

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  $90^\circ$  изображений достаточно для  $t/D_e < 0,12$ . Расстояние между двумя изображениями сварного шва должно быть равно примерно ширине сварного шва.

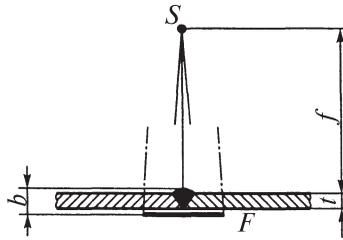
Если при  $D_e < 100$  мм нецелесообразно применять способ эллипса, то можно пользоваться способом перпендикулярной съемки (см. рис. 12). В этом случае потребуются три снимка, смещенных на  $120^\circ$  или  $60^\circ$ .

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.

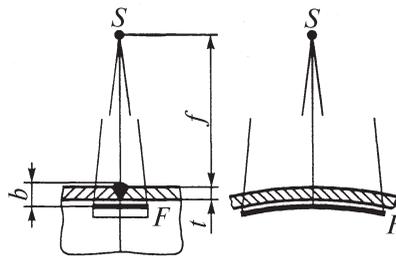
**Примечание.** В приложении А приведены рекомендуемые оценки радиограмм для контроля всего объема кольцевого сварного шва.

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

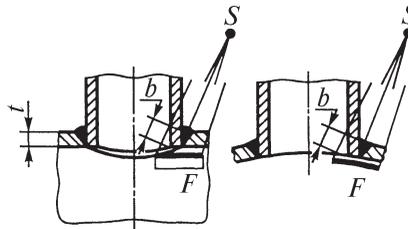


**Рис. 1.** Схема получения снимка для плоского сварного шва и при просвечивании через одну стенку:  
*S* — источник излучения; *F* — пленка

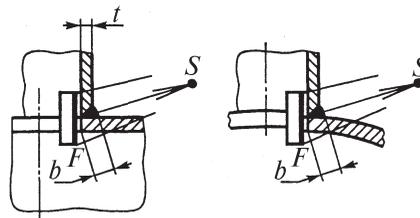
*Источник излучения снаружи и пленка внутри контролируемого объекта (рис. 2–4)*



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

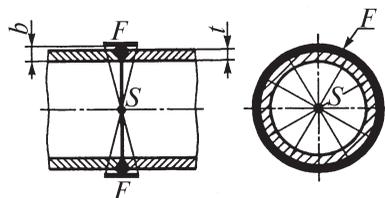


**Рис. 3.** Схема получения снимка изогнутого контролируемого объекта при просвечивании через одну стенку (сварной шов вставной детали)

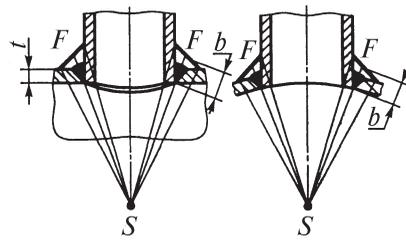


**Рис. 4.** Схема получения снимка изогнутого контролируемого объекта при просвечивании через одну стенку (сварной шов наложенной детали)

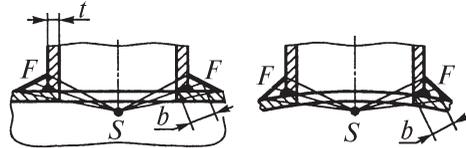
*Источник излучения внутри и по центру, а пленка вне контролируемого объекта (рис. 5–7)*



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

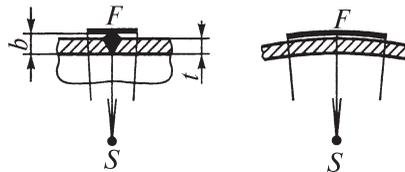


**Рис. 6.** Схема получения снимка изогнутого контролируемого объекта при просвечивании через одну стенку (сварной шов вставной детали)

