

**НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ СВАРНЫХ
СОЕДИНЕНИЙ.
РАДИОГРАФИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ
СОЕДИНЕНИЙ, ВЫПОЛНЕННЫХ СВАРКОЙ
ПЛАВЛЕНИЕМ**

**EN
1435:1997**

В стандарте содержатся основополагающие правила радиографического контроля в целях получения удовлетворительных и повторяемых результатов экономичным способом. Стандарт основывается на общеизвестных процедурах и на основополагающей теории. Данный стандарт применим для радиографического контроля соединений, выполненных сваркой плавлением металлических материалов. Он пригоден для сварных соединений пластин и труб. Помимо обычного значения в данном стандарте под термином «труба» понимаются также другие цилиндрические объекты, такие, как трубопроводы под давлением. Этот стандарт согласуется со стандартом EN 444.

Для применения данного стандарта используются следующие термины и определения.

Номинальная толщина стенки t — номинальная толщина стенки только основного материала. Допуски изготовителя не учитываются.

Просвечиваемая толщина W — толщина материала в направлении излучения; рассчитывается по номинальной толщине. При просвечивании через несколько стенок толщина рассчитывается по номинальной толщине.

Расстояние «контролируемый объект — пленка» b — расстояние между стороной контролируемого объекта, обращенной к источнику излучения, и пленкой в направлении центральной оси пучка излучения.

Размер источника излучения d — размер радиоизотопа или фокусного пятна рентгеновской трубки.

Расстояние «источник излучения — пленка» FFA — расстояние между источником излучения и пленкой в направлении излучения.

Расстояние «источник излучения — контролируемый объект» f — расстояние между источником излучения и стороной контролируемого объекта, обращенной к источнику излучения, в направлении центральной оси пучка излучения.

Диаметр D_e — номинальный наружный диаметр трубы.

КЛАССИФИКАЦИЯ СПОСОБОВ РАДИОГРАФИИ

Радиографические способы делятся на два класса:

класс А: основной способ;

класс В: улучшенный способ контроля.

Способы класса В применяются, если способ класса А оказался нечувствительным.

Улучшенные способы по сравнению с классом В можно применять по согласованию при соблюдении всех необходимых параметров контроля.

ТИП И РАСПОЛОЖЕНИЕ ИНДИКАТОРА КАЧЕСТВА ИЗОБРАЖЕНИЯ

Качество изображения должно проверяться с помощью индикатора качества изображения (ИКИ) в соответствии с EN 462-1 или EN 462-2.

Применяемый ИКИ располагается преимущественно на стороне контролируемого объекта, обращенной к источнику излучения, в середине контролируемой области и на основном материале рядом со сварным швом. ИКИ должен тесно прилегать к поверхности контролируемого объекта. Он должен быть расположен в области, имеющей одинаковую толщину, что характеризуется равномерной оптической плотностью пленки. Следует рассматривать два случая в зависимости от применяемого ИКИ:

а) если применяется проволочный индикатор качества изображения, то проволочки должны располагаться перпендикулярно сварному шву и должно быть обеспечено, чтобы не менее 10 мм длины проволочки находилось в области равномерной плотности почернения, которая обычно лежит на основном материале рядом со сварным швом. На радиограммах ИКИ может располагаться проволочками поперек оси трубы; проволочки не должны накладываться на изображение сварного шва;

б) если применяется ИКИ типа «ступенчатый с отверстиями», то он располагается так, чтобы отверстие требуемого номера находилось вплотную к сварному шву.

КВАЛИФИКАЦИЯ ПЕРСОНАЛА

Персонал, выполняющий неразрушающий контроль по данному стандарту, должен быть сертифицирован в соответствии со стандартом EN 473 или подобным ему на соответствующий уровень в необходимом промышленном секторе.

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ СХЕМЫ ПОЛУЧЕНИЯ РАДИОГРАММ

Схемы получения радиограмм

Общие положения

Способ эллипса (просвечивание через две стенки/двойное изображение) в соответствии с рис. 11 не должен применяться для наружного диаметра $D_e > 100$ мм, толщины стенки $t > 8$ мм и ширины сварного шва более $D_e/4$. Двух смещенных на 90° изображений достаточно для $t/D_e < 0,12$. Расстояние между двумя изображениями сварного шва должно быть равно примерно ширине сварного шва.

Если при $D_e < 100$ мм нецелесообразно применять способ эллипса, то можно пользоваться способом перпендикулярной съемки (см. рис. 12). В этом случае потребуются три снимка, смещенных на 120° или 60° .

При схемах контроля по рис. 11, 13 и 14 угол наклона излучения должен быть по возможности малым и направление излучения должно быть таким, чтобы не было наложения двух изображений сварного шва. Расстояние «источник излучения — контролируемый объект» f должно быть по возможности малым, ИКИ должен располагаться вблизи пленки вместе со свинцовой буквой «F».

По согласованию можно использовать другие способы радиографии, например, из-за особой геометрии детали или разности в толщине материала. Нельзя применять способ нескольких снимков для того, чтобы уменьшить длительность экспозиции при одинаковой форме контролируемых участков.

Примечание. В приложении А приведены рекомендуемые оценки радиограмм для контроля всего объема кольцевого сварного шва.

Источник излучения перед контролируемым объектом, а пленка на противоположной стороне внутри (рис. 1–4)

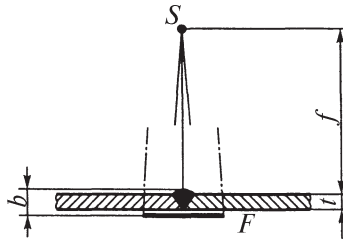


Рис. 1. Схема получения снимка для плоского сварного шва и при просвечивании через одну стенку:
S — источник излучения; *F* — пленка

Источник излучения снаружи и пленка внутри контролируемого объекта (рис. 2–4)

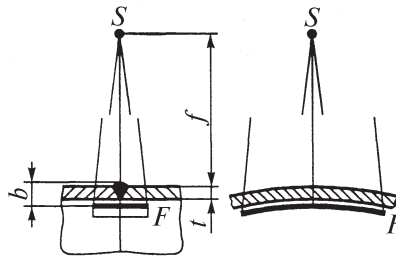


Рис. 2. Схема получения снимка изогнутого контролируемого объекта при просвечивании через одну стенку

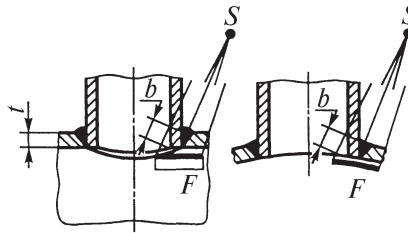


Рис. 3. Схема получения снимка изогнутого контролируемого объекта при просвечивании через одну стенку (сварной шов вставной детали)

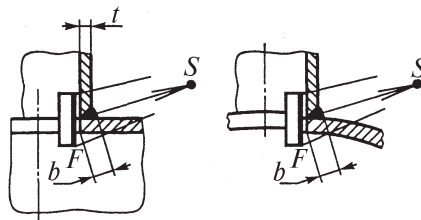


Рис. 4. Схема получения снимка изогнутого контролируемого объекта при просвечивании через одну стенку (сварной шов наложенной детали)

Источник излучения внутри и по центру, а пленка вне контролируемого объекта (рис. 5–7)

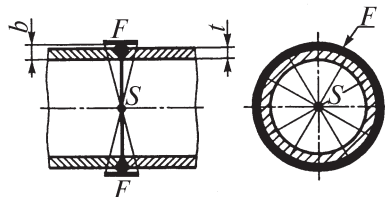


Рис. 5. Схема получения снимка изогнутого контролируемого объекта при просвечивании через одну стенку

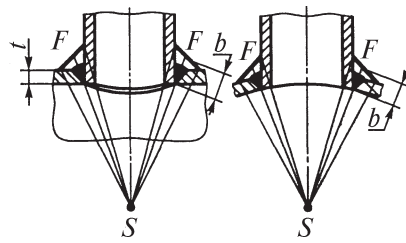


Рис. 6. Схема получения снимка изогнутого контролируемого объекта при просвечивании через одну стенку (сварной шов вставной детали)

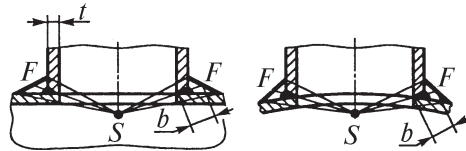


Рис. 7. Схема получения снимка изогнутого контролируемого объекта при просвечивании через одну стенку (сварной шов наложенной детали)

Источник излучения внутри и вне центра, а пленка снаружи контролируемого объекта (рис. 8–10)

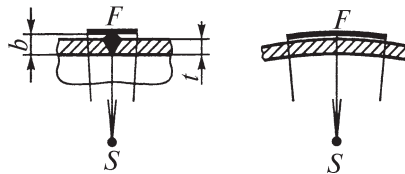


Рис. 8. Схема получения снимка изогнутого контролируемого объекта при просвечивании через одну стенку

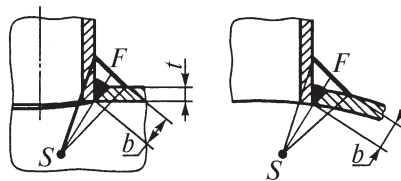


Рис. 9. Схема получения снимка изогнутого контролируемого объекта при просвечивании через одну стенку (сварной шов вставной детали)

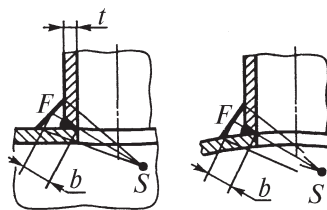


Рис. 10. Схема получения снимка изогнутого контролируемого объекта при просвечивании через одну стенку (сварной шов наложенной детали)

Способ эллипса (рис. 11)

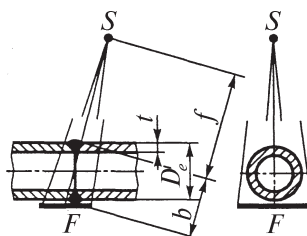


Рис. 11. Схема получения снимка изогнутого контролируемого объекта для контроля двух стенок при просвечивании через две стенки (двойное изображение, источник излучения и пленка — вне контролируемого объекта)

Способ перпендикулярной съемки (рис. 12)

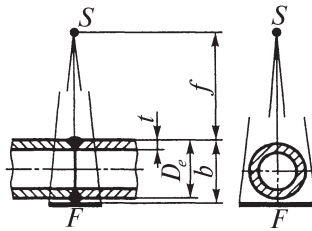


Рис. 12. Схема получения снимка изогнутых контролируемых объектов при просвечивании через две стенки (двойное изображение) для контроля двух стенок (источник излучения и пленка вне контролируемого объекта)

Источник излучения вне контролируемого объекта, а пленка — на другой стороне (рис. 13–17)

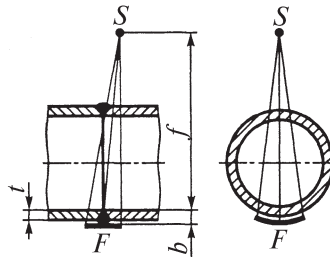


Рис. 13. Схема получения снимка изогнутых контролируемых объектов при просвечивании через две стенки (одно изображение) для контроля стенки, ближайшей к пленке. ИКИ должен располагаться вблизи пленки

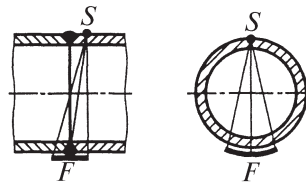


Рис. 14. Схема получения снимка при просвечивании через две стенки (одно изображение)

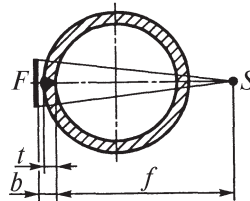


Рис. 15. Схема получения снимка прямолинейного сварного шва при просвечивании через две стенки (одно изображение)

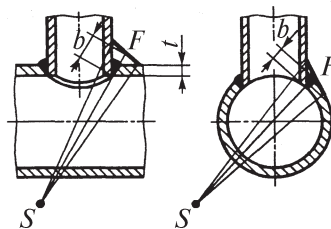


Рис. 16. Схема получения снимка изогнутых контролируемых объектов при просвечивании через две стенки (одно изображение) для оценки стенки, ближайшей к пленке

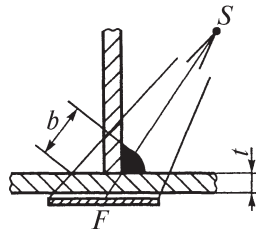


Рис. 17. Схема получения снимка при просвечивании угловых швов
Способ для материалов различной толщины (рис. 18)

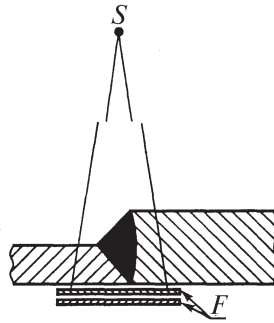


Рис. 18. Способ нескольких пленок

Пленочная система и усиливающие экраны

Для радиографического контроля необходимо применять классы пленочных систем по EN 584-1.

Рекомендуемое количество снимков для обеспечения достаточного контроля кольцевого стыкового сварного шва

Минимальное количество снимков по рис. А.1–А.4 относится к трубам с наружным диаметром более 100 мм.

Если отклонение толщины стенки $\Delta t/t$ сварного шва, который должен быть проконтролирован одним снимком, не превышает 20 %, то применяются схемы рис. А.3 и А.4. Данный способ рекомендуется, только если вероятность наличия поперечной трещины мала или сварной шов проверяется на наличие таких дефектов другими способами неразрушающего контроля.

Если $\Delta t/t$ меньше или равно 10 %, то применяются схемы рис. А.1 и А.2. В этом случае имеется вероятность выявления и поперечных трещин.

Если контролируемый объект проверяется на наличие отдельных поперечных трещин, то требуемое минимальное количество радиограмм по сравнению со значениями, указанными на рис. А.1–А.4, увеличивается.

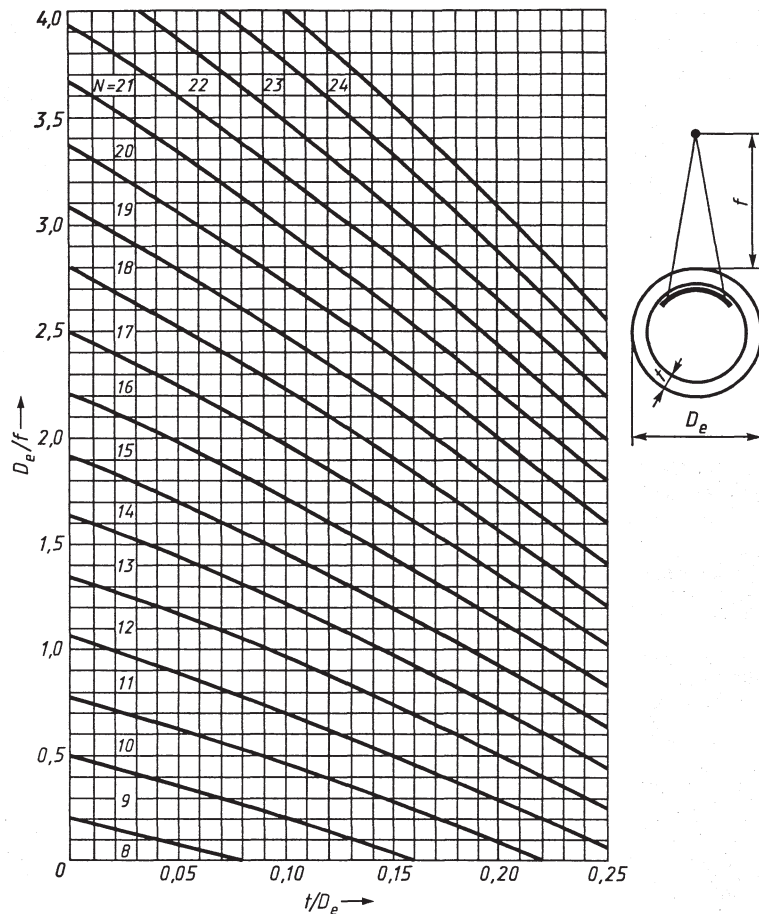


Рис. А.1. Минимальное количество снимков № при просвечивании через одну стенку снаружи внутрь и с максимально допустимым увеличением просвечиваемой толщины на основе косо направленного излучения в проверяемой области $\Delta t/t = 10\%$ в зависимости от отношения для трубы t/D_e и от отношения наружного диаметра трубы D_e к расстоянию f

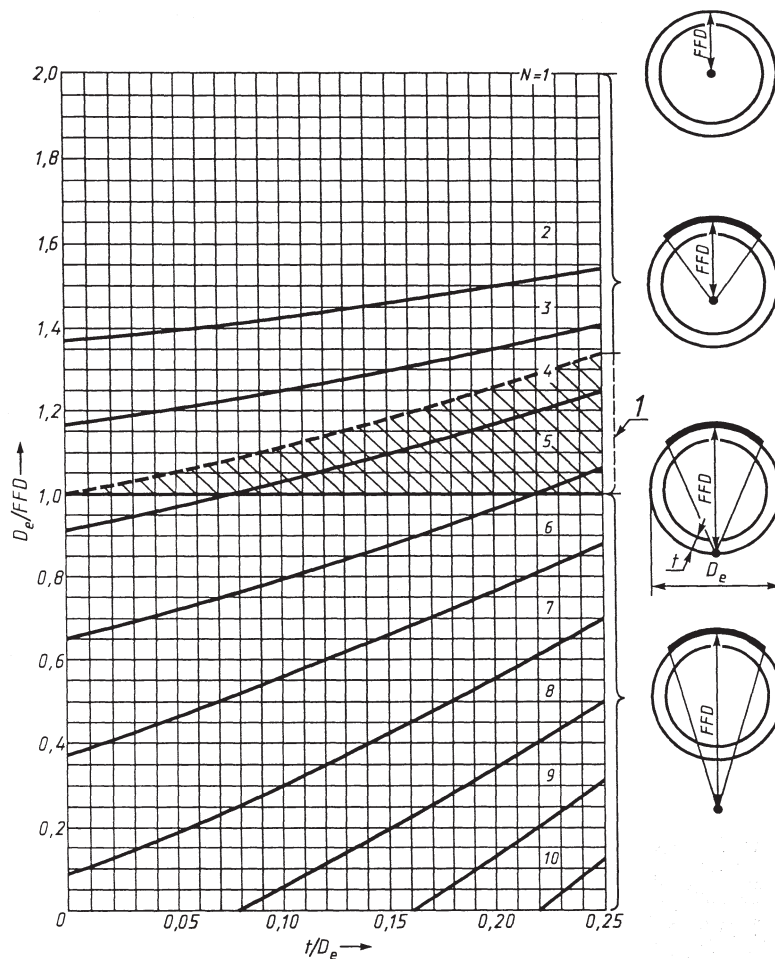


Рис. А.2. Минимальное количество снимков № при эксцентрическом просвечивании изнутри наружу, а также просвечивании через две стенки и с максимально допустимым увеличением просвечиваемой толщины на основе косо направления излучения в проверяемой области $\Delta t/t = 10\%$ в зависимости от отношения для трубы t/D_e и от отношения наружного диаметра трубы D_e к расстоянию «пленка–фокус» FFA: 1 — стенка трубы

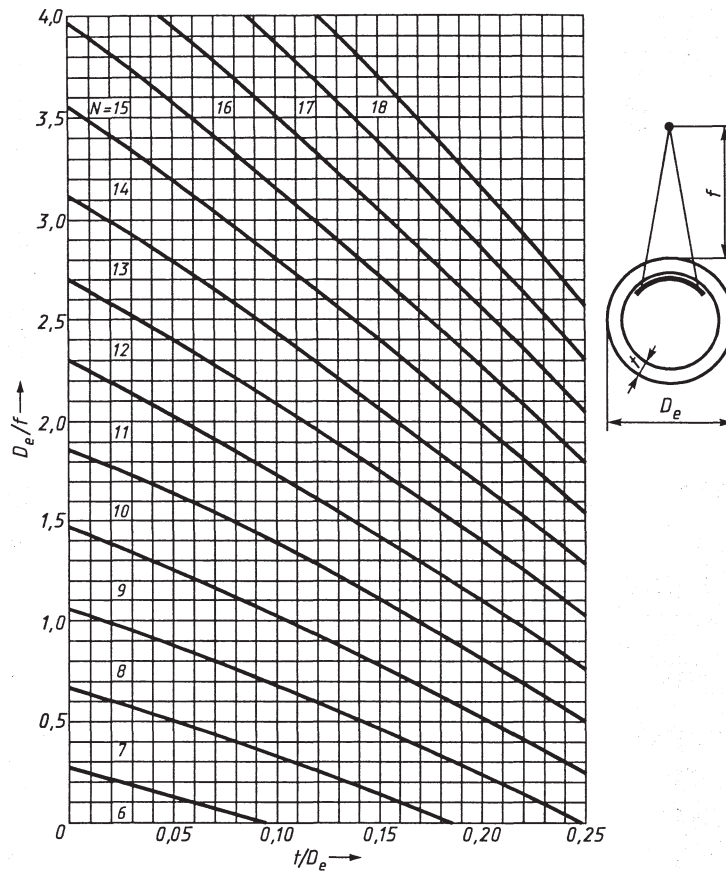


Рис. А.3. Минимальное количество снимков N_0 при просвечивании через одну стенку снаружи внутрь и с максимально допустимым увеличением просвечиваемой толщины на основе косо­го направления излучения в проверяемой области $\Delta t/t = 20\%$ в зависимости от отношения для трубы t/D_e и от отношения наружного диаметра трубы D_e к расстоянию f

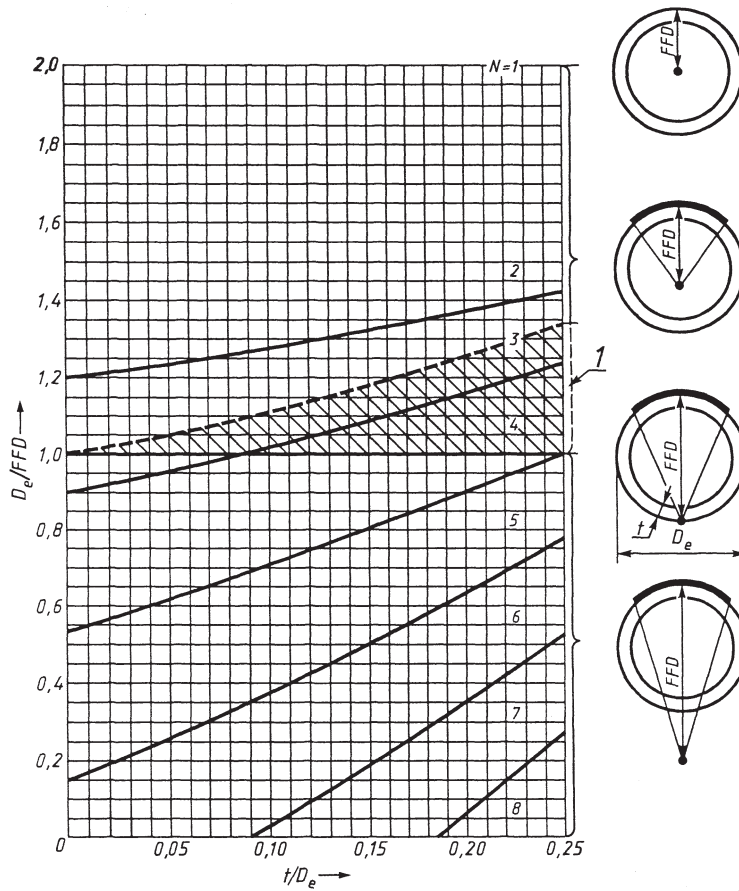


Рис. А.4. Минимальное количество снимков № при эксцентрическом просвечивании изнутри наружу, а также просвечивании через две стенки с максимально допустимым увеличением просвечиваемой толщины на основе косо направленного излучения в проверяемой области $\Delta t/t = 20\%$ в зависимости от отношения для трубы t/D_e и от отношения наружного диаметра трубы D_e к расстоянию «пленка–фокус» FFD: 1 — стенка трубы

Приложение В
Обязательное

Минимальная оценка качества изображения

Просвечивание через одну стенку; индикатор качества изображения расположен со стороны источника излучения.

Таблица В1

Проволочный индикатор качества изображения

Класс качества изображения А	
Номинальная толщина t , мм	BZ* (оценка)
До 1,2	W 18
Свыше 1,2 и до 2,0	W 17
Свыше 2,0 и до 3,5	W 16
Свыше 3,5 и до 5	W 15
Свыше 5 и до 7	W 14
Свыше 7 и до 10	W 13
Свыше 10 и до 15	W 12
Свыше 15 и до 25	W 11
Свыше 25 и до 32	W 10
Свыше 32 и до 40	W 9
Свыше 40 и до 55	W 8
Свыше 55 и до 85	W 7
Свыше 85 и до 150	W 6
Свыше 150 и до 250	W 5
Свыше 250	W 4

* Если в качестве источника излучения применяется Ir^{192} , то может приниматься оценка, худшая, чем приведенные значения:
от 10 мм до 24 мм: до 2 BZ;
от 24 мм до 30 мм: около 1 BZ.

Таблица В2

Индикатор качества изображения ступенчатый/с отверстиями

Класс качества изображения А	
Номинальная толщина t , мм	BZ* (оценка)
До 2,0	H 3
Свыше 2,0 и до 3,5	H 4
Свыше 3,5 и до 6	H 5
Свыше 6 и до 10	H 6
Свыше 10 и до 15	H 7
Свыше 15 и до 24	H 8
Свыше 24 и до 30	H 9
Свыше 30 и до 40	H 10
Свыше 40 и до 60	H 11
Свыше 60 и до 100	H 12
Свыше 100 и до 150	H 13
Свыше 150 и до 200	H 14
Свыше 200 и до 250	H 15
Свыше 250 и до 320	H 16
Свыше 320 и до 400	H 17
Свыше 400	

* Если в качестве источника излучения применяется Ir^{192} , то может приниматься оценка, худшая, чем приведенные значения:
от 10 мм до 24 мм: до 2 BZ;
от 24 мм до 30 мм: около 1 BZ.

Просвечивание через одну стенку; индикатор качества изображения расположен со стороны источника излучения.

Таблица В3

Проволочный индикатор качества изображения	
Класс качества изображения А	
Номинальная толщина t , мм	BZ* (оценка)
До 1,5	W 19
Свыше 1,5 и до 2,5	W 18
Свыше 2,5 и до 4	W 17
Свыше 4 и до 6	W 16
Свыше 6 и до 8	W 15
Свыше 8 и до 12	W 14
Свыше 12 и до 20	W 13
Свыше 20 и до 30	W 12
Свыше 30 и до 35	W 11
Свыше 35 и до 45	W 10
Свыше 45 и до 65	W 9
Свыше 65 и до 120	W 8
Свыше 120 и до 200	W 7
Свыше 200 и до 350	W 6
Свыше 350	W 5

* Если в качестве источника излучения применяется Ig^{192} , то может приниматься оценка, худшая, чем приведенные значения: от 12 мм до 40 мм: около 1 BZ.

Таблица В4

Индикатор качества изображения ступенчатый/с отверстиями

Класс качества изображения А	
Номинальная толщина t , мм	BZ* (оценка)
До 2,5	H 2
Свыше 2,5 и до 4	H 3
Свыше 4 и до 8	H 4
Свыше 8 и до 12	H 5
Свыше 12 и до 20	H 6
Свыше 20 и до 30	H 7
Свыше 30 и до 40	H 8
Свыше 40 и до 60	H 9
Свыше 60 и до 80	H 10
Свыше 80 и до 100	H 11
Свыше 100 и до 150	H 12
Свыше 150 и до 200	H 13
Свыше 200 и до 250	H 14

* Если в качестве источника излучения применяется Ig^{192} , то может приниматься оценка, худшая, чем приведенные значения: от 12 мм до 40 мм: около 1 BZ.

Просвечивание через две стенки; индикатор качества изображения расположен со стороны источника излучения.

Таблица В5

Проволочный индикатор качества изображения

Класс качества изображения А	
Просвечиваемая толщина W , мм	BZ
До 1,2	W 18
Свыше 1,2 и до 2,0	W 17
Свыше 2,0 и до 3,5	W 16
Свыше 3,5 и до 5	W 15
Свыше 5 и до 7	W 14
Свыше 7 и до 12	W 13
Свыше 12 и до 18	W 12
Свыше 18 и до 30	W 11
Свыше 30 и до 40	W 10
Свыше 40 и до 50	W 9
Свыше 50 и до 60	W 8
Свыше 60 и до 85	W 7
Свыше 85 и до 120	W 6
Свыше 120 и до 220	W 5
Свыше 220 и до 380	W 4
Свыше 380	W 3

Таблица В6

Индикатор качества изображения ступенчатый/с отверстиями

Класс качества изображения А	
Просвечиваемая толщина W , мм	BZ*
До 1	H 3
Свыше 1 и до 2	H 4
Свыше 2 и до 3,5	H 5
Свыше 3,5 и до 5,5	H 6
Свыше 5,5 и до 10	H 7
Свыше 10 и до 19	H 8
Свыше 19 и до 35	H 9

* Если в качестве источника излучения применяется Ig^{192} , то может приниматься оценка, худшая, чем приведенные значения:
от 3,5 мм: до 2 BZ;
свыше 3,5 мм до 10 мм: около 1 BZ.

Просвечивание через две стенки; двойное изображение; индикатор качества изображения расположен со стороны источника излучения.

Таблица В7

Проволочный индикатор качества изображения

Класс качества изображения В	
1	2
Просвечиваемая толщина W , мм	BZ
До 1,5	W 19
Свыше 1,5 и до 2,5	W 18
Свыше 2,5 и до 4	W 17
Свыше 4 и до 6	W 16
Свыше 6 и до 8	W 15
Свыше 8 и до 15	W 14
Свыше 15 и до 25	W 13
Свыше 25 и до 38	W 12
Свыше 38 и до 45	W 11

1	2
Свыше 45 и до 55	W10
Свыше 55 и до 70	W9
Свыше 70 и до 100	W8
Свыше 100 и до 170	W7
Свыше 170 и до 250	W6
Свыше 250	W5

Таблица В8

Индикатор качества изображения ступенчатый/с отверстиями

Класс качества изображения В	
Просвечиваемая толщина W , мм	BZ*
До 1	H 2
Свыше 1 и до 2,5	H 3
Свыше 2,5 и до 4	H 4
Свыше 4 и до 6	H 5
Свыше 6 и до 11	H 6
Свыше 11 и до 20	H 7
Свыше 20 и до 35	H 8

* Если в качестве источника излучения применяется Iг 192, то может приниматься оценка, худшая, чем приведенные значения:

от 4 мм до 11 мм: около 1 BZ.

Просвечивание через две стенки; простое или двойное изображение; индикатор качества изображения расположен со стороны пленки.

Таблица В9

Проволочный индикатор качества изображения

Класс качества изображения А	
Просвечиваемая толщина W , мм	BZ
До 1,2	W18
Свыше 1,2 и до 2	W17
Свыше 2 и до 3,5	W16
Свыше 3,5 и до 5	W15
Свыше 5 и до 10	W14
Свыше 10 и до 15	W13
Свыше 15 и до 22	W12
Свыше 22 и до 38	W11
Свыше 38 и до 48	W10
Свыше 48 и до 60	W9
Свыше 60 и до 85	W8
Свыше 85 и до 125	W7
Свыше 125 и до 225	W6
Свыше 225 и до 375	W5
Свыше 375	W4

Таблица В10

Индикатор качества изображения ступенчатый/с отверстиями

Класс качества изображения А	
Просвечиваемая толщина W , мм	BZ*
До 2	H 3
Свыше 2 и до 5	H 4
Свыше 5 и до 9	H 5
Свыше 9 и до 14	H 6
Свыше 14 и до 22	H 7
Свыше 22 и до 36	H 8
Свыше 36 и до 50	H 9
Свыше 50 и до 80	H 10

* Если в качестве источника излучения применяется Ir^{192} , то может приниматься оценка, худшая, чем приведенные значения:

от 5 мм до 9 мм: до 2 BZ;

свыше 9 мм до 22 мм: около 1 BZ.

Просвечивание через две стенки; простое или двойное изображение; индикатор качества изображения расположен со стороны пленки.

Таблица В11

Проволочный индикатор качества изображения

Класс качества изображения В	
Просвечиваемая толщина W , мм	BZ
До 1,5	W 19
Свыше 1,5 и до 2,5	W 18
Свыше 2,5 и до 4	W 17
Свыше 4 и до 6	W 16
Свыше 6 и до 12	W 15
Свыше 12 и до 18	W 14
Свыше 18 и до 30	W 13
Свыше 30 и до 45	W 12
Свыше 45 и до 55	W 11
Свыше 55 и до 70	W 10
Свыше 70 и до 100	W 9
Свыше 100 и до 180	W 8
Свыше 180 и до 300	W 7
Свыше 300	W 6

Таблица В12

Индикатор качества изображения ступенчатый/с отверстиями

Класс качества изображения В	
Просвечиваемая толщина W , мм	BZ*
До 2,5	H 2
Свыше 2,5 и до 5,5	H 3
Свыше 5,5 и до 9,5	H 4
Свыше 9,5 и до 15	H 5
Свыше 15 и до 24	H 6
Свыше 24 и до 40	H 7
Свыше 40 и до 60	H 8
Свыше 60 и до 80	H 9

* Если в качестве источника излучения применяется Ir^{192} , то может приниматься оценка, худшая, чем приведенные значения:

от 5,5 мм до 9,5 мм: около 2 BZ;

свыше 9,5 мм до 22 мм: около 1 BZ.