ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 59738— 2021

Оптика и фотоника

РЕШЕТКИ ДИФРАКЦИОННЫЕ

Типы, основные размеры и параметры

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2021

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Федеральным государственным унитарным предприятием «Научно-исследовательский институт физической оптики, оптики лазеров и информационных оптических систем Всероссийского научного центра «Государственный оптический институт им. С.И. Вавилова» (ФГУП «НИИФООЛИОС ВНЦ «ГОИ им. С.И. Вавилова») и Акционерным обществом «Научно-производственное объединение «Государственный институт прикладной оптики» (АО «НПО ГИПО»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 296 «Оптика и фотоника»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 12 октября 2021 г. № 1117-ст

4 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 (*gost.e-ecolog.ru

© Оформление. ФГБУ «РСТ», 2021

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

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Оптика и фотоника

РЕШЕТКИ ДИФРАКЦИОННЫЕ

Типы, основные размеры и параметры

Optics and photonics. Diffraction gratings. Types, main dimensions and parameters

Дата введения — 2022—03—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на дифракционные решетки (далее — решетки), применяемые в спектральных приборах для рентгеновской, вакуумной ультрафиолетовой, ультрафиолетовой, видимой и инфракрасной областей спектра, для селекции и вывода излучения в лазерах, для измерения линейных перемещений по методу муаровых полос, для поляризации инфракрасного излучения.

Настоящий стандарт распространяется на дифракционные решетки, изготавливаемые на делительных машинах путем формования штрихов алмазным резцом в металлических слоях, нанесенных на стеклянные и металлические подложки, в подложках из металлических сплавов, стекла и кристаллов, а также путем копирования с применением полимерных материалов.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 2786 Стекла пробные для проверки радиусов и формы сферических оптических поверхностей. Технические условия

ГОСТ 3514 Стекло оптическое бесцветное. Технические условия

ГОСТ 4784 Алюминий и сплавы алюминиевые деформируемые. Марки

ГОСТ 10354 Пленка полиэтиленовая. Технические условия

ГОСТ 10667 Стекло органическое листовое. Технические условия

ГОСТ 10994 Сплавы прецизионные. Марки

ГОСТ 15130 Стекло кварцевое оптическое. Общие технические условия

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **постоянная решетки *d*:** Расстояние между соответственными элементами профиля штрихов.

Издание официальное

3.2 **угол «блеска»:** Угол, образованный нормалью к поверхности решетки и направлением максимума концентрации света при автоколлимационной установке решетки, при значениях постоянной решетки, в три и более раз превышающих рабочую длину волны.

Примечание — Угол «блеска» численно равен углу, образованному рабочей плоскостью штриха и поверхностью решетки.

3.3 **цена полосы комплекта измерительных решеток ε:** Расстояние, на которое перемещают решетку-индекс, относительно решетки-шкалы в направлении, перпендикулярном к штрихам, в их плоскости так, чтобы интерференционная картина сместилась на одну полосу.