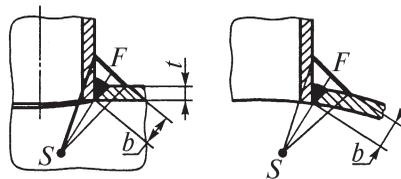


**Рис. 7.** Схема получения снимка изогнутого контролируемого объекта при просвечивании через одну стенку (сварной шов наложенной детали)

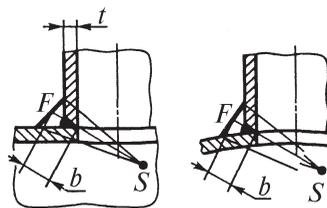
*Источник излучения внутри и вне центра, а пленка снаружи контролируемого объекта (рис. 8–10)*



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

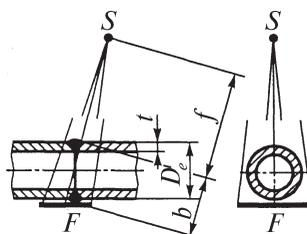


**Рис. 9.** Схема получения снимка изогнутого контролируемого объекта при просвечивании через одну стенку (сварной шов вставной детали)



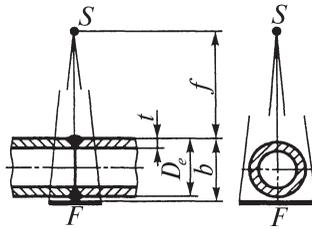
**Рис. 10.** Схема получения снимка изогнутого контролируемого объекта при просвечивании через одну стенку (сварной шов наложенной детали)

*Способ эллипса (рис. 11)*



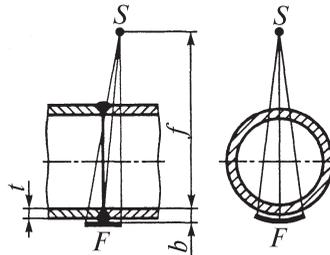
**Рис. 11.** Схема получения снимка изогнутого контролируемого объекта для контроля двух стенок при просвечивании через две стенки (двойное изображение, источник излучения и пленка — вне контролируемого объекта)

## Способ перпендикулярной съемки (рис. 12)

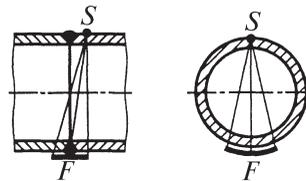


**Рис. 12.** Схема получения снимка изогнутых контролируемых объектов при просвечивании через две стенки (двойное изображение) для контроля двух стенок (источник излучения и пленка вне контролируемого объекта)

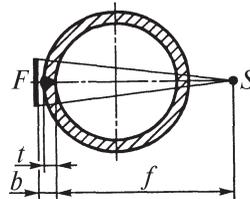
*Источник излучения вне контролируемого объекта, а пленка — на другой стороне (рис. 13–17)*



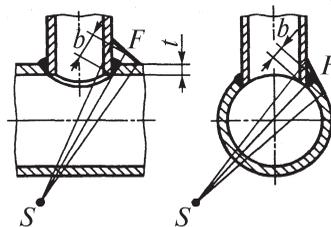
**Рис. 13.** Схема получения снимка изогнутых контролируемых объектов при просвечивании через две стенки (одно изображение) для контроля стенки, ближайшей к пленке. ИКИ должен располагаться вблизи пленки



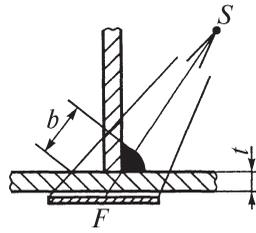
**Рис. 14.** Схема получения снимка при просвечивании через две стенки (одно изображение)



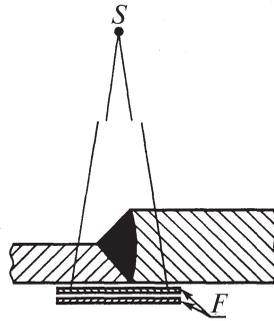
**Рис. 15.** Схема получения снимка прямолинейного сварного шва при просвечивании через две стенки (одно изображение)



