

РУКОВОДСТВА ПО БЕЗОПАСНОСТИ
УНИФИЦИРОВАННЫЕ МЕТОДИКИ КОНТРОЛЯ ОСНОВНЫХ МАТЕРИАЛОВ
(ПОЛУФАБРИКАТОВ), СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ И НАПЛАВКИ ОБОРУДОВАНИЯ И
ТРУБОПРОВОДОВ АЭУ
РАДИОГРАФИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ
ПНАЭ Г-7-017-89

Введены в действие с 1 июля 1990 г.

Настоящая методика распространяется на сварные соединения и наплавку оборудования и трубопроводов АЭУ, контролируемых в соответствии с требованиями документа «Оборудование и трубопроводы атомных энергетических установок. Сварные соединения и наплавки. Правила контроля». ПНАЭ Г-7-010-89.

Методика 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. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Радиографический контроль 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 внешнего осмотра подрезов, прожогов и т.п.

1.2. При радиографическом контроле могут также оцениваться недоступные для внешнего осмотра вогнутости и выпуклости корня шва.

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. 1, и (или) плоскость их раскрытия не совпадает с направлением просвечивания.

Таблица 1

Радиационная толщина, мм	Раскрытие (ширина) непровара или трещины, мм
До 40	0,1
Свыше 40 до 100 включительно	0,2
Свыше 100 до 150 включительно	0,3
Свыше 160 до 200 включительно	0,4
Свыше 200	0,6

Примечание. В соответствии с ГОСТ 24034-80 под радиационной толщиной здесь и далее следует понимать суммарную длину участков оси рабочего пучка направленного первичного излучения в материале контролируемого объекта.

1.4. Объем контроля и нормы оценки качества наплавки и сварных соединений по результатам контроля устанавливаются документом «Оборудование и трубопроводы атомных энергетических установок. Сварные соединения и наплавки. Правила контроля». ПНАЭ Г-7-010-89 (далее именуемым ПНАЭ Г-7-010-89).

1.5. При проектировании узлов и конструкций АЭУ и назначении контроля необходимо учитывать, что:

- контроль может быть осуществлен только при наличии двухстороннего доступа к контролируемой наплавке или сварному соединению, обеспечивающего возможность установки кассеты с пленкой и источника излучения в соответствии с требованиями настоящей методики;
- 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.

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 правила контроля, по которым должна проводиться приемка наплавки или сварного соединения, толщина, по которой должно оцениваться качество наплавки или сварного соединения в соответствии с ПНАЭ Г-7-010-89 и т.п.);
- 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;
- толщину усиливающих экранов;
- количество и размеры контролируемых участков;
- начало и направление разметки участков.

В карту могут также включаться другие дополнительные сведения, например радиационная толщина контролируемой наплавки или сварного соединения, маркировка участков (снимков) и т.п. 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, разработанные головной материаловедческой организацией.

Образец технологической карты радиографического контроля приведен в рекомендуемом приложении 1.

2. АТТЕСТАЦИЯ КОНТРОЛЕРОВ

2.1. К проведению радиографического контроля сварных соединений и наплавки оборудования и трубопроводов АЭУ допускаются контролеры, аттестованные в соответствии с требованиями документа ПНАЭ Г-7-010-89.

3. МАТЕРИАЛЫ И ПРИНАДЛЕЖНОСТИ ДЛЯ РАДИОГРАФИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ

3.1. 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).

3.2. При радиографическом контроле должны использоваться радиографические пленки РТ-1, РТ-4М, РТ-4Ш, РТ-5 с неистекшим сроком годности.

Использование других пленок и пленок с истекшим сроком годности допускается только по согласованию с головной отраслевой материаловедческой организацией.

3.3. 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.

3.4. В качестве усиливающих экранов следует применять только металлические усиливающие экраны - свинцовые и свинцово-оловянистые фольги по ГОСТ 18394-73, ГОСТ 9559-75, ГОСТ 15843-79.

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

3.5. 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.

3.6. 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 до 3 мм по ГОСТ 9559-75.

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

3.8. 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 15843-79.

3.9. Для оценки чувствительности радиографического контроля следует применять проволоочные или канавочные эталоны чувствительности по ГОСТ 7512-82.

3.10. Для оценки вогнутости и выпуклости корня шва, недоступного для внешнего осмотра и измерения, следует применять стальные образцы - имитаторы вогнутости и выпуклости.

Конструкция образцов-имитаторов и методика их использования приведены в обязательном приложении 2.

4. ПОДГОТОВКА К КОНТРОЛЮ

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

4.2. 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.

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

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

4.5. 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. 1.

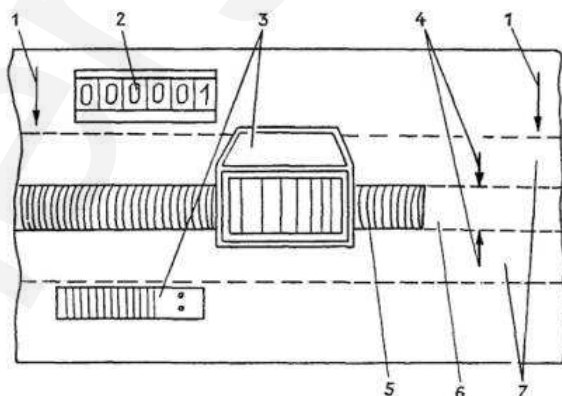


Рис. 1. Схема установки маркировочных знаков эталонов чувствительности и ограничительных меток:

1 - ограничительные метки; 2 - маркировочные знаки; 3 - эталон чувствительности (маркировка эталона чувствительности по ГОСТ 7512-82); 4 - стрелки, ограничивающие ширину шва со снятой выпуклостью; 5 - сварной шов; 6 - сварной шов со снятой выпуклостью; 7 - околошовная зона

4.6. 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 п. 6.15.

4.7. 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.

4.8. Маркировка должна обеспечивать возможность определения конструкции и участка сварного соединения, к которым относится радиографический снимок, а также возможность нахождения записи в журнале результатов контроля, относящейся к снимку, или снимка по записи в журнале.

