

**РЕКОМЕНДУЕМАЯ МЕТОДИКА
РАДИОГРАФИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ СВАРНЫХ
СОЕДИНЕНИЙ, ВЫПОЛНЕННЫХ СВАРКОЙ
ПЛАВЛЕНИЕМ****ЧАСТЬ 2. СТЫКОВЫЕ СВАРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ СТАЛЬНЫХ
ЛИСТОВ ТОЛЩИНОЙ СВЫШЕ 50 И ДО 200 ММ ВКЛЮЧИТЕЛЬНО,
ВЫПОЛНЕННЫЕ СВАРКОЙ ПЛАВЛЕНИЕМ****RECOMMENDED PRACTICE FOR RADIOGRAPHIC EXAMINATION OF
FUSION WELDED JOINTS****PART 2. FUSION WELDED BUTT JOINTS IN STEEL PLATES THICKER THAN 50 MM AND
UP TO AND INCLUDING 200 MM IN THICKNESS****ISO
1106/2–
1985(E)****ВВЕДЕНИЕ**

Радиографические методы для контроля стыковых сварных соединений стальных листов толщиной меньше или равной 50 мм, выполненных сваркой плавлением, описаны в ISO 1106/1. Чтобы охватить сварные соединения стальных листов толщиной свыше 50 до 200 мм включительно, данная часть ISO 1106 обуславливается схожими направлениями.

Эта часть ISO 1106 в результате обеспечит более унифицированную методику и упростит расшифровку рентгеновских снимков. Она не устанавливает норм приемки для сварных швов.

Имеется ограниченное число типов оборудования, пригодного для данной работы (например, отсутствуют широко применяемые установки, работающие в диапазоне от 400 до 1000 кВ). Имеющееся в распоряжении оборудование объединено в некоторое количество групп и подробно описаны методы, которые соответствуют изготовлению удовлетворительных радиографических снимков на оборудовании в каждой группе. Многие пункты в рекомендуемой методике являются общими для всех методов.

В табл. 1 приведены толщины стали, для которой каждый тип оборудования считается подходящим; для больших толщин имеется возможность использования бетатронов и линейных ускорителей.

На рисунке указана относительная рабочая характеристика различных типов оборудования в терминах чувствительности ИКИ на основе описанных методов. Эти величины чувствительности не являются обязательными, а даются в качестве руководящего принципа по выбору метода для индивидуальной толщины сварного шва.

При необходимости в примечаниях приводятся пояснения.

1. НАЗНАЧЕНИЕ СТАНДАРТА

Эта часть ISO 1106 устанавливает общие методы радиографии сварного шва в целях предоставления возможности экономного получения удовлетворительных результатов. Методы основываются на обычно принятой практике и фундаментальной теории предмета.

2. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Эта часть ISO 1106 применяется для радиографического исследования соединений, выполненных сваркой плавлением, для толстолистовых сталей толщиной свыше 50 и до 200 мм включительно.

В этой части не установлены радиографические критерии приемки для соединений, а рассмотрены используемые радиографические методы.

3. СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ (СТАНДАРТЫ ИСО И ПУБЛИКАЦИЯ МКРЗ)

ISO 1027. Показатели качества радиографического изображения для неразрушающего контроля. Принципы и выявление.

ISO 1106/1. Рекомендуемая методика радиографического контроля сварных соединений, выполненных сваркой плавлением. Часть 1. Стыковые сварные соединения стальных листов толщиной до 50 мм, выполненные сваркой плавлением.

ISO 2504. Радиография сварных швов и условия просмотра для пленок. Использование рекомендуемых моделей индикаторов качества изображения (ИКИ).

ISO 5576. Промышленная радиология. Неразрушающий контроль. Словарь.

МКРЗ. Публикация 9. Рекомендации Международной комиссии по радиологической защите (МКРЗ=ICRP — International Commission on Radiological Protection).

4. ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В данной части ISO 1106 применяются определения, данные в ISO 5576.

5. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

5.1. Защита от ионизирующих излучений

Внимание. Подвергать какую-либо часть человеческого тела воздействию рентгеновских лучей или гамма-лучей чрезвычайно вредно для здоровья. Всякий раз, когда применяются рентгеновское оборудование или радиоактивные источники, должны предприниматься соответствующие меры предосторожности для защиты рентгенографа и какого-либо другого лица, находящегося поблизости.

