

МЕЖДУНАРОДНЫЙ СТАНДАРТ

**ISO
16378**

Первое издание
2013-12-15

Космические системы. Измерения термооптических свойств терморегулирующих материалов

*Space systems — Measurements of thermo-optical properties of
thermal control materials*

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 16378:2013

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0ad11576-a9cb-4119-8e62-bea3e9e3e97b/iso-16378-2013>

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



Ссылочный номер
ISO 16378:2013(R)

© ISO 2013

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

ISO 16378:2013

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0ad11576-a9cb-4119-8e62-bea3e9e3e97b/iso-16378-2013>



ДОКУМЕНТ ЗАЩИЩЕН АВТОРСКИМ ПРАВОМ

© ISO 2013

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 22 749 09 47
E-mail copyright@iso.org
Web www.iso.org

Опубликовано в Швейцарии

Содержание

Страница

Предисловие	iv
Введение	v
1 Область применения	1
2 Нормативные ссылки	1
3 Термины и определения	2
4 Сокращения	5
5 Условия подготовки.....	5
5.1 Опасные и вредные факторы, меры по охране здоровья и обеспечению безопасности	5
5.2 Подготовка образцов	6
5.3 Производственные помещения.....	7
5.4 Стандартные образцы	7
6 Методы измерения коэффициента поглощения солнечного излучения (α_s).....	8
7 Метод измерения полусферического коэффициента излучения в ИК-диапазоне (ϵ_n).....	8
8 Методы измерения нормального коэффициента излучения в ИК-диапазоне (ϵ_n).....	9
9 Отчет об измерениях	10
9.1 Стандартные измерения.....	10
9.2 Нестандартные измерения.....	11
10 Обеспечение качества	11
10.1 Прецизионность.....	11
10.2 Несоответствие	12
10.3 Калибровка.....	12
10.4 Прослеживаемость.....	12
11 Проверка измерительного оборудования.....	12
11.1 Общие положения.....	12
11.2 Первичная проверка системы (разрешение).....	12
11.3 Ежегодная систематическая проверка (актуализация) системы.....	13
11.4 Специальная проверка	13
Приложение А (нормативное) Измерение коэффициента поглощения солнечного излучения с использованием спектрофотометра (α_s).....	14
Приложение В (нормативное) Измерение коэффициента поглощения солнечного излучения методом сравнения (α_p).....	19
Приложение С (нормативное) Измерение полусферического коэффициента излучения в ИК-диапазоне калориметрическим методом (ϵ_{n-t})	21
Приложение D (нормативное) Измерение нормального коэффициента излучения в ИК-диапазоне с использованием ИК-спектрометра (ϵ_{n-s}).....	25
Приложение E (нормативное) Измерение нормального коэффициента излучения в ИК-диапазоне с использованием оптической системы эллипсоидального коллектора (ϵ_{n-e})	28
Приложение F (нормативное) Измерение нормального коэффициента излучения в ИК-диапазоне с использованием двух вращающихся полостей (ϵ_{n-c})	33
Приложение G (информативное) Основные параметры при выполнении измерений.....	36
Приложение H (информативное) Теоретический направленный коэффициент излучения	37
Библиография.....	38

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.

Процедуры, использованные для разработки данного документа, и процедуры его дальнейшей актуализации описаны в Директивах ISO/IEC Directives, Часть 1. В частности, следует отметить различные критерии утверждения, необходимые для различных типов документов ISO. Настоящий документ был разработан в соответствии с редакционными правилами Директив ISO/IEC Directives, Часть 2. www.iso.org/directives

Следует обратить внимание на тот факт, что отдельные элементы данного документа могут являться объектами патентного права. ISO не несет ответственности за идентификацию любых или всех подобных патентных прав. Сведения о всех патентных правах, идентифицированных при разработке данного документа, содержатся в разделе Введение и/или в перечне ISO полученных патентных деклараций. www.iso.org/patents

Любой торговый знак, использованный в данном документе, является информацией, приводимой для удобства пользователей, и не является свидетельством в пользу того или иного товара.

Для пояснения значений конкретных терминов и выражений ISO, относящихся к оценке соответствия, а также информация о соблюдении Международной организацией ISO принципов ВТО по техническим барьерам в торговле (ТБТ), см. следующий унифицированный локатор ресурса (URL): [Foreword - Supplementary information](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0ad11576-a9cb-4119-8e62-b93e0e3e97b/iso-16378-2013)

Комитетом, несущим ответственность за данный документ, является Технический комитет ISO/TC 20 *Авиационные и космические аппараты*, Подкомитет SC 14, *Космические системы и их эксплуатация*.