4.9. Рекомендуются включать в маркировку номер журнала результатов радиографического контроля и порядковый (регистрационный) номер контролируемого участка (снимка) в журнале.

При контроле наиболее крупных объектов (изделий) рекомендуется вести по каждому объекту (изделию) отдельный журнал. В этом случае журналу может присваиваться номер (или шифр) контролируемого объекта (изделия).

4.10. 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 дефектоскописта, выполнявшего контроль.

4.11. 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 расшивкой изображения только прилегающего к пленке участка сварного соединения и при панорамном просвечивании допускается устанавливать эталоны чувствительности со стороны кассеты с пленкой.

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

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

для стыковых сварных соединений:

- с толщиной свариваемых кромок до 5 мм - не менее 5 мм;
- с толщиной свариваемых кромок от 5 до 20 мм - не менее толщины свариваемых кромок;
- с толщиной свариваемых кромок свыше 20 мм - не менее 20 мм;
- для угловых и тавровых сварных соединений - не менее 5 мм.

4.14. 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 расшивываемого 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.

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

4.16. При контроле сварных соединений трубопроводов 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. СХЕМЫ КОНТРОЛЯ

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

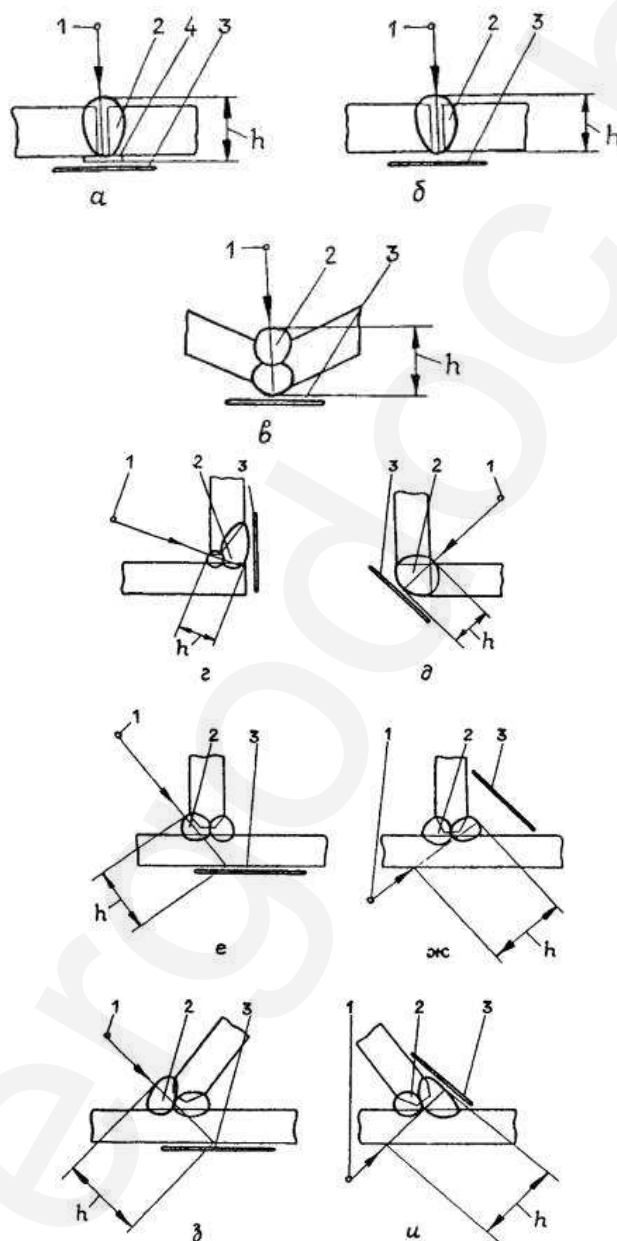


Рис. 2. Схемы контроля прямолинейных и близких к прямолинейным сварных соединений:
1 - источник излучения; 2 - контролируемый участок; 3 - кассета; 4 - подкладная планка;
 h - радиационная толщина

5.2. Стыковые кольцевые сварные соединения цилиндрических и сферических пустотелых изделий (трубопроводов, цистерн и т.п.) следует контролировать по схемам, приведенным на рис. 3.

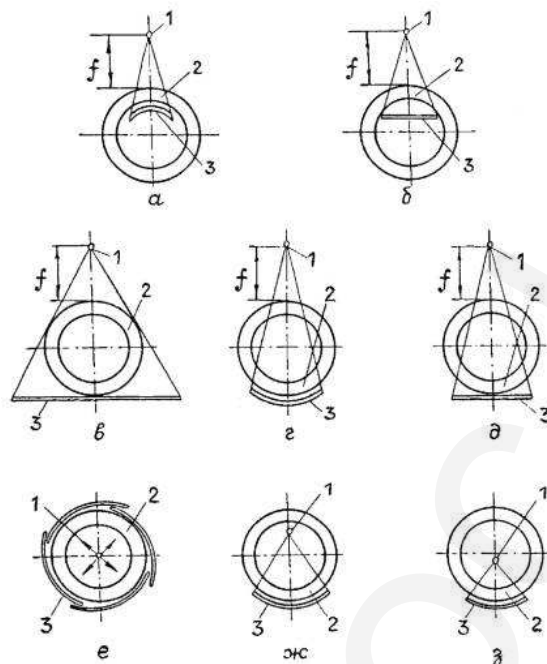


Рис. 3. Схемы контроля стыковых кольцевых сварных соединений цилиндрических и сферических пустотелых изделий:

1 - источник излучения; 2 - контролируемый участок; 3 - кассета; 4 - подкладная планка;
 f - расстояние от источника излучения до контролируемого соединения

5.3. При контроле сварных соединений цилиндрических и сферических пустотелых изделий следует, как правило, использовать схемы просвечивания через одну стенку изделия (см. рис. 3, а, б, в - з). При этом рекомендуется использовать схемы просвечивания с расположением источника излучения внутри контролируемого изделия (см. рис. 3, е - з).

5.4. Схема, показанная на рис. 3, е (панорамное просвечивание), рекомендуется для контроля изделий диаметром до 2 м независимо от объема контроля и для контроля изделий диаметром более 2 м при 100 %-ном контроле.