**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.

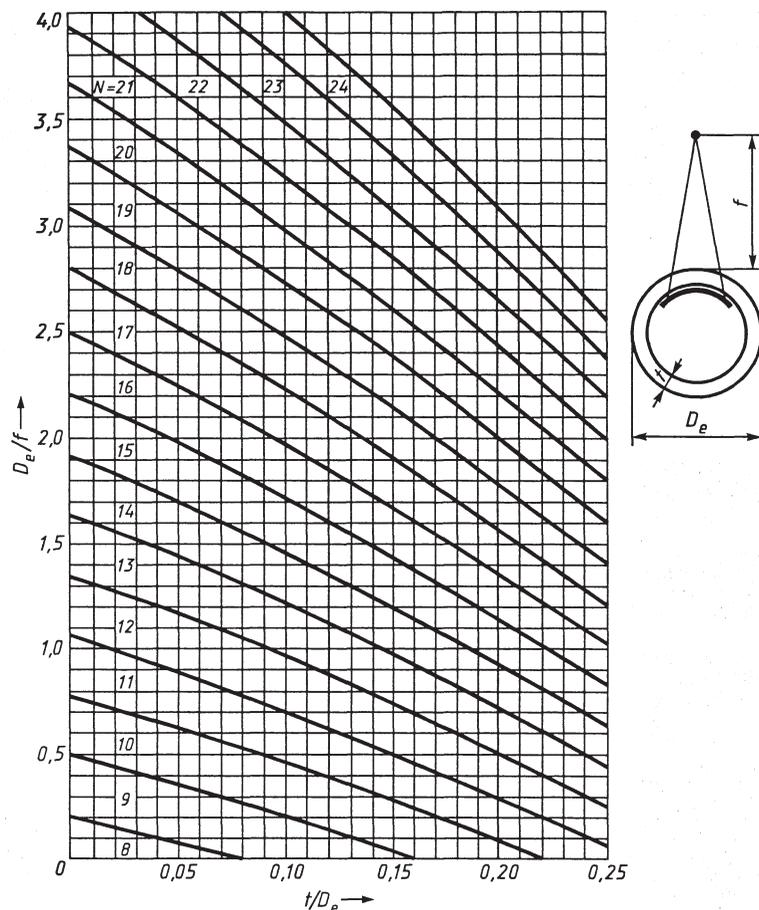
### Рекомендуемое количество снимков для обеспечения достаточного контроля кольцевого стыкового сварного шва

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

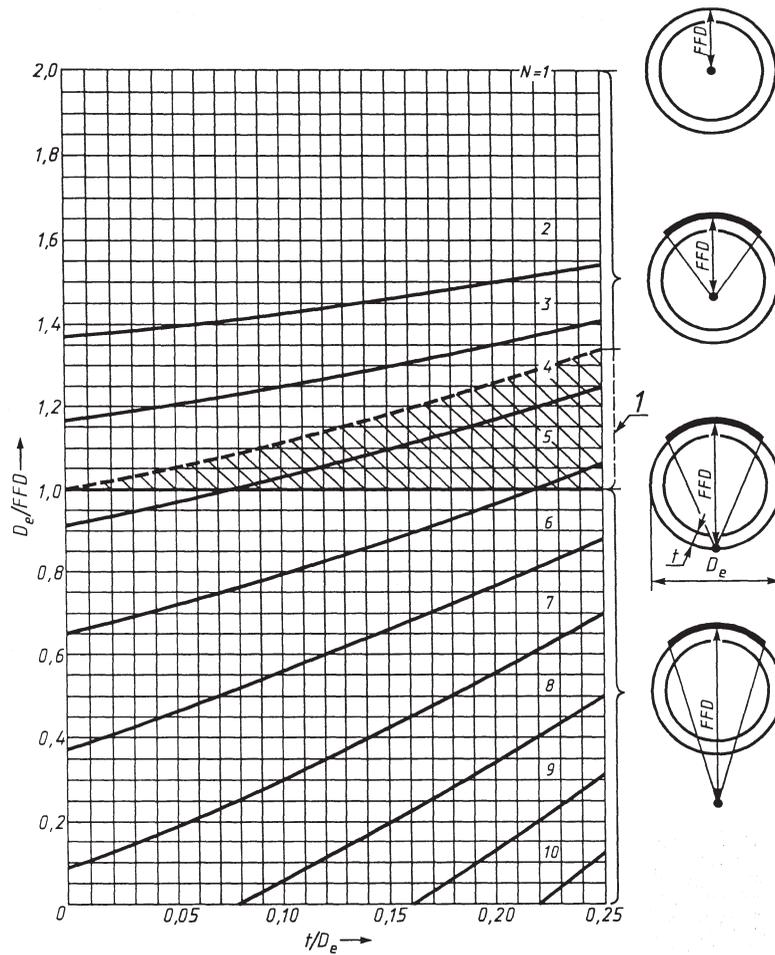
Если отклонение толщины стенки  $\Delta t/t$  сварного шва, который должен быть проконтролирован одним снимком, не превышает 20 %, то применяются схемы рис. А.3 и А.4. Данный способ рекомендуется, только если вероятность наличия поперечной трещины мала или сварной шов проверяется на наличие таких дефектов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

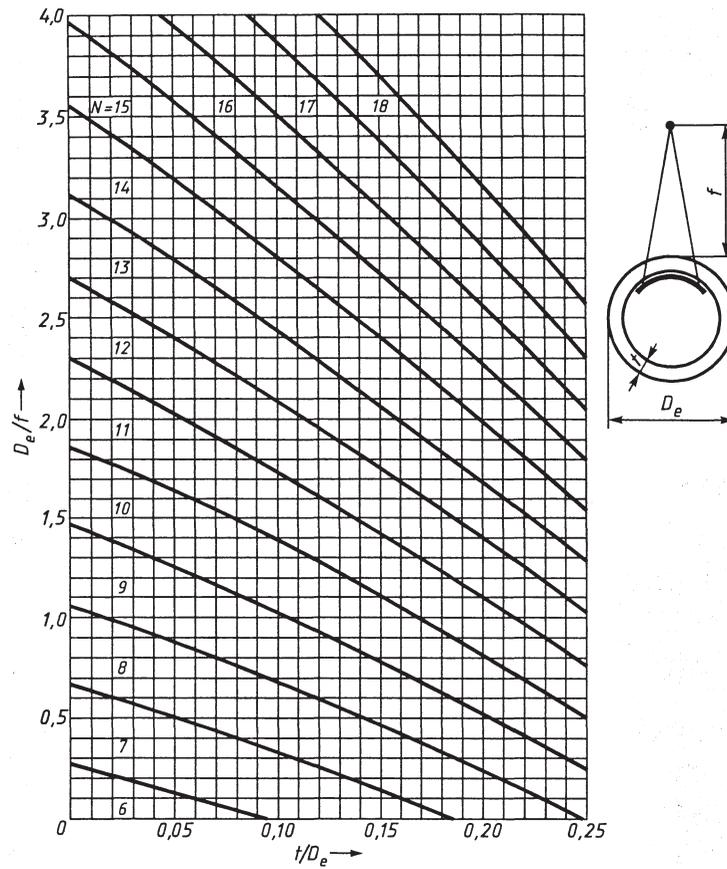
Если контролируемый объект проверяется на наличие отдельных поперечных трещин, то требуемое минимальное количество радиограмм по сравнению со значениями, указанными на рис. А.1–А.4, увеличивается.



