ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р ИСО 5-2— 2019

Государственная система обеспечения единства измерений. Технология фотографии и графики

ДЕНСИТОМЕТРИЯ

Часть 2

Геометрические условия для измерения оптической плотности по пропусканию

(ISO 5-2:2009,
Photography and graphic technology — Density measurements — Part 2: Geometric conditions for transmittance density, IDT)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2019

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Федеральным государственным унитарным предприятием «Всероссийский научно-исследовательский институт оптико-физических измерений» (ФГУП «ВНИИОФИ») на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии стандарта, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 206 «Эталоны и поверочные схемы», подкомитетом ПК 10 «Оптические и оптико-физические измерения»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 октября 2019 г. № 1061-ст

4 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту ИСО 5-2:2009 «Фотография и полиграфические технологии. Денситометрия. Часть 2. Геометрические условия измерения оптической плотности по пропусканию» (ISO 5-2:2009 «Photography and graphic technology — Density measurements — Part 2: Geometric conditions for transmittance density», IDT).

Наименование настоящего стандарта изменено относительно наименования указанного международного стандарта для приведения в соответствие с ГОСТ Р 1.5—2012 (пункт 3.5).

При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочных международных стандартов соответствующие им национальные стандарты, сведения о которых приведены в дополнительном приложении ДА

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (www.gost.ru)

ISO, 2009 — Все права сохраняются
© Стандартинформ, оформление, 2019

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины и определения 1
4 Система координат, терминология и обозначения 2
5 Различие между идеальными и реализованными параметрами 2
6 Условия измерения диффузной стандартной оптической плотности ИСО 5 по пропусканию 2
6.1 Геометрические режимы 2
6.2 Измерительная апертура 3
6.3 Угловое распределение диффузного потока 5
6.4 Угловое распределение направленного потока 5
6.5 Обозначения 5
7 Условия измерения проекционной стандартной оптической плотности ИСО 5 по пропусканию 6
7.1 Геометрические режимы 6
7.2 Измерительная апертура 6
7.3 Угловые распределения 6
7.4 Обозначения 6
8 Контроль соответствия условиям 7
Приложение А (рекомендуемое) Коэффициент диффузии 8
Приложение В (рекомендуемое) Контроль соответствия допускам 10
Приложение С (справочное) Неодинаковость углов конусов падающего и исходящего потоков 11
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов национальным стандартам 11
Библиография 12

Введение

Настоящий стандарт определяет геометрические условия для измерения оптической плотности по пропусканию для решения задач в первую очередь (но не исключительно) в области черно-белой и цветной фотографии и полиграфии, а также для измерения оптических плотностей, которые близки к встречающимся на практике. Диффузные оптические плотности по пропусканию в числе прочего имеют важное значение в контактной печати и в оценке микрофильмов, предназначенных для просмотра с использованием специальных устройств. Последнее приложение — одно из наиболее важных. Поэтому упомянутые условия измерения диффузной оптической плотности по пропусканию учитывают характеристики устройств просмотра в части рассеяния и спектрального коэффициента отражения. Еще одно важное приложение — измерение диффузной оптической плотности по пропусканию (и соответственно доли непрозрачных областей) черно-белых пленок литографского типа, применяемых в полиграфическом производстве. В настоящем стандарте представлены также геометрические условия измерения двух типов проекционной оптической плотности. Спектральные условия описаны в ИСО 5-3.

Главным отличием между первым (опубликованным в 1974 г.) и вторым (1985 г.) изданиями ИСО 5 стала замена метода интегрирующей сферы на рассеиватель (как правило, «матовое стекло») в качестве базы для специфицирования измерений стандартной оптической плотности ИСО 5 в проходящем свете. Хотя допустимо использование любых средств рассеяния света, соответствующих спецификациям настоящего стандарта, обычно применяется обобщающее наименование «матовое стекло», служащее маркером противопоставления методу интегрирующей сферы. В общем случае из-за переотражений между матовым стеклом и исследуемым образцом результаты измерений оптической плотности оказываются несколько меньшей величины по сравнению с измерениями с применением метода интегрирующей сферы. Этот эффект зависит от характеристик отражения матового стекла и обращенной к нему поверхности исследуемого образца.

Диффузная оптическая плотность по пропусканию служит мерой ослабления диффузного света, которым она освещается с одной стороны, при просмотре с обратной стороны, что соответствует условиям просмотра пленок в специальных приспособлениях с диффузным освещением. Геометрические условия проецирования с использованием диффузного освещения почти эквивалентны условиям просмотра пленки в таком приспособлении с заменой человеческого глаза на проекционный объектив. Когда пленка находится на диффузном осветителе либо в контакте с запечатываемым материалом, происходит переотражение света между пленкой и близко расположенной поверхностью. Это переотражение оказывает влияние на измеряемую величину оптической плотности и учитывается измерительным прибором путем применения рассеивателя с матовым стеклом либо интегратора — вместо интегрирующей сферы. Помимо этого фундаментального преимущества денситометры, использующие рассеиватели с матовым стеклом, имеют больший срок службы и более удобны в производстве и при эксплуатации.

