МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ
(МГС)
INTERSTATE COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION
(ISC)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ГОСТ ISO 14596— 2016

НЕФТЕПРОДУКТЫ

Определение содержания серы методом рентгенофлуоресцентной спектрометрии с дисперсией по длине волны

(ISO 14596:2007, Petroleum products — Determination of sulfur content — Wavelength-dispersive X-ray fluorescence spectrometry, IDT)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2017

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели, основные принципы и основной порядок проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены в ГОСТ 1.0—2015 «Межгосударственная система стандартизации. Основные положения» и ГОСТ 1.2—2015 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, обновления и отмены»

Сведения о стандарте

1 ПОДГОТОВЛЕН Межгосударственным техническим комитетом по стандартизации МТК 31 «Нефтяные топлива и смазочные материалы», Открытым акционерным обществом «Всероссийский научно-исследовательский институт по переработке нефти» (ОАО «ВНИИ НП») на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии международного стандарта, указанного в пункте 5

2 ВНЕСЕН Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии

3 ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 22 ноября 2016 г. № 93-П)

За принятие проголосовали:

Краткое наименование страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Код страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Сокращенное наименование национального органа по стандартизации
Армения	AM	Минэкономики Республики Армения
Беларусь	BY	Госстандарт Республики Беларусь
Киргизия	KG	Кыргызстандарт
Россия	RU	Росстандарт
Таджикистан	TJ	Таджикстандарт
Узбекистан	UZ	Узстандарт

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 4 апреля 2017 г. № 246-ст межгосударственный стандарт ГОСТ ISO 14596—2016 введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 июля 2018 г.

5 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту ISO 14596:2007 «Нефтепродукты. Определение содержания серы. Рентгенофлуоресцентная спектрометрия с дисперсией по длине волны» («Petroleum products — Determination of sulfur content — Wavelength-dispersive X-ray fluorescence spectrometry», IDT).

Стандарт разработан техническим комитетом ISO/TC 28, Petroleum products and lubricants (Нефтепродукты и смазочные материалы).

Наименование настоящего стандарта изменено относительно наименования указанного международного стандарта для приведения в соответствие с ГОСТ 1.5 (подраздел 3.6).

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

6 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном информационном указателе «Национальные стандарты», а текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячном информационном указателе «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 (*gost.e-ecolog.ru

© Стандартинформ, 2017

В Российской Федерации 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 Сущность метода 2
4 Реактивы и материалы 2
5 Аппаратура 2
6 Отбор проб 3
7 Калибровочные растворы 3
8 Калибровка 4
9 Проведение испытания 5
10 Вычисления 6
11 Оформление результатов 6
12 Прецизионность 6
13 Протокол испытаний 7
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов ссылочным межгосударственным стандартам 7

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

НЕФТЕПРОДУКТЫ

Определение содержания серы методом рентгенофлуоресцентной спектрометрии с дисперсией по длине волны

Petroleum products.
Determination of sulfur content by method of wavelength-dispersive X-ray fluorescence spectrometry

Дата введения — 2018—07—01

Предупреждение — Применение настоящего стандарта связано с использованием опасных веществ, процедур и оборудования. Настоящий стандарт не ставит своей целью решить все вопросы безопасности, связанные с его использованием. Пользователь настоящего стандарта несет ответственность за установление соответствующих мер безопасности и охраны здоровья персонала и определяет целесообразность применения законодательных ограничений перед применением настоящего стандарта.

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает метод определения содержания серы в диапазоне от 0,001 % масс. до 2,500 % масс. в жидких нефтепродуктах, присадках к нефтепродуктам, полутвердых и твердых нефтепродуктах, которые переходят в жидкое состояние при умеренном нагревании или растворяются в органических растворителях (см. 4.1) с незначительным или точно известным содержанием серы. Более высокое содержание серы можно определить с помощью разбавления. При соблюдении настоящего метода другие элементы, содержащиеся в предполагаемой концентрации в образце, не влияют на результат данного анализа.