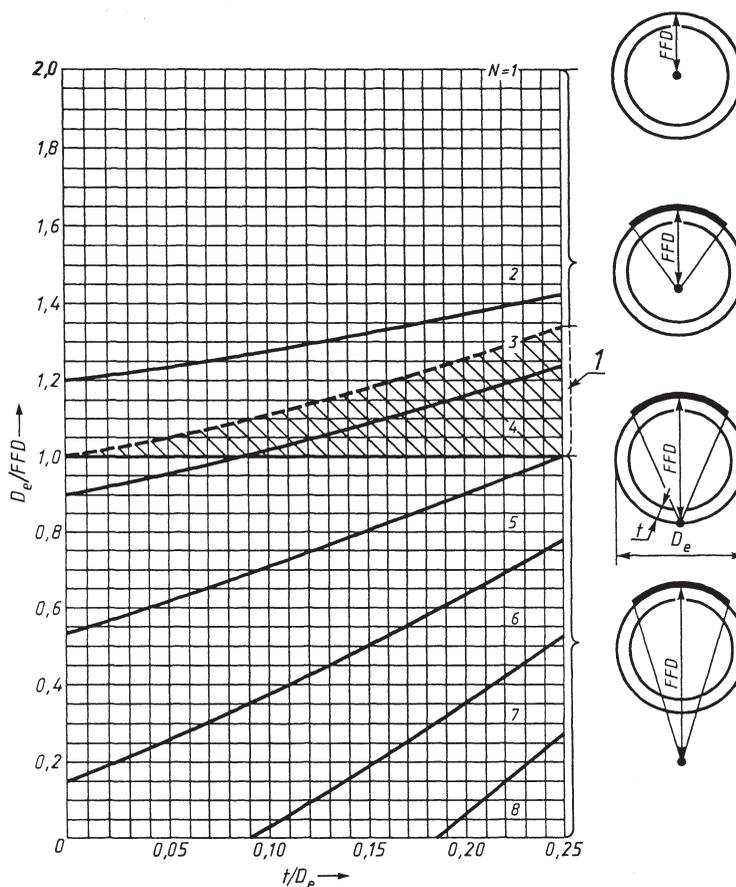
**Рис. А.1.** Минимальное количество снимков № при просвечивании через одну стенку снаружи внутрь и с максимально допустимым увеличением просвечиваемой толщины на основе косо направленного излучения в проверяемой области  $\Delta t/t = 10\%$  в зависимости от отношения для трубы  $t/D_e$  и от отношения 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  $\text{Ir}^{192}$ , 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  $\text{Ir}^{192}$ , 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	W18
Свыше 1,2 и до 2,0	W17
Свыше 2,0 и до 3,5	W16
Свыше 3,5 и до 5	W15
Свыше 5 и до 7	W14
Свыше 7 и до 12	W13
Свыше 12 и до 18	W12
Свыше 18 и до 30	W11
Свыше 30 и до 40	W10
Свыше 40 и до 50	W9
Свыше 50 и до 60	W8
Свыше 60 и до 85	W7
Свыше 85 и до 120	W6
Свыше 120 и до 220	W5
Свыше 220 и до 380	W4
Свыше 380	W3

Таблица В6

## Индикатор качества изображения ступенчатый/с отверстиями

Класс качества изображения А	
Просвечиваемая толщина $W$ , мм	BZ*
До 1	H3
Свыше 1 и до 2	H4
Свыше 2 и до 3,5	H5
Свыше 3,5 и до 5,5	H6
Свыше 5,5 и до 10	H7
Свыше 10 и до 19	H8
Свыше 19 и до 35	H9

\* 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	W19
Свыше 1,5 и до 2,5	W18
Свыше 2,5 и до 4	W17
Свыше 4 и до 6	W16
Свыше 6 и до 8	W15
Свыше 8 и до 15	W14
Свыше 15 и до 25	W13
Свыше 25 и до 38	W12
Свыше 38 и до 45	W11

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  $\text{Ir}^{192}$ , 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  $\text{Ir}^{192}$ , 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.