Проекционная оптическая плотность служит мерой ослабления света пленкой при направленном освещении с одной стороны и проекции посредством обычной оптической системы с другой. Оборудование, содержащее оптические конденсоры, применяется для просмотра микрофильмов, кинофильмов и слайдов, а также для проекционной печати. Условия, определенные в настоящем стандарте для проекционной оптической плотности, имитируют геометрические условия, оказывающие влияние на характеристики передачи небольшой области негатива или прозрачной пленки в центре кадра типичной проекционной системы с конденсорами. Эта область определяется небольшим просветом в помещенном в кадр непрозрачном листе, называемым «измерительная апертура».

Измеряемая оптическая плотность зависит от полуугла конуса падающих лучей и полуугла, стягиваемого проекционной линзой от измерительной апертуры. Эти полууглы измеряют в градусах либо в единицах относительной светосилы *f*. Так как параметр *f*, как правило, включается в маркировку проекционного объектива, определяемые в настоящем стандарте два типа стандартной проекционной оптической плотности ИСО 5 идентифицируются *f*-числами, а именно — *f*/4,5 и *f*/1,6. Тип *f*/4,5 соответствует устройствам для чтения микрофильмов, тип *f*/1,6 — кинопроекторам.

Ниже описываются важные изменения по сравнению с четвертым изданием ИСО 5.

a) Термин «оптическая плотность передачи» заменен на «оптическая плотность по пропусканию» как для диффузных, так и для проекционных плотностей. Оба эти вида оптической плотности требуют выполнения измерений направленного или диффузного излучения, исходящего от исследуемого образца, по отношению к направленному или диффузному падающему излучению. В соответствии с ИСО 5-1 корректный термин для случая направленного исходящего излучения — «оптическая плотность по пропусканию».

b) Проведено различие между *идеальными* и *реализованными* параметрами для измерения оптической плотности по пропусканию. Определение стандартной оптической плотности ИСО 5 по пропусканию основано на идеальных значениях каждого из параметров. Однако реальные приборы требуют введения разумных допусков на физические параметры, для описания которых служат реализуемые параметры.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Государственная система обеспечения единства измерений.
Технология фотографии и графики**

ДЕНСИТОМЕТРИЯ

Часть 2

Геометрические условия для измерения оптической плотности по пропусканию

State system for ensuring the uniformity of measurements. Photography and graphic technology. Density measurements. Part 2. Geometric conditions for transmittance density

Дата введения — 2020—08—01

1 Область применения

Настоящий стандарт определяет геометрические условия измерения стандартной оптической плотности ИСО 5: диффузной и проекционной с $f/4{,}5$ и $f/1{,}6$, — по пропусканию. Измерение стандартной диффузной оптической плотности ИСО 5 по пропусканию применяется в первую очередь к фотоизображениям, предназначенным для просмотра на просвет на специальных приспособлениях, а также для контактной печати или для проецирования с помощью системы, использующей диффузное освещение.

Измерение стандартной проекционной оптической плотности ИСО 5 по пропусканию применяется в первую очередь к фотоизображениям, предназначенным для проецирования с помощью систем, использующих оптические конденсоры.

Денситометрические методы, описанные в настоящем стандарте, предназначаются в первую очередь для работы с фотоизображениями, однако нередко применяются и к оптическим фильтрам, и к иным прозрачным образцам.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты. Для датированных ссылок применяют только указанное издание ссылочного стандарта, для недатированных — последнее издание (включая все изменения).

ISO 5-1, *Photography and graphic technology — Density measurements — Part 1: Geometry and functional notation* (ИСО 5-1 Фотография и полиграфические технологии. Денситометрия. Часть 1. Геометрические и функциональные условные обозначения)

ISO 5-3, *Photography and graphic technology — Density measurements — Part 3: Spectral conditions* (ИСО 5-3 Фотография и полиграфические технологии. Денситометрия. Часть 3. Спектральные условия)

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ИСО 5-1, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **коэффициент диффузии β_{dc}:** Мера диффузности осветительной или приемной системы.

Примечание — См. приложение А.

3.2 **коэффициент пропускания τ:** Отношение исходящего потока к падающему при заданных геометрических и спектральных условиях проведения измерений.

Издание официальное

Примечания

1 В реальных приборах, применяемых для измерений в проходящем свете, падающий поток определяется действием всех компонентов, расположенных перед плоскостью исследуемого образца; таким образом, при определении коэффициента пропускания диффузного излучения падающий поток исходит от поверхности матового стекла, а при измерении проекционной оптической плотности — от канала с образцом.

2 Заимствовано из ASTM E284.

[ИСО 5-1:2009, определение 3.22]

3.3 **оптическая плотность по пропусканию D_τ:** Десятичный логарифм коэффициента пропускания с обратным знаком.

Примечание — Нижний индекс — малая греческая буква «тау».

[ИСО 5-1:2009, определение 3.23]

4 Система координат, терминология и обозначения

Для описания геометрических условий измерения стандартной оптической плотности ИСО по пропусканию в настоящем стандарте использованы система координат, терминология и обозначения ИСО 5-1.