Примечание 1 — В настоящем стандарте термин «% масс.» используют для обозначения массовой доли вещества.

Высокие содержания фосфора или хлора (обычно выше 3 % масс.) могут вызвать отклонения в результате анализа за счет разного поглощения Zr-Lα и S-Kα. В этих случаях необходимо провести исследование для определения значимости потенциальных помех.

При наличии больших количеств молибдена (обычно свыше 50 мг/кг и до 100 мг/кг) может возникнуть повышенное фоновое излучение и спектральное перекрытие с сигналом серы. В этих случаях необходимо тщательно изучить спектральные области, например исследовать значимость этого потенциального источника помех.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие международные стандарты:

ISO 3170, Petroleum liquids — Manual sampling (Жидкие нефтепродукты. Ручной отбор проб)

ISO 3171, Petroleum liquids — Automatic pipeline sampling (Жидкие нефтепродукты. Автоматический отбор проб из трубопровода)

Издание официальное

3 Сущность метода

Навеску образца для испытания и раствор циркония в качестве внутреннего стандарта смешивают в заданном массовом соотношении, помещают в кювету для образца и подвергают первичному излучению рентгеновской трубки.

Измеряют скорости счета импульсов от S-Kα флуоресценции при длине волны 0,5373 нм, от Zr-Lα1 флуоресценции при длине волны 0,6070 нм и скорость счета импульсов фонового излучения при длине волны 0,545 нм и вычисляют отношение результирующих скоростей счета. Содержание серы в образце определяют по калибровочной кривой, полученной на основе калибровочных стандартных растворов серы.

Примечание 2 — В настоящем стандарте используют обозначение рентгеновской линии по Сигбану S-Kα; рентгеновскую линию по системе IUPAC обозначают S K-$L_{2,3}$.

4 Реактивы и материалы

4.1 Белое масло (легкое парафиновое масло) высокой степени чистоты с содержанием серы не более 1 мг/кг.

4.2 Образцы с известным с точностью до 0,01 % масс. содержанием серы, используемые для приготовления первичных стандартных растворов.

Можно использовать соединения, приведенные в 4.2.1—4.2.3, номинальные значения содержания серы в них приведены ниже. Если чистота этих соединений менее 99 %, то необходимо применять сертифицированные материалы или должна быть точно известна природа всех примесей и их содержание с точностью до 0,01 % масс.

4.2.1 Дибензотиофен (DBT) с номинальным содержанием серы 17,399 % масс.

4.2.2 Дибутилсульфид (DBS) с номинальным содержанием серы 21,915 % масс.

4.2.3 Тионафтен (бензотиофен) (TNA) с номинальным содержанием серы 23,890 % масс.

4.3 Сертифицированные эталонные вещества с известным содержанием серы. Используют вещества от национального органа по стандартизации или от аккредитованного поставщика.

4.4 Раствор циркония А

Раствор октоата циркония с содержанием циркония в диапазоне от 12 % масс. до 18 % масс. или другое маслорастворимое соединение циркония, не содержащее серу, растворенное в белом масле (4.1), с массовой долей циркония в том же диапазоне.

4.5 Раствор циркония В

Растворяют раствор циркония А (4.4) в белом масле (4.1) для получения содержания циркония примерно 1 % масс.

5 Аппаратура

5.1 Рентгенофлуоресцентный спектрометр (WDXRF) с дисперсией по длине волны

Можно использовать любой рентгенофлуоресцентный спектрометр WDXRF, соответствующий требованиям, приведенным в таблице 1. Устанавливают и настраивают спектрометр в соответствии с инструкциями изготовителя.