5.5. Схема, показанная на рис. 3, ж, рекомендуется при 100 %-ном и выборочном контроле изделий диаметром до 2 м, если использование схемы, изображенной на рис. 3, е, невозможно; схема, показанная на рис. 3, з, - при выборочном контроле изделий диаметром более 2 м.

5.6. При контроле через две стенки схема рис. 3, в рекомендуется для просвечивания изделий диаметром не более 100 мм, схема рис. 3, г, д - для просвечивания изделий диаметром более 50 мм.

5.7. При контроле стыковых сварных соединений по схемам рис. 3, а, б, в, ж, з угол между направлением просвечивания и плоскостью контролируемого сварного соединения должен быть минимальным и не превышать 15° .

5.8. При контроле стыковых сварных соединений по схемам рис. 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 п. 5.7.

5.9. Сварные соединения вварки штуцеров с внутренним диаметром 30 мм и более и сварные соединения вварки штуцеров с внутренним диаметром от 15 до 30 мм, контролируемые в стационарных условиях, следует контролировать по схемам, приведенным на рис. 4, а - г.

5.10. Сварные соединения вварки штуцеров с внутренним диаметром от 15 до 30 мм, контролируемые в монтажных условиях, следует контролировать по схеме, приведенной на рис. 4, д.

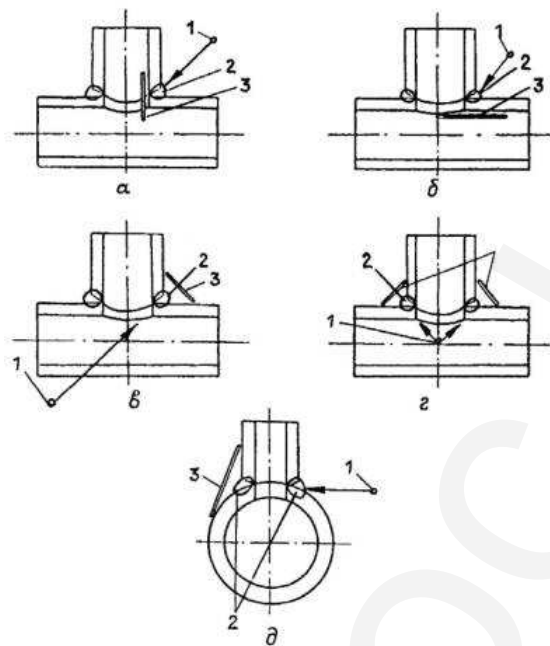


Рис. 4. Схемы контроля сварных соединений вварки штуцеров:
а - г - для стационарных условий; д - для монтажных условий; 1 - источник излучения;
2 - контролируемый участок; 3 - кассета; 4 - подкладная планка.

5.11. Сварные соединения вварки труб с внутренним диаметром 15 мм и более в трубные доски следует контролировать по схемам, приведенным рис. 5, а - д.

5.12. 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.

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

5.13. Наряду со схемами и направлениями просвечивания, приведенными на рис. 2 - 5, могут использоваться другие схемы и направления просвечивания, которые должны быть предусмотрены в технологических картах контроля.

5.14. 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° .

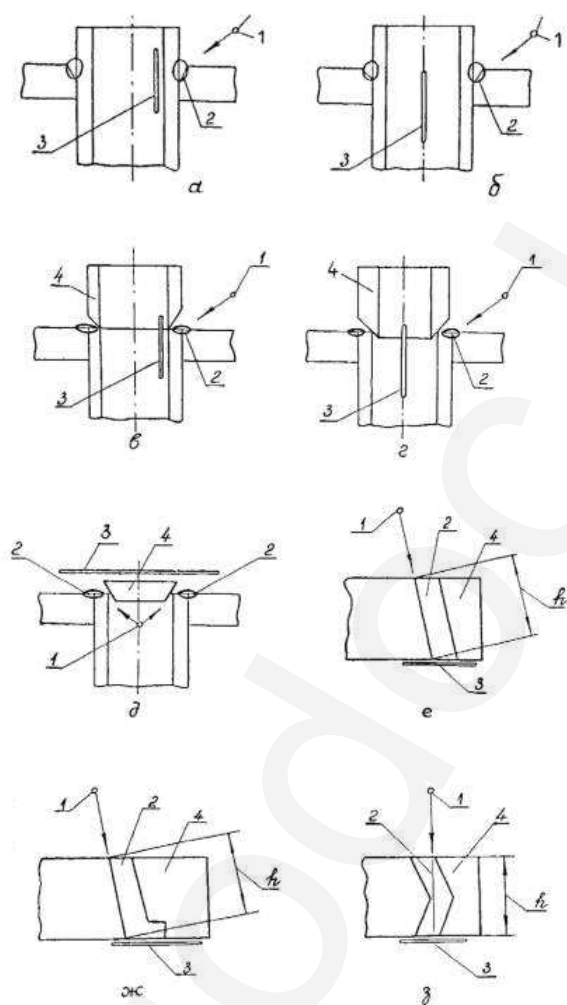


Рис. 5. Схемы контроля сварных соединений вварки труб в трубные доски:
1 - источник излучения; 2 - контролируемый участок; 3 - кассета; 4 - приставка-компенсатор;
остальные обозначения см. рис. 2

6. ПАРАМЕТРЫ И РЕЖИМЫ КОНТРОЛЯ

6.1. Источник излучения и тип радиографической пленки следует выбирать по табл. 2.

Таблица 2

Радиационная толщина, мм	Источник излучения	Радиографическая пленка
До 5 включительно	Рентгеновский аппарат, иттербий-169, тулий-170	РТ-4М, РТ-4Ш, РТ-5
Свыше 5 до 20 включительно	Рентгеновский аппарат, тулий-170, селен-75, иридий-192	РТ-4М, РТ-4Ш, РТ-5
Свыше 20 до 50 включительно	Рентгеновский аппарат Иридий-192	РТ-1 РТ-4М, РТ-4Ш, РТ-5
Свыше 50 до 100 включительно	Рентгеновский аппарат, иридий-192	РТ-1
	Ускоритель электронов, кобальт-60	РТ-4М, РТ-4Ш, РТ-5
	Ускоритель электронов	РТ-4М, РТ-4Ш, РТ-5

Свыше 100 до 200 включительно	Кобальт-60	РТ-1
Свыше 200	Ускоритель электронов	РТ-1

Примечания:

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

2. Допускается использовать радиографические пленки РТ-4М, РТ-4Ш, РТ-5 вместо пленки РТ-1.

