
**Контроль неразрушающий.
Рентгенографические пленки для
промышленной радиографии.**

Часть 1.

**Классификация пленочных систем для
промышленной радиографии**

iTeh STANDARD PREVIEW

(standard info.ru)

*Non-destructive testing -- Industrial radiographic film –
Part 1:*

Classification of film systems for industrial radiography

ISO 11699-1:2008

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1c381372-8f48-4afb-8b1c-f847946a28a8/iso-11699-1-2008>

Ответственность за подготовку русской версии несёт GOST R
(Российская Федерация) в соответствии со статьёй 18.1 Устава ISO



Ссылочный номер
ISO 11699-1:2008(R)

Отказ от ответственности при работе в PDF

Настоящий файл PDF может содержать интегрированные шрифты. В соответствии с условиями лицензирования, принятыми фирмой Adobe, этот файл можно распечатать или смотреть на экране, но его нельзя изменить, пока не будет получена лицензия на интегрированные шрифты и они не будут установлены на компьютере, на котором ведется редактирование. В случае загрузки настоящего файла заинтересованные стороны принимают на себя ответственность за соблюдение лицензионных условий фирмы Adobe. Центральный секретариат ISO не несет никакой ответственности в этом отношении.

Adobe - торговый знак фирмы Adobe Systems Incorporated.

Подробности, относящиеся к программным продуктам, использованные для создания настоящего файла PDF, можно найти в рубрике General Info файла; параметры создания PDF были оптимизированы для печати. Были приняты во внимание все меры предосторожности с тем, чтобы обеспечить пригодность настоящего файла для использования комитетами-членами ISO. В редких случаях возникновения проблемы, связанной со сказанным выше, просьба проинформировать Центральный секретариат по адресу, приведенному ниже.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 11699-1:2008

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1c381372-8f48-4afb-8b1c-f847946a28a8/iso-11699-1-2008>



ДОКУМЕНТ ЗАЩИЩЕН АВТОРСКИМ ПРАВОМ

© ISO 2008

Все права сохраняются. Если не указано иное, никакую часть настоящей публикации нельзя копировать или использовать в какой-либо форме или каким-либо электронным или механическим способом, включая фотокопии и микрофильмы, без предварительного письменного согласия ISO, которое должно быть получено после запроса о разрешении, направленного по адресу, приведенному ниже, или в комитет-член ISO в стране запрашивающей стороны.

ISO copyright office
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20
Tel. + 41 22 749 01 11
Fax + 41 22 734 09 47
E-mail copyright @ iso.org
Web www.iso.org

Опубликовано в Швейцарии

Предисловие

Международная организация по стандартизации (ISO) представляет собой всемирную федерацию, состоящую из национальных органов по стандартизации (комитеты-члены ISO). Работа по разработке международных стандартов обычно ведется Техническими комитетами ISO. Каждый комитет-член, заинтересованный в теме, для решения которой образован данный технический комитет, имеет право быть представленным в этом комитете. Международные организации, правительственные и неправительственные, поддерживающие связь с ISO, также принимают участие в работе. ISO тесно сотрудничает с Международной электротехнической комиссией (IEC) по всем вопросам стандартизации в области электротехники.

Международные стандарты разрабатываются в соответствии с правилами, установленными в Части 2 Директив ISO/IEC.

Основное назначение технических комитетов заключается в разработке международных стандартов. Проекты международных стандартов, принятые Техническими комитетами, направляются комитетам-членам на голосование. Для их опубликования в качестве международных стандартов требуется одобрение не менее 75 % комитетов-членов, участвовавших в голосовании.

Внимание обращается на тот факт, что отдельные элементы данного документа могут составлять предмет патентных прав. ISO не несет ответственность за идентификацию каких-либо или всех подобных патентных прав.

ISO 11699-1 был подготовлен Техническим комитетом ISO/TC 135, *Неразрушающий контроль*, Подкомитетом SC 5, *Радиационные методы*.

Настоящее второе издание отменяет и заменяет первое издание (ISO 11699-1:1998), которое прошло технический пересмотр.

ISO 11699 включает следующие части под общим названием *Контроль неразрушающий. Рентгенографические пленки для промышленной радиографии*:

- *Часть 1. Классификация пленочных систем для промышленной радиографии*
- *Часть 2. Контроль за обработкой пленки посредством эталонных значений*

Контроль неразрушающий. Рентгенографические пленки для промышленной радиографии.