Таблица 1 — Общие требования к спектрометру

Компонент	Требование
Анод	Родий, скандий или хром
Напряжение[A)], кВ	30—50
Сила тока[A)], мА	30—70
Коллиматор	Крупнозернистый
Кристалл-анализатор	Германий, пентаэритрит или графит
Оптический контур	Гелий
Окошко кюветы	Пленка из полиэфира или полипропилена толщиной 2—6 мкм, не содержащая серу
Детектор	Газовый проточно-пропорциональный счетчик с высокоамплитудным анализатором
[A)] Можно использовать системы с малой мощностью, если подтверждено соответствие требованиям, приведенным в 8.3 и разделе 12.	

5.2 Аналитические весы

Аналитические весы, обеспечивающие взвешивание с точностью до 0,1 мг.

5.3 Гомогенизатор

Гомогенизатор, не вызывающий аэрацию, с высокой скоростью сдвига или магнитная нагреваемая мешалка или ультразвуковой смеситель.

5.4 Колбы

Колбы конической формы с узким горлом вместимостью 50 $см^3$, изготовленные из боросиликатного стекла, с притертыми пробками. Для исходных растворов используют колбы бóльшей вместимости (см. 7.2).

6 Отбор проб

6.1 Если нет других указаний, пробы отбирают по процедурам, приведенным в ISO 3170 и ISO 3171.

6.2 Испытуемый образец отбирают от пробы после ее тщательного перемешивания и деления. Вязкие образцы нагревают до температуры, при которой образец переходит в жидкое состояние и, при необходимости, гомогенизируют с помощью гомогенизатора (5.3).

Примечание 3 — В настоящем стандарте термин «образец» включает в себя также растворы, приготовленные из присадок, полутвердых и твердых нефтепродуктов, предварительно нагретых и/или разбавленных.

7 Калибровочные растворы

7.1 Общие положения

Для приготовления исходных растворов серы соответствующего диапазона используют сертифицированные эталонные материалы (см. 4.3), или первичные стандартные растворы, приготовленные из соединений серы (см. 4.2), растворенных в белом масле.

7.2 Приготовление исходных растворов

Для приготовления исходных растворов с содержанием серы приблизительно 2,50 % масс. и 0,10 % масс., вычисляемым с точностью до 0,001 % масс., взвешивают определенное количество соединения серы по 4.2 или сертифицированного эталонного материала по 4.3 с точностью до 0,1 мг и растворяют его в белом масле при температуре окружающей среды. Тщательно перемешивают содержимое гомогенизатором (5.3).

Для приготовления исходных растворов к 100 г белого масла добавляют соединение серы приблизительно в следующем количестве:

DBT (4.2.1): 16,75 г (2,50 % масс.) и 0,50 г (0,10 % масс.);

DBS (4.2.2): 12,85 г (2,50 % масс.) и 0,45 г (0,10 % масс.);

TNA (4.2.3): 11,65 г (2,50 % масс.) и 0,40 г (0,10 % масс.).

Для перемешивания содержимого колбы используют магнитную мешалку или перемешивающее устройство с покрытием из стекла или из политетрафторэтилена.

Вычисляют точное содержание серы $w_{S,2}$ (% масс.) с точностью до третьего десятичного знака по количеству белого масла и используемого соединения серы по формуле (1)

$$w_{S,2} = \frac{m_C \cdot w_{S,1}}{m_C + m_o}, \quad (1)$$

где m_C — масса соединения серы, г;

$w_{S,1}$ — содержание серы в серосодержащем соединении, % масс.;

m_o — масса белого масла, г.

7.3 Приготовление стандартных растворов

7.3.1 Диапазон высоких концентраций (0,1 % масс. — 2,5 % масс.)

Готовят приблизительно по 25 г стандартных растворов с содержанием серы приблизительно 2,0 % масс.; 1,5 % масс.; 1,0 % масс.; 0,7 % масс. и 0,4 % масс. Для этого в колбы вместимостью 50 $см^3$ (5.4) взвешивают соответствующее количество исходного раствора с содержанием серы 2,5 % масс. с точностью до 0,1 мг. Добавляют белое масло (4.1) таким образом, чтобы масса раствора была приблизи-

тельно 25 г и снова взвешивают с точностью до 0,1 мг. Вычисляют содержание серы в стандартном растворе $w_{S,3}$ с точностью до 0,001 % масс. по формуле (2)

$$w_{S,3} = \frac{(m_2 - m_1)w_{S,2}}{m_3 - m_1}, \quad (2)$$

где m_2 — масса колбы с исходным раствором, г;

m_1 — масса колбы, г;

$w_{S,2}$ — содержание серы в исходном растворе, % масс.;

m_3 — масса колбы с исходным раствором и белым маслом, г.