3. Использование других источников излучения и радиографических пленок, а также приведенных в табл. 2 источников и пленок в других диапазонах радиационных толщин допускается по согласованию с отраслевой материаловедческой организацией.

6.2. Напряжение на трубке рентгеновского аппарата и энергию ускоренных электронов при использовании ускорителей следует выбирать в соответствии с требованиями ГОСТ 20426-82.

6.3. Толщину усиливающих экранов следует выбирать по табл. 3.

Таблица 3

Источник излучения	Толщина усиливающего экрана, мм
Рентгеновский аппарат с напряжением на трубке, кВ:	
до 100 включительно	Без экранов
свыше 100 до 300 включительно	0,02 - 0,09
свыше 300	0,09 - 0,16
Радионуклидные источники:	
Иттербий-169	Без экранов
Тулий-170	0,02 - 0,09
Селен-75	0,09 - 0,16
Иридий-192	0,09 - 0,20
Кобальт-60	0,20 - 0,50
Ускоритель электронов	0,50 - 1,00

Примечания:

1. При использовании медных, латунных и стальных усиливающих экранов приведенная в табл. 3 толщина может быть увеличена до двух раз.

2. Допускается использовать усиливающие экраны с другой толщиной, если эти экраны поставляются в одной упаковке с пленкой.

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. 3.

6.4. Толщину защитных экранов рекомендуется выбирать по табл. 4.

Таблица 4

Источник излучения	Толщина защитного экрана, мм, не менее
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

6.5. 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. 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 проволоочный эталон чувствительности) не должно превышать 1,0.

6.6. Рекомендации по выбору расстояния от источника излучения до контролируемого сварного соединения и длины или числа контролируемых за одну экспозицию участков приведены в рекомендуемом приложении 3.

6.7. 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.

6.8. При рентгенографическом и гамма-графическом контроле с использованием источников иридий-192 и кобальт-60 рекомендуется определять время экспозиции по методике, приведенной в рекомендуемом приложении 4, при применении других источников - опытным путем.

6.9. При контроле кольцевых сварных соединений по схеме, показанной на рис. 3, е (панорамное просвечивание), отношение внутреннего диаметра d к внешнему 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.

6.10. 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 п. 6.9 соотношение между внутренним и внешним диаметрами контролируемого сварного соединения может не соблюдаться.

6.11. 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.

6.12. Ширина снимков должна обеспечивать получение изображений сварного шва, эталонов чувствительности, маркировочных знаков и околошовной зоны шириной:

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

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

- для стыковых сварных соединений с толщиной свариваемых кромок свыше 20 мм - не менее 20 мм;

- для стыковых сварных соединений, выполненных электрошлаковой сваркой, - не менее 50 мм (независимо от толщины свариваемых кромок).

6.13. При выборе размеров снимков и контролируемых за одну экспозицию участков сварных соединений рекомендуется также руководствоваться типоразмерами радиографических пленок по ГОСТ 15843-79.

6.14. Толщину ограничительных меток и размеры маркировочных знаков рекомендуется выбирать по табл. 5 и 6.

6.15. Зарядка кассет должна проводиться по одной из схем, приведенных в табл. 7.

Таблица 5

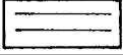
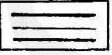
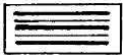
Радиационная толщина, мм	Толщина меток, мм
До 20 включительно	1,0
Свыше 20 до 50 включительно	1,5
Свыше 50 до 80 включительно	3,5
Свыше 80	5,0

6.16. Для уменьшения воздействия на радиографическую пленку рассеянного излучения рекомендуется принимать меры для уменьшения размеров облучаемого поля за счет использования свинцовых 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 6

Радиационная толщина, мм	Размеры знаков, мм		
	Высота	Ширина	Толщина
До 20 включительно	5	3	1,0
Свыше 20 до 50 включительно	8	5	1,5
Свыше 50 до 80 включительно	12	8	3,5
Свыше 80	18	12	5,0

Таблица 7

Способ зарядки	Число пленок в кассете	
	одна	две
Без экранов		
С усиливающими металлическими экранами		
Условные обозначения: ——— - радиографическая пленка; ——— - усиливающий металлический экран.		

Примечания:

1. При зарядке кассеты двумя пленками в зависимости от поставленной задачи могут использоваться пленки одного или разных типов.
2. При зарядке двух пленок с усиливающими экранами толщина среднего экрана выбирается в зависимости от поставленной задачи.

7. ПРОВЕРКА И ФОТООБРАБОТКА РАДИОГРАФИЧЕСКОЙ ПЛЕНКИ

7.1. 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.

7.2. Для экспонирования пленки допускается использование любого из предусмотренных п. 3.1 источников излучения. Время экспозиции выбирается таким, чтобы оптическая плотность экспонированной пленки была не менее 1,5 и не более 3,5.

7.3. 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.

7.4. Если экспонированная и (или) неэкспонированная пленки не удовлетворяют требованиям п. 7.3, аналогичной проверке подвергаются пленки из каждой коробки партии. Коробки, пленки из которых не удовлетворяют требованиям п. 7.3, бракуются.

7.5. 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.

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

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

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

Примечания:

1. В процесс фотообработки может быть включена обработка пленки после окончательной промывки в 0,03 - 0,05 %-ном водном растворе смачивателя ОП-7 или ОП-10 по ГОСТ 8433-81 или в водном растворе смачивателя СВ-1017 по ТУ 6-14-934-73 из расчета 0,3 - 1,0 г/л воды. Продолжительность обработки в растворах 0,5 - 1,0 мин.