Часть 1.

Классификация пленочных систем для промышленной радиографии

1 Область применения

Целью данной части ISO 11699 является установление рабочих характеристик пленочных систем.

Настоящая часть ISO 11699 применяется для классификации пленочных систем в комбинации с установленными свинцовыми экранами для промышленной радиографии (неразрушающий контроль). Данная часть ISO 11699 предназначена для обеспечения соответствия качества изображения на рентгенограммах — постольку поскольку это зависит от пленочной системы — требованиям международных стандартов, таких как ISO 5579, ISO 17636 и EN 12681.

Настоящая часть ISO 11699 не применяется для классификации пленок, используемых с флуоресцентными усиливающими экранами. Измерение пленочных систем в данной части ISO 11699 ограничивается выбранным качеством излучения, чтобы упростить процедуру. Свойства пленок будет изменяться в зависимости от энергии излучения, а не от классификации пленочных систем по качеству.

Дополнительные методы для оценки фотографического процесса описаны в ISO 11699-2. Этими методами можно контролировать рабочие характеристики пленочных систем в промышленных условиях.

2 Нормативные ссылки

Нижеследующие документы являются обязательными для применения данного документа. Для датированных ссылок действительно только указанное издание. В случае недатированных ссылок используется последняя редакция документа, на который дается ссылка (включая все изменения).

ISO 11699-2, *Контроль неразрушающий. Рентгенографические пленки для промышленной радиографии. Часть 2. Контроль за обработкой пленки посредством эталонных значений*

ISO/IEC 17025, *Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий*

3 Термины и определения

Применительно к данному документу используются следующие термины и определения.

3.1

система пленка/обработка пленки (далее пленочная система)
film system

комбинация пленки и обработки пленки, которая осуществляется в соответствии с инструкциями изготовителя пленки и/или изготовителя химикатов для ее обработки

3.2

градиент пленки
film gradient

G

наклон характеристической кривой пленки при заданной оптической плотности D

3.3

зернистость
granularity

σ_D

стохастические флуктуации плотности на рентгенограмме, накладываемые на изображение объекта

ПРИМЕЧАНИЕ Предельные значения, приведенные в данной части ISO 11699, относятся к фиксированным энергиям излучения и заданным экранам.

3.4

характеристическая кривая
characteristic curve

кривая, показывающая взаимосвязь между десятичным логарифмом экспонирования $\log K$, и оптической плотностью D

3.5

оптическая плотность по нормали
specular density

количественная мера почернения пленки (оптической плотности), когда свет, проходящий через оптику микроденситометра, проходит через пленку

3.6

диффузионная плотность
diffuse density

количественная мера почернения пленки (оптической плотности), определяемая денситометром

ПРИМЕЧАНИЕ //s Это сумма всего пропущенного и рассеянного света в полусфере, расположенной позади пленки.

3.7

отношение сигнал/шум
signal/noise ratio

(в промышленной радиографии) отношение локальной плотности пленки к зернистости σ_D на данном уровне плотности

ПРИМЕЧАНИЕ Это отношение коррелирует с отношением градиент/шум.

3.8

скорость по ISO
ISO speed

S

обратное значение дозы, K_s , выраженное в греях, Gy, которое дает в итоге установленную диффузионную оптическую плотность (в проходящем свете) ($D - D_0 = 2$) на обработанной пленке, где D_0 плотность вуали и плотность основы:

$$S = \frac{1}{K_s} \tag{1}$$

3.9

класс пленочной системы
film system class

классификация, которая учитывает предельные значения, приведенные в Таблице 1

3.10**отношение градиент/шум
gradient/noise ratio** G/σ_D отношение градиента, G , к зернистости, σ_D

ПРИМЕЧАНИЕ Это касается непосредственно отношения сигнал/шум. Все дополнительные параметры, определяющие сигнал, такие как функция передачи модуляции или энергия излучения, считаются постоянными.

4 Отбор проб и хранение

Для спецификации изделия важно, чтобы оцениваемые образцы давали средние результаты, полученные пользователями. Это потребует оценки нескольких различных партий периодически и в условиях, установленных данной частью ISO 11699. Перед оценкой образцы необходимо хранить в соответствии с рекомендациями изготовителя в отношении сроков, чтобы имитировать средний возраст, в котором продукцию обычно используют. Основной целью отбора и хранения образцов, как описано выше, является обеспечение репрезентативности характеристик пленки по отношению к пленке, которую получит заказчик, на момент использования.