7.3.2 Диапазон низких концентраций (0,001 % масс. — 0,1 % масс.)

Стандартные растворы с содержанием серы приблизительно 0,075 % масс.; 0,05 % масс.; 0,025 % масс.; 0,010 % масс.; 0,005 % масс. и 0,001 % масс. готовят аналогично процедуре по 7.3.1, используя исходный раствор с содержанием серы 0,10 % масс. (7.2). Вычисляют содержание серы по формуле (2) с точностью до 0,0001 % масс.

7.4 Приготовление калибровочных растворов

7.4.1 Диапазон высоких концентраций (0,1 % масс. — 2,5 % масс.)

Взвешивают в отдельные колбы (5.4) по (20,00 ± 0,01) г стандартных растворов по 7.3.1 и двух исходных растворов по 7.2 и добавляют по (5,00 ± 0,01) г раствора циркония А. Тщательно перемешивают содержимое колб гомогенизатором (5.3) при температуре окружающей среды от 18 °С до 28 °С.

7.4.2 Диапазон низких концентраций (0,001 % масс. — 0,1 % масс.)

Взвешивают в отдельные колбы по (20,00 ± 0,01) г исходного раствора с низким содержанием серы (7.2) и стандартных растворов (7.3.2) и добавляют по (2,00 ± 0,01) г раствора циркония В (4.5). Тщательно перемешивают гомогенизатором (5.3) при температуре окружающей среды от 18 °С до 28 °С.

7.5 Хранение стандартных растворов

Хранят сертифицированные эталонные стандарты в соответствии с инструкциями сертифицирующей организации и используют в пределах установленного срока годности.

Хранят стандартные растворы, приготовленные из белого масла и соединений серы, в темных склянках с притертыми пробками в прохладном темном месте.

Примечание 4 — Срок хранения приготовленных стандартных растворов в вышеуказанных условиях — не более 6 месяцев.

8 Калибровка

8.1 Общие положения

После установки и проверки спектрометра (5.1) тщательно продувают оптический контур гелием.

8.2 Калибровочная кривая для диапазона высоких концентраций (0,1 % масс. — 2,5 % масс.)

Переносят каждый калибровочный раствор (7.4.1) в кювету для образца в порядке возрастания содержания серы и помещают в спектрометр для воздействия первичного облучения.

Измеряют скорости счета импульсов I_S и I_{Zr} флуоресцентного излучения, испускаемого S-Kα (0,5373 нм) и Zr-Lα_1 (0,6070 нм).

Вычисляют соотношение суммарного счета импульсов R по формуле (3)

$$R = \frac{I_S}{I_{Zr}}, \quad (3)$$

где R — соотношение суммарного счета импульсов для соответствующего определения;

I_S — скорость счета импульсов S-Kα флуоресценции при длине волны 0,5373 нм;

I_{Zr} — скорость счета импульсов Zr-Lα_1 флуоресценции при длине волны 0,6070 нм.

Для построения калибровочной кривой на графике откладывают соотношение счета импульсов R в зависимости от содержания серы в калибровочном растворе; калибровочную кривую рассчитывают и сохраняют с использованием линейной модели по формуле (4)

$$R(x) = a + bx, \quad (4)$$

где $R(x)$ — соотношение суммарного счета импульсов, вычисленных компьютером с помощью регрессии для содержания серы x;

a, b — параметры, вычисленные с помощью регрессии;

x — содержание серы в соответствующем калибровочном растворе, % масс.