2. Допускается по согласованию с головной материаловедческой организацией включать в процесс фотообработки дополнительные операции, например усиление оптической плотности снимков путем диспергирования серебра и т.п.

7.9. 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 5 - 10 раз в 1 мин на величину 10 - 20 мм.

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

7.11. При танковой фотообработке промывку снимков после проявления (промежуточную промывку) следует проводить 0,5 - 1,0 мин в 2 - 3 %-ном водном растворе уксусной кислоты или в проточной воде, первую промывку после фиксирования - 1 - 2 мин в непроточной воде, которая вместе с отработанным фиксажем подлежит сдаче для извлечения серебра, окончательную промывку - 20 - 30 мин в проточной воде.

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

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

7.14. Для более полного использования фоторастворов при их истощении могут применяться восстанавливающие добавки, рекомендуемые заводом - изготовителем пленки. Состав восстанавливающего раствора для проявителя «Рентген-2» и рекомендации по его использованию приведены в справочном приложении 5.

7.15. Перечень возможных дефектов снимков, вызванных нарушениями процессов фотообработки, приведен в справочном приложении 6.

7.16. Результаты проверки пленки, приготовления фоторастворов, приготовления и внесения восстанавливающих добавок в фоторастворы регистрируются в журналах, форма которых приведена в обязательных приложениях 7 и 8.

7.17. Реактивы для фотообработки должны иметь маркировку завода-изготовителя или этикетку, неповрежденную упаковку и не истекший срок годности.

7.18. Применение реактивов с истекшим сроком годности допускается только после проверки их химического состава на соответствие техническим условиям (стандартам) или проверки фоторастворов из них по методике, согласованной с головной материаловедческой организацией.

8. РАСШИФРОВКА СНИМКОВ

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

8.2. Для расшифровки следует использовать негатоскопы с плавно регулируемой яркостью и регулируемыми размерами освещенного поля.

Максимальная яркость освещенного поля должна составлять не менее 10^{D+2} кд/м², где D - оптическая плотность снимка. Размеры освещенного поля должны регулироваться при помощи подвижных шторок или экранов-масок в таких пределах, чтобы освещенное поле полностью перекрывалось снимком.

8.3. 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 хуже 0,1.

8.4. 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 ± 5 % для каждого из перечисленных значений).

оптической плотности). Размеры ступеней с перечисленными значениями оптической плотности не должны быть менее 20×20 мм.

8.5. 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 и эталонов чувствительности (за исключением предусмотренных настоящей методикой случаев, когда контроль проводится без установки ограничительных меток или маркировочных знаков, 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 проволоочный эталон чувствительности) не должно превышать 1,0;

- чувствительность контроля, определенная по изображению эталона чувствительности (минимальная глубина канавки канавочного эталона или минимальный диаметр проволоки проволоочного эталона, видимых на снимке), должна удовлетворять требованиям ПНАЭ Г-7-010-89.

8.6. Допускается расшифровка снимков, не имеющих изображения эталона чувствительности, в случаях, предусмотренных п. 4.14.

8.7. 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 п. 8.5.

8.8. 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.

8.9. 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.

8.10. 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 обязательном приложении 9.

9. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ДОКУМЕНТАЦИИ

9.1. Результаты контроля должны регистрироваться в журнале результатов контроля.

Регистрации подлежат:

- номер (шифр) объекта (изделия); название и номер наплавки или сварного соединения; номера проконтролированных участков;

- номер технологической карты контроля;

- маркировка снимков;

- фамилия, номер или условный шифр дефектоскописта, выполнившего контроль (если они в соответствии с принятой на предприятии системой не входят в маркировку снимка);

- категория сварного соединения или наплавки;

- толщина, по которой оценивается качество сварного соединения или наплавки в соответствии с Правилами контроля;

- фактическая чувствительность контроля;

- выявленные при контроле несплошности и их размеры;

- соответствие сварного соединения или наплавки требованиям ПНАЭ Г-7-010-89;

- дата расшифровки снимков, фамилия и подпись расшифровщика, номер и дата выдачи заключения.

Форма журнала устанавливается предприятием, осуществляющим контроль.

9.2. Журнал результатов контроля должен иметь сквозную нумерацию страниц, быть сброшюрован и скреплен подписью руководителя службы неразрушающего контроля. Все исправления в журнале должны быть подтверждены подписью руководителя службы неразрушающего контроля.

Журнал должен храниться на предприятии в архиве службы неразрушающего контроля не менее 5 лет.

9.3. На основании записей в журнале результатов контроля составляется заключение, форма которого и минимальный объем обязательных сведений по результатам контроля приведены в рекомендуемом приложении 10.

В журнал и в заключение могут также вноситься другие предусмотренные принятой на предприятии системой дополнительные сведения.

9.4. При заполнении журнала и составлении заключения подлежат фиксации дефекты и размеры дефектов, предусмотренные Правилами контроля, при этом должны использоваться условные обозначения по ГОСТ 7512-82. При отсутствии изображений дефектов на снимке допускается вместо слов «дефектов не обнаружено» использовать сокращенное обозначение ДНО.

10. ХРАНЕНИЕ РАДИОГРАФИЧЕСКОЙ ПЛЕНКИ. ХРАНЕНИЕ И УНИЧТОЖЕНИЕ РАДИОГРАФИЧЕСКИХ СНИМКОВ И ФИКСИРУЮЩЕГО РАСТВОРА

10.1. Хранение радиографической пленки и снимков должно осуществляться в соответствии с требованиями заводов-изготовителей радиографической пленки. В случае отсутствия таких требований следует руководствоваться требованиями настоящего раздела.

10.2. Радиографическая пленка и обработанные снимки должны храниться в сухом, вентилируемом помещении при температуре 14 - 22 °С и относительной влажности воздуха 50 - 70 %. 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.

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.

10.3. 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.

10.4. Не допускается хранение радиографических снимков и пленки совместно с химикатами, используемыми для фотообработки.

10.5. Уничтожение радиографических снимков после окончания срока хранения, а также бракованных пленок и собранного фиксирующего раствора проводится в соответствии с Положением о порядке приемки и переработки лома и отходов драгоценных металлов, а также о порядке расчетов со сдатчиками за принятие от них драгоценных металлов в виде лома и отходов.

11. МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

11.1. Канавочные эталоны чувствительности и образцы-имитаторы вогнутости и выпуклости корня шва должны быть аттестованы метрологической службой предприятия-изготовителя и подвергаться проверке метрологической службой использующего их предприятия или сторонней организацией не реже одного раза в пять лет.

11.2. Проволочные эталоны чувствительности проверке 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.

11.3. Денситометры, используемые для измерения оптической плотности снимков, должны иметь паспорт, в котором должны быть указаны пределы и точность измерения оптической плотности.

Денситометры должны подвергаться проверке не реже одного раза в два года с указанием в паспорте даты и результатов проверки, а также предприятия, проводившего проверку.

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

Негатоскопы проверке не подлежат.

11.5. Стандартные средства измерения линейных размеров, используемые при расшифровке снимков (линейки, измерительные лупы), подлежат проверке в соответствии с ГОСТ 8.513-84.

11.6. Нестандартные средства измерения линейных размеров, используемые при расшифровке снимков (шаблоны, трафареты и т.п.), должны иметь идентификационные номера и свидетельства, в которых должны быть указаны пределы измеряемых размеров и погрешность их измерения. Эти

средства подлежат поверке не реже одного раза в год с указанием в свидетельстве даты поверки и предприятия, проводившего поверку.

11.7. Ступенчатые наборы образцов оптической плотности, используемые для оценки оптической плотности снимков, должны иметь идентификационные номера и аттестаты, в которых должна быть указана оптическая плотность образцов.

Наборы подлежат поверке не реже одного раза в два года с указанием в аттестате даты поверки и предприятия, проводившего поверку.

12. РАДИОГРАФИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ В УСЛОВИЯХ РАДИАЦИОННОГО ФОНА

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

12.2. 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.

12.3. Источник излучения для контроля сварных соединений в условиях радиационного фона следует выбирать по табл. 4 с учетом мощности экспозиционной дозы радиационного фона.

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

12.5. Оптическую плотность вуали радиографического снимка по известному значению экспозиционной дозы излучения следует определять, пользуясь рис. 6.

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

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

12.8. Ухудшение чувствительности радиографического снимка, полученного в условиях радиационного фона, не должно быть более значения, указанного в табл. 8.

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

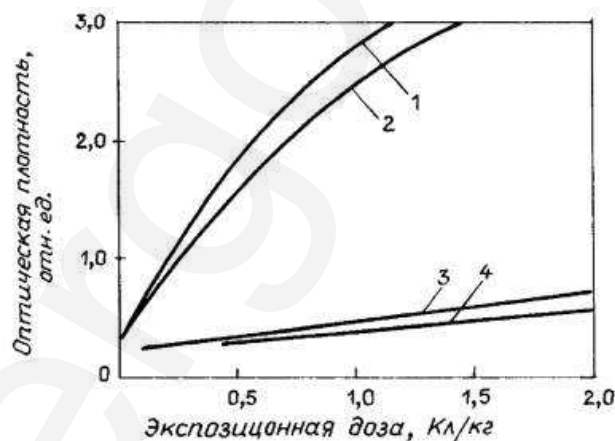


Рис. 6. Зависимость оптической плотности радиографических пленок от экспозиционной дозы:

- 1 - радиографическая пленка РТ-1 с экраном; 2 - радиографическая пленка РТ-1;
- 3 - радиографическая пленка РТ-5 с экраном; 4 - радиографическая пленка РТ-5

12.10. 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 ГБ к

(5 г-экв. радия)

Мощность экспозиционной дозы радиационного фона

$2,58 \cdot 10^{-7}$ А/кг

(1000 мкР/с)

Фокусное расстояние
Тип радиографической пленки
Свинцовые экраны толщиной

30 мм
РТ-1
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. 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 7512-82 в обычных условиях составила 0,3 мм, то в условиях радиационного фона с мощностью экспозиционной дозы $2,58 \cdot 10^{-7}$ А/кг (1000 мкР/с) она будет равна 0,38 - 0,40 мм.

Таблица 8

Вуаль снимка, ед. оптической плотности	Экспозиционная доза излучения радиационного фона, Кл/кг (Р)		Коэффициент уменьшения чувствительности радиографического снимка
	для пленки РТ-1	для пленки РТ-5	
До 0,5	$5,16 \cdot 10^{-5}$ (до 0,20)	$4,13 \cdot 10^{-4}$ (до 1,60)	1,00
0,51 - 1,00	$5,16 \cdot 10^{-5} - 1,16 \cdot 10^{-4}$ (0,20 - 0,45)	$4,13 \cdot 10^{-4} - 9,68 \cdot 10^{-4}$ (1,60 - 3,75)	1,25
1,11 - 1,50	$1,16 \cdot 10^{-4} - 21,55 \cdot 10^{-4}$ (0,45 - 0,60)	$9,68 \cdot 10^{-4} - 1,60 \cdot 10^{-3}$ (3,75 - 6,20)	1,500
1,51 - 2,00	$1,55 \cdot 10^{-4} - 2,06 \cdot 10^{-4}$ (0,60 - 0,80)	$1,60 \cdot 10^{-3} - 2,18 \cdot 10^{-3}$ (6,20 - 8,50)	2,00

13. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

13.1. 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.

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

13.3. Электрооборудование действующих стационарных и переносных установок для радиографического контроля должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.007-75 и Правил устройства электроустановок.

13.4. При эксплуатации подключенных к промышленной электросети стационарных и переносных установок для радиографического контроля должна быть обеспечена безопасность работ в соответствии с требованиями Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей и Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей.

13.5. При проведении радиографического контроля, получении, хранении и перезарядке радиоактивных источников гамма-излучения должна быть обеспечена безопасность работ в соответствии с требованиями Основных санитарных правил работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений ОСП-72/87, Норм радиационной безопасности НРБ-76/87, Санитарных правил по радиоизотопной дефектоскопии, Санитарных правил при проведении рентгеновской дефектоскопии и Санитарных правил размещения и эксплуатации ускорителей электронов с энергией до 100 МэВ.

13.6. При транспортировке радиоактивных источников гамма-излучения должны соблюдаться требования Правил безопасности при транспортировании радиоактивных веществ ПБТРВ-73.

13.7. Предприятия, выполняющие радиографический контроль, разрабатывают в соответствии с требованиями настоящего раздела инструкции по технике безопасности 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.

В справочном приложении 11 дан перечень ГОСТов, на которые имеются ссылки в настоящей методике.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
(рекомендуемое)

Образец технологической карты радиографического контроля

Номер и шифр изделия _____
 Наименование сварного соединения _____
 Номер сварного соединения _____
 Категория сварного соединения и правила контроля, по которым должно оцениваться качество сварного соединения _____

Схема просвечивания, начало и направление разметки и нумерации участков, место установки эталона чувствительности	Основные параметры контроля
	1. Радиационная толщина и толщина, по которой должно оцениваться качество сварного соединения
	2. Источник излучения
	3. Тип и размеры радиографической пленки
	4. Толщина усиливающих экранов
	5. Длина или число контролируемых участков
	6. Тип и номер эталона чувствительности, его установка по отношению к источнику излучения
	7. Требуемая чувствительность контроля

Разработчик карты _____
 (Подпись, дата, фамилия)

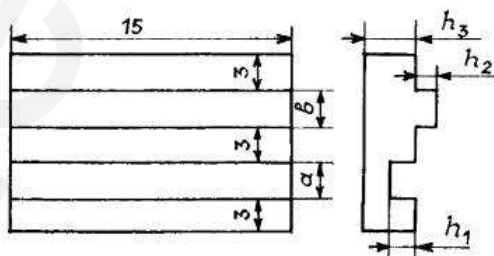
Начальник подразделения, осуществляющего контроль _____
 (Подпись, дата, фамилия)

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
(обязательное)

Методика оценки вогнутости и выпуклости корня шва при недоступности их для внешнего осмотра

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

2. Вогнутость и выпуклость корня шва при контроле сварных соединений трубопроводов и других изделий 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 ниже.



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 $\pm 10 \%$.

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

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

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.

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.

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

9. Для повышения точности оценки вогнутости и выпуклости корня шва, а также при невозможности выполнения требования п. 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.

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 3 (рекомендуемое)

Выбор расстояния от источника излучения до контролируемого сварного соединения и длины или числа контролируемых участков

1. Для схем типа приведенных на рис. 2 расстояние f от источника излучения до контролируемого сварного соединения и длина L контролируемого за одну экспозицию участка должны удовлетворять соотношениям

$f \geq ch$; $L \leq 0,8 f$, 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.

2. Для схем рис. 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 сварного соединения не должно быть меньше значений, определенных по формулам, приведенным в табл. ПЗ.1.

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

Таблица ПЗ.1

Схема просвечивания	Расстояние f , мм, не менее
Рис. 3, а	$0,7c \cdot (D - d)$
Рис. 3, б	$0,5c \cdot D$
Рис. 3, г	$0,5 [1,5 c \cdot (D - d) - D]$
Рис. 3, д	$0,5 [c \cdot (1,4 D - d) - D]$

Примечание. D и d - наружный и внутренний диаметры контролируемого сварного соединения, мм.

3. После выбора расстояния f определяется отношение f/D и в зависимости от значения этого отношения по табл. ПЗ.2 - ПЗ.4 находят число участков N , на которое должно быть размечено сварное соединение (число экспозиций, необходимое для 100 %-ного контроля).

Примечание. Допускается определять по табл. ПЗ.2 - ПЗ.4 значение f в зависимости от выбранного по этим таблицам числа участков при условии, что это значение будет удовлетворять требованиям табл. ПЗ.1.

Таблица ПЗ.2

d/D	Число участков при контроле по схеме рис. 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
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 ПЗ.3

d/D	Число участков при контроле по схеме рис. 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 ПЗ.4

d/D	Число участков при контроле по схемам рис. 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	-	-	-

4. Для схемы рис. 3, в расстояние f и число участков (экспозиций) должны удовлетворять соотношениям $f \geq c \cdot D$; $N \geq 2$.

5. Для схемы рис. 3, б при длине радиографической пленки менее внутреннего диаметра сварного соединения, а также для схем рис. 3, ж, з расстояние f и число N участков (экспозиций) определяются опытным путем с учетом требований методики.

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

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

8. Для схемы рис. 4, д расстояние f и длина радиографической пленки выбираются также, как для схемы рис. 3, в, контроль сварного соединения по схеме рис. 4, д проводится за одну экспозицию.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4 (рекомендуемое)

Определение времени экспозиции при рентгенографическом контроле и гамма-графическом контроле с использованием источников иридий-192 и кобальт-60

1. Для определения времени экспозиции при рентгенографическом контроле и гамма-графическом 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).

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

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

при гамма-графическом контроле

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

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.

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 Ξ_1 и Ξ_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

$$\mu = \frac{\ln \Xi_2 / \Xi_1}{h_2 - h_1}$$

4. Значения μ для кабельных рентгеновских аппаратов типа РАП-150/300 приведены в табл. П4.1.

5. Значения μ для источников иридий-192 и кобальт-60 приведены в табл. П4.2.

Таблица П4.1

Напряжение на рентгеновской трубке, кВ	μ , см ⁻¹	Напряжение на рентгеновской трубке, кВ	μ , см ⁻¹
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 П4.2

Источник излучения	μ , см ⁻¹
Иридий-192	0,50
Кобальт-60	0,31

ПРИЛОЖЕНИЕ 5 (справочное)

Состав восстанавливающего раствора для проявителя «Рентген-2»

Применяемые реактивы	Количество вещества, г/л
Соль динатриевая этилендиаминотетрауксусной кислоты (трилон Б), ЧДА по ГОСТ 10652-73	2,0
Метол (п-метиламинофенолсульфат) по ГОСТ 5.1177-71	4,0 - 4,5
Сульфит натрия безводный (натрий сернистый) по ГОСТ 5644-75 или натрий сернистокислый по ГОСТ 195-77	72,0
Гидрохинон (парадиоксибензол) по ГОСТ 19627-74	16,0 - 17,5
Натрий углекислый безводный по ГОСТ 83-79 или сода кальцинированная (техническая) по ГОСТ 5100-85	48,0
Гидроокись натрия (едкий натр) по ГОСТ 4328-77	7,5

Примечания:

1. Реактивы, входящие в состав восстанавливающего раствора, следует растворять в дистиллированной воде по ГОСТ 6709-72 при температуре 45 ± 5 °С в приведенной выше последовательности.

