



NDT World, 2019, v. 22, no. 1, pp. 14–16
DOI: 10.12737/article_5ca30fa574b459.73938034

Радиографический контроль: требования нормативной документации по выбору радиографической плёнки

Submitted 13.02.19
Accepted 22.03.19

В статье проведено сравнение требований российских и международных стандартов по выбору радиографических плёнок, точнее плёночных систем, для промышленной радиографии. Отмечается, что набор параметров, характеризующих плёнку, в стандарте ISO 11699-1-2011 и отечественных ТУ кардинально отличается. Поэтому при отсутствии у отечественных плёнок классификации по стандарту ISO невозможно их использование в рамках действующих и подготовленных к выпуску стандартов РФ, например, ГОСТ Р ИСО 10893-6-2016, ГОСТ ISO 17636-1-2017.

В указанных стандартах ISO предусмотрено использование только металлических усиливающих экранов, что создаёт ограничения для применения других типов экранов без принятия дополнительных мер.

М. М. Gnedin¹, S. V. Shablov^{2,3}

Radiographic Inspection: Legal Requirements on the Choice of a Radiographic Film

In article comparison of requirements of the Russian and international standards at the choice of radiographic films (more precisely – film systems) for industrial radiography is carried out. It is noted that a set of the parameters characterizing a film in ISO 11699-1-2011 and domestic specifications cardinally differs. Therefore in the absence of domestic film classification by ISO their use within the standards of the Russian Federation existing and prepared for release is impossible, for example, for GOST P ISO 10893-6-2016, GOST ISO 17636-1-2017.

Use only of the metal strengthening screens is provided in the specified ISO standards that creates restrictions for application of other types of screens without acceptance of additional measures.

Keywords: radiography, legal requirements, X-ray films, film systems, film divisibility

В настоящее время в РФ сложилось такое положение [1], при котором в производственном секторе одновременно используются плёнки отечественного и зарубежного производства, а контроль выполняется по российскому ГОСТ 7512–82 [2] или международным стандартам, при этом ISO 5579 [3] не переведён, ISO 17636–1 [4] переведён, но введение его в действие отложено Росстандартом до 01.01.2020. Стандарт на контроль стальных труб ISO 10893–6 [5] в РФ действует как ГОСТ Р ИСО 10893–6 [6], и в нём предусмотрено применение только плёнок, классифицированных в соответствии с ISO 11699–1 [7].*

В [10] сравниваются требования стандартов [2] и [9] по выбору плёноч-

ной системы и отмечается их полная несхожесть. Рассмотрим эту ситуацию подробнее.

Согласно [2] при контроле следует использовать радиографические плёнки, соответствующие требованиям технических условий на них. Тип плёнки должен устанавливаться технической документацией на контроль или приёмку сварных соединений.

Международный стандарт [9] более конкретен и предусматривают выбор классов плёночных систем в зависимости от материала и толщины ОК, источника излучения и требуемого класса контроля (**A** или **B**).

При рассмотрении стандартов [2–5] были отмечены следующие положения:

ГНЕДИН
Михаил Михайлович

Ведущий специалист
ООО «Диагностика-М»,
Москва. III уровень
по радиационному
и визуально-измеритель-
ному видам НК



ШАБЛОВ
Станислав
Владимирович

Ведущий специалист
ООО «АСК-Рентген»,
Санкт-Петербург–Москва,
преподаватель-экзаменатор
НУЦ «СертиНК»
ФГАУ «НУЦСК при МГТУ
им. Н.Э. Баумана», Москва,
к. т. н., III уровень по радиационному виду НК



1. Класс радиографической плёнки (точнее — плёночной системы) определяется в результате её испытаний по методике стандарта ISO 11699–1, в котором приведены предельные значения параметров плёнок, нормированные для каждого класса. По результатам испытаний один из шести классов от С1 до С6 присваивается испытываемому типу (марке) плёнки по совокупности следующих параметров: **градиент, гранулярность, отношение сигнал/шум**, и оформляется сертификат. Кроме того, в ходе испытаний дополнительно определяются показатели плёнок: **скорость ISO** и **доза**, используемые в практике РК. Классификация по ISO 11699–1 проводится только для полной системы: плёнка/химико-фотографическая обработка плёнки.

* В нарушение ГОСТ Р 56542–2015 в наименовании ГОСТ ISO 17636–1 вместо слова «метод» употреблено слово «способы».

¹ "Diagnostics-M", Moscow, Russia; gnedin.m@x-ray.ru

² ASK-Roentgen, St. Petersburg, Russia

³ Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russia; shablovrentgen@mail.ru

Параметры радиографической плёнки

Градиент (G) определяет крутизну характеристической кривой и численно равен тангенсу угла наклона характеристической кривой в любой заданной точке оптической плотности D (например, при $D = 2$ или $D = 4$).

Гранулярность (σ) — структурометрическая характеристика, представляющая объективную меру собственных шумов плёнки. При проявлении галогенидосеребряных фотоматериалов происходит превращение микрокристаллов в серебряные зёрна. Из-за неравномерности распределения микрокристаллов в эмульсии зёрна образуют скопления. В результате почернение оказывается не сплошным, а прерывистым, выглядящим при увеличении в несколько раз как бы состоящим из отдельных зёрен, гранул. Поэтому границы мелких элементов теряют резкость. Гранулярность растёт с увеличением размеров зёрен фотоэмульсии, энергии ионизирующих частиц и времени проявления. Повышение показателя гранулярности эмульсии плёнки приводит к увеличению нерезкости изображения.

Отношение сигнал/шум (G/σ) — частное от деления среднего градиента G на значение гранулярности σ . Следует пояснить употреблённое здесь понятие шум. Шум по ГОСТ 26883-86 определён как нерегулярное или статистически случайное колебание. Под термином шум понимаются беспорядочные статистически случайные флуктуации: отклонения от среднего значения какой либо физической величины (например, оптической плотности снимка, потока ионизирующего излучения, яркости, электрического тока, напряжения и тому подобное), отличающиеся сложностью временной и спектральной структуры (быстро изменяющиеся в случайные моменты времени по амплитуде, фазе, мощности) и возникающие в результате атомистической природы электрических зарядов и квантового характера электромагнитных полей. Флуктуации такой физической величины, как оптическая плотность, могут быть связаны с различным размером зёрен галогенида серебра и неравномерностью их диффузии в структуре эмульсии плёнки.

Доза (K_s) — значение поглощённой дозы излучения (в грях, Gy), необходимое для получения плотности почернения плёнки $D - D_0 = 2$, где D_0 — плотность вуали плюс плотность основы [7].

Скорость ISO радиографической плёнки (ISO speed) S — обратное значение поглощённой дозы K_s , выраженное в обратных грях (Gy^{-1}), которое требуется для получения на обработанной плёнке (снимке) установленной диффузной оптической плотности (в проходящем свете) $D - D_0 = 2$, [7]; $S = 1/K_s$. ISO speed — понятие близкое к применявшемуся понятию «чувствительность радиографической плёнки к излучению», которая измерялась во внесистемных единицах — обратных Рентгенах, как величина обратная экспозиционной дозе для нормированной оптической плотности снимка.

Классы плёночных систем определяются предельными (граничными) значениями в соответствии с приведённой таблицей в ISO 11699-1 [7].

2. Указанная классификация действительна только для полной плёночной системы, включая химико-фотографиче-

скую обработку плёнки. При измерении параметров в процессе классификации плёнок в стандарте применяются свинцовые усиливающие экраны. Но это не означает, что классификация плёнок полностью не представляет интереса при радиографии с флуоресцирующими

(флуорометаллическими) усиливающими экранами. Данная классификация может служить качественным ориентиром в случае использования указанных экранов.

ВНИМАНИЕ: в стандарте ISO 11699-1 [10] особо подчёркивается, что в зависимости от качества (энергии, спектра) ионизирующего излучения, применяемых экранов и режимов изменяться могут только свойства плёнок, но не присвоенный им класс.

Классификация проводится при нормированных параметрах, а именно: все измерения осуществляются при напряжении 220 кВ на трубке с вольфрамовой мишенью; с медным фильтром толщиной $(8,00 \pm 0,05)$ мм; применяются передний и задний свинцовые усиливающие экраны от 0,02 до 0,04 мм; при температуре $23 \pm 5^\circ C$; относительной влажности $50 \pm 20\%$ и нормированной процедуре химико-фотографической обработки.

В рамках одного стандарта просто нерационально отдельно предусматривать предельные значения параметров для классификации плёнок со всем многообразием известных и новых типов металлических, флуоресцирующих и флуорометаллических усиливающих экранов, включая их комбинации. Поэтому все измерения в стандарте ISO 11699-1 в основном ограничиваются выбранным качеством излучения и методикой химико-фотографической обработки.

3. Стандарты ISO рассматривают выполнение радиографического контроля с использованием только классифицированных плёнок. Поэтому в рамках ISO-стандартов проведение РК с применением любых неклассифицированных плёнок не предусмотрено.

Табл. Предельные значения для градиента, гранулярности и отношения сигнал/шум

Класс плёночной системы	Допустимый минимум градиента G		Допустимый максимум гранулярности σ_{\max} при $D = 2$ выше D_0	Допустимый минимум отношения сигнал/шум $(G/\sigma)_{\max}$ при $D = 2$ выше D_0
	G при $D = 2$ выше D_0	G при $D = 4$ выше D_0		
C1	$\geq 4,5$	$\geq 7,5$	$\leq 0,018$	≥ 300
C2	$\geq 4,3$	$\geq 7,4$	$\leq 0,020$	≥ 230
C3	$\geq 4,1$	$\geq 6,8$	$\leq 0,023$	≥ 180
C4	$\geq 4,1$	$\geq 6,8$	$\leq 0,028$	≥ 150
C5	$\geq 3,8$	$\geq 6,4$	$\leq 0,032$	≥ 120
C6	$\geq 3,5$	$\geq 5,0$	$\leq 0,039$	≥ 100

4. Неклассифицированные отечественные плёнки типа РТ не поддаются сравнительной оценке с классифицированными плёнками из-за несоответствия номенклатуры параметров [10]. Это несоответствие объясняется кардинальным отличием показателей, методик и режимов испытаний по [8] от показателей и метода испытаний отечественных плёнок по ОСТ 6-17-54-80 [11]. Например, в [12] при испытаниях отечественных радиографических плёнок характеристическая кривая строится при 80 кВ. Но такое малое «мягкое» напряжение нехарактерно и непродуктивно для большинства применений в промышленной радиографии, и по стандарту ГОСТ 20426–82 [13] используется при просвечивании толщин не более 1,5 мм по стали. Приведённый режим — 80 кВ более уместно применять при испытаниях медицинских рентгеновских плёнок.

Кроме того, параметр «чувствительность к излучению $S_{0,85+D_0}$ », например, для плёнки РТ-1В по ТУ 2372-057-00205156-2003 [14] определяется при оптической плотности 0,85 Б. Однако известно [2], [4], [6], что на снимках стандартная оптическая плотность должна быть не менее 1,5–2,0 Б. Поэтому опять же невозможно признать удачным определение этого параметра на уровне 0,85 Б как соответствующее или хотя бы близкое требованиям стандартов к снимкам [2], [4], [6].

Такое малое значение оптической плотности (0,85 Б), скорее всего, применимо к медицинским снимкам, но не к снимкам промышленной радиографии.

5. В ГОСТ 7512–82 предусматриваются три класса чувствительности контроля с использованием плёнок с металлическими усиливающими экранами или без них, а также с флуоресцирующими экранами. На практике, по третьему (наименее требовательному) классу чувствительности радиографический контроль проводится с использованием импульсных рентгеновских аппаратов и плёнок с флуоресцирующими экранами в полевых и монтажных условиях.

6. Как следует из ГОСТ 7512–82 и проспекта отечественного производителя [15], плёнки выпускались и выпускаются по техническим условиям на них. ГОСТ на радиографические плёнки в РФ отсутствуют.

На практике радиографическая плёнка отечественного производства применяется в тех случаях, когда это соответствует требованиям нормативной

документации на изделие, и не используется машинная автоматизированная химико-фотографическая обработка.

7. Для обеспечения возможности применения отечественных радиографических плёнок в рамках ГОСТ Р ИСО и ISO стандартов эти плёнки необходимо классифицировать, например, в одной из уполномоченных на это аккредитованных лабораторий (или создать национальную лабораторию и аккредитовать её). Это необходимо для присвоения плёнкам (плёночным системам) класса по стандарту ISO 11699–1. Должен быть осуществлён перевод и выпуск национального ГОСТ ISO 11699–1 и сопутствующего ГОСТ ISO 11699–2 [7].

Вышеизложенное привело к возникновению коллизии норм при переводе ISO 17636–1 и введении его в действие с 01.11.2018 г. в качестве ГОСТ ISO 17636–1 [7]. На момент выхода приказа Росстандарта №110-ст от 01 марта 2018 г. не были рассмотрены 142 замечания по наименованию и текстовой части стандарта, а также не устранены противоречия между ГОСТ ISO 17636–1 и действующими документами по РК и плёнкам на территории Российской Федерации.

Случившееся явилось следствием того, что предложение по переводу стандарта и все дальнейшие процедуры в ходе разработки и его утверждения проводились без сотрудничества с ТК 371 «Не разрушающий контроль» и полном игнорировании замечаний от входящих в него организаций. Инициатором перевода и Росстандартом не были проанализированы последствия от введения в действие ГОСТ ISO 17636-1-2017 при одновременном существовании ГОСТ 7512–82.

Случившееся положение было рассмотрено на совещании в Росстандарте 08.10.2018 г. Были приняты, в том числе, следующие решения:

1. Росстандарту перенести срок введения в действие ГОСТ ISO 17636-1-2017 «Не разрушающий контроль сварных соединений. Радиографический контроль. Часть 1. Способы рентгено- и гаммаграфического контроля с применением плёнки» на 01.01.2020 г.
2. Росстандарту совместно с Минпромторгом России и Федеральной службой по аккредитации (Росаккредитация) при участии ФГУП «ВИАМ» и АО «НПО «ЦНИИТМАШ» подготовить предложения о создании испытательного центра, область аккредитации которого включает требова-

ния о рассмотрении возможности по расширению имеющейся области аккредитации на требования ГОСТ ISO 11699–1:2008 «Контроль неразрушающий. Рентгенографические плёнки для промышленной радиографии. Часть 1. Классификация плёночных систем для промышленной радиографии» с целью создания испытательной лаборатории на территории Российской Федерации.

Литература

1. Гнедин М. М., Галкин Д. И., Усачёв Е. Ю. Визуальный и радиационный контроль в системе стандартов ISO, EN и ASTM. Справочно-информационное пособие. — М.: 2017.
2. ГОСТ 7512–82. Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Радиографический метод. — М.: Стандартинформ, 2008.
3. ISO 5579–2013. Non-destructive testing. Radiographic testing of metallic materials using film and X- or gamma rays. Basic rules.
4. ISO 17636-1-2013. Non-destructive testing of welds. Radiographic testing. Part 1. X- and gamma-ray techniques with film.
5. ISO 10893-6-2011. Non-destructive testing of steel tubes. Part 10. Radiographic testing of weld seam of automatic fusion arc welded steel tubes for the detection of imperfections.
6. ГОСТ Р ИСО 10893-6-2016. Трубы стальные бесшовные и сварные. Часть 6. Радиографический контроль сварных швов для обнаружения дефектов. — М.: Стандартинформ, 2016.
7. ISO 11699-1-2011. Non-destructive testing. Industrial radiographic film. Part 1. Classification of film systems for industrial radiography. (Контроль неразрушающий. Радиографические плёнки для промышленной радиографии. Часть 1. Классификация плёночных систем для промышленной радиографии).
8. ISO 11699-2-2011. Non-destructive testing. Industrial radiographic film. Part 2. Control of film processing by means of reference values.
9. ГОСТ ISO 17636-1-2017. Неразрушающий контроль сварных соединений. Радиографический контроль. Часть 1. Способы рентгено и гаммаграфического контроля с применением плёнки. — М.: Стандартинформ, 2018.
10. Величко В. Я. Параметры качества радиографических изображений сварных соединений по новым стандартам ГОСТ ISO 17636–1,2–2017. — В мире НК. 2018. Т. 21. № 3. С. 46–55.
11. ОСТ 6-17-54-80. Материалы фотографические черно-белые на прозрачной подложке. Метод рентгеносенситометрического испытания радиографических и флюорографических плёнок. — М.: Минхимпром СССР, 1980.
12. Технические условия ТУ 6-17-1185-83. Плёнки радиографические РТ-11, РТ-12, РТ-14, РТ-15. — М.: Минхимпром СССР, 1982.
13. ГОСТ 20426. Контроль неразрушающий. Методы дефектоскопии радиационные. Область применения. — М.: Стандартинформ, 2008.
14. Технические условия ТУ 2372-057-00205156-2003 Плёнки радиографические РТ-1В. — ООО «НПП «Тасма», 2003.
15. Проспект ОАО Тасма «Не разрушающий контроль».

Статья получена 13 февраля 2019 г.,
в окончательной редакции — 22 марта