Введение

В данном международном стандарте для обозначения минимально необходимых критериев является использование повелительного наклонения или ключевого слова “shall”. Отличительным признаком рекомендованных критериев служит ключевое слово “should”, и хотя они и не являются обязательными, но считаются имеющими первостепенное значение при выполнении надежных, экономичных и практичных проектов. Отступать от рекомендованных критериев можно только после того, как тщательное рассмотрение, всесторонняя проверка и исчерпывающая эксплуатационная оценка покажут удовлетворительность альтернативного метода.

Коэффициент поглощения солнечного излучения и коэффициент излучения в ИК-диапазоне являются основными характеристиками при проведении тепловых расчетов активной и пассивной систем космической техники.

В данном международном стандарте описывается методология, приборы, оборудование и образцы, используемые для определения основных характеристик терморегулирующих материалов: коэффициента поглощения солнечного излучения [α_s или α_p] и коэффициента излучения в ИК-диапазоне [ϵ_h или ϵ_r].

Следует обратить внимание на возможность того, что некоторые из элементов данного документа могут оказаться объектами патентных прав, помимо уже установленных. ISO не несет ответственности за выявление частично или полностью указанных патентных прав.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 16378:2013

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0ad11576-a9cb-4119-8e62-bea3e9e3e97b/iso-16378-2013>

Космические системы. Измерения термооптических свойств терморегулирующих материалов

1 Область применения

В настоящем международном стандарте устанавливаются различные методы измерений, приборы, оборудование и образцы, используемые для определения термооптических свойств терморегулирующих материалов. В стандарте сравниваются их особенности, указываются пределы их возможностей и систематические погрешности, дается руководство по их применению. Данные измерения будут выполняться на наземном испытательном оборудовании с целью определения свойств материалов. Измеренные свойства будут использованы для отбора материалов, выполнения тепловых расчетов космических аппаратов, контроля технологического процесса, контроля качества и т.п. Помимо этого, на основании данных, полученных при наземных измерениях, можно оценить температуру КА на орбите в начале эксплуатации. Кроме того, с целью гарантирования качества данных установлены также требования к калибровке и эталонным материалам.

В приложениях к данному международному стандарту подробно изложены следующие методы измерений, в том числе требования к форме и размерам образцов и выполнение вычислений.

- a) Измерение коэффициента поглощения солнечного излучения с использованием спектрофотометра: (α_s). Приложение А
- b) Измерение коэффициента поглощения солнечного излучения методом сравнения: (α_p). Приложение В
- c) Измерение полусферического коэффициента излучения в ИК-диапазоне калориметрическим методом: (ϵ_{h-t}). Приложение С
- d) Измерение нормального коэффициента излучения в ИК-диапазоне с использованием ИК-спектрометра: (ϵ_{n-s}). Приложение D
- e) Измерение нормального коэффициента излучения в ИК-диапазоне с использованием оптической системы эллипсоидального коллектора (ϵ_{n-e}). Приложение E
- f) Измерение нормального коэффициента излучения в ИК-диапазоне с использованием двух вращающихся полостей: (ϵ_{n-c}). Приложение F

2 Нормативные ссылки

Ссылка на следующий документ обязательна при использовании данного документа. Для датированных ссылок применяется только указанное по тексту издание. Для недатированных ссылок необходимо использовать самое последнее издание нормативного ссылочного документа (включая любые изменения).

ISO 9288:1989, *Теплоизоляция. Теплопередача посредством излучения. Физические величины и определения*

ISO 21348:2007, *Космическое пространство (естественное и искусственное). Определение энергетической освещенности солнечного излучения*

ASTM E490-00a:2006, *Таблицы стандартной солнечной постоянной и спектрального распределения солнечного излучения при нулевой воздушной массе*

3 Термины и определения

В настоящем стандарте используются следующие термины и определения.

3.1

коэффициент поглощения (α)
absorptance (α)

$$\alpha = \Phi_a / \Phi_m$$

где Φ_a – поглощенный поток излучения или поглощенный световой поток, а Φ_m – падающий поток излучения или световой поток падающего излучения

[ИСТОЧНИК: ISO 80000-7]

3.2

излучательная способность, коэффициент излучения (ϵ)
emissivity, emittance (ϵ)

$$\epsilon = M / M_b$$

где M – энергетическая светимость теплового излучателя, а M_b – энергетическая светимость абсолютно черного тела при той же температуре

[ИСТОЧНИК: ISO 80000-7]

ПРИМЕЧАНИЕ 1 к статье: Для указания условий необходимо добавлять следующие прилагательные.

- **Полный:** Если они относятся ко всему спектру теплового излучения (данное определение можно считать неявно подразумеваемым) [ISO 9288:1989]
- **Спектральный или монохроматический:** Если они относятся к спектральному диапазону с центром на длине волны λ [ISO 9288:1989]
- **Полусферический:** Если они относятся ко всем направлениям, по которым элемент поверхности может излучать или по которым излучение может попадать на элемент поверхности [ISO 9288:1989]
- **Направленный:** Если они относятся к направлениям распространения, задаваемым телесным углом вокруг определенного направления [ISO 9288:1989]
- **Нормальный:** Если они относятся к распространению или падению по нормали к поверхности

ПРИМЕР Полный полусферический коэффициент излучения/полная полусферическая излучательная способность.

Полная полусферическая светимость M рассматриваемой поверхности, деленная на полную полусферическую светимость M_0 абсолютно черного тела при той же температуре.

[ИСТОЧНИК : ISO 9288:1989]

ПРИМЕЧАНИЕ 2 к статье: Когда возникает необходимость провести различие между свойством материала и свойством реального объекта, можно использовать термин “излучательная способность”. Излучательная способность – это характеристика материала, определяемая как коэффициент излучения идеального материала, который полностью непрозрачен и имеет оптически гладкую поверхность.

Излучательная способность зависит от температуры, при которой она измерялась, и от диапазона длин волн.

Коэффициент излучения – это свойство конкретного объекта. Он определяется излучательной способностью материала, шероховатостью поверхности, окисленностью, предысторией образца в

отношении тепловых и механических воздействий, качеством обработки поверхности и измеренным диапазоном длин волн. Несмотря на то, что излучательная способность является основной составляющей коэффициента излучения, однако при измерении в лабораторных условиях она редко совпадает с реальным коэффициентом излучения конкретного образца.

$$\varepsilon = \int_0^{\infty} L_b(\lambda, T) \varepsilon(\lambda) d\lambda / \int_0^{\infty} L_b(\lambda, T) d\lambda$$

где

$L_b(\lambda, T)$	Спектральное распределение излучения абсолютно черного тела Планка, $\text{с}_1 \lambda^{-5} (\text{e}^{(\text{с}_2/\lambda T)} - 1)^{-1}$;
C_1	$3,74177 \times 10^{-16} \text{ Вт} \cdot \text{м}^2$;
C_2	$1,4388 \times 10^{-2} \text{ м} \cdot \text{К}$;
T	абсолютная температура, К;
λ	длина волны, м;
$\int_0^{\infty} L_b(\lambda, T) d\lambda$	σT^4 ;
σ	постоянная Стефана-Больцмана, $5,670400 (40) \times 10^{-8} [\text{Вт} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{К}^{-4}]$.

3.3 диффузный diffuse

указывает, что поток распространяется в различных направлениях, в отличие от прямого пучка, который соответствует коллимированному потоку. Что касается коэффициента отражения, то направленно-полусферический коэффициент отражения меньше коэффициента зеркального отражения

3.4 коэффициент излучения в ИК-диапазоне infrared emittance

коэффициент излучения в ИК-диапазоне минимум от 5 мкм до 25 мкм

3.5 интегрирующая сфера integrating sphere

оптическое устройство, использующееся либо для того, чтобы собрать поток, отраженный от образца или переданный образцом в полусферу, либо для того, чтобы обеспечить изотропное облучение образца из всей полусферы. Интегрирующая сфера представляет собой замкнутую полость практически сферической формы с отверстиями для ввода и регистрации потока и обычно имеет дополнительные отверстия, в которых размещаются измеряемый и эталонный образцы

3.6 облученность irradiance

в точке на поверхности, $E = d\Phi/dA [\text{Вт} \cdot \text{м}^{-2}]$, где $d\Phi$ – поток излучения, падающий на элемент поверхности площадью dA

[ИСТОЧНИК ^ISO 80000-7]

3.7

близкий к нормали – полусферический near-normal-hemispherical

указывает, что направление падающего излучения близко к нормали к поверхности образца, а поток, выходящий с поверхности или из среды, собирается для регистрации со всей полусферы

3.8

поток излучения radiant flux

$$\Phi = dQ/dt \text{ [Вт]}$$

где dQ – лучистая энергия, излученная, переданная или полученная за промежуток времени длительностью dt

[ИСТОЧНИК: ISO 80000-7]

3.9

коэффициент отражения (ρ) reflectance (ρ)

$$\rho = \Phi_r/\Phi_m$$

где Φ_r – отраженный поток излучения или отраженный световой поток, а Φ_m – поток излучения или световой поток падающего излучения

[ИСТОЧНИК: ISO 80000-7]

3.10

солнечный solar

<радиометрический> показывающий, что источником потока излучения является Солнце, или что поток излучения имеет спектральное распределение, близкое к солнечному

3.11

солнечный solar

<оптический> показывающий средневзвешенную величину спектральной характеристики со стандартным спектральным распределением солнечного излучения в качестве весовой функции

3.12

коэффициент поглощения солнечного излучения (α_s) solar absorptance (α_s)

отношение потока солнечного излучения, поглощенного материалом (или телом), к потоку падающего излучения

ПРИМЕЧАНИЕ 1 к статье: Различают два метода:

- Метод спектральных измерений с использованием спектрофотометра, перекрывающего диапазон от 250 нм до 2 500 нм, для определения α_s .
- Использование портативного оборудования, в котором применяется ксеноновая лампа, для выполнения относительных измерений (α_p).

3.13

солнечная облученность solar irradiance

солнечное излучение, проинтегрированное по полному диску и выраженное в единицах системы СИ мощности, падающей на единичную площадку, Вт·м⁻²

[ИСТОЧНИК: ISO 21348 (Примечания в исходном стандарте опущены)]

3.14**спектральный
spectral**

<оптический> указывающее, что свойство оценивалось на определенной длине волны λ , в малом интервале длин волн $\Delta\lambda$, включающих λ , при этом значение длины волны указывается в скобках как $L(350 \text{ нм})$ или приводится как функция длины волны $L(\lambda)$

ПРИМЕЧАНИЕ 1 к статье: В данном определении параметры частоты ν , волнового числа k или энергии фотонов могут быть заменены длиной волны λ .

3.15**спектральный
spectral**

<радиометрический> концентрация количества в единичном интервале длин волн (или частоты), указанном нижним индексом лямбда как $L\lambda = dL/d\lambda$

ПРИМЕЧАНИЕ 1 к статье: В данном определении параметры частоты ν , волнового числа k или энергии фотонов могут быть заменены длиной волны λ .

ПРИМЕЧАНИЕ 2 к статье: Для конкретного интервала длин волн, длина волны, для которой оценивалась спектральное распределение, может быть указана в скобках после обозначения $L\lambda(350 \text{ нм})$.

3.16**зеркальный
specular**

указывает, что поток отражается от поверхности или выходит из среды под углом, численно равным углу падения, лежит в той же плоскости, что и падающий луч с нормалью, но находится на противоположной стороне от нормали к поверхности

ПРИМЕЧАНИЕ 1 к статье: Изменение порядка следования терминов в определении на обратное меняет соответственно геометрию падающего и отраженного потока.

3.17**коэффициент пропускания (τ)
transmittance (τ)**

$$\tau = \Phi_t / \Phi_m$$

где Φ_t – прошедший поток излучения или световой поток, а Φ_m – поток излучения или световой поток падающего излучения

[ИСТОЧНИК: ISO 80000-7]

4 Сокращения

В настоящем стандарте используются следующие сокращения.

ИК инфрокрасная

5 Условия подготовки**5.1 Опасные и вредные факторы, меры по охране здоровья и обеспечению безопасности**

Следует уделять внимание мерам по охране здоровья и обеспечению безопасности. Необходимо контролировать и минимизировать факторы, представляющие опасность для персонала, оборудования и материалов.

5.2 Подготовка образцов

5.2.1 Свойства образцов

Настоящий международный стандарт применим к материалам, обладающим как зеркальными, так и диффузными оптическими свойствами.

5.2.2 Конфигурация

Образцы материала должны изготавливаться согласно действующей технологической документации или в соответствии с данными изготовителя и должны отражать отклонения показателей в партии.