2. В 1 л проявителя «Рентген - 2» без введения в него восстанавливающего раствора допускается обрабатывать не более 1 м² пленки, с введением восстанавливающего раствора - не более 2,5 м² пленки.

3. Вводить восстанавливающий раствор следует из расчета 0,2 л на 1 л проявителя после обработки в нем пленки в объеме 0,4 - 0,5 м² на 1 л проявителя.

ПРИЛОЖЕНИЕ 6 (справочное)

Дефекты фотообработки радиографических снимков

Вид дефекта снимка	Возможные причины
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 7
(обязательное)

Журнал проверки радиографической пленки

Дата проверки	Тип и дата выпуска пленки	Срок годности пленки	Номер эмульсии	Номер оси	Результаты проверки	Фамилия и подпись лица, проводившего проверку

ПРИЛОЖЕНИЕ 8
(обязательное)

Журнал приготовления и восстановления фоторастворов

Наименование раствора	Дата приготовления раствора, его объем, л	Фамилия и подпись лица, приготовившего раствор	Дата внесения и объем, л, восстанавливающих добавок	Фамилия и подпись лица, внесшего добавки

ПРИЛОЖЕНИЕ 9
(обязательное)

Расшифровка снимков с темными полосами, которые по своему характеру не могут быть интерпретированы как изображения непроваров

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).

2. Если в результате металлографического исследования не выявлено внутренних дефектов, которые могли бы быть причиной появления полосы на снимке, оформляется согласованное с головной отраслевой материаловедческой 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.

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 решения (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 10
(рекомендуемое)

Заключение о результатах радиографического контроля
по заявке № _____ от _____

Номер (шифр) объекта (изделия)	Номер шва	Номер участка	Регистрационный номер снимка	Обнаруженные дефекты	Соответствие требованиям правил контроля (да, нет)	Примечание
---	--------------	------------------	---------------------------------	-------------------------	--	------------

Заключение составил _____
(Подпись, дата, фамилия)

Начальник лаборатории
(начальник участка, мастер) _____
(Подпись, дата, фамилия)

Перечень стандартов, на которые имеются ссылки в настоящей методике

Обозначение	Наименование
ГОСТ 7 512-82	Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Радиографический метод
ГОСТ 24034-80	Контроль неразрушающий радиационный. Термины и определения
ГОСТ 20426-82	Контроль неразрушающий. Методы дефектоскопии радиационные. Область применения
ГОСТ 8.513-84	Государственная система обеспечения единства измерений. Поверка средств измерений. Организация и порядок поверки
ГОСТ 18394-73	Фольга свинцовая, плакированная оловом, и оловянная
ГОСТ 9559-75	Листы свинцовые
ГОСТ 15843-79	Принадлежности для промышленной радиографии. Основные размеры
ГОСТ 12.2.007-75	Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Требования безопасности

СОДЕРЖАНИЕ

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....	3
2. АТТЕСТАЦИЯ КОНТРОЛЕРОВ.....	4
3. МАТЕРИАЛЫ И ПРИНАДЛЕЖНОСТИ ДЛЯ РАДИОГРАФИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ.....	4
4. ПОДГОТОВКА К КОНТРОЛЮ.....	5
5. СХЕМЫ КОНТРОЛЯ.....	7
6. ПАРАМЕТРЫ И РЕЖИМЫ КОНТРОЛЯ.....	10
7. ПРОВЕРКА И ФОТООБРАБОТКА РАДИОГРАФИЧЕСКОЙ ПЛЕНКИ.....	13
8. РАСШИФРОВКА СНИМКОВ.....	14
9. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ДОКУМЕНТАЦИИ.....	15
10. ХРАНЕНИЕ РАДИОГРАФИЧЕСКОЙ ПЛЕНКИ. ХРАНЕНИЕ И УНИЧТОЖЕНИЕ РАДИОГРАФИЧЕСКИХ СНИМКОВ И ФИКСИРУЮЩЕГО РАСТВОРА.....	16
11. МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ.....	16
12. РАДИОГРАФИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ В УСЛОВИЯХ РАДИАЦИОННОГО ФОНА.....	17
13. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ.....	18
ПРИЛОЖЕНИЕ 1.....	19
Образец технологической карты радиографического контроля.....	19
ПРИЛОЖЕНИЕ 2.....	19
Методика оценки вогнутости и выпуклости корня шва при недоступности их для внешнего осмотра.....	19
ПРИЛОЖЕНИЕ 3.....	20
ПРИЛОЖЕНИЕ 4.....	22
Определение времени экспозиции при рентгенографическом контроле и гамма-графическом контроле с использованием источников иридий-192 и кобальт-60.....	22
ПРИЛОЖЕНИЕ 5 (справочное).....	23
Состав восстанавливающего раствора для проявителя «Рентген-2».....	23
ПРИЛОЖЕНИЕ 6.....	23
Дефекты фотообработки радиографических снимков.....	24
ПРИЛОЖЕНИЕ 7.....	24
Журнал проверки радиографической пленки.....	24
ПРИЛОЖЕНИЕ 8.....	24
Журнал приготовления и восстановления фоторастворов.....	24
ПРИЛОЖЕНИЕ 9.....	25
Расшифровка снимков с темными полосами, которые по своему характеру не могут быть интерпретированы как изображения непроваров.....	25
ПРИЛОЖЕНИЕ 10.....	25
Заключение о результатах радиографического контроля по заявке № от	25
ПРИЛОЖЕНИЕ 11.....	26
Перечень стандартов, на которые имеются ссылки в настоящей методике.....	26