Вычисление регрессии можно выполнять отдельно или с помощью вычислительного устройства спектрометра.

8.3 Калибровочная кривая для диапазона низких концентраций (0,0010 % масс. — 0,1 % масс.)

Для калибровочных растворов диапазона низких концентраций (7.4.2) проводят испытание по 8.2 и измеряют фоновое излучение I_B при 0,545 нм, т. к. окошко кюветы для образца ослабляет флуоресцентное излучение (см. таблицу 1). Для испытаний калибровочных растворов и нефтепродуктов с низким содержанием серы (9.2) используют тонкую пленку толщиной приблизительно 2 мкм (полиэфир) или приблизительно 4 мкм (полипропилен). Установка спектрометра должна быть такой, чтобы в течение всего периода измерения для линии Zr-Lα1 считывалось не менее 50000 одиночных импульсов.

Вычисляют чистое соотношение счета импульсов R_0 по формуле (5)

$$R_0 = \frac{I_S - I_B}{I_{Zr} - I_B}, \quad (5)$$

где R_0 — чистое соотношение результирующего счета импульсов соответствующего определения;

I_S — скорость счета импульсов S-Kα флуоресценции при длине волны 0,5373 м;

I_B — скорость счета импульсов фонового излучения при длине волны 0,545 нм;

I_{Zr} — скорость счета импульсов Zr-Lα1 флуоресценции при длине волны 0,6070 нм.

Для построения калибровочной кривой наносят на график значение чистого соотношения счета импульсов в зависимости от соответствующего содержания серы в калибровочном растворе; затем вычисляют калибровочную кривую и сохраняют в виде линейной модели по формуле (6)

$$R_0(x) = a + bx, \quad (6)$$

где $R_0(x)$ — чистое соотношение результирующего счета импульсов, вычисленного компьютером из расчета регрессии для содержания серы x;

a, b — параметры из расчета регрессии;

x — содержание серы в соответствующем калибровочном растворе, % масс.

Вычисление регрессии можно выполнять самостоятельно или с помощью вычислительного устройства спектрометра.

8.4 Проверка

Перед проведением измерений (калибровки и/или измерения) следует ежедневно проверять правильность работы спектрометра по спецификациям изготовителя для обеспечения оптимального режима работы и соответствующего наивысшего качества измерений.

Примечание 5 — Многие современные системы WDXRF используют мониторинг и коррекцию дрейфа показаний, чтобы гарантировать выдачу системой точных показаний на протяжении длительного времени без проведения повторной калибровки.

Проверки рабочих характеристик спектрометра должны проводиться регулярно, поскольку они дают ценную информацию о стабильности показаний спектрометра.

Регулярно не реже одного раза в 3 мес при обычном использовании проверяют не менее двух точек на калибровочных кривых с использованием образцов контроля качества с известным содержанием серы. При использовании новой партии пленки сразу проводят проверку. Если результат проверки отличается более чем на 0,71 от воспроизводимости метода, установленного в настоящем стандарте (см. 12.2), выполняют повторную калибровку.

Рекомендуется провести анализ контрольной карты.

9 Проведение испытания

9.1 Общие положения

При испытании некоторых продуктов, таких как нефтяные остатки, бывает необходимо изменить условия, приведенные в 9.2 и 9.3, т. е. повысить максимальную температуру от 100 °С до 120 °С для обеспечения гомогенности образца. Это изменение должно быть указано в протоколе испытаний [раздел 13, перечисление е)].

9.2 Образцы с содержанием серы от 0,1 % масс. до 2,5 % масс.

Взвешивают (20,00 ± 0,01) г анализируемого образца (см. примечание в разделе 6) в колбу (5.4) и добавляют (5,00 ± 0,01) г раствора циркония А (4.4). Тщательно гомогенизируют, при необходимости нагревают образец до температуры не выше 80 °С. После охлаждения образца до температуры 18 °С—28 °С, проводят процедуры по 8.2 и вычисляют соотношение суммарного счета импульсов R.