5 Метод испытания**5.1 Подготовка**

Образцы пленок должны экспонироваться в рентгеновских лучах от вольфрамовой излучающей трубки. Собственный фильтр трубки наряду с дополнительным медным фильтром, расположенным, по возможности, максимально близко к мишени, должен обеспечить фильтрацию равноценную $(8,00 \pm 0,05)$ мм меди. Потенциал по рентгеновской трубке необходимо отрегулировать так, чтобы получить половинное значение поглощения с медным фильтром $(3,5 \pm 0,2)$ мм. Этому требованию обычно удовлетворяет потенциал приблизительно равный 220 кВ.

Пленочная система должна включать передний и задний свинцовый экран толщиной от 0,02 мм до 0,04 мм. Если используются отдельные пленки с покрытием, то покрытая эмульсией поверхность должна располагаться лицом к рентгеновской трубке. Необходимо обеспечить хороший контакт пленки с экраном.

Необходимо внимательно следить за тем, чтобы образец пленки не давал изменения плотности за счет оборудования (например, неоднородных или поврежденных лучевых фильтров, или свинцовых экранов с дефектами) или системы обработки данных. До и после экспонирования, перед обработкой, образец пленки поддерживают при температуре (23 ± 5) °C и относительной влажности (50 ± 20) %. Химикаты для обработки пленки и методы обработки должны быть одинаковыми для определения градиента и зернистости и должны использоваться и описываться полностью в соответствии с установленными требованиями.

Необходимо использовать сертифицированные изготовителем испытательные отрезки пленки в соответствии ISO 11699-2 для испытания установленной системы проявления и установленного времени погружения и температуры проявителя. Индекс скорости S_x должен оставаться в пределах ± 5 % от указанного в сертификате изготовителя. Температура проявителя может отличаться на ± 1 °C от сертифицированного значения, чтобы установить S_x в пределах ± 5 % от указанного в сертификате изготовителя значения. Полученный S_x и используемая температура проявителя должны быть указаны в протоколе испытания. Это испытание необходимо выполнять ежедневно до и после проявления экспонированных пленок с целью классификации при одной и той же температуре проявителя и времени погружения в проявитель.

Если сертификата изготовителя не имеется, испытательные отрезки пленки пользователь сам должен производить и калибровать в соответствии с ISO 11699-2.

5.2 Измерение градиента G

Градиент G связан с D посредством кривой $\log_{10} K$. В рамках области применения настоящей части ISO 11699, G рассчитывают по наклону $\frac{dD}{dK}$ кривой зависимости D от K при плотности $(D - D_0)$, т.е.

$$G = \frac{dD}{d \log_{10} K} = \frac{K}{\log_{10} e} \cdot \frac{dD}{dK} \quad (2)$$

где

K измеренная доза, выраженная в греях, Gy , требуемая для плотности $(D - D_0)$;

D_0 измеренная оптическая плотность неэкспонированной и обработанной пленки, включая основу (плотность вуали и основы).

Кривая зависимости D от K аппроксимирована полиномом третьего порядка. Чтобы получить надежную кривую, выполняют ряд экспонирований на одном и том же образце пленки, чтобы получить не менее 12 равномерно распределенных точек измерения, охватывающих интервал плотности от 1,0 до 4,5 выше D_0 . Полиномиальная аппроксимация должна включать все измеренные значения от 1,0 до 4,5. Для численной аппроксимации (процедура подгонки) нулевое значение включать не требуется. Необходимо выполнить не менее шести измерений градиента на различных образцах пленки, чтобы определить среднее значение градиента G . используемый денситометр необходимо калибровать регулярно, до значения диффузионной плотности $D \geq 4,8$. Для калибровки необходимо использовать сертифицированные планшеты отрезков пленки. Такие комплекты образованы из двусторонней рентгеновской пленки класса C3 или выше (C1 или C2).

ПРИМЕЧАНИЕ Денситометры могут иметь ограниченную точность для измерений при $D > 4$ и нуждаются в корректировке калибровки в полном диапазоне. Небольшие отклонения значений плотности при $D > 4$ имеют значительное влияние на точность значения G при $(D - D_0 = 4)$, благодаря свойствам процедуры полиномиальной аппроксимации.

Средние значения градиента должны определяться с максимальной неопределенностью $\pm 5\%$ для градиента при $D = 2$ над плотностью вуали и основы (G_2) на 95 %-ном доверительном интервале и $\pm 7\%$ для градиента при $D = 4$ над плотностью вуали и основы (G_4) на 95 %-ном доверительном интервале.

Измерительные лаборатории, которые сертифицируют пленочные системы, должны регулярно участвовать в квалификационных испытаниях. Новая пленка, экспонированная в соответствии с данной частью ISO 11699, должна использоваться всеми лабораториями-участницами и для каждого периодического испытания.

5.3 Измерение зернистости σ_D

Зернистость измеряют путем линейного или кругового сканирования пленки с постоянной диффузионной оптической плотностью микроденситометром. Оба эмульсионных слоя должны быть зарегистрированы, что означает, что фокус микроденситометра должен включать оба слоя.

Значение зернистости должно определяться в пересчете на диффузионную плотность.

Если оптическая плотность измеряется как оптическая плотность по нормали, ее необходимо преобразовать в диффузионную оптическую плотность, используя график кривой зависимости диффузионной плотности от оптической плотности по нормали при среднем значении зернистости образца пленки. Диффузионная плотность каждого отрезка (фрагмента) должна измеряться калиброванным денситометром.

Определяют такую кривую с помощью пленки, имеющей ступенчатый ряд плотностей, приемов экспонирования и обработки данных, такие же как используются при определении зернистости образца пленки. Образец пленки должен быть отсканирован с помощью идентичных установочных параметров микроденситометра. Ограниченный диапазон плотностей обычно можно измерить для данных усиленных установочных параметров. Ступенчатый ряд плотностей должен лежать в этом диапазоне.

Калибровку необходимо выполнить по графику зависимости диффузионной плотности от оптической плотности по нормали с не менее 5 значениями в интервале значений диффузионной плотности от 1,5 до 2,8 (включая вуаль и основу). Преобразование должно выполняться на основе линейно-регрессионного анализа логарифма (диффузионной плотности) от логарифма (оптической плотности по нормали). необходимо использовать определенные коэффициенты для преобразования значений плотности по нормали в диффузионную плотность.

Преобразование должно выполняться до численного определения стандартного отклонения, σ_D , которое является мерой зернистости. σ_D рассчитывают следующим образом:

$$\sigma_D = \sqrt{\frac{1}{N-1} \cdot \sum_{i=1}^N (D_i - \bar{D})^2} \quad (3)$$

Диффузионная оптическая плотность измеренной пленки должна быть $\bar{D} = 2,00 \pm 0,05$ над плотностью вуали и основы. Определенное значение σ_D необходимо скорректировать на основе средней диффузионной плотности \bar{D} над плотностью вуали и основы этой пленки. Скорректированное значение σ_D ($\sigma_{D,corr}$) рассчитывают следующим образом:

$$\sigma_{D,corr} = \sigma_D \cdot \sqrt{(2/\bar{D})} \quad (4)$$

В качестве альтернативы, три или более образцов пленки с различной плотностью можно измерить в пределах диапазона от 1,80 до 2,20, и значение зернистости при диффузионной плотности 2,00 над плотностью вуали и основы, необходимо взять из линейно-регрессионного анализа графика зернистости как функции корня квадратного от диффузионной плотности над плотностью вуали и основы.

Длина сканирования на рентгенографической пленке должна быть не менее 116 мм. Диаметр круглой измерительной диафрагмы микроденситометра должен составлять (100 ± 5) мкм. Прямоугольная диафрагма размерами 88,6 мкм \times 88,6 мкм имеет такую же площадь, как и круглая диаметром 100 мкм.

Определенное значение $\sigma_{D,corr}$ должно быть скорректировано на основе реального (измеренного) диаметра круглой диафрагмы d_A в мкм). Скорректированное значение σ_D ($\sigma_{D,corr,a}$) рассчитывают следующим образом:

$$\sigma_{D,corr,a} = \sigma_{D,corr} \cdot \frac{d_A}{100} \quad (5)$$

Если используется микроденситометр с прямоугольной диафрагмой, то скорректированное значение σ_D ($\sigma_{D,corr,b}$) рассчитывают следующим образом:

$$\sigma_{D,corr,b} = \sigma_{D,corr} \cdot \sqrt{\frac{4 \cdot A_A}{\pi \cdot 10\,000}} \quad (6)$$

где A_A площадь диафрагмы в мкм².

Сканирующий путь микроденситометра может быть линейным или круговым. В случае кругового сканирования радиус круга должен быть не меньше 16 мм. В любом случае общая длина пути сканирования должна быть не меньше 116 мм.

Чтобы ограничить низкочастотный шум, данные, полученные с помощью микроденситометра, должны фильтроваться после преобразования в диффузионную плотность с помощью фильтра верхних частот с пространственной частотой среза 0,1 пар линий на миллиметр (3 дВ). Это можно выполнить путем вычитания из измеренных сканированием значений сглаженных измеренных значений сканирования. Сглаживание должно выполняться путем конволюции с функцией прямоугольного окна шириной 6,0 мм (61 значение с расстоянием 0,1 мм). Ширина шага сканирования должна быть 100 мкм в этом случае.

Первые и последние 30 точек данных сканирования нельзя использовать после фильтрации для последующего расчета σ_D . Фильтр берется на основе следующей формуле:

$$D_{i,\text{filter}} = D_{i,\text{meas}} - \frac{1}{61} \sum_{j=-30}^{30} D_{i+j,\text{meas}} \quad (7)$$

Из-за риска погрешностей в данных измерения во время сканирования, вытекающих из паразитных узоров пленки, происходящих, например, из-за пыли или других источников искажения, результаты сканирования после фильтрации должны быть разделены на n групп по длине 1,9 мм (20 значений с расстоянием 0,1 мм) и расстоянием между группами 0,1 мм. σ_D должна определяться для каждой группы, причем использовать не менее 55 групп. Рассчитанные значения σ_D перегруппировывают по размеру, и центральное значение является медианой для всех групп. В случае 55 групп медианой является 28-е значение. Медианное значение, $\sigma_{D,\text{med}}$, необходимо умножить на 1,017 9, чтобы получить несмещенную оценку медианы σ_D .

ПРИМЕЧАНИЕ 1 k число последовательных наблюдений в пределах группы и C является критическим значением распределения хи-квадрат для $\alpha = 0,5$ для $k-1$ степеней свободы. Для оценки σ_D медианное значение $\sigma_{D,\text{med}}$ умножают на $\sqrt{(k-1)/C}$. В случае 20 наблюдений медианное значение $\sigma_{D,\text{med}}$ умножают на 1,017 9 для статистической коррективы.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 Увеличенное число точек данных и групп дает лучшую (более низкую) неопределенность результата. Важно не изменить длину группы равную 1,9 мм (плюс 0,1 мм расстояния между группами) и статистическую поправку, если используется значение поправки равное 1,017 9.

Подразделение данных сканирования на группы, определение σ_D и процедура осреднения имеют собственный фильтрующий эффект, который эквивалентен описанному фильтру верхних частот сканированных данных. Следовательно, фильтрацию верхних можно опустить, если применяется медианная процедура. Различия в определенных значениях зернистости будут меньше $\pm 1,5$ %.

Необходимо выполнить не менее шести измерений на различных образцах, чтобы оценить среднее значение зернистости. Определенное среднее значение зернистости не должно превышать неопределенность ± 10 % на 95 %-ном доверительном интервале.

Измерительные лаборатории, которые выполняют сертификацию пленочных систем, регулярно должны принимать участие в квалификационных испытаниях. Новая пленка, экспонированная в соответствии с данной частью ISO 11699, должна использоваться во всех лабораториях-участницах и для каждого периодического испытания.

5.4 Измерение скорости по ISO S

Скорость S по ISO определяют по превышению диффузионной оптической плотности ($D - D_0 = 2$) над вуалью и основой D_0 . Скорость по ISO должна даваться в соответствии с Таблицей 2.

5.5 Другое оборудование и процедуры

Измерительное оборудование, кроме описанного в данном стандарте, можно использовать для классификации, если это оборудование и соответствующие процедуры дают аналогичные результаты

- с неопределенностью меньше 5 % на 95 %-ном доверительном интервале для градиента G_2 ,
- с неопределенностью меньше 7 % на 95 %-ном доверительном интервале для градиента G_4 , и
- с неопределенностью меньше 10 % на 95 %-ном доверительном интервале для зернистости.

Требования ISO/IEC 17025 должны удовлетворяться в отношении метода испытания 5.1 - 5.4 для подлежащих классификации пленочных систем.