Образцы должны как можно более точно воспроизводить рабочую деталь. В тепловых расчетах следует учитывать предполагаемые изменения термооптических свойств при переходе от образцов к материалам бортового оборудования.

К примеру, операция по нанесению лакокрасочного материала может дать различные термооптические свойства в зависимости от того, кто проводит окраску и какой тип краскораспылителя используется; поэтому образцы должны изготавливаться одновременно с рабочей деталью или на них должно одновременно с деталью наноситься покрытие.

Шероховатость поверхности существенно влияет на результаты измерений. Чистота поверхности образцов без покрытия после завершающей технологической операции должна быть такой же, как и у рабочей детали.

5.2.3 Очистка

Способ очистки и иная обработка образцов всегда должны быть точно такими же, как и для материалов бортового оборудования. Дополнительная очистка или обработка образца не допускается.

В частности, коэффициент поглощения солнечного излучения исключительно чувствителен к загрязнению, и если образец или материал бортового оборудования загрязнен (пусть даже потожировыми выделениями рук), результаты измерений могут оказаться в немалой степени ошибочными.

5.2.4 Обращение с образцами и их хранение

Образцы следует брать только в чистых нейлоновых или не оставляющих ворса перчатках, а хранить их необходимо в помещении с контролем чистоты, при комнатной температуре от 15 °C до 30 °C и относительной влажности от 20 % до 65 %.

- a) Поверхности с нанесенным покрытием следует предохранять от касаний, используя для этого мягкий и инертный материал, например, полиэтиленовые или полипропиленовые пакеты или листы.
- b) Следует предупреждать нанесение механических повреждений стандартным образом, упаковывая завернутые образцы в чистый, не оставляющий пыльных следов и ворса материал.
- c) Материалы с ограниченным сроком годности должны быть снабжены этикетками или промаркированы с указанием их сроков хранения на складе и датами изготовления.

5.2.5 Идентификация

- a) К образцам, передаваемым для измерений, должен прилагаться заполненный "Лист идентификации материала".
- b) К опасным образцам должен прилагаться заполненный "Паспорт безопасности материала".

- c) Следует явным образом указывать поверхность образцов, на которой предстоит проводить измерения, за исключением случаев, когда на обеих поверхностях образцов свойства полностью идентичны.

5.3 Производственные помещения

5.3.1 Чистота

- a) Рабочее место должно быть чистым и свободным от пыли.
- b) Используемый для вентиляции воздух следует фильтровать, чтобы предупредить загрязнение образцов.

5.3.2 Условия окружающей среды

Температура в технологических помещениях и на рабочих местах должна быть от 15 °C до 30 °C, а относительная влажность – от 20 % до 65 %, если не оговорено иное.

5.3.3 Оборудование

Оборудование является индивидуальным для каждого измерения и приводится в Приложениях.

5.4 Стандартные образцы

5.4.1 Общие положения

Необходимы как контрольные, так и рабочие эталоны (образцы сравнения). Предпочтительнее пользоваться износостойкими и долговечными материалами. Со стандартными образцами следует обращаться и хранить их согласно соответствующим инструкциям и правилам. Старайтесь не касаться оптических поверхностей даже перчатками.

5.4.2 Контрольный эталон

Контрольные эталоны – это первичный эталонный образец для калибровки приборов и рабочих эталонов. Контрольные эталоны должны быть поверены национальным или международным органом, уполномоченным на проведение подобного рода действий.

5.4.3 Рабочий эталон

Рабочие эталоны применяются при повседневной работе с приборами для получения кривых сравнения с целью преобразования данных. Рабочий эталон должен поверяться ежегодно путем измерения его термооптических свойств относительно свойств соответствующего контрольного эталона. При наличии заметной деградации рабочий эталон следует очистить, обновить или заменить.

5.4.4 Коэффициент поглощения солнечного излучения

Для пропускающих свет образцов материалов в качестве эталона следует использовать падающее излучение, относительно которого оценивается прошедший свет. Для некоторых областей применения существуют калиброванные эталоны коэффициентов пропускания.

Для диффузных образцов с высоким коэффициентом отражения требуется рабочий эталон, который имеет высокий коэффициент отражения и является сильно диффузным в области солнечного спектра.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 В качестве диффузного эталона с высоким коэффициентом отражения обычно используется белый светорассеивающий материал. Различные белые светорассеивающие материалы предоставляются национальными и международными органами, к примеру, Национальным институтом стандартов и технологий