Должны строго соблюдаться ныне действующие местные или национальные меры безопасности по защите от рентгеновских и гамма-лучей.

За отсутствием таких предписаний нужно ссылаться на Публикацию 9 МКРЗ.

5.2. Оборудование

Табл. 1 представляет типы оборудования, известные в настоящее время коммерчески доступными, и указывает толщины сталей (в диапазоне, охватываемом данной частью ISO 1106), для которых оборудование считается подходящим для контроля стыковых швов.

Таблица 1

Типы оборудования и толщины стали

Группа	Описание оборудования	Диапазон используемой толщины e , мм
A	Рентгеновские лучи: до 400 кВ	$50 < e < 85$
B (I)	Рентгеновские лучи: 1 и 2 МВ, фокус > 6 мм	$50 < e < 125^*$
B (II)	Рентгеновские лучи: 1 и 2 МВ, фокус < 1 мм	$50 < e < 125^*$
C	Рентгеновские лучи: линейные ускорители от 3 до 8 МВ	$70^{**} < e < 200$
D	Рентгеновские лучи: бетатроны и линейные ускорители, от 8 до 35 МВ	$70^{**} < e < 200$
E	Гамма-лучи: кобальт-60	$50 < e < 150^{***}$
F	Гамма-лучи: иридий-192	$50 < e < 110^{***}$

* Для 2 МВ оборудования максимальная толщина может увеличиваться до 200 мм.

** Эта толщина может уменьшаться до 60 мм, если используются очень мелкозернистые пленки и достигается плотность зерен, равная 3.

*** В случаях групп E и F детали, имеющие толщину, близкую к верхней границе диапазона толщин, могут рентгенографироваться только с помощью либо высокоинтенсивных источников, либо очень долгих сроков экспозиции.

5.3. Подготовка поверхности

Для упрощения расшифровки рентгеновских снимков рекомендуется до начала просвечивания удалить поверхностные неровности. Вообще, для рентгенографии подготовка поверхности не требуется, но там, где поверхностные неровности могут вызывать трудности в выявлении внутренних дефектов, поверхность должна быть зачищена.

5.4. Определение местоположения сварного шва на рентгеновском снимке

С каждой стороны сварного шва должны помещаться маркеры в виде свинцовых стрелок или других символов таким образом, чтобы его положение можно было бы установить по рентгеновскому снимку. Это может быть излишним, если сохранено усиление сварного шва.

5.5. Обозначение рентгеновских снимков

На каждом радиографируемом участке сварного шва должны устанавливаться свинцовые буквы или символы. Изображения этих букв должны проявляться на рентгеногаммаграмме, чтобы обеспечить недвусмысленное обозначение участка.

5.6. Маркировка

В общем случае постоянные метки на детали обеспечат базовые точки для точного определения положения каждой рентгеногаммаграммы. Там, где представляется невозможным нанести клеймение из-за природы материала или его условий эксплуатации, должны изыскиваться другие подходящие средства для определения местоположения рентгеногаммаграмм. Это можно выполнить с помощью нанесения меток краской или с помощью точных эскизов.

5.7. Наложение пленок

Когда производится радиографирование протяженного сварного шва с помощью отдельных пленок, то эти пленки должны перекрывать одна другую по меньшей мере на 10 мм, чтобы гарантировать, что не остается непроконтролированной никакая часть сварного шва по его длине. Перекрывание пленки не должно превышать 20 мм.

5.8. Индикатор качества изображения

Индикатор качества изображения (ИКИ) из мягкой стали типа, указанного в ISO 1027 и согласованного между договаривающимися сторонами, должен помещаться с одной или с каждой стороны каждого радиографируемого участка. Он должен располагаться на поверхности, обра-

щенной к источнику радиации, и таким образом, чтобы самая тонкая часть или наименьший диаметр индикатора помещались там, где толщина, на которую проникает радиация, — наибольшая и в зависимости от его типа поблизости или поперек шва. Только там, где нет доступа к этой поверхности, ИКИ должен помещаться со стороны пленки. Если это применяется, то нужно сделать отметку в записи технических данных, так как показание ИКИ не обладает тем же самым значением, когда ИКИ помещается со стороны источника. Для получения дополнительной информации по использованию рекомендуемых ИКИ см. ISO 2504.

Значения чувствительности, требуемой от ИКИ, должны согласовываться между договаривающимися сторонами. Эти значения просто дают руководящий принцип для определения качества используемого метода, и нет необходимости в получении какой-либо прямой зависимости для чувствительности относительно выявления дефектов в сварных швах.

6. РЕКОМЕНДУЕМЫЕ МЕТОДЫ РЕНТГЕНОГРАФИИ

6.1. Пленки

6.1.1. Используемые с оборудованием групп А, В, Е и F пленки должны быть одного из типов, известного как среднескоростная, мелкозернистая или очень мелкозернистая рентгеновская пленка. Эти пленки обычно описываются в качестве «прямого типа», для использования с металлическим усиливающим экраном, или в качестве «безэкранной» пленки.

6.1.2. Используемые с оборудованием групп С и D пленки должны быть мелкозернистого или очень мелкозернистого, прямого типа. Обычно нет необходимости в среднескоростной пленке.

6.2. Усиливающий экран

Пленка должна применяться в том типе рентгеновской кассеты, которая обеспечивает хороший контакт между усиливающими экранами (или экраном) и пленочной эмульсией.

Примечание. С тонкими экранами традиционные кассеты не всегда удовлетворительны с этой точки зрения и с преимуществом могут применяться кассеты вакуумного типа.

Толщины экранов и материалы должны быть следующими:

Группа А:

экраны из свинцовой фольги: передний — от 0,02 до 0,1 мм;
задний — от 0,02 до 0,1 мм.

Группа В:

экраны из свинцовой фольги: передний — от 0,2 до 1,0 мм;
задний — от 0,5 до 1,6 мм.

Группа С:

медные или свинцовые экраны: передний — от 1,0 до 1,6 мм;
задний — от 1,0 до 1,6 мм.

Группа D:

танталовые, вольфрамовые или свинцовые экраны: передний — от 1,0 до 1,6 мм;
задний — никакой.

Примечание. Наилучшей чувствительностью обладают экраны из тантала или вольфрама.

Группа Е:

медные или свинцовые экраны: передний — от 0,2 до 1,0 мм;
задний — от 0,1 до 0,5 мм.

Примечание. Вместо экранов из меди или сплава на основе меди имеется возможность использования экранов из других материалов с низким атомным номером и высокой удельной плотностью (Ni, Zn и другие сплавы).

Группа F:

экраны из свинцовой фольги: передний — от 0,05 до 0,2 мм;
задний — от 0,05 до 0,2 мм.

6.3. Фильтры

Когда применяются гамма-источники, то есть оборудование, входящее в группы Е и F, то между образцом и кассетой может помещаться фильтр. Этот фильтр должен быть из свинца толщиной 1,0 мм при применении источника иридий-192 и толщиной 2,0 мм при применении источника кобальт-60.

6.4. Регулировка положения пучка

Пучок радиоактивного излучения должен направляться на середину участка контролируемого сварного шва и должен быть перпендикулярен к поверхности пластины в этой точке, кроме специального контроля на определенные дефекты, например непровар по боковой стенке, когда известно, что их можно наилучшим образом выявить с помощью различной регулировки положения пучка.

6.5. Перехватывание рассеянного излучения

Пленочная кассета должна по возможности полностью экранироваться от всего обратного излучения с помощью свинца соответствующей толщины, помещенного внутри или позади кассеты.

Для оборудования, входящего в группы А, В, Е и F, минимальная требуемая толщина свинца составляет примерно 2,5 мм.

Чтобы свести к минимуму нежелательное воздействие обратного излучения от детали и от ее окружения, всякий раз, когда возможно, должно применяться маскирование для ограничения облученного участка до размера пленки, а также должна использоваться блокировка кромок, если конец шва или смена какого-либо большого участка находятся в пределах поля излучения.

6.6. Расстояние от фокуса до пленки (расстояние от источника до пленки (f.f.d./s.f.d.))

Существуют два отдельных подхода. С оборудованием, входящим в группы А, В, Е и F, f.f.d. (или s.f.d.) определяется из фокусного пятна или размера источника; с учетом нерезкости и экономически выгодного времени экспозиции.

С оборудованием, входящим в группы С и D, поле излучения обычно ограничивается в размерах и f.f.d. выбирается с учетом используемого размера поля (длина охваченного сварного шва на экспозицию).

В табл. 2 приводятся минимальные значения f.f.d. и s.f.d., основывающиеся на этих критериях для некоторых толщин изделий. Для других толщин изделий можно интерполировать промежуточные значения, но точное значение f.f.d. — не критическое до такой степени.

Таблица 2

Минимальные расстояния от фокуса до пленки (от источника до пленки)

Группа оборудования	Минимальное расстояние от фокуса до пленки (или от источника до пленки), мм					См. примечания
	Толщина образца, мм					
	50	75	100	150	200	
А	1000	1250	—	—	—	1
В (I)	1500	1800	2000	3000	3800	
В (II)	1000	1000	1000	1250	1500	
С	—	1000	1500	1500	1500	2 и 3
D	—	—	—	—	—	4
Е	500	650	700	900	—	5
F	750	900	1000	—	—	5

Примечания: 1. Эти значения основываются на фокусном размере 5 мм; если фокус разных размеров, то f.f.d. должно регулироваться в прямой пропорциональности.

2. Эти значения основываются на фокусном размере 2 мм или меньшем.

3. Если требуется большое поле охвата, эти величины можно увеличить, независимо от фокусного размера, в зависимости от количества выравнивания пучка, которое применяет оборудование.

4. Используемое s.f.d. должно выбираться касательно длины радиографируемого сварного шва в одну экспозицию и выравнивания пучка оборудования.

5. Эти значения основываются на диаметре источника 4 мм; для других размеров они должны регулироваться в прямой пропорциональности, с минимальным значением s.f.d. 250 мм.

6.7. Расстояние от изделия до пленки

Некоторое оборудование, входящее в группы В (II) и D, может иметь фокусные размеры, меньшие 0,5 мм. С таким оборудованием полезно применение способов проекционного усиления, и тогда кассета может помещаться вдали от изделия. В результате это даст повышенную чувствительность, но длина сварного шва, охваченного на каждой рентгеногаммаграмме, будет меньшая. Типичные величины проекционного усиления располагаются между 2:1 и 3:1. Такие способы должны быть необходимы только для специальных применений.

С остальным оборудованием пленочная кассета должна помещаться вблизи изделия. Если имеются значительные неожиданные изменения в толщине сварного шва, может быть рекомендовано небольшое расстояние, приблизительно 10 мм, между пленкой и изделием, чтобы исключить определенную степень неблагоприятных неоднородностей рассеянного излучения. Если для кассеты необходимо большее расстояние от изделия, то минимальные значения f.f.d., заданные в п. 6.6, должны быть увеличены.

6.8. Плотность пленки

При получении изображения исследуемого сварного шва плотность полученного снимка не должна быть меньшей, чем 2,0, и не большей, чем 3,0; эти величины включают в себя плотность фотографической вуали, которая не должна превышать 0,3.

Ничто не препятствует иметь плотности снимков более 3,0, если можно обеспечить удовлетворительные условия просмотра снимков*.

6.9. Обработка пленки

Пленки должны обрабатываться в соответствии с инструкциями изготовителя. Особое внимание должно быть уделено температуре и времени проявления. Радиографические снимки не должны иметь дефектов, обусловленных обработкой или другими причинами, которые могут мешать расшифровке.

6.10. Просмотр снимков сварного шва

Радиографические снимки должны расшифровываться, а чувствительность ИКИ — рассчитываться согласно ISO 2504. В особенности нужно отметить следующее.

Требуемая чувствительность ИКИ должна просто согласовываться между договаривающимися сторонами, а рисунок дает указание величин, которые должны ожидаться. Эти величины не подразумеваются как обязательные, но если полученные значения не схожи с этими значениями, то это является показанием, что способ применяется неверно.

Радиографические снимки должны изучаться на освещенном рассеивающем экране (блоке для просмотра) в затемненном помещении и освещенный участок должен маскироваться до требуемого минимума для просмотра радиографического изображения. Яркость экрана должна быть регулируемой настолько, чтобы позволить удовлетворительное прочтение радиографических снимков (см. сноску).

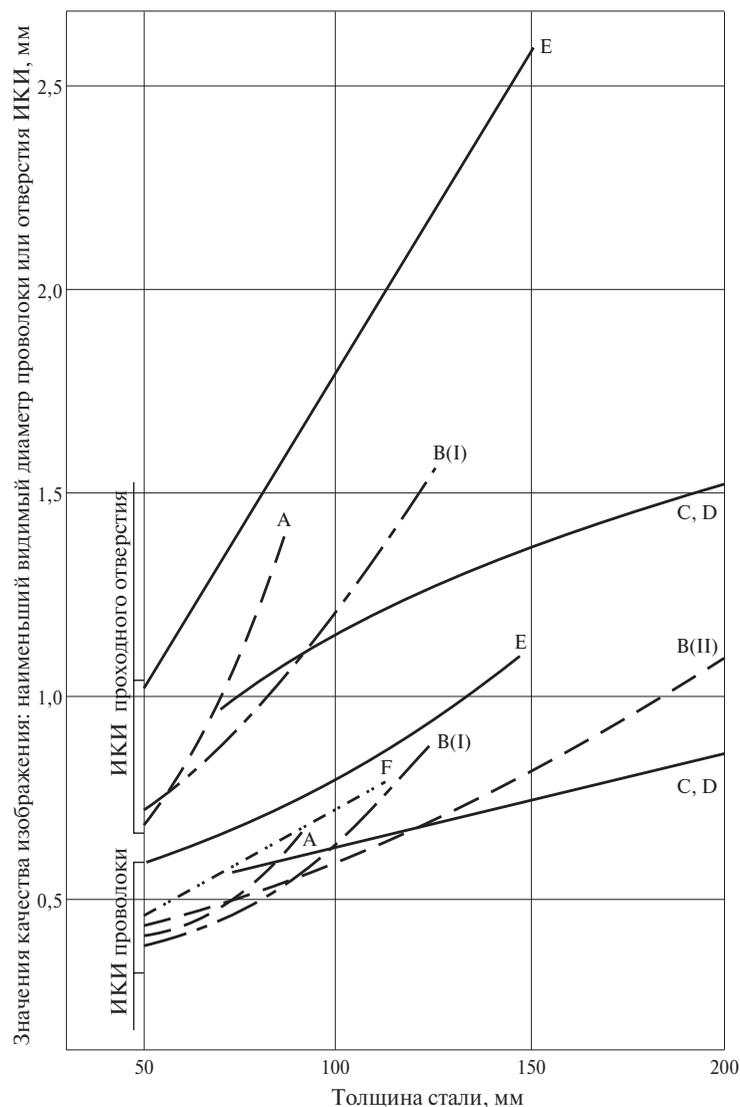
* См. ISO 2504.

7. ОТЧЕТ О КОНТРОЛЕ

Для каждого радиографического снимка или набора радиографических снимков должна иметься информация об использованных радиографических методах, а также по любым другим особым подробностям, которые позволят улучшить понимание результатов контроля.

Отчет о контроле должен включать в себя по меньшей мере следующую информацию:

- а) тип рентгеновского оборудования, приложенное напряжение и силу анодного тока (если применимо);
- б) характеристику радиоактивного источника (характер, размер, ядерная активность и т.д.) (если применим);
- в) время экспозиции, тип пленки и экрана и расстояние от объекта (источника) до изделия;
- г) систему используемой маркировки;
- д) способ обработки;
- е) геометрию сварного шва, толщину стенок и используемый способ сварки;
- ж) геометрию рентгеногаммаграммы, демонстрирующую положение фокуса и пленки (эскиз);
- з) использованный ИКИ и полученное качество изображения согласно ISO 2504;
- и) результаты расшифровки;
- к) любое отклонение, по согласованию или иное, от указанных методик;
- л) дату исследования и подтверждение инспектора.



Значения чувствительности ИКИ для различного оборудования