9.3 Образцы с содержанием серы от 0,0010 % масс. до 0,1 % масс.

Взвешивают (20,00 ± 0,01) г анализируемого образца (см. примечание 3 в разделе 6) в колбу (5.4) и добавляют (2,00 ± 0,01) г раствора циркония В (4.5). Тщательно гомогенизируют, при необходимости нагревают образец до температуры не выше 80 °С. После охлаждения образца до температуры 18 °С—28 °С проводят процедуры по 8.3 и вычисляют чистое соотношение результирующего счета R_0.

10 Вычисления

Определяют содержание серы по калибровочным кривым, построенным по 8.2 или 8.3. При содержании серы более 2,5 % масс. образец разбавляют белым маслом и повторяют процедуру по 9.2.

Примечание 6 — Многие современные приборы содержат микропроцессор, который сохраняет калибровочную кривую и обеспечивает снятие цифровых значений.

11 Оформление результатов

Записывают содержание серы в диапазоне от 0,0010 % масс. до 0,0099 % масс., округляя с точностью до 0,0001 % масс.; при содержании серы в диапазоне от 0,010 % масс. до 0,0999 % масс. — с точностью до 0,0001 % масс. и при содержании серы в диапазоне от 0,10 % масс. до 2,50 % масс. — с точностью до 0,01 % масс.

12 Прецизионность

12.1 Повторяемость

Расхождение результатов двух испытаний, полученных одним и тем же оператором на одной и той же аппаратуре при постоянных рабочих условиях на идентичном испытуемом материале в течение длительного времени при нормальном и правильном выполнении метода, может превышать значения, указанные в таблице 2, только в одном случае из 20.

12.2 Воспроизводимость

Расхождение результатов двух единичных и независимых испытаний, полученных разными операторами, работающими в разных лабораториях, на идентичном испытуемом материале в течение длительного времени при нормальном и правильном выполнении метода, может превышать значения, указанные в таблице 2, только в одном случае из 20.

Таблица 2 — Показатели прецизионности

Содержание серы, % масс.	Повторяемость (сходимость) r	Воспроизводимость R
0,0010—0,0029	0,0003	0,0005
0,0030—0,0049	0,0006	0,0010
0,0050—0,0099	0,0010	0,0020
0,010—0,0299	0,002	0,003
0,030—0,0499	0,003	0,005
0,050—0,0999	0,005	0,010
0,10—0,99	0,01	0,02
1,00—2,50	0,02	0,04

13 Протокол испытаний

Протокол испытаний должен содержать:

a) обозначение настоящего стандарта;
b) тип и идентификацию испытуемого продукта;
c) используемую процедуру отбора проб (см. раздел 6);
d) результаты испытаний (см. раздел 11);
e) отклонение от установленной процедуры (см. 9.1);
f) дату проведения испытаний.

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов ссылочным межгосударственным стандартам

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего межгосударственного стандарта
ISO 3170:2004	NEQ	ГОСТ 31873—2012 «Нефть и нефтепродукты. Методы ручного отбора проб»
ISO 3171:1988	—	*

* Соответствующий межгосударственный стандарт отсутствует. До его принятия рекомендуется использовать перевод на русский язык данного международного стандарта.

Примечание — В настоящей таблице использовано следующее условное обозначение степени соответствия стандартов:
- NEQ — неэквивалентные стандарты.

УДК 665.71:543.632.46:543.427.4:006.354 МКС 75.080 IDT

Ключевые слова: нефтепродукты, определение содержания серы, метод рентгенофлуоресцентной спектрометрии, дисперсия по длине волны

БЗ 8—2016/16

Редактор *А.А. Бражников*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *О.В. Лазарева*
Компьютерная верстка *И.А. Налейкиной*

Сдано в набор 06.04.2017. Подписано в печать 24.04.2017. Формат 60×84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,40. Уч.-изд. л. 1,28. Тираж 33 экз. Зак. 637.
Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Издано и отпечатано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru