 16504)
- 3.26 Объект контроля** Отдельный узел или отдельно взятое сварное соединение (наплавка), которое подлежит проведению РГК
- 3.27 Околошовная зона** Область сварного соединения, прилегающая к сварному шву
- 3.28 Оптическая плотность** Степень почернения прозрачной среды (затемнение пленки) выражается следующим образом:
 $OD = \log (I_0/I)$, где:
 OD - оптическая плотность;
 I_0 - интенсивность света, направленного на пленку;
 I - интенсивность света, передаваемого через пленку.
 (ASME E 1316-02a) [1]
- 3.29 Ось рабочего пучка** Ось симметрии рабочего пучка ионизирующего излучения (ГОСТ 24034)
- 3.30 Относительная чувствительность радиационного контроля** Отношение абсолютной чувствительности к значению контролируемого параметра, устанавливаемого в конкретной задаче радиационного контроля (ГОСТ 24034)
- 3.31 Паспорт** Документ, содержащий сведения, удостоверяющие гарантии изготовителя значения основных параметров и характеристик (свойства) изделия, а также сведения о сертификации и утилизации изделия (ДСТУ ГОСТ 2.601)

- 3.32 Поглотитель** Улучшение качества радиографического снимка обусловлено более сильным поглощением передним усиливающим экраном низкоэнергетического рассеянного излучения в сравнении с прямым излучением и соответствующим возрастанием величины соотношения интенсивности прямого (формирующего изображение на снимке) и рассеянного (повышающего оптическую плотность фона) излучения, воздействующего на радиографическую пленку
- 3.33 Подрез** Острое углубление на границе поверхности сварного шва с основным металлом или на границе поверхностей двух соседних валиков
- 3.34 Пора** Заполненная газом полость округлой формы в металле шва или в наплавленном металле
- 3.35 Проволочный эталон чувствительности радиационного контроля** Набор проволочек установленных длин и диаметров, изготовленных с заданной точностью из материала, основа которого по химическому составу аналогична основе контролируемого материала (ГОСТ 24034)
- 3.36 Прожог** Дефект в виде сквозного отверстия в сварном шве, образовавшегося вследствие вытекания части жидкого металла сварочной ванны в процессе выполнения сварки
- 3.37 Радиационное изображение** Изображение, сформированное ионизирующим излучением в результате его взаимодействия с контролируемым объектом (ГОСТ 24034)
- 3.38 Радиографический метод неразрушающего контроля** Метод радиационного неразрушающего контроля, основанный на преобразовании радиационного изображения контролируемого объекта в радиографический снимок или записи этого изображения на запоминающем устройстве с последующим преобразованием в световое изображение (ГОСТ 24034)
- 3.39 Радиографический снимок** Распределение плотности почернения или цвета на рентгеновской пленке и фотопленке, коэффициента отражения света на ксерографическом снимке и т. п., соответствующее радиационному изображению контролируемого объекта (ГОСТ 24034)
- 3.40 Радиационная толщина** Суммарная длина участков оси рабочего пучка направленного первичного ионизирующего излучения в материале контролируемого объекта (ГОСТ 24034)
- 3.41 Сварное соединение** Неразъемное соединение, выполненное сваркой (ДСТУ 3761.3)
- 3.42 Сторонние организации** Организации, не являющиеся структурными подразделениями ГП «НАЭК «Энергоатом»
- 3.43 Трещина** Несплошность, вызванная местным разрывом шва, который может возникнуть в результате охлаждения или

действия нагрузок (ДСТУ 3491)

- 3.44 Формуляр** Документ, содержащий сведения, удостоверяющие гарантии изготовителя, значения основных параметров и характеристик (свойства) изделия, сведения, отражающие техническое состояние данного изделия, сведения о сертификации и утилизации изделия, а также сведения, которые вносят в период эксплуатации (длительность и условия работы, техническое обслуживание, ремонт и другие данные) (ДСТУ ГОСТ 2.601)
- 3.45 Чувствительность (чувствительность контроля)** Наименьший диаметр выявляемой на снимке проволоки проволочного эталона, наименьшая глубина выявляемой на снимке канавки канавочного эталона, наименьшая толщина пластинчатого эталона, при которой на снимке выявляется отверстие с диаметром, равным удвоенной толщине эталона (ГОСТ 7512)
- 3.46 Ширина шва** Расстояние между краями поверхности сварного шва в одном поперечном сечении
- 3.47 Экспертная организация** Специализированная организация, определенная Госатомнадзором Украины для научно-технической поддержки эксплуатирующихся атомных станций Украины взамен головной материаловедческой организации
- 3.48 Экспозиция** Результат энергетической освещенности и время, необходимое для создания соответствующей испытательной таблицы на носителе записи (ASME E 1316-02a) [1]

4 ПРИНЯТЫЕ СОКРАЩЕНИЯ

АЭС	атомная электростанция
АЭУ	атомная энергетическая установка
ГП «НАЭК «Энергоатом»	государственное предприятие «Национальная атомная энергогенерирующая компания «Энергоатом»
ГОСТ	межгосударственный стандарт, действующий в Украине
ДСП	Державні санітарні правила
ДСТУ	державний стандарт України
НД	нормативный документ
НП	нормы и правила по ядерной и радиационной безопасности
НПАОП	нормативно-правовой акт з охорони праці
ОП	обособленное подразделение
ОП ЗАЭС	обособленное подразделение «Запорожская АЭС»
ОП РАЭС	обособленное подразделение «Ривненская АЭС»
ОП ХАЭС	обособленное подразделение «Хмельницкая АЭС»
ОП ЮУАЭС	обособленное подразделение «Южно-Украинская АЭС»
ОСТ	отраслевой стандарт
ПН АЭ	правила и нормы в атомной энергетике
ПОТ	правила охраны труда
ППБ	правила пожарной безопасности
ПРБ	правила радиационной безопасности
ПТЭ	правила технической эксплуатации
СОУ	стандарт организации Украины
ТКК	технологическая карта контроля
ТУ	технические условия
РГК	радиографический контроль

5 МЕТОДИКА РАДИОГРАФИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ И НАПЛАВОК

5.1 Общие положения

5.1.1 Радиографический контроль (РГК) проводится в целях выявления в наплавках и сварных соединениях (шве и околошовной зоне):

- трещин;
- непроваров;
- пор;
- металлических и неметаллических включений, плотность которых отличается от плотности металла сварного соединения (вольфрамовых, шлаковых, оксидных и т.п.);
- недоступных для визуального контроля подрезов, прожогов и т.п.

5.1.2 При радиографическом контроле могут также оцениваться недоступные для визуального контроля вогнутости и выпуклости корня шва.

5.1.3 При радиографическом контроле не обеспечивается выявление:

- любых дефектов с размерами в направлении просвечивания менее удвоенной чувствительности контроля;
- любых дефектов, если их изображения на снимке совпадают с изображениями других деталей, острых углов, перепадов толщины просвечиваемого металла;
- непроваров и трещин, если их раскрытие менее значений, приведенных в табл. 5.1, и (или) плоскость их раскрытия не совпадает с направлением просвечивания.

Таблица 5.1

Радиационная толщина, мм	Раскрытие (ширина) непровара или трещины, мм
До 40 включительно	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

5.1.4 Объем контроля и нормы оценки качества наплавки и сварных соединений по результатам контроля устанавливаются НД по контролю и оценке качества.

5.1.5 При проектировании узлов и конструкций АЭУ и назначении контроля необходимо учитывать, что контроль может быть осуществлен только при одновременном соблюдении следующих условий:

- при наличии двухстороннего доступа к контролируемой наплавке или сварному соединению, обеспечивающего возможность установки кассеты с пленкой и источника излучения в соответствии с требованиями этого стандарта;
- сварные соединения вварки штуцеров и труб в трубные доски могут подвергаться контролю при внутреннем диаметре штуцеров и труб не менее 15 мм;
- контролю могут подвергаться наплавки и сварные соединения с отношением радиационной толщины наплавленного металла к общей радиационной толщине в направлении просвечивания не менее 0,2.

5.1.6 До проведения контроля на все подлежащие контролю наплавки и сварные соединения (или группы одинаковых наплавки и сварных соединений) должны быть составлены технологические карты контроля, включающие:

- основные сведения о контролируемой наплавке или сварном соединении (номер или шифр изделия; наименование и номер наплавки или сварного соединения; категория наплавки или сварного соединения и НД по контролю и оценке качества наплавки или сварного соединения, по которым должна проводиться приемка наплавки или сварного соединения; номинальная толщина (расчетная высота углового шва), по которой должно оцениваться качество наплавки или сварного соединения в соответствии с НД);
- схему просвечивания с указанием места установки эталона чувствительности;
- тип и номер эталона чувствительности;
- требуемую чувствительность;
- источник излучения (для рентгеновских аппаратов указываются напряжение и максимальный размер фокусного пятна рентгеновской трубки; для радионуклидных источников - тип источника; для ускорителя - энергия ускоренных электронов);
- расстояние от источника излучения до контролируемого сварного соединения или наплавки и расстояние от сварного соединения или наплавки до радиографической пленки;
- тип и размеры радиографической пленки;
- количество и размеры контролируемых участков;
- начало и направление разметки участков.

В карту могут также включаться другие дополнительные сведения. Карта должна быть подписана ее разработчиком и начальником подразделения, осуществляющего контроль.

При укрупнении (в том числе и на заводах-изготовителях) и монтаже допускается использовать типовые технологические карты.

Образец технологической карты радиографического контроля (ТКК) приведен в приложении А.

5.2 Материалы и принадлежности для радиографического контроля

5.2.1 В качестве источников излучения при радиографическом контроле должны использоваться рентгеновские аппараты, радионуклидные источники для гамма-дефектоскопии (иттербий-169, тулий-170, селен-75, иридий-192, кобальт-60) и источники жесткого тормозного излучения (бетатроны, микротроны и линейные ускорители с энергией излучения, не превышающей 35 МэВ).

Примечание. В случае использования для РГК автоматизированных систем контроля, они должны быть аттестованы в соответствии с требованиями НП 306.2.113-2005.

5.2.2 При радиографическом контроле должны использоваться радиографические пленки с неистекшим сроком годности и обеспечивающие требуемую чувствительность контроля.

Использование пленок с истекшим сроком годности допускается только по согласованию с экспертной организацией.

5.2.3 Кассеты для зарядки пленки должны быть светонепроницаемыми и обеспечивать плотное прилегание пленки к усиливающим экранам.

Если по условиям контроля не требуется изгибать пленку, рекомендуется

использовать жесткие кассеты.

5.2.4 В качестве усиливающих экранов следует применять только металлические усиливающие экраны - свинцовые и свинцово-оловянистые фольги по ГОСТ 18394, ГОСТ 9559, ГОСТ 15843.

Для энергии излучения 1 МэВ и выше допускается применение медно-латунных и стальных усиливающих экранов.

5.2.5 Экраны должны иметь чистую гладкую поверхность без складок, царапин, морщин, надрывов, отверстий, инородных включений и других дефектов, изображения которых на снимках могут затруднить их расшифровку.

5.2.6 Для защиты пленки от рассеянного излучения (экранировки кассеты с пленкой со стороны, противоположной источнику излучения) рекомендуется использовать свинцовые защитные экраны.

В качестве защитных экранов рекомендуется использовать свинцовые фольги или листы толщиной от 1 мм до 3 мм по ГОСТ 9559.

5.2.7 В качестве маркировочных знаков следует использовать цифры и буквы русского или латинского алфавитов, а также дополнительные знаки в виде стрелок, тире и т.п.

5.2.8 Маркировочные знаки и ограничительные метки следует изготавливать из свинца или других материалов, обеспечивающих получение их четких изображений на снимках.

Размеры маркировочных знаков должны соответствовать требованиям ГОСТ 15843.

5.2.9 Для оценки чувствительности радиографического контроля следует применять проволоочные или канавочные эталоны чувствительности по ГОСТ 7512.

5.2.10 Для оценки вогнутости и выпуклости корня шва, недоступного для визуального и измерительного контроля, следует применять стальные образцы-имитаторы вогнутости и выпуклости.

Конструкция образцов-имитаторов и методика их использования приведены в приложении Б.

5.3 Подготовка к контролю

5.3.1 Подлежащие контролю сварные соединения должны быть очищены от окалины, шлака, брызг металла и других загрязнений. При этом также должны быть устранены все обнаруженные при визуальном контроле наружные дефекты, а также неровности, изображения которых на снимке могут помешать выявлению и расшифровке изображений внутренних несплошностей сварного соединения.

5.3.2 После зачистки сварного соединения и устранения наружных дефектов проводятся разметка сварного соединения на участки и нумерация (маркировка) участков способом, не ухудшающим качество и эксплуатационную надежность сварных соединений.

5.3.3 Разметка и маркировка сварного соединения должны сохраняться до его окончательной приемки.

5.3.4 Система разметки и маркировки участков (начало и направление нумерации) должна обеспечивать возможность возобновления разметки и нумерации.

5.3.5 Перед контролем на контролируемые участки сварного соединения должны

быть установлены маркировочные знаки, эталоны чувствительности и ограничительные метки на границах участков, а также на границах наплавленного металла шва при контроле сварных швов без выпуклости или со снятой выпуклостью (например, при механической обработке). Схема установки маркировочных знаков эталонов чувствительности и ограничительных меток приведена на рис. 5.1.

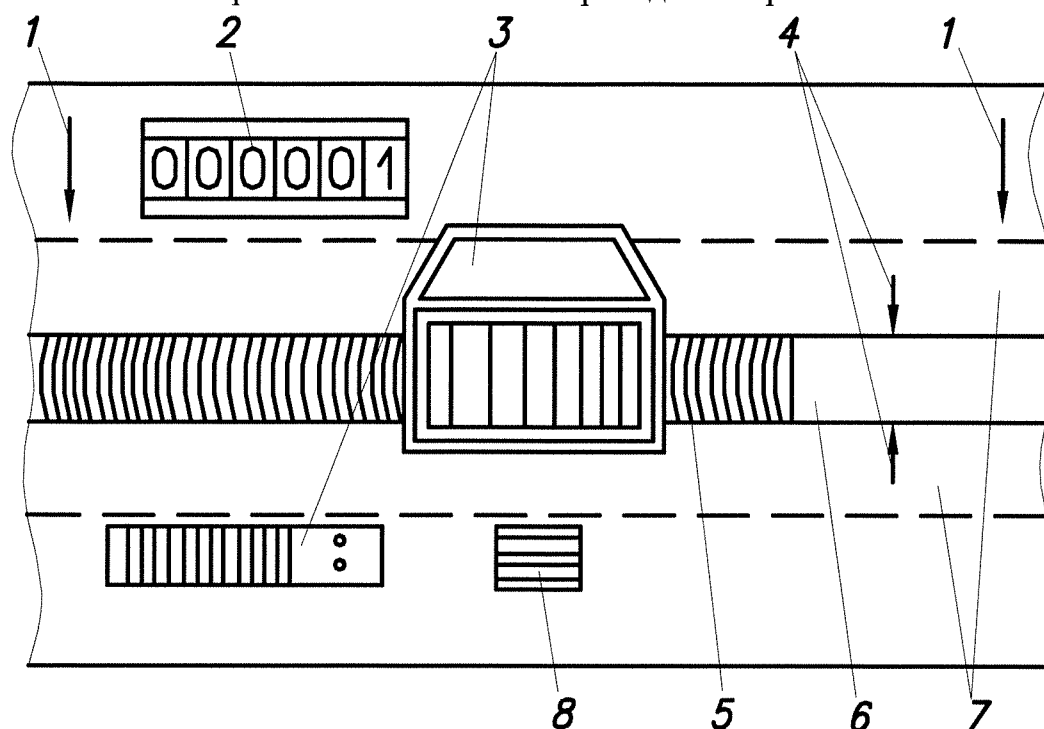


Рис. 5.1 - Схема установки маркировочных знаков эталонов чувствительности и ограничительных меток: 1-ограничительные метки; 2 - маркировочные знаки; 3 - эталон чувствительности (маркировка эталона чувствительности по ГОСТ 7512); 4 - стрелки, ограничивающие ширину шва со снятой выпуклостью; 5 - сварной шов; 6 - сварной шов со снятой выпуклостью; 7 - околошовная зона; 8 – образец-имитатор (устанавливается при необходимости)

5.3.6 Маркировочные знаки следует устанавливать на контролируемом изделии (допускается установка на кассете с пленкой) так, чтобы их изображения на снимках не накладывались на изображение шва и контролируемые участки околошовной зоны, определяемой в соответствии с требованиями 5.5.12.

5.3.7 Маркировка на снимках должна повторять маркировку контролируемых участков.

При невозможности установки на контролируемом участке сварного соединения маркировочных знаков допускается маркировать снимки любым способом, обеспечивающим сохранность маркировки при хранении снимков (например, карандашом, световым или перфорационным маркером и т.п.). В этом случае в технологической карте или журнале результатов контроля должна быть произведена запись «Маркировка карандашом (или другим способом) разрешена» с подписью начальника подразделения, осуществляющего радиографический контроль.

5.3.8 Маркировка должна обеспечивать возможность определения участка сварного соединения (наплавки) контролируемого объекта, к которым относится радиографический снимок, а также возможность нахождения записи в журнале результатов контроля, относящейся к снимку, или снимка по записи в журнале.

5.3.9 При повторном контроле сварного соединения после ремонта в маркировку должна включаться буква П (или Р), после второго ремонта - 2П (или 2Р).

Допускается также включать в маркировку номер или условный шифр контролера, выполнявшего контроль.

5.3.10 При необходимости контроля уровня рассеянного излучения следует применять свинцовую литеру «В» толщиной 1,5 мм, которую располагают с обратной стороны кассеты с пленкой. Защита от рассеянного излучения не эффективна, а радиографический снимок имеет неудовлетворительное качество, если на нем имеется изображение литеры «В».

5.3.11 Эталоны чувствительности следует устанавливать на контролируемом участке сварного соединения со стороны источника излучения.

При невозможности установки эталона чувствительности со стороны источника излучения при контроле сварных соединений цилиндрических, сферических и других пустотелых изделий через две стенки с расшифровкой изображения только прилегающего к пленке участка сварного соединения и при панорамном просвечивании допускается устанавливать эталоны чувствительности со стороны кассеты с пленкой.

5.3.12 Проволочные эталоны чувствительности следует устанавливать непосредственно на шов с направлением проволок поперек шва.

5.3.13 Канавочные эталоны чувствительности следует устанавливать с направлением эталона вдоль шва на расстоянии от него:

а) для стыковых сварных соединений:

- с номинальной толщиной свариваемых кромок до 5 мм - не менее 5 мм;
- с номинальной толщиной свариваемых кромок от 5 мм до 20 мм - не менее номинальной толщины свариваемых кромок;
- с номинальной толщиной свариваемых кромок свыше 20 мм - не менее 20 мм;

б) для угловых и тавровых сварных соединений - не менее 5 мм.

в) для стыковых сварных соединений, выполненных электрошлаковой сваркой, не менее 50 мм (независимо от номинальной толщины свариваемых деталей).

5.3.14 В случае невозможности установки эталона чувствительности на контролируемом сварном соединении или невозможности получения его изображения на снимке (например, при контроле угловых и тавровых швов, при контроле швов вварки труб в трубные доски и т.п.) допускается:

– устанавливать канавочные эталоны чувствительности непосредственно на шов с направлением эталона вдоль шва, если длина контролируемого за одну экспозицию участка шва превышает длину эталона не менее чем в 5 раз или изображение эталона находится за границами расшифровываемого изображения участка шва;

– определять чувствительность при помощи эталона на образцах - имитаторах сварного соединения с радиационной толщиной, равной радиационной толщине контролируемого сварного соединения.

Возможность проведения контроля без установки эталона (с проверкой чувствительности на образце-имитаторе) должна быть предусмотрена в технологической карте контроля.

5.3.15 Если при панорамном просвечивании кольцевых сварных соединений на шов устанавливается не более четырех пленок, число устанавливаемых эталонов чувствительности должно соответствовать числу пленок. Если устанавливается более

четырёх пленок, допускается устанавливать по одному эталону чувствительности на каждую четверть длины окружности шва.

5.3.16 При контроле сварных соединений трубопроводов наружным диаметром до 100 мм допускается не устанавливать ограничительные метки на границах контролируемых за одну экспозицию участков, а также устанавливать канавочные эталоны чувствительности вдоль оси трубы.

5.4 Схемы контроля

5.4.1 Прямолинейные и близкие к прямолинейным сварные соединения (сварные соединения плоских элементов, продольные швы цилиндрических изделий, сварные соединения цилиндрических и сферических изделий наружным диаметром более 2 м и т.п.) следует контролировать по схемам, приведенным на рис. 5.2.

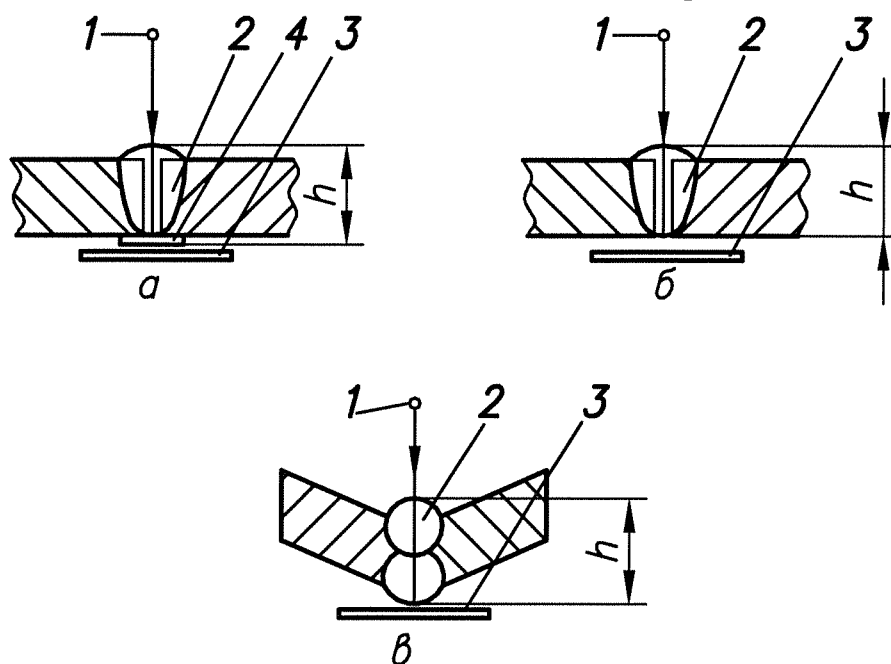
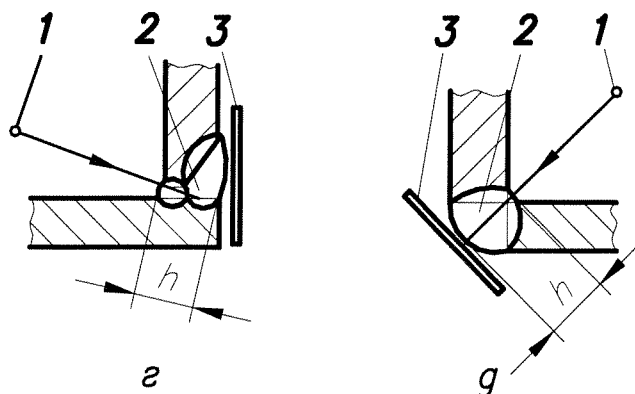


Рис. 5.2 (а-в), лист 1 - Схемы контроля прямолинейных и близких к прямолинейным сварных соединений: 1 - источник излучения; 2 - контролируемый участок; 3 - кассета; 4 - подкладная планка (подкладное кольцо); h - радиационная толщина



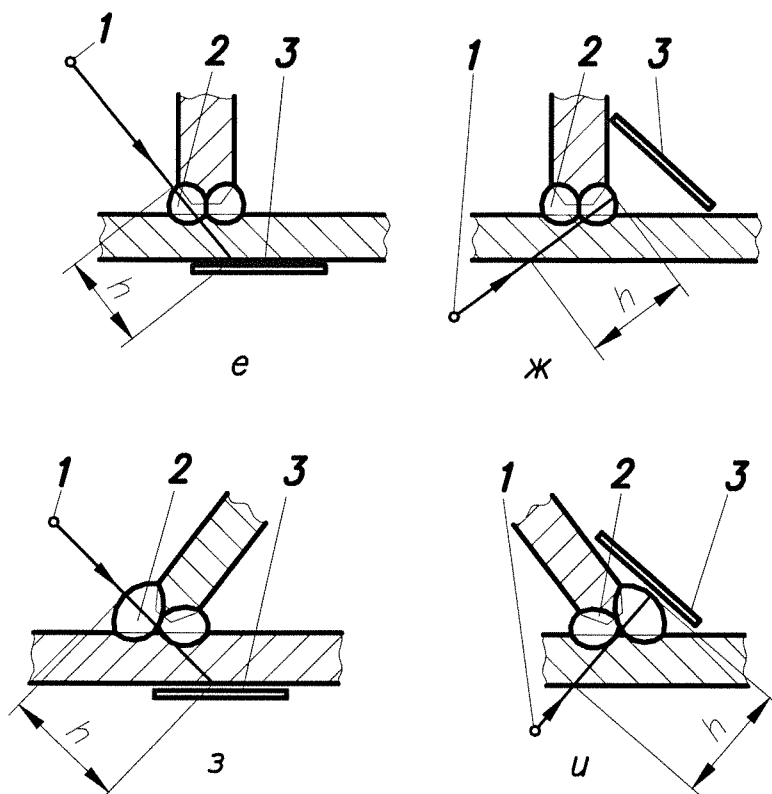


Рис. 5.2 (г-и), лист 2

5.4.2 Стыковые кольцевые сварные соединения цилиндрических и сферических пустотелых изделий (трубопроводов, цистерн и т.п.) следует контролировать по схемам, приведенным на рис. 5.3.

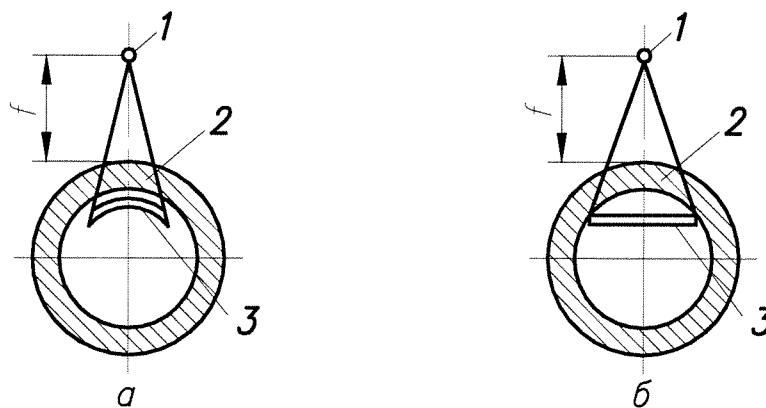


Рис. 5.3 (а-б), лист 1 - Схемы контроля стыковых кольцевых сварных соединений цилиндрических и сферических пустотелых изделий. Обозначения см. рис. 5.2; f – расстояние от источника излучения до контролируемого соединения

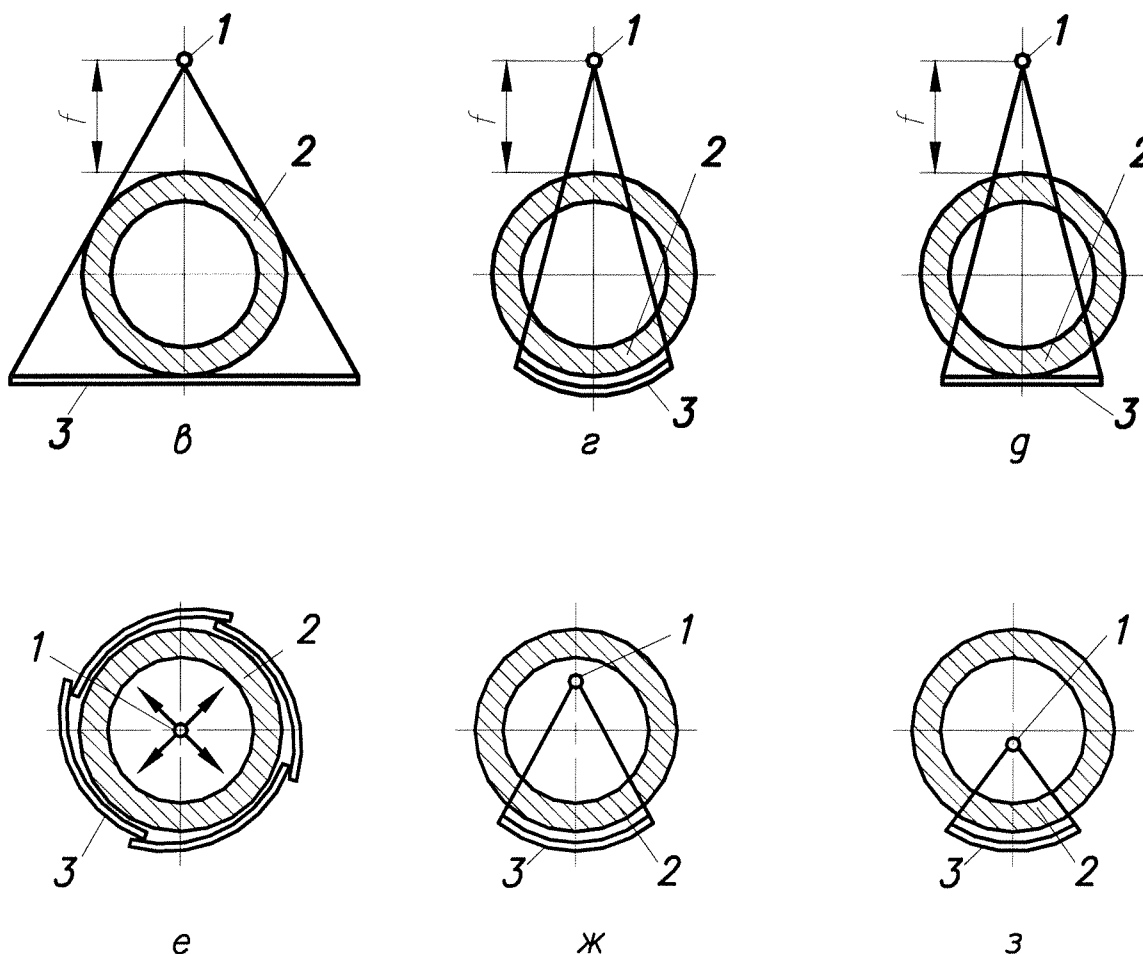


Рис. 5.3 (в-з), лист 2

5.4.3 При контроле сварных соединений цилиндрических и сферических пустотелых изделий следует, как правило, использовать схемы просвечивания через одну стенку изделия (см. рис. 5.3, а, б, е-з). При этом рекомендуется использовать схемы просвечивания с расположением источника излучения внутри контролируемого изделия (см. рис. 5.3, е-з).

5.4.4 Схема (панорамное просвечивание), показанная на рис. 5.3 (е), рекомендуется для контроля изделий наружным диаметром до 2 м независимо от объема контроля и для контроля изделий наружным диаметром более 2 м при сплошном контроле.

5.4.5 Схема, показанная на рис. 5.3, (ж), рекомендуется при сплошном и выборочном контроле изделий наружным диаметром до 2 м, если использование схемы, изображенной на рис. 5.3, (е), невозможно; схема, показанная на рис. 5.3, (з), - при выборочном контроле изделий наружным диаметром более 2 м.

5.4.6 При контроле через две стенки схема рис. 5.3, (в) рекомендуется для просвечивания изделий наружным диаметром не более 100 мм, схема рис. 5.3, (г, д) - для просвечивания изделий наружным диаметром более 50 мм.

5.4.7 При контроле стыковых сварных соединений по схемам рис. 5.3, (а, б, е, ж, з) угол между направлением просвечивания и плоскостью контролируемого сварного соединения должен быть минимальным и не превышать 15° .

5.4.8 При контроле стыковых сварных соединений по схемам рис. 5.3, (в, г, д) направление просвечивания следует выбирать таким, чтобы проекции противоположных участков сварного шва на снимке не накладывались друг на друга. Если это условие невыполнимо, контроль проводится в соответствии с требованиями 5.4.7.

5.4.9 Сварные соединения вварки штуцеров с внутренним диаметром 30 мм и более и сварные соединения вварки штуцеров с внутренним диаметром от 15 мм до 30 мм, контролируемые в стационарных и монтажных условиях, следует контролировать по схемам, приведенным на рис. 5.4.

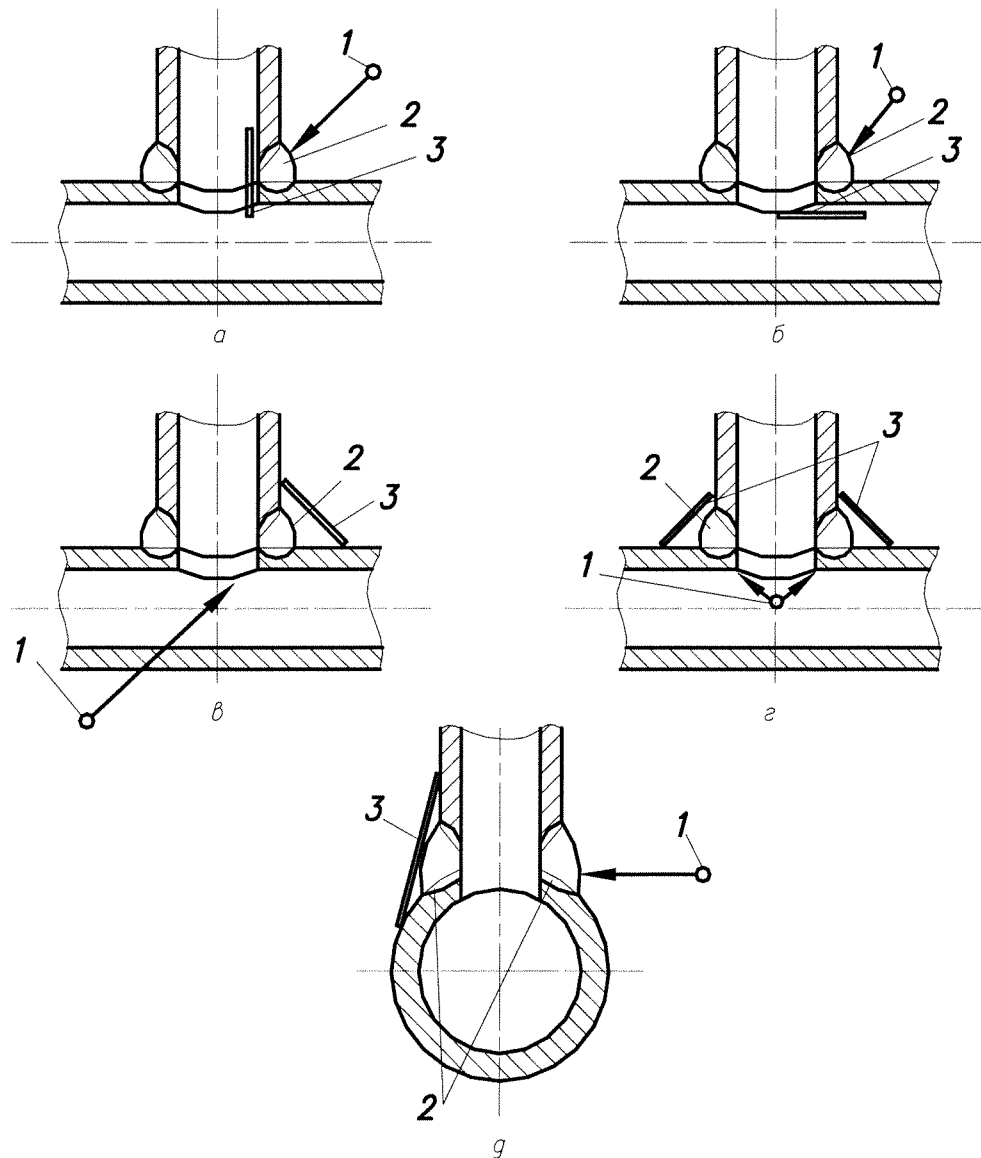


Рис. 5.4 - Схемы контроля сварных соединений вварки штуцеров. Обозначения см. рис. 5.2

5.4.10 Сварные соединения вварки труб с внутренним диаметром 15 мм и более в трубные доски следует контролировать по схемам, приведенным рис. 5.5, (а-д).

5.4.11 Для уменьшения разности оптических плотностей отдельных участков снимка при контроле сварных соединений с большими перепадами радиационной толщины, а также в случаях, когда контролируемое сварное соединение не обеспечивает защиту пленки от прямого излучения (при контроле торцевых сварных соединений, при контроле наплавки кромок под сварку и т.п.), контроль следует проводить с применением приставок-компенсаторов, как показано на рис. 5.5.

Допускается использовать компенсаторы из любого материала, обеспечивающего требуемое ослабление излучения.

5.4.12 Наряду со схемами и направлениями просвечивания, приведенными на рис. 5.2 – 5.5, могут использоваться другие схемы и направления просвечивания, которые должны быть предусмотрены в технологических картах контроля.

5.4.13 При выборе схемы и направления просвечивания наряду с перечисленными выше требованиями и рекомендациями необходимо учитывать следующее:

– расстояние от радиографической пленки до обращенной к ней поверхности контролируемого сварного соединения должно быть минимальным и в любом случае не превышать 150 мм;

– угол между направлением излучения и нормалью к радиографической пленке в пределах контролируемого за одну экспозицию участка сварного соединения не должен превышать 45° .

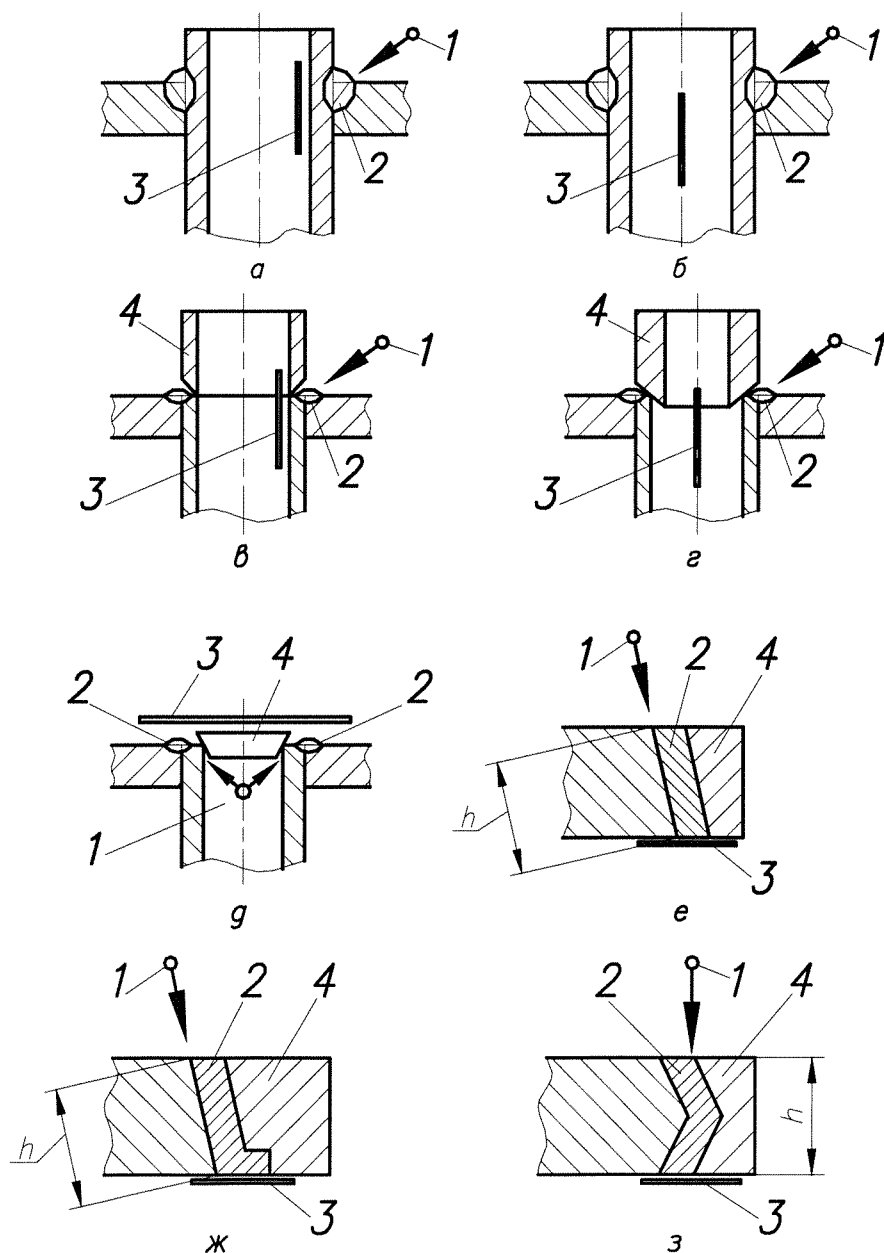


Рис. 5.5 (а-з), - Схемы контроля сварных соединений вварки труб в трубные доски (а-д) и схемы контроля наплавки (е-з): 4 - приставка-компенсатор; остальные обозначения см. рис. 5.2

5.5 Параметры и режимы контроля

5.5.1 Источник излучения и тип радиографической пленки следует выбирать по табл. 5.2.

Таблица 5.2 – Выбор источника излучения и радиографической пленки в зависимости от толщины просвечиваемой стали

Радиационная толщина, мм	Источник излучения	Радиографическая пленка
1	2	3
До 5 мм включительно	Рентгеновский аппарат, иттербий - 169, тулий - 170	РТ-4М, РТ-4Ш, РТ-5 D4, MX125
Свыше 5 мм до 20 мм включительно	Рентгеновский аппарат, тулий-170, селен-75, иридий-192	РТ-4М, РТ-4Ш, РТ-5 D4, D5, T200, MX125
Свыше 20 мм до 50 мм включительно	Рентгеновский аппарат Иридий - 192	РТ-1, РТ-4М, РТ-4Ш, РТ-5 D7, MX125, D4, D5, T200
Свыше 50 мм до 100 мм включительно	Рентгеновский аппарат, иридий - 192 Ускоритель электронов, Кобальт - 60	РТ-1 РТ-4М, РТ-4Ш, РТ-5 D4, D5, D7, AA400
Свыше 100 мм до 200 мм включительно	Ускоритель электронов Кобальт - 60	РТ-4М, РТ-4Ш, РТ-5 РТ-1 AA400, D7
Свыше 200 мм	Ускоритель электронов	РТ-1

Примечание 1. В каждом диапазоне радиационных толщин источники излучения приведены в порядке предпочтительности их использования. Например, в диапазоне 5 мм – 20 мм предпочтительно использовать в качестве источника излучения рентгеновский аппарат, при невозможности использования рентгеновского аппарата - тулий-170 и т.д.

Примечание 2. Использование других источников излучения и радиографических пленок, а также приведенных в табл. 5.2 источников и пленок в других диапазонах радиационных толщин допускается по согласованию с экспертной организацией.

5.5.2 Напряжение на трубке рентгеновского аппарата и энергию ускоренных электронов при использовании ускорителей следует выбирать в соответствии с требованиями ГОСТ 20426.

5.5.3 Толщину усиливающих экранов следует выбирать по табл. 5.3

Таблица 5.3 – Выбор толщины усиливающего экрана при радиографическом контроле

Источник излучения	Толщина усиливающего экрана, мм
1	2
Рентгеновский аппарат с напряжением на трубке, кВ: до 100 включительно свыше 100 до 300 включительно свыше 300	Без экранов 0,02 - 0,09 0,09 - 0,16
Радионуклидные источники: Иттербий-169 Тулий-170 Селен-75 Иридий-192 Кобальт-60	Без экранов 0,02 - 0,09 0,09 - 0,16 0,09 - 0,20 0,20 - 0,50
Ускоритель электронов	0,50 - 1,00
<p>Примечание 1. При использовании медных, латунных и стальных усиливающих экранов приведенная в табл. 5.3 толщина может быть увеличена до 2 раз.</p> <p>Примечание 2. Допускается использовать усиливающие экраны с другой толщиной, если эти экраны поставляются в одной упаковке с пленкой.</p> <p>Примечание 3. При применении экранов с различной толщиной более толстый экран должен использоваться со стороны, противоположной источнику. В этом случае его толщина может превышать приведенную в табл. 5.3.</p>	

5.5.4 Толщину защитных экранов рекомендуется выбирать по табл. 5.4

Таблица 5.4 – Выбор толщины защитного экрана при радиографическом контроле

Источник излучения	Толщина защитного экрана, мм, не менее
1	2
Рентгеновский аппарат с напряжением на трубке до 200 кВ, иттербий-169, тулий-170, селен-75	0,5
Рентгеновский аппарат с напряжением на трубке свыше 200 кВ, иридий-192, кобальт-60	1,0
Ускоритель электронов	1,5

5.5.5 Расстояние от источника излучения до обращенной к источнику поверхности контролируемого сварного соединения (при просвечивании кольцевых сварных соединений через две стенки - до близлежащей к источнику поверхности кольцевого соединения) и размеры или число контролируемых за одну экспозицию участков для всех схем просвечивания (за исключением схемы, показанной на рис. 5.3, е) 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 не должен превышать 45°;

– уменьшение оптической плотности изображения сварного соединения на снимке на любом участке этого изображения по отношению к оптической плотности изображения эталона чувствительности (или участка сварного соединения, на котором установлен проволочный эталон чувствительности) не должно превышать 1,0.

5.5.6 Рекомендации по выбору расстояния от источника излучения до контролируемого сварного соединения и длины или числа контролируемых за одну экспозицию участков приведены в приложении В.

5.5.7 Экспозиция должна обеспечивать получение оптической плотности изображения шва, эталона чувствительности и контролируемой околошовной зоны на снимке не менее 1,5 и не более 3,5.

При контроле сварных соединений с переменным сечением допускается увеличение оптической плотности, изображений участков сварного соединения с наименьшей толщиной до 4,0.

При просвечивании изотопами (см. табл.5.2) сварных соединений труб через две стенки с толщиной стенки до 5 мм допускается ухудшение чувствительности контроля не более чем в 1,3 раза при расположении эталона со стороны источника.

5.5.8 При радиографическом контроле с использованием источников иридий-192 и кобальт-60 рекомендуется определять время экспозиции по методике, приведенной в приложении Г, при применении других источников - опытным путем.

5.5.9 При контроле кольцевых сварных соединений по схеме, показанной на рис.5.3, (е) (панорамное просвечивание), отношение внутреннего диаметра d к наружному диаметру D контролируемого сварного соединения не должно быть менее 0,8, а максимальный размер Φ фокусного пятна источника излучения не должен быть более $Kd/(D-d)$, мм, где K - чувствительность контроля, мм.

5.5.10 В случаях, когда относительным увеличением размеров изображений дефектов, расположенных со стороны источника излучения (по отношению к дефектам, расположенным со стороны пленки), можно пренебречь, приведенное в 5.5.9 соотношение между внутренним и наружным диаметрами контролируемого сварного соединения может не соблюдаться.

5.5.11 Длина снимков должна обеспечивать перекрытие изображений смежных участков сварных соединений не менее 0,2 длины участка при его длине до 100 мм и не менее 20 мм при его длине свыше 100 мм.

5.5.12 Ширина снимков должна обеспечивать получение изображений сварного шва, эталонов чувствительности, образцов-имитаторов (при необходимости), маркировочных знаков и околошовной зоны шириной:

– для угловых и тавровых сварных соединений, а также для стыковых сварных соединений с номинальной толщиной свариваемых деталей до 5 мм - не менее 5 мм;

– для стыковых сварных соединений с номинальной толщиной свариваемых деталей от 5 мм до 20 мм - не менее номинальной толщины свариваемых деталей;

– для стыковых сварных соединений с номинальной толщиной свариваемых деталей свыше 20 мм - не менее 20 мм;

– для стыковых сварных соединений, выполненных электрошлаковой сваркой, не менее 50 мм (независимо от номинальной толщины свариваемых деталей).

5.5.13 Толщину ограничительных меток и размеры маркировочных знаков рекомендуется выбирать по табл. 5.5 и табл. 5.6.

5.5.14 Зарядка кассет должна проводиться по одной из схем, приведенных в табл. 5.7.

Таблица 5.5 – Выбор толщины ограничительных меток при РГК

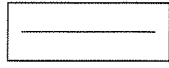
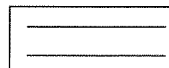

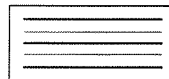
Радиационная толщина, мм	Толщина меток, мм
До 20 включительно	1,0
Свыше 20 до 50 включительно	1,5
Свыше 50 до 80 включительно	2,5
Свыше 80	5,0

5.5.15 Для уменьшения воздействия на радиографическую пленку рассеянного излучения рекомендуется принимать меры для уменьшения размеров облучаемого поля за счет использования коллиматоров и тубусов, устанавливаемых на источнике излучения и ограничивающих угловые размеры пучка излучения, а также свинцовых диафрагм, устанавливаемых на контролируемом сварном соединении и ограничивающих размеры облучаемого поля размерами контролируемого за одну экспозицию участка сварного соединения.

Таблица 5.6 – Выбор размеров маркировочных знаков при РГК

Радиационная толщина, мм	Размеры знаков, мм			Номер набора	
	высота	ширина	толщина	букв	цифр
До 20 включительно	5	3	1,0	1	5
Свыше 20 до 50 включительно	8	5	1,5	2	6
Свыше 50 до 80 включительно	12	8	2,5	3	7
Свыше 80	18	12	5,0	4	8

Таблица 5.7 – Способы зарядки кассет

Способ зарядки	Число пленок в кассете	
	одна	две
Без экранов		
С усиливающими металлическими экранами		

Условные обозначения: ——— - радиографическая пленка;
 ——— - усиливающий металлический экран

Примечание 1. При зарядке кассеты двумя пленками в зависимости от поставленной задачи могут использоваться пленки одного или разных типов.

Примечание 2. При зарядке кассеты двумя пленками с усиливающими экранами толщина среднего экрана выбирается в зависимости от поставленной задачи.

5.6 Проверка и фотообработка радиографической пленки

5.6.1 Перед применением каждой новой партии радиографической пленки следует определять ее пригодность для проведения радиографического контроля. Для этого подвергаются фотообработке экспонированная и неэкспонированная пленки из этой партии.

5.6.2 Для экспонирования пленки допускается использование любого из предусмотренных 5.2.1 источников излучения. Время экспозиции выбирается таким, чтобы оптическая плотность экспонированной пленки была не менее 1,5 и не более 3,5.

5.6.3 Партия считается пригодной для радиографического контроля, если экспонированная и неэкспонированная пленки из этой партии после фотообработки имеют равномерную оптическую плотность без каких-либо видимых при визуальном просмотре полос, пятен и перепадов (неравномерностей) оптической плотности и оптическая плотность неэкспонированной пленки не превышает предельного значения, предусмотренного заводом-изготовителем пленки.

5.6.4 Если экспонированная и (или) неэкспонированная пленки не удовлетворяют требованиям 5.6.3, аналогичной проверке подвергаются пленки из каждой коробки партии. Коробки, пленки из которых не удовлетворяют требованиям 5.6.3, бракуются.

5.6.5 Подготовку (зарядку и разрядку кассет) и фотообработку радиографической пленки следует проводить при неактивном освещении. В источнике неактивного освещения – фотофонаре – следует использовать электролампу с мощностью не более 25 Вт, расстояние от фотофонаря до рабочего места, на котором проводятся манипуляции с пленкой, не должно быть менее 0,5 м.

5.6.6 Неактивность освещения проверяется путем засвечивания листа пленки на расстоянии 0,5 м от фотофонаря в течение 5 мин. Половина этого листа предохраняется от засвечивания черной бумагой. Освещение считается неактивным, если после фотообработки не будет заметна граница между засвеченной и незасвеченной частями пленки.

5.6.7 Фотообработку радиографических снимков следует проводить в специализированных автоматах для фотообработки или в баках-танках (танковая фотообработка) в соответствии с рекомендациями завода-изготовителя пленки.

5.6.8 Танковая фотообработка должна включать проявление, промежуточную промывку, фиксирование, предварительную промывку, окончательную промывку.

5.6.9 Снимки при танковой фотообработке должны располагаться вертикально с расстоянием между ними не менее 20 мм. Верхние края снимков должны быть ниже уровня растворов не менее чем на 30 мм. Должны быть обеспечены поддержание температуры растворов в пределах, рекомендуемых заводом-изготовителем пленки, и перемешивание проявителя в процессе фотообработки.

Примечание. Допускается вместо перемешивания проявителя проводить возвратно-поступательное перемещение снимков с частотой от 5 раз до 10 раз в 1 мин на величину от 10 мм до 20 мм.

5.6.10 При помещении пленки в проявитель рекомендуется встряхиванием удалять пузырьки воздуха, которые могут образовываться на ее поверхности.

5.6.11 При танковой фотообработке промывку снимков после проявления (промежуточную промывку) следует проводить от 0,5 мин до 1,0 мин в 2 - 3 %-ном водном растворе уксусной кислоты или в проточной воде, первую промывку после фиксирования от 1,0 мин до 2,0 мин в непроточной воде, которая вместе с отработанным

фиксажем подлежит сдаче для извлечения серебра, окончательную промывку от 20,0 мин до 30,0 мин в проточной воде.

5.6.12 Температура промывочной воды должна соответствовать рекомендациям завода-изготовителя пленки, расход воды при окончательной промывке - не менее 1 л в 1 мин.

5.6.13 Сушить радиографические снимки следует на воздухе при температуре от 18 °С до 25 °С или в сушильном шкафу с вентиляцией и подогревом воздуха до температуры не более 35 °С.

5.6.14 Перечень возможных дефектов снимков, вызванных нарушениями процессов фотообработки, приведен в приложении Д.

5.6.15 Результаты проверки пленки, приготовления фоторастворов, регистрируются в журналах, форма которых приведена в приложениях Е и Ж.

5.6.16 Реактивы для фотообработки должны иметь маркировку завода-изготовителя или этикетку, неповрежденную упаковку и неистекший срок годности.

5.6.17 Применение реактивов с истекшим сроком годности допускается только после проверки их химического состава на соответствие техническим условиям (стандартам) или проверки фоторастворов.

5.7 Расшифровка снимков

5.7.1 Расшифровывать снимки следует в специально предназначенном для этой цели затемненном помещении.

5.7.2 Для расшифровки следует использовать негатоскопы с плавно регулируемой яркостью и регулируемыми размерами освещенного поля, размеры освещенного поля должны регулироваться при помощи подвижных шторок или экранов-масок в таких пределах, чтобы освещенное поле полностью перекрывалось снимком. Диапазон яркости негатоскопа должен быть таким, чтобы возможно было проводить расшифровку радиографических снимков с оптической плотностью указанной в 5.7.5.

5.7.3 Для измерения оптической плотности снимков следует использовать денситометры или микрофотометры, обеспечивающие возможность измерения в проходящем свете оптической плотности от 0 до 4,0 с точностью не ниже 0,1.

5.7.4 При оптической плотности снимков не более 3,5 допускается проводить оценку соответствия их оптической плотности требованиям настоящей методики визуальным сравнением с набором мер оптической плотности. При этом допускается использовать наборы со значениями оптической плотности 1,0; 1,5; 3,5 (с допуском $\pm 5\%$ для каждого из перечисленных значений оптической плотности). Размеры ступеней с перечисленными значениями оптической плотности не должны быть менее 20 мм x 20 мм.

5.7.5 Снимки, допущенные к расшифровке, должны удовлетворять следующим требованиям:

- на изображении шва и контролируемой околошовной зоны не должно быть пятен, полос, загрязнений и повреждений эмульсионного слоя;
- на снимках должны быть видны четкие изображения ограничительных меток, маркировочных знаков, образцов-имитаторов и эталонов чувствительности (за исключением предусмотренных этим стандартом случаев, когда контроль проводится без установки ограничительных меток, или маркировочных знаков, или образцов-имитаторов, или эталонов чувствительности, или тех и других);

– оптическая плотность изображений контролируемых участков шва и околошовной зоны, а также эталонов чувствительности не должна быть менее 1,5 и более 3,5 (при контроле сварных соединений с переменным сечением допускается увеличение оптической плотности изображений участков сварного соединения с наименьшей толщиной до 4,0);

– уменьшение оптической плотности изображения шва и контролируемой околошовной 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;

– чувствительность контроля, определенная по изображению эталона чувствительности (минимальная глубина канавки канавочного эталона или минимальный диаметр проволоки проволочного эталона, видимых на снимке), должна удовлетворять требованиям НД по оценке качества.

5.7.6 Допускается расшифровка снимков, не имеющих изображения эталона чувствительности, в случаях, предусмотренных 5.3.15.

5.7.7 Качество сварных швов переменного сечения по дублирующим снимкам, выполненным на пленках с различной чувствительностью, оценивается по отдельным участкам изображений таких швов на этих снимках при условии, что оптическая плотность этих участков удовлетворяет требованиям 5.7.5.

5.7.8 Для измерения размеров трещин, непроваров, пор и включений (за их размеры принимаются размеры их изображений на снимках) при расшифровке снимков следует использовать:

- измерительные линейки с ценой деления 1,0 мм;
- измерительные лупы с десятикратным увеличением и ценой деления 0,1 мм;
- прозрачные измерительные трафареты и шаблоны.

5.7.9 Измеренные при расшифровке снимков размеры следует округлять до ближайших значений из ряда 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,8; 1,0; 1,2; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 3,5 и 4,0 мм или ближайших целых значений в миллиметрах для измеренных размеров более 4,0 мм.

5.7.10 При контроле сварных соединений разнородных материалов, сварных соединений, выполненных на подкладном кольце (планке, «усе» и т.п.), а также сварных соединений, выполненных аустенитными сварочными материалами, на снимках могут выявляться темные полосы, которые по своему характеру не могут быть однозначно интерпретированы как изображения непровара. При расшифровке таких снимков следует руководствоваться методическими указаниями, приведенными в приложении И.

5.8 Оформление результатов контроля

5.8.1. Результаты контроля должны заноситься в «Журнал учета результатов радиографического контроля сварных соединений и наплавки» (далее Журнал).

Фиксации подлежат:

- наименование (шифр) объекта контроля (деталей, сборочных единиц и изделия); номер наплавки или сварного соединения; номер чертежа (схемы); номер техпроцесса;
- номер технологической карты контроля;
- клеймо контролера;
- категория сварного соединения или наплавки;
- типоразмер свариваемых деталей;
- номер снимка (шифр) св. соединения;
- размеры снимка;
- тип пленки;
- источник излучения;
- толщина контролируемого слоя, по которой оценивается качество сварного соединения или наплавки;
- фактическая чувствительность контроля;
- выявленные при контроле несплошности и их размеры;
- соответствие сварного соединения или наплавки требованиям НД;
- дата расшифровки снимков, номер регистрации и подпись контролера (расшифровщика), номер и дата выдачи заключения.

Журнал должен соответствовать требованиям СОУ НАЕК 078.

5.8.2. На основании записей в журнале результатов контроля составляется заключение (протокол). Форма заключения и объем обязательных сведений по результатам контроля приведены в СОУ НАЕК 078.

В журнал и в заключение (протокол) могут также вноситься другие дополнительные сведения.

5.8.3. При заполнении журнала и составлении заключения (протокола) подлежат фиксации несплошности и их размеры, предусмотренные НД по оценке качества, при этом должны использоваться условные обозначения по ГОСТ 7512. При отсутствии изображений несплошностей на снимке допускается вместо слов «дефектов не обнаружено» использовать сокращенное обозначение «ДНО».

5.9 Хранение радиографической пленки. Хранение и уничтожение радиографических снимков и фиксирующего раствора

5.9.1. Хранение радиографической пленки должно осуществляться в соответствии с требованиями заводов-изготовителей пленки. В случае отсутствия таких требований следует руководствоваться требованиями этого подраздела.

Неэкспонированная пленка должна храниться на стеллажах в вертикальном положении (на ребро), находиться на расстоянии не менее 1 м от отопительных приборов, не менее 0,2 м от пола и должна быть защищена от воздействия прямых солнечных лучей.

5.9.2. Обработанные снимки должны размещаться в сухом, вентилируемом помещении при температуре от 14 °С до 22 °С и относительной влажности воздуха от 50% до 70%.

Высота пачек снимков при их хранении в горизонтальном положении не должна превышать 200 мм. Снимки должны храниться в специальных шкафах или на стеллажах в строгом порядке и в соответствии с записями в специальном журнале.

5.9.3. В помещении для хранения пленки не допускается наличие радиоактивных источников, а также вредных для пленки газов: сероводорода, аммиака, ацетилена, оксида углерода, паров ртути и т.п.

5.9.4. Не допускается хранение радиографических снимков и пленки (кроме пленки в вакуумной упаковке) совместно с химикатами, используемыми для фотообработки.

5.9.5. Уничтожение радиографических снимков после окончания срока хранения (срок хранения радиографических снимков - 5 лет), а также бракованных пленок и собранного фиксирующего раствора проводится в установленном порядке.

5.10 Метрологическое обеспечение

5.10.1. Канавочные эталоны чувствительности и образцы-имитаторы вогнутости и выпуклости корня шва должны быть аттестованы метрологической службой предприятия-изготовителя и подвергаться поверке/калибровке не реже одного раза в пять лет.

5.10.2. Проволочные эталоны чувствительности поверке/калибровке в процессе их использования не подлежат. Эти эталоны должны изыматься из обращения при любом повреждении защитного пластикового чехла или в случае обнаружения при визуальном осмотре следов коррозии на проволоках эталона.

5.10.3. Денситометры и/или микрофотометры, используемые для измерения оптической плотности снимков, должны иметь паспорт, в котором должны быть указаны пределы и точность измерения оптической плотности.

Денситометры и/или микрофотометры должны подвергаться поверке/калибровке не реже одного раза в два года с указанием в паспорте даты и результатов поверки/калибровки, а также предприятия, проводившего поверку/калибровку.

5.10.4. Негатоскопы, используемые при расшифровке снимков, должны иметь паспорт, в котором должна быть указана максимальная яркость освещенного поля негатоскопа.

Негатоскопы поверке/калибровке не подлежат.

5.10.5. Стандартные средства измерения линейных размеров, используемые при расшифровке снимков (линейки, измерительные лупы и др.), подлежат поверке/калибровке в соответствии с ДСТУ 2708.

5.10.6. Нестандартные средства измерения линейных размеров, используемые при расшифровке снимков, должны иметь идентификационные номера и свидетельства, в которых должны быть указаны пределы измеряемых размеров и погрешность их измерения. Эти средства подлежат поверке/калибровке не реже одного раза в год с указанием в свидетельстве даты поверки/калибровки и предприятия, проводившего поверку/калибровку.

5.10.7. Наборы оптических плотностей, используемые для оценки оптической плотности снимков, должны иметь идентификационные номера и свидетельства о поверке/калибровке, в которых должна быть указана оптическая плотность образцов. Наборы подлежат поверке/калибровке не реже одного раза в два года.

5.11 Радиографический контроль в условиях радиационного фона

5.11.1. Наличие радиационного фона при радиографическом контроле сварных соединений создает дополнительную фотографическую вуаль на радиографическом снимке, которая снижает контрастность изображения дефектов и ухудшает их выявляемость.

5.11.2. При радиографическом контроле в условиях радиационного фона следует использовать защитные кассеты, открытые с одной стороны потоку излучения от рабочего источника, позволяющие частично нейтрализовать влияние радиационного фона на радиографическую пленку.

5.11.3. Источник излучения для контроля сварных соединений в условиях радиационного фона следует выбирать по табл. 5.4 с учетом мощности экспозиционной дозы радиационного фона.

5.11.4. Отношение мощности экспозиционной дозы радиационного фона и рабочего источника излучения за поглотителем не должно превышать единицы.

5.11.5. Оптическую плотность вуали радиографического снимка по известному значению экспозиционной дозы излучения следует определять, пользуясь рис. 5.6.

5.11.6. Оптическая плотность радиографического снимка, полученного в условиях радиационного фона, не должна быть менее 2,0.

5.11.7. Радиографические снимки, полученные в условиях радиационного фона, должны рассматриваться на негатоскопе повышенной яркости с регулируемой яркостью матового экрана в пределах от 10^4 кд/м² до 10^6 кд/м².

5.11.8. Ухудшение чувствительности радиографического снимка, полученного в условиях радиационного фона, не должно быть более значения, указанного в табл. 5.8.

5.11.9. Для радиографического контроля в условиях радиационного фона не допускается использовать радиографическую пленку с начальной вуалью свыше 0,2 ед. оптической плотности.

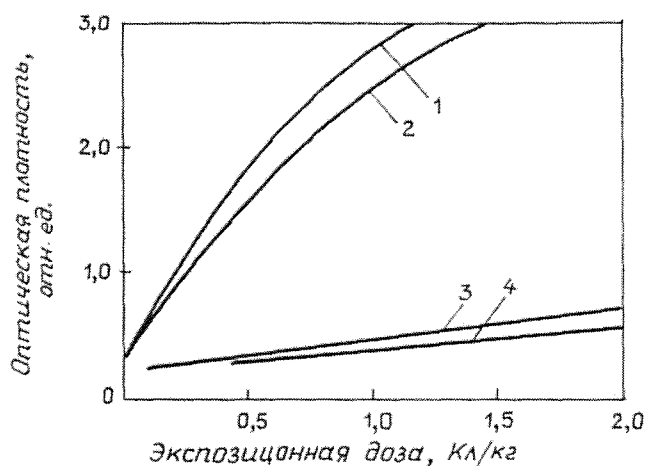


Рис. 5.6 - Зависимость оптической плотности радиографических пленок от экспозиционной дозы: 1 - радиографическая пленка РТ-1, D7 с экраном; 2 - радиографическая пленка РТ-1, D7; 3 - радиографическая пленка РТ-5, D5 с экраном; 4 - радиографическая пленка РТ-5, D5

5.11.10. Пример расчета по фону:

Оценить чувствительность радиографического контроля при радиационном фоне при следующих условиях:

Просвечиваемая толщина стали 6 мм
 Источник излучения Иридий-192
 Активность радионуклида 333,0 ГБк
 (5 г-экв. радия)
 Мощность экспозиционной дозы радиационного фона $2,58 \times 10^{-7}$ А/кг
 (1000 мкР/с)
 Фокусное расстояние 300 мм
 Тип радиографической пленки РТ-1, D7
 Свинцовые экраны толщиной 0,09 мм

В обычных условиях (без радиационного фона) при просвечивании стали толщиной 6 мм указанным источником с фокусного расстояния 300 мм время экспозиции составляет около 1 мин. Пользуясь рис. 5.6, находим значение вуали радиографического снимка - около 0,6 ед. оптической плотности. При такой вуали коэффициент ухудшения чувствительности снимка равен 1,25. Если абсолютная чувствительность снимка по канавочному эталону ГОСТ 7512 в обычных условиях составила 0,3 мм, то в условиях радиационного фона с мощностью экспозиционной дозы $2,58 \times 10^{-7}$ А/кг (1000 мкР/с) она будет равна от 0,38 мм до 0,40 мм.

Таблица 5.8 – Значения чувствительности радиографического снимка, полученного в условиях радиационного фона

Вуаль снимка, ед. оптической плотности	Экспозиционная доза излучения радиационного фона, Кл/кг (Р)		Коэффициент уменьшения чувствительности радиографического снимка
	для пленки РТ-1, D7	для пленки РТ-5, D5	
1	2	3	4
До 0,5 включительно	$5,16 \times 10^{-5}$ (до 0,20)	$4,13 \times 10^{-4}$ (до 1,60)	1,00
Свыше 0,5 до 1,0 включительно	$5,16 \times 10^{-5}$ - $1,16 \times 10^{-4}$ (0,20 - 0,45)	$4,13 \times 10^{-4}$ - $9,68 \times 10^{-4}$ (1,60 - 3,75)	1,25
Свыше 1,0 до 1,5 включительно	$1,16 \times 10^{-4}$ - $21,55 \times 10^{-4}$ (0,45 - 0,60)	$9,68 \times 10^{-4}$ - $1,60 \times 10^{-3}$ (3,75 - 6,20)	1,50
Свыше 1,5 до 2,0 включительно	$1,55 \times 10^{-4}$ - $2,06 \times 10^{-4}$ (0,60 - 0,80)	$1,60 \times 10^{-3}$ - $2,18 \times 10^{-3}$ (6,20 - 8,50)	2,00

6 КВАЛИФИКАЦИЯ ПЕРСОНАЛА

6.1. К работам по радиографическому контролю сварных соединений и наплавов допускаются контролеры (специалисты, дефектоскописты, лаборанты и т.д.), прошедшие проверку знаний правил охраны труда (ПОТ), правил пожарной безопасности (ППБ), правил радиационной безопасности (ПРБ), правил технической эксплуатации (ПТЭ), ПН АЭ, этого стандарта и другой нормативной документации в объеме должностных инструкций и квалификационных характеристик (рабочих инструкций), теоретическую и практическую подготовку по радиографическому контролю и аттестованные в соответствии с требованиями правил и норм в атомной энергетике.

К работам по радиографическому контролю допускаются лица не моложе 18 лет, имеющие среднее, средне-специальное или высшее образование и получившие положительное заключение по результатам медицинского обследования.

6.2. Контролеры структурных подразделений ГП «НАЭК «Энергоатом» и сторонних организаций имеют право проводить контроль сварных соединений и наплавов оборудования и трубопроводов АЭС при условии наличия у них удостоверений установленной формы на право проведения радиографического контроля. При этом комиссия по аттестации контролеров обособленного подразделения (ОП) должна провести дополнительную проверку практических навыков для контролеров, которых привлекает из сторонних организаций.

6.3. Квалификация контролеров, аттестованных с правом выдачи заключений по радиографическому контролю сварных соединений и наплавов, должна быть не ниже 5 разряда.

7 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

7.1 Основными видами опасности для персонала при радиографическом контроле являются воздействие на организм проникающего излучения и вредных газов, образующихся в воздухе под воздействием излучения, и поражение электрическим током.

7.2 Радиографический контроль и перезарядка радиоактивных источников должны проводиться только с использованием специально предназначенной для этих целей и находящейся в исправном состоянии аппаратуры.

7.3 Электрооборудование действующих стационарных и переносных установок для радиографического контроля должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.007.0 и «Правил устройства электроустановок».

7.4 При эксплуатации подключенных к промышленной электросети стационарных и переносных установок для радиографического контроля должна быть обеспечена безопасность работ в соответствии с требованиями НПА ОП 40.1-1.21-98 и «Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів».

7.5 При проведении радиографического контроля, получении, хранении рентгеновских аппаратов и гамма-дефектоскопов и перезарядке радиоактивных источников гамма-излучения должна быть обеспечена безопасность работ в соответствии с требованиями ДСП 6.177-2005-09-02, НРБУ-97, № 1171-74, № 2191-80 и № 1858-78.

7.6 При транспортировке радиоактивных источников гамма-излучения должны соблюдаться требования НП 306.6.124-2006.

7.7 ОП Компании и сторонние организации, выполняющие радиографический контроль, разрабатывают в соответствии с требованиями этого раздела инструкции по охране труда при проведении радиографического контроля, получении, хранении и перезарядке радиоактивных источников, ликвидации возможных аварийных ситуаций, учитывающие местные условия производства, и доводят их в установленном порядке до персонала.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(справочное)

ОБРАЗЕЦ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЫ РАДИОГРАФИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ

Номер и шифр изделия _____

Номер сварного соединения _____

Категория сварного соединения и НД, по которому оценивается качество сварного соединения _____

Схема просвечивания, начало и направление разметки и нумерации участков, место установки эталона чувствительности	Основные параметры контроля
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Радиационная толщина и толщина, по которой должно оцениваться качество сварного соединения 2. Источник излучения 3. Тип и размеры радиографической пленки 4. Длина или число контролируемых участков 5. Тип и номер эталона чувствительности, его установка по отношению к источнику излучения 6. Требуемая чувствительность контроля

Разработчик карты _____

(Подпись, дата, фамилия)

Руководитель подразделения,
осуществляющего контроль _____

(Подпись, дата, фамилия)

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(обязательное)

КОНСТРУКЦИЯ ОБРАЗЦОВ-ИМИТАТОРОВ И МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ВОГНУТОСТИ И ВЫПУКЛОСТИ КОРНЯ ШВА ПРИ НЕДОСТУПНОСТИ ИХ ДЛЯ ВИЗУАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ

Б.1 Вогнутость и выпуклость корня шва при контроле сварных соединений трубопроводов наружным диаметром 30 мм и менее оценивается путем измерения на снимках размеров изображения их профиля на боковых (по отношению к направлению просвечивания) стенках трубопроводов.

Б.2 Вогнутость и выпуклость корня шва при контроле сварных соединений трубопроводов и других изделий наружным диаметром более 30 мм оценивается путем визуального (или с использованием денситометра) сравнения оптической плотности их изображения на снимке с оптической плотностью изображения канавки или выступа на стальном образце-имитаторе, приведенном на рис. Б.1.

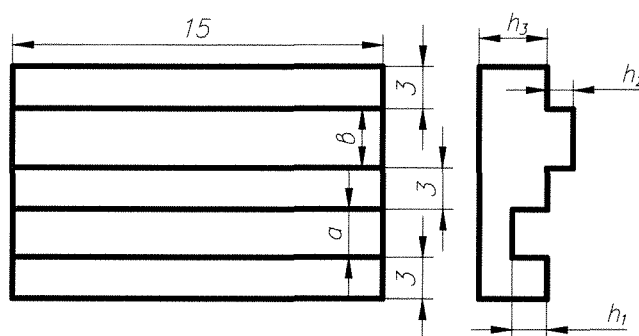


Рис. Б.1

Б.3 Глубина h_1 канавки и высота h_2 выступа образца-имитатора должны быть равны предельно допустимым значениям вогнутости и выпуклости корня шва. Ширина a канавки и ширина b выступа должны быть равны округленным до ближайшего большего целого значения (в миллиметрах), удвоенным предельно допустимым значениям вогнутости и выпуклости корня шва. Толщина h_3 образца-имитатора должна быть равна величине усиления контролируемого шва.

Допуски на все размеры образца-имитатора $\pm 10\%$.

Б.4 Допускается использование образцов-имитаторов с канавками и выступами полукруглой формы с радиусом, равным предельному значению вогнутости и выпуклости корня шва.

Б.5 Допускается использование отдельных образцов-имитаторов вогнутости и выпуклости корня шва (образца-имитатора вогнутости и образца-имитатора выпуклости корня шва).

Б.6 Допускается использование образцов-имитаторов с толщиной h_3 меньшей, чем усиление шва. В этом случае образец-имитатор должен устанавливаться на прокладку, компенсирующую разность между толщиной образца-имитатора и величиной усиления шва.

Б.7 Образец-имитатор должен устанавливаться на контролируемом сварном соединении со стороны источника излучения на расстоянии не менее 5 мм от шва. В

случае невозможности установки образца-имитатора со стороны источника излучения допускается устанавливать его со стороны радиографической пленки.

Б.8 Оптическая плотность изображения образца-имитатора на снимке должна быть равна оптической плотности изображения шва.

Б.9 Для повышения точности оценки вогнутости и выпуклости корня шва, а также при невозможности выполнения требования Б.8 рекомендуется проводить первичный контроль сварного соединения без установки образца-имитатора.

В случае выявления при первичном контроле вогнутости или выпуклости корня шва и необходимости оценки их величины проводится повторный контроль участков, на снимке которых выявлены изображения вогнутости или выпуклости шва. Образец-имитатор при повторном контроле должен устанавливаться непосредственно на шов с направлением канавки (выступа) поперек шва.

Б.10 Вогнутость или выпуклость корня шва не превышает предельно допустимого значения, если оптическая плотность изображения вогнутости на снимке меньше, а выпуклости - больше оптической плотности изображений имитирующих их канавки или выступа на образце-имитаторе.

Примечание. При установке образца-имитатора непосредственно на шов сравниваются оптические плотности участков изображений вогнутости (выпуклости) и канавки (выступа) образца-имитатора, расположенных в непосредственной близости от места пересечения этих изображений.

ПРИЛОЖЕНИЕ В

(справочное)

ВЫБОР РАССТОЯНИЯ ОТ ИСТОЧНИКА ИЗЛУЧЕНИЯ ДО КОНТРОЛИРУЕМОГО СВАРНОГО СОЕДИНЕНИЯ И ДЛИНЫ ИЛИ ЧИСЛА КОНТРОЛИРУЕМЫХ УЧАСТКОВ

В.1 Для схем контроля, приведенных на рис. 5.2, расстояние f от источника излучения до контролируемого сварного соединения и длина L контролируемого за одну экспозицию участка должны удовлетворять соотношениям: $f \geq ch$; $L \leq 0,8f$, где $c = 2\Phi/K$ при $\Phi/K \geq 2$ и $c = 4$ при $\Phi/K < 2$; h - радиационная толщина контролируемого участка, мм; Φ - максимальный размер фокусного пятна источника излучения, мм; K - требуемая чувствительность контроля, мм.

В.2 Для схем рис. 5.3, (а, г, д) при контроле с расположением радиографической пленки по диаметру контролируемого сварного соединения (длина пленки равна внутреннему диаметру сварного соединения) расстояние f от источника излучения до контролируемого участка сварного соединения не должно быть меньше значений, определенных по формулам, приведенным в табл. В.1.

Примечание. Если определенные по приведенным в табл. В.1 формулам минимальные значения расстояния f отрицательны, минимальное значение f принимается равным нулю, т.е. источник может устанавливаться непосредственно на поверхности контролируемого изделия.

Таблица В.1

Схема просвечивания	Расстояние f , мм, не менее
Рис. 5.3, а	$0,7c(D-d)$
Рис. 5.3, б	$0,5cD$
Рис. 5.3, г	$0,5[1,5c(D-d)-D]$;
Рис. 5.3, д	$0,5[c(1,4D-d)-D]$
Примечание. D и d - наружный и внутренний диаметры контролируемого сварного соединения, мм.	

В.3 После выбора расстояния f определяется отношение f/D и в зависимости от значения этого отношения по табл. В.2 - В.4 находят число участков N , на которое должно быть размечено сварное соединение (число экспозиций, необходимое для сплошного контроля).

Примечание. Допускается определять по табл. В.2 – В.3 значение f в зависимости от выбранного по этим таблицам числа участков при условии, что это значение будет удовлетворять требованиям табл. В.1.

Таблица В.2

d/D , более	Число участков при контроле по схеме рис. 5.3, а					
	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

Окончание таблицы В.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

Таблица В.3

d/D, более	Число участков при контроле по схеме рис. 5.3, б						
	4	5	6	7	8	9	10
	f/D, не менее						
0,40	-	-	-	-	10,4	3,2	2,0
0,45	-	-	-	18,2	3,3	2,0	-
0,50	-	-	-	3,8	2,2	2,0	-
0,55	-	-	6,9	2,8	2,0	-	-
0,60	-	-	4,0	2,0	-	-	-
0,65	-	-	2,5	2,0	-	-	-
0,70	-	9,8	2,0	-	-	-	-
0,75	-	4,3	2,0	-	-	-	-
0,80	-	3,0	2,0	-	-	-	-
0,85	-	2,3	2,0	-	-	-	-
0,90	-	2,0	-	-	-	-	-
0,95	18,3	2,0	-	-	-	-	-

Таблица В.4

d/D, более	Число участков при контроле по схемам рис. 5.3, г, д				
	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	-	-	-

В.4 Для схемы рис. 5.3, (в) расстояние f и число участков (экспозиций) должны удовлетворять соотношениям $f \geq cD; N \geq 2$.

В.5 Для схемы рис. 5.3, (б) при длине радиографической пленки менее внутреннего диаметра сварного соединения, а также для схем рис. 5.3, (ж, з) расстояние f и число N участков (экспозиций) определяются опытным путем с учетом требований методики.

В.6 Угол между направлениями излучения для отдельных экспозиций при контроле по схемам рис. 5.3, (а, б, г, д, ж, з) должен составлять $360^{\circ}/N \pm 3^{\circ}$.

В.7 Угол между направлениями излучения для отдельных экспозиций при контроле по схеме рис. 5.3, (в) должен составлять $180^{\circ}/N \pm 3^{\circ}$.

В.8 Для схемы рис. 5.4, (д) расстояние f и длина радиографической пленки выбираются так же, как для схемы рис. 5.3, (в), контроль сварного соединения по схеме рис. 5.4, (д) проводится за одну экспозицию.

В.9 Для схемы рис. 5.4, (а) расстояние f и число участков выбираются так же, как для схемы рис. 5.3, (а).

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

(справочное)

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВРЕМЕНИ ЭКСПОЗИЦИИ ПРИ РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКОМ
КОНТРОЛЕ И ГАММАГРАФИЧЕСКОМ КОНТРОЛЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ИСТОЧНИКОВ ИРИДИЙ-192 И КОБАЛЬТ-60**

Г.1 Для определения времени экспозиции при рентгенографическом контроле и гаммаграфическом контроле с использованием источников иридий-192 и кобальт-60 при помощи стального ступенчатого или клинообразного образца опытным путем определяется время t_0 , необходимое для получения заданной оптической плотности снимка при просвечивании участка образца с произвольной радиационной толщиной h_0 (при рентгенографическом контроле - при заданном напряжении на рентгеновской трубке).

Г.2 После определения t_0 (это время должно определяться для каждого конкретного типа рентгеновского аппарата и типа радиографической пленки отдельно) время экспозиции, необходимое для получения заданной оптической плотности снимков при просвечивании сварного соединения, определяется по формулам:

при рентгеновском контроле:

$$t = t_0 \frac{I_0}{I} \left(\frac{F}{F_0} \right)^2 \exp[\mu(h - h_0)] \quad (\text{Г.1})$$

при гаммаграфическом контроле:

$$t = t_0 \frac{Q_0}{Q} \left(\frac{F}{F_0} \right)^2 \exp[\mu(h - h_0)] \quad (\text{Г.2})$$

где, h_0 и h – радиационные толщины при определении t_0 и просвечивании сварного соединения, см; Q_0 , Q , I_0 и I - активность источника и ток рентгеновской трубки при определении t_0 и просвечивании сварного соединения; F_0 и F -расстояние от источника излучения до радиографической пленки при определении t_0 и просвечивании сварного соединения; μ - линейный коэффициент ослабления широкого пучка излучения.

Г.3 Коэффициент μ для рентгеновских аппаратов находится для каждого конкретного типа аппарата и напряжения на рентгеновской трубке опытным путем по следующей методике: для заданного напряжения на рентгеновской трубке определяются экспозиции \mathcal{E}_1 и \mathcal{E}_2 (мА/мин), необходимые для получения заданной оптической плотности снимков при просвечивании стали с произвольно выбранными радиационными толщинами h_1 и h_2 ; определяется величина μ по формуле:

$$\mu = \frac{\ln \mathcal{E}_2 / \mathcal{E}_1}{h_2 - h_1} \quad (\text{Г.3})$$

Г.4 Значения μ для кабельных рентгеновских аппаратов типа РАП-150/300 приведены в табл. Г.1.

Г.5 Значения μ для источников иридий-192 и кобальт-60 приведены в табл. Г.2.

Г.6 Допускается возможность применения для расчета времени экспозиции других технических средств в зависимости от радиационной толщины, активности источника, типа пленки и фокусного расстояния.

Таблица Г.1

Напряжение на рентгеновской трубке, кВ	$\mu, \text{см}^{-1}$	Напряжение на рентгеновской трубке, кВ	$\mu, \text{см}^{-1}$
1	2	3	4
100	3,30	260	1,21
120	2,70	280	1,12
140	2,30	300	1,04
160	2,00	320	0,97
180	1,77	340	0,91
200	1,58	360	0,86
220	1,44	380	0,82
240	1,32	400	0,79

Таблица Г.2

Источник излучения	$\mu, \text{см}^{-1}$
1	2
Иридий-192	0,50
Кобальт-60	0,31

ПРИЛОЖЕНИЕ Д
(справочное)

ДЕФЕКТЫ ФОТООБРАБОТКИ РАДИОГРАФИЧЕСКИХ СНИМКОВ

Вид дефекта снимка	Возможные причины
1	2
Дефекты проявления	
Темные или светлые пятна	Недостаточное перемешивание раствора при проявлении
Вуаль	Подсветка радиографической пленки. Наличие солей меди, олова или солей других элементов в проявителе Воздействие теплого воздуха при частом вынимании снимка из раствора в процессе проявления
Желтая или дихроичная вуаль	Истощенный раствор проявителя Слишком длительное проявление Слишком высокая температура проявителя Загрязнение проявителя фиксажем
Дефекты фиксирования	
Серо-коричневые пятна или полосы	Недостаточное фиксирование Воздействие света при фиксировании
Желтая или дихроичная вуаль	Истощенный раствор фиксажа
Белые точки и пятна	Недостаточное перемешивание раствора при фиксировании

ПРИЛОЖЕНИЕ Е
(обязательное)

ЖУРНАЛ ПРОВЕРКИ РАДИОГРАФИЧЕСКОЙ ПЛЕНКИ

Дата проверки	Тип и дата выпуска пленки	Срок годности пленки	Номер партии	Результаты проверки	Фамилия и подпись лица, проводившего проверку
1	2	3	4	5	6

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж
(обязательное)

ЖУРНАЛ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ФОТОРАСТВОРОВ

Наименование раствора	Дата приготовления раствора, его объем, л	Фамилия и подпись лица, приготовившего раствор
1	2	3

ПРИЛОЖЕНИЕ И
(обязательное)

**РАСШИФРОВКА СНИМКОВ С ТЕМНЫМИ ПОЛОСАМИ, КОТОРЫЕ ПО
СВОЕМУ ХАРАКТЕРУ НЕ МОГУТ БЫТЬ ИНТЕРПРЕТИРОВАНЫ КАК
ИЗОБРАЖЕНИЯ НЕПРОВАРОВ**

И.1 При выявлении на снимке сварного соединения элементов из разнородных материалов, сварного соединения, выполненного на подкладной планке (кольце, «усе» и т.п.), или сварного соединения, выполненного аустенитным сварочным материалом, темной полосы, которая по своему характеру не может быть однозначно интерпретирована как изображение непровара, проводится металлографическое исследование этого сварного соединения на участке, на снимке которого выявлена темная полоса (поперечный шлиф или послойная вышлифовка через 0,5 мм с травлением и цветной дефектоскопией каждого слоя).

И.2 Если в результате металлографического исследования не выявлено внутренних дефектов, которые могли бы быть причиной появления полосы на снимке, оформляется согласованное с экспертной организацией техническое решение, в соответствии с которым аналогичные темные полосы на снимках, перечисленных в решении однотипных сварных соединений не считаются браковочным признаком при оценке качества этих швов по результатам контроля, а снимок участка, подвергнутого металлографическому исследованию, используется в качестве снимка-образца при расшифровке других снимков этих швов.

И.3 В этих случаях в журнале результатов контроля и заключении должна быть сделана ссылка на техническое решение (с указанием его номера и даты). Это решение, результаты металлографического исследования (акт или протокол, фотография шлифа и т.п.) и эталонный снимок должны храниться как приложение к журналу результатов контроля в течение срока, установленного для этого журнала.

ПРИЛОЖЕНИЕ К
(справочное)

БИБЛИОГРАФИЯ

1. ASME E 1316-02a (Нормы и правила по котлам и сосудам под давлением ASME 2007, секция V, раздел V, статья 30, спецификация SE-1316. Радиография рентгеновскими и гамма-лучами).
2. Радиографический контроль сварных соединений. Справочное пособие. В.М. Зуев, Р.Л. Табакман, Ю.И. Удралов. Санкт-Петербург. 2001г.
3. Неразрушающий контроль металлов и изделий. Справочник. Под ред. Г. С. Самойловича. Москва. Машиностроение, 1976г.
4. ПНАЭ Г-7-017-89 «Унифицированная методика контроля основных материалов (полуфабрикатов), сварных соединений и наплавки оборудования и трубопроводов АЭУ. Радиографический контроль».
5. ОСТ 108.004.110-87 Соединения сварные оборудования атомных электростанций. Радиографический контроль
6. Письмо Госатомнадзора Украины от 14.08.95г № 07/2-09/612.

Код КНДК: 2.20.35

Ключевые слова: Заключение, методика, наплавка, оборудование, радиографический контроль, ремонт, сварные соединения