5 Различие между идеальными и реализованными параметрами

Для того чтобы дать однозначное определение стандартной оптической плотности ИСО 5, необходимо точно определить геометрические и спектральные параметры. Однако практика проектирования и изготовления измерительных приборов требует введения разумных допусков на физические параметры. Определение стандартной оптической плотности ИСО 5 по пропусканию основано на *идеальных* значениях каждого из параметров. Допуски, присутствующие в *реализованных* значениях параметров, представляют допустимые отклонения от стандарта, которые во многих случаях вносят в измеренные значения оптической плотности погрешность величиной менее 0,01 Б. Метод определения соответствия реализованных параметров условиям описан в приложении В.

6 Условия измерения диффузной стандартной оптической плотности ИСО 5 по пропусканию

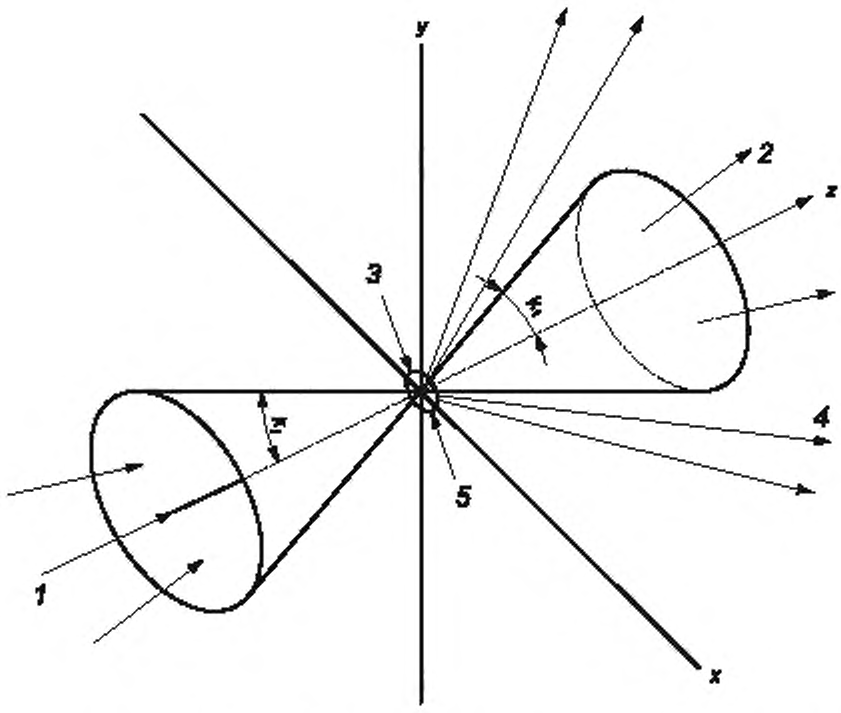
6.1 Геометрические режимы

Измерения диффузной оптической плотности по пропусканию могут быть выполнены с использованием двух эквивалентных геометрий измерения. В режиме диффузного падающего потока использованы осветитель диффузной геометрии и приемник направленной геометрии, а в режиме диффузного исходящего потока — осветитель направленной геометрии и приемник диффузной геометрии. Эти режимы представлены на рисунке 1. Диффузный осветитель направляет свет в измерительную апертуру со всех направлений полусферы, а диффузный приемник собирает поток излучения от измерительной апертуры со всех направлений полусферы. Указанные режимы могут быть описаны диффузными и направленными распределениями излучения или диаграммой чувствительности. Полуугол конуса κ представляет собой угол между направлением освещения или визирования и крайним лучом. Полуугол конуса 90° соответствует диффузной геометрии осветителя или приемника.

Идеальные углы освещения и визирования и полууглы составляют $\theta_i = 0°$, $k_i = 90°$ и $\theta_t = 0°$, $k_t = 10°$ для режима диффузного падающего потока и $\theta_t = 0°$, $k_t = 90°$ и $\theta_i = 0°$, $k_i = 10°$ для режима диффузного исходящего потока (см. рисунок 1).

Реализованные углы освещения и визирования и полууглы составляют $\theta_i = 0° \pm 2°$, $k_i = 90°$ и $\theta_t = 0° \pm 2°$, $k_t = 10° \pm 2°$ для диффузного падающего потока и $\theta_t = 0° + 2°$, $k_t = 90°$ и $\theta_i = 0° \pm 2°$, $k_i = 10° \pm 2°$ для режима диффузного исходящего потока.

Примечание — Угол 90° подразумевает физический контакт между исследуемым образцом и диффузным осветителем или приемником.



При измерении диффузной оптической плотности с диффузным падающим потоком: $k_i = 90°$, $k_r = 10°$.
При измерении диффузной оптической плотности с диффузным исходящим потоком: $k_i = 10°$, $k_r = 90°$.
При измерении проекционной оптической плотности с $f/4,5$: $k_i = k_r = 6,4°$.
При измерении проекционной оптической плотности с $f/1,6$: $k_i = k_r = 18,2°$.

1 — геометрия падающего потока; *2* — геометрия исходящего потока; *3* — измерительная апертура, *4* — апертура, имитирующая входное отверстие проекционного объектива; *5* — точка О

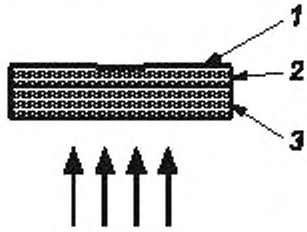
Рисунок 1 — Геометрия измерения стандартной оптической плотности ИСО 5 по пропусканию

6.2 Измерительная апертура

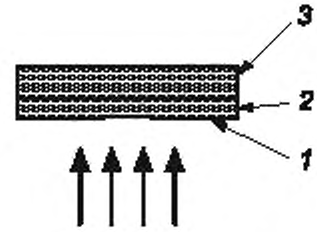
Область определенных размеров и формы, в которой производится измерение оптической плотности, составляет измерительную апертуру. Физически она реализуется как диафрагма, находящаяся в контакте с исследуемым образцом. На рисунке 2 представлены четыре возможных комбинации: две с диффузным падающим и две с диффузным исходящим потоком. Иные комбинации исключаются.

Примечание — На рисунке 2 в комбинациях b) и d) непрозрачный материал диафрагмы располагается заподлицо с поверхностью рассеивающего материала. Это может достигаться стачиванием части поверхности матового стекла и заполнением выемки непрозрачным материалом. Ввиду затратности такого подхода на практике предпочтение отдают комбинациям a) и c).

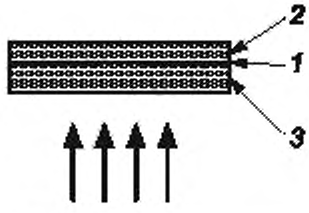
В комбинациях a) и d) на рисунке 2 диафрагма входит в состав приемника, и область освещения (т. е. часть поверхности исследуемого образца, на которую падает свет) оказывается больше отверстия диафрагмы. В комбинациях b) и c) диафрагма входит в состав осветителя, и область визирования (т. е. часть поверхности исследуемого образца, находящаяся в поле зрения приемника) оказывается больше отверстия диафрагмы.



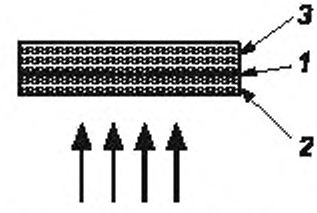
a) Диффузный падающий поток, вариант 1



c) Диффузный исходящий поток, вариант 1



b) Диффузный падающий поток, вариант 2



d) Диффузный исходящий поток, вариант 2

1 — диафрагма; *2* — исследуемый образец; *3* — матовое стекло

Рисунок 2 — Геометрия диафрагмы в режимах с диффузным падающим или исходящим потоком

Размеры и форма измерительной апертуры некритичны, если ни один из размеров:

- не велик настолько, чтобы геометрия падающего или исходящего потока существенно менялись по площади апертуры, и
- не мал настолько, чтобы зерно пленки, конечная толщина исследуемого образца, дифракционные эффекты или точечная структура полутоновых областей имели значение.

В случае периодического полутонового растра диаметр круглой измерительной апертуры не должен быть менее 15-кратного периода этого растра и менее 10-кратного периода растра, соответствующего нижнему пределу для апертуры, рекомендованному производителем измерительного прибора. Площадь апертуры некруглой формы не должна быть менее требуемой для круглой апертуры.

Работа с образцами менее 0,5 мм в диаметре граничит с областью микроденситометрии или прямо относится к ней и выходит за рамки рассмотрения настоящего стандарта. Угол, под которым измерительная апертура видна из центра оптического компонента, ограничивающего направленное распространение излучения, не должен превышать 1°. Угол, под которым оптический компонент, ограничивающий направленное распространение излучения, виден из центра измерительной апертуры, не должен превышать 10°.

Идеальные распределения мощности осветителя и чувствительности приемника по измерительной апертуре должны быть равномерными; реализованные могут иметь неравномерность не свыше 10 %. Для контроля выполняется сканирование измерительной апертуры в поперечном направлении с использованием сходной по геометрической конфигурации апертуры, расположенной таким же образом и имеющей размеры не более четверти соответствующих размеров измерительной апертуры. Мощность потока излучения в любой из частей измерительной апертуры не должна быть менее 90 % от максимальной.

Примечание — Неравномерность не имеет значения при исследовании образцов одинаковой по всей площади плотности. Но при наличии контрастных областей она может стать источником значительных ошибок.

Размеры рассеивателя по отношению к измерительной апертуре должны быть достаточно велики, чтобы его рамка или поддерживающие конструкции не оказывали влияния на результаты измерений. Исследуемый образец должен находиться в контакте с рассеивателем. Фотопленки и фотопластинки следует устанавливать эмульсионным слоем к рассеивателю. Поверхность рассеивателя, контактирующая с исследуемыми образцами, должна быть отполирована.

6.3 Угловое распределение диффузного потока

Угловое распределение потока мощности излучения осветителя (в режиме диффузного падающего потока) или чувствительности приемника (в режиме диффузного исходящего потока) должно иметь *идеальный* коэффициент диффузии 0,92. *Реализованный* коэффициент диффузии должен составлять (0,92 ± 0,02). Определение и способ измерения коэффициента диффузии приведены в приложении А.

Для спектрального диапазона, определенного ИСО 5-3, *идеальный* спектральный коэффициент отражения рассеивателя $R_{di:8}$ должен составлять 0,55. Его *реализованное* значение может равняться (0,55 ± 0,05).

Примечания

1 При приведенных выше значениях реализованных коэффициентов диффузности и спектрального отражения величина погрешности измерений оптической плотности из-за отклонения этих значений от идеальных в общем случае не превышает 0,01.

2 Результаты измерений оптической плотности зависят от неравномерности качества полировки поверхности рассеивателя и коэффициента отражения, так как эти факторы влияют на переотражения между рассеивателем и образцом.

3 Формирование требуемого распределения часто достигается помещением пластины матового стекла на пути падающего либо исходящего потока, но возможно и применение иных способов.

4 Матовое стекло представляет собой взвесь очень мелких неокрашенных частиц в массе прозрачного стекла. Производят два типа таких стекол:

- стекло с матированной поверхностью, когда рассеивающие частицы сосредоточены в тонком поверхностном слое и
- матовое стекло в массе, когда рассеивающие частицы распределены по всей толщине стекла.

6.4 Угловое распределение направленного потока

6.4.1 Общие сведения

Идеальное угловое распределение потока мощности излучения осветителя или чувствительности приемника должно быть равномерным в пределах конуса, определяемого осью осветителя или приемника и полууглом, и быть нулевым за его пределами.

Реализованное угловое распределение должно быть равномерным с точностью до 10 % в пределах конуса и менее 2 % от максимума за его пределами.

6.4.2 Контроль распределения потока мощности излучения осветителя

Контроль распределения потока мощности излучения осветителя может быть осуществлен с использованием приемника с равномерной диаграммой чувствительности в пределах конуса с полууглом 2°, помещаемого в центре измерительной апертуры. С помощью такого приемника осуществляется сканирование отклоняющихся от нормали углов как внутри, так и вне конуса идеального распределения падающего потока, и получаемый сигнал фиксируют. При любом угле в пределах этого конуса сигнал должен составлять не менее 90 % от максимального зарегистрированного. За пределами конуса распределения падающего потока сигнал не должен превышать 2 % от того же максимума.

6.4.3 Контроль диаграммы чувствительности приемника

Контроль диаграммы чувствительности приемника может быть осуществлен с помощью небольшого излучателя с коническим потоком излучения с полууглом 2°, помещенного в центр измерительной апертуры. С помощью такого излучателя осуществляется сканирование отклоняющихся от нормали углов как внутри, так и вне конуса идеального распределения исходящего потока, и получаемый от приемника сигнал фиксируют. При любом угле в пределах этого конуса сигнал должен составлять не менее 90 % от максимального зарегистрированного. За пределами конуса распределения исходящего потока сигнал не должен превышать 2 % от того же максимума.

6.5 Обозначения

Значения оптической плотности, измеренные с использованием спецификаций 6.1—6.4, следует называть значениями диффузной стандартной оптической плотности ИСО 5 по пропусканию. В функциональных обозначениях это будет выглядеть следующим образом:

- D_τ (*di*; S_H: 0°, 10°; *s*) для режима с диффузным падающим потоком и
- D_τ (0°, 10°; S_H: *di*; *s*) для режима с диффузным исходящим потоком,

где S_H — спектральное распределение мощности падающего потока (см. ИСО 5-3), а *s* — спектральный отклик приемника.

Прилагательные, характеризующие спектральное произведение согласно ИСО 5-3, вставляют перед словом «диффузная».

Пример — «Визуальная диффузная стандартная оптическая плотность ИСО 5 по пропусканию».

7 Условия измерения проекционной стандартной оптической плотности ИСО 5 по пропусканию

7.1 Геометрические режимы

Идеальные углы освещения и визирования и полууглы составляют $\theta_i = \theta_t = 0°$, $k_i = k_t = 6{,}4°$ для измерения проекционной стандартной оптической плотности ИСО 5 с f/4,5 и $\theta_i = \theta_t = 0°$, $k_i = k_t = 18{,}2°$ для проекционной стандартной оптической плотности ИСО 5 с f/1,6. Эти полууглы определяют конусы падающего и исходящего излучения.

Реализованные углы и полууглы освещения и визирования составляют $\theta_i = \theta_t = 0° \pm 2°$, $k_i = k_t = 6{,}4° \pm 0{,}2°$ для проекционной стандартной оптической плотности ИСО 5 с f/4,5 и $\theta_i = \theta_t = 0° \pm 2°$, $k_i = k_t = 18{,}2° \pm 0{,}1°$ для проекционной стандартной оптической плотности ИСО 5 с f/1,6.

Примечание — Число f и полуугол находятся в соотношении

$$f = \frac{1}{2n \sin k},$$

где n — индекс рефракции пространства изображения.

7.2 Измерительная апертура

Измерительная апертура должна иметь малые в сравнении с остальной оптической системой размеры, для того чтобы ограничить вариативность геометрических условий в своих пределах. Ее диаметр не должен превышать одной шестой диаметра входного отверстия проекционного объектива. Диаметр измерительной апертуры не должен быть менее 0,5 мм.

7.3 Угловые распределения

7.3.1 Общие сведения

Идеальное угловое распределение потока мощности излучения осветителя или чувствительности приемника должно быть равномерным в пределах конуса и нулевым за его пределами. *Реализованное* угловое распределение должно быть равномерным с точностью до 10 % в пределах конуса и менее 2 % от максимума за его пределами.

7.3.2 Контроль распределения потока мощности излучения осветителя

Контроль распределения потока мощности излучения осветителя может быть осуществлен с использованием приемника с равномерной диаграммой чувствительности в пределах конуса с полууглом 2°, помещаемого в центре измерительной апертуры. С помощью такого приемника осуществляется сканирование отклоняющихся от нормали углов как внутри, так и вне конуса идеального распределения падающего потока, и получаемый сигнал фиксируют. При любом угле в пределах этого конуса сигнал должен составлять не менее 90 % от максимального зарегистрированного. За пределами конуса распределения падающего потока сигнал не должен превышать 2 % от того же максимума.

7.3.3 Контроль диаграммы чувствительности приемника

Контроль диаграммы чувствительности приемника может быть осуществлен с помощью небольшого излучателя с коническим потоком излучения с полууглом 2°, помещенного в центр измерительной апертуры. Посредством такого излучателя осуществляется сканирование отклоняющихся от нормали углов как внутри, так и вне стандартного конуса исходящего потока, и получаемый от приемника сигнал фиксируют. При любом угле в пределах этого конуса сигнал должен составлять не менее 90 % от максимального зарегистрированного. За пределами конуса распределения исходящего потока сигнал не должен превышать 2 % от того же максимума.

7.4 Обозначения

Значения оптической плотности, измеренные с использованием спецификаций для f/4,5 по 7.1—7.3, следует называть значениями проекционной стандартной оптической плотности ИСО 5 с f/4,5 по пропусканию. В функциональных обозначениях это будет выглядеть как D_τ (0°, 6,4°;S_H: 0°, 6,4°; s).

Значения оптической плотности, измеренные с использованием спецификаций для *f*/1,6, описанных в 7.1—7.3 следует называть значениями «проекционной стандартной оптической плотности ИСО 5 с *f*/1,6 по пропусканию». В функциональных обозначениях это будет выглядеть как D_t (0°, 18,2°; S_H. 0°, 18,2°; *s*).

8 Контроль соответствия условиям

Физические допуски для конкретных приборов могут различаться в зависимости от предназначения и характера исследуемых материалов, так что окончательное решение о соответствии условиям должно включать учет специфики конкретных измерений. Ответственность за определение соответствия измеренных значений оптической плотности определению оптической плотности в настоящем стандарте ИСО 5 возлагается на пользователя и производителя прибора. Тестирование измерительных систем рекомендуется выполнять с применением надлежащих сертифицированных стандартных образцов (ССО).

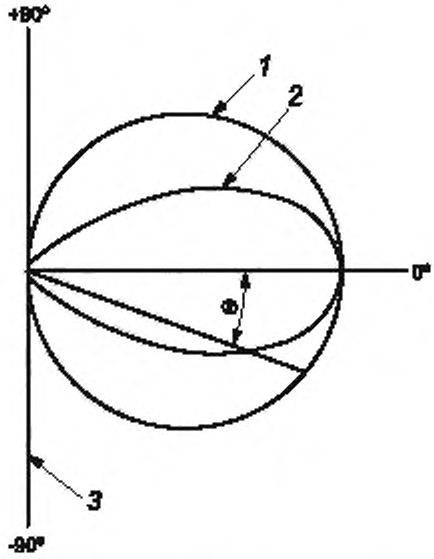
Приложение А
(рекомендуемое)

Коэффициент диффузии

Коэффициент диффузии в режиме диффузного падающего потока β_{dc} определяют как отношение двух потоков излучения Φ_1 и Φ_2 по формуле

$$\beta_{dc} = \Phi_1/\Phi_2 = \frac{\int AL_1(\Omega)\cos\Theta\, d\Omega}{\int AL_2(\Omega)\cos\Theta\, d\Omega}, \quad (A.1)$$

где L_1 — плотность потока излучения диффузного осветителя;
Φ_1 — полный поток излучения диффузного осветителя;
L_2 — плотность потока излучения ламбертовского источника;
Φ_2 — полный поток излучения ламбертовского источника;
A — площадь поверхности диффузного осветителя;
Ω — телесный угол;
Θ — угол с нормалью к поверхности диффузного осветителя (см. рисунок А.1).



1 — идеальное диффузное распределение $[L_2(\Theta)\cos\Theta]$; *2* — неидеальное диффузное распределение $[L_1(\Theta)\cos\Theta]$; *3* — передняя поверхность системы диффузного освещения

Рисунок А.1 — Диаграмма направленности излучения диффузного осветителя

Интегрирование выполняют по полусфере. L_1 может меняться в зависимости от направления, L_2 — константа. Для целей нормирования L_1 принимают равной L_2 при $\Theta = 0$.

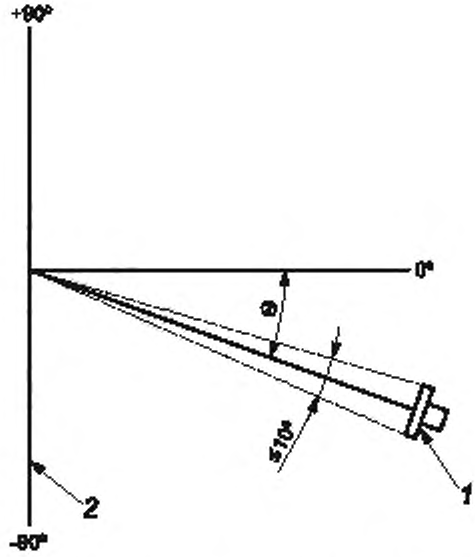
Примечание — Для простоты приведена формулировка для случая диффузного падающего потока; для диффузного исходящего потока действуют такие же соотношения.

Если плотность потока излучения $L_1(\Omega)$ осесимметрична относительно нормали (L_2 симметрична по определению), то выражение для β_{dc} принимает следующий вид:

$$\beta_{dc} = \frac{\int AL_1(\Omega)\cos\Theta\, d\Omega}{\int AL_2(\Omega)\cos\Theta\, d\Omega} = \frac{\int 2\pi\sin\Theta\, L_1(\Theta)\cos\Theta\, d\Theta}{\int 2\pi\sin\Theta\, L_2(\Theta)\cos\Theta\, d\Theta} = \frac{\int L_1(\Theta)\cos\Theta\sin\Theta d\Theta}{L_1(\Theta=0)\int\cos\Theta\sin\Theta d\Theta}. \quad (A.2)$$

Коэффициент диффузии для осесимметричной относительно нормали системы может быть определен путем размещения передней поверхности диффузного осветителя перед центром вращения штанги с закрепленным

на ней радиометром. Показания радиометра должны сниматься при отклонении штанги от нормали на различные углы от 0° до 90° (см. рисунок А.2).



1 — радиометр; *2* — передняя поверхность системы диффузного освещения

Рисунок А.2 — Схема выполнения измерений с помощью радиометра

Для контроля симметрии относительно нормали процедуру следует повторить несколько раз, поворачивая диффузный осветитель вокруг его оптической оси. Если окажется, что осветитель несимметричен относительно оптической оси, коэффициент диффузии следует рассчитывать по формуле (А.1).

Поле зрения радиометра должно быть ограничено углом 10°; следует принять меры против переотражений в измерительной схеме. Измерения следует выполнять с изменением угла равными шагами не более 10°.

Коэффициент диффузии следует измерять в такой же конфигурации, которую используют для измерения оптической плотности, например с установленной диафрагмой. При измерении коэффициента диффузии в соответствии с рисунком А.2 показания $R(\Theta)$ приемника будут пропорциональны $L_1(\Theta)\cos\Theta\,\Delta\Omega$, где $\Delta\Omega$ — телесный угол, определяемый площадью приемника. Коэффициент диффузии рассчитывают по формуле

$$\beta_{dc} = \frac{\sum R(\Theta)\sin\Theta}{R(\Theta=0)\sum\cos\Theta\sin\Theta}. \qquad (A.3)$$

Для случая диффузного исходящего потока точечный источник света перемещается по полуокружности вокруг центра приемника с шагом не более 10°. Коэффициент диффузии рассчитывают по формуле (А.3).

Для определения коэффициента диффузии следует поддерживать те же спектральные условия, что и для измерения оптической плотности. Это означает идентичность не только спектральных произведений, но и спектрального распределения излучения осветителя и спектральной характеристики чувствительности датчика.

Приложение В
(рекомендуемое)

Контроль соответствия допускам

В.1 Общие положения

В настоящем стандарте определены допуски на значения реализованных параметров. В данном приложении изложено правило для определения соответствия этим допускам с учетом оценки неопределенности измерения параметров, а также использованы концепции и обозначения, заимствованные из ИСО 14253-1, в котором подробно рассмотрены вопросы контроля соответствия заданным спецификациям.

В.2 Заключение о соответствии спецификациям

Денситометр соответствует настоящему стандарту в том случае, если результат измерения y лежит между $L_{LS} + |U|$ и $L_{US} - |U|$ («зона соответствия» по ИСО 14253-1) [см. математическую запись (В.1)]

$$L_{LS} + |U| < y < L_{US} - |U|, \quad (B.1)$$

где L_{US} — верхний предел спецификации: установленный спецификацией верхний предел диапазона допустимых значений некоторой характеристики денситометра;

L_{LS} — нижний предел спецификации: установленный спецификацией нижний предел диапазона допустимых значений некоторой характеристики денситометра;

y — результат измерений: значение, приписанное измеряемой величине Y по результатам проведения измерений;

U — величина расширенной неопределенности: интервал вокруг результата измерений, охватывающий, как ожидается, большую часть распределения значений, которые могут быть приписаны измеряемой величине (см. ISO/IEC Guide 98-3).

Коэффициент охвата k представляет собой числовой коэффициент, на который умножается стандартная суммарная неопределенность для расчета расширенной неопределенности. Его величина зависит от выбранного значения доверительной вероятности. Для целей настоящего приложения коэффициент охвата k равен 2, что приблизительно соответствует доверительной вероятности 95 %.

Пример 1 — Установленный в настоящем стандарте допуск на полуугол максимальной плотности потока излучения в режиме осесимметричного падающего потока составляет 45°± 2°, т. е. L_{LS} = 43°, а L_{US} = 47°. Предположим, что расширенная неопределенность измерения полуугла конуса падающего излучения составляет ±1° (k = 2). В таком случае соответствие допускам можно будет считать установленным, если измеренное значение полуугла максимальной плотности потока лежит между 44° и 46°.

Пример 2 — Установленный в настоящем стандарте допуск на спектральный коэффициент отражения матового стекла составляет 0,55 + 0,05, т. е. L_{LS} = 0,50, а L_{US} = 0,60. Предположим, что расширенная неопределенность измерения спектрального коэффициента отражения составляет 0,02 (k = 2). В таком случае соответствие допускам можно будет считать установленным, если измеренное значение спектрального коэффициента отражения лежит между 0,52 и 0,58.

Примечание — Дальнейшую информацию по теме см. в ISO/IEC Guide 98-3.

Приложение С
(справочное)

Неодинаковость углов конусов падающего и исходящего потоков

Измеренная величина проекционной оптической плотности по пропусканию зависит от геометрии падающего и исходящего потоков, описываемой в настоящем стандарте полууглами соответствующих конусов. При этом изменения большего из полууглов оказывают на результаты измерений существенное значение, тогда как изменения меньшего — довольно малое значение. По этой причине один или другой из полууглов может быть несколько уменьшен практически без ущерба для точности измерений.

Разработчикам приборов имеет смысл использовать данное обстоятельство для исключения проблемы выравнивания апертур с одинаковым охватом. Применение этого приема позволит ограничиться соответствием условиям 7.1 большего из полууглов.

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов национальным стандартам

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего национального стандарта
ISO 5-1	—	*
ISO 5-3	—	*
* Соответствующий национальный стандарт отсутствует. До его принятия рекомендуется использовать перевод на русский язык данного международного стандарта. Официальный перевод данного международного стандарта находится в Федеральном информационном фонде стандартов.		

Библиография

[1] ISO 5-1:2009, Photography and graphic technology — Density measurements — Part 1: Geometry and functional notation

[2] ISO 14253-1, Geometrical Product Specifications (GPS) — Inspection by measurement of workpieces and measuring equipment — Part 1: Decision rules for proving conformance or non-conformance with specifications

[3] ISO/IEC Guide 98-3:2008, Uncertainty of measurement — Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM: 1995)

[4] IEC 60050-845:1987[1)], International Electrotechnical Vocabulary. Lighting

[5] ASTM E284, Standard Terminology of Appearance

[6] DeCusatis, C., Handbook of Applied Photometry, AIP Press (1997)

[7] Byer, R.J. Considerations for Measuring Transmission Density, Journal of Imaging Technology, Vol. 13, pp. 1—3

[8] Buhr, E., Hoeschen, D. and Bergmann, D. The Measurement of Diffuse Optical Densities. Part I: The Diffusion Coefficient, Journal of Imaging Science and Technology, Vol. 39, pp. 453—457

[9] Buhr, E., Hoeschen, D. and Bergmann, D. The Measurement of Diffuse Optical Densities. Part II: The German Standard Reference Densitometer, Journal of Imaging Science and Technology, Vol. 43, pp. 383—387

[10] Early, E.A., Cromer, C.L., Xiong, X., Dummer, D.J., O'Brian, T.R. and Parr, A.C. NIST Reference Densitometer for Visual Diffuse Transmission Density, Journal of Imaging Science and Technology, Vol. 43, pp. 388—397

[11] Buhr, E., Bergmann, D., Early, E.A. and O'Brian, T.R. IntercomparISOn of Visual Diffuse Transmission Density Measurements, Journal of Imaging Science and Technology, Vol. 44, number 2, pp. 156—159

[1)] IEC 60050-845:1987 представляет собой совместную с Международной комиссией по освещению (CIE) публикацию. Идентичную изданию CIE 17.4:1987, *International Lighting Vocabulary.*

УДК 535.2:006.354 53.082.5

ОКС 17.020
37.040.01

Ключевые слова: технология, фотография, графика, денситометрия, оптическая плотность по пропусканию, измерения, геометрические условия

БЗ 12—2019/69

Редактор *Л.С. Зимилова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *М.С. Кабашова*
Компьютерная верстка *И.А. Налейкиной*

Сдано в набор 13.11.2019. Подписано в печать 06.12.2019. Формат 60×84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,58.
Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» для комплектования Федерального информационного фонда стандартов, 117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
www.gostinfo.ru info@gostinfo.ru