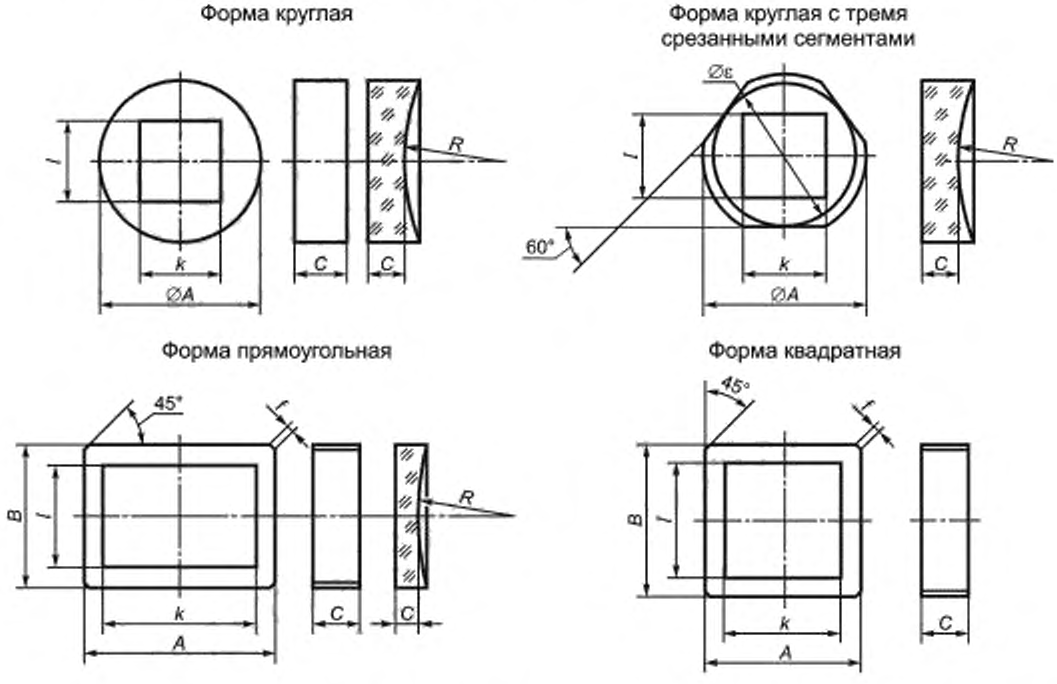
4 Классификация

В зависимости от назначения и формы поверхности дифракционные решетки подразделяются:
- на плоские отражательные;
- вогнутые отражательные;
- эшелетты;
- плоские прозрачные;
- для лазеров;
- поляризаторы;
- измерительные.

5 Основные размеры и параметры

5.1 Формы и размеры дифракционных решеток

5.1.1 Формы решеток приведены на рисунке 1.



k — ширина заштрихованной поверхности; *l* — длина штриха; *f* — размер фасок; *A* — габаритная ширина решетки, *B* — габаритная длина решетки. *C* — габаритная толщина решетки

Рисунок 1 — Формы и размеры дифракционных решеток

5.1.2 Размеры фасок должны быть установлены в нормативном или техническом документе на решетку конкретного типа с учетом [1].

5.1.3 Решетки размером 170 × 170 × 25 мм должны иметь фаски размером 20 мм.

5.1.4 Предельные отклонения размеров *A*, *B*, *C* от номинальных значений приведены в таблице 1.

Таблица 1

Размеры *A*, *B*, *C*, мм	Предельные отклонения, мм
До 30	–0,3
От 30 до 80	–0,4
От 80 до 180	–0,5
От 180 до 260	–0,6
От 260 до 320	–0,7

5.1.5 Отклонение размеров заштрихованной поверхности от номинальных значений в меньшую сторону не должно превышать 2 мм.

5.1.6 Отклонение радиусов кривизны вогнутых решеток от номинальных значений должно соответствовать второму классу точности по ГОСТ 2786.

5.2 Плоские и вогнутые отражательные решетки

5.2.1 Плоские и вогнутые отражательные решетки применяют в спектральных приборах для рентгеновской, вакуумной ультрафиолетовой, ультрафиолетовой, видимой и инфракрасной областей спектра. Плоские и вогнутые отражательные решетки должны быть изготовлены на слоях металла, нанесенного испарением в вакууме на подложку из стекла марки ЛК7 по ГОСТ 3514, или кварцевого стекла марки КВ по ГОСТ 15130, непосредственно на подложках из стекла марки Ф1 по ГОСТ 3514 или путем копирования на подложках из стекла марки ЛК7.

5.2.2 Основные размеры и параметры плоских и вогнутых отражательных решеток должны соответствовать размерам и параметрам, указанным в таблицах 2—4.

Таблица 2

Размер заштрихованной поверхности, мм	Размер решетки, мм (*A* × *B* × *C*)	Количество штрихов на 1 мм
20 × 20	20 × 20 × 10[1)]	300; 600; 1200; 1800
30 × 30	30 × 30 × 10[1)] 40 × 40 × 10	300; 600; 1200; 1800
40 × 40	40 × 40 × 10[1)]	300; 600; 1200; 1800
40 × 30	50 × 50 × 10	50; 75; 100; 200; 300; 600; 1200; 1800; 2400
50 × 40	Ø70 × 10 60 × 50 × 10	50; 75; 100; 200; 300; 600; 1200; 1800; 2400
60 × 50	Ø90 × 15 70 × 70 × 10[2)]	50; 75; 100; 200; 300; 600; 1200; 1800; 2400
75 × 75	95 × 95 × 15	300; 600; 1200; 1800
80 × 70	Ø120 × 15 90 × 90 × 15	50; 75; 100; 200; 300; 600; 1200; 1800; 2400
100 × 45	120 × 60 × 15	300; 600; 1200; 1800
100 × 90	Ø150 × 20 120 × 120 × 15[2)]	50; 75; 100; 200; 300; 600; 1200; 1800; 2400

Окончание таблицы 2

Размер заштрихованной поверхности, мм	Размер решетки, мм ($A \times B \times C$)	Количество штрихов на 1 мм
120 × 60	150 × 75 × 20	50; 75; 100; 200; 300; 600; 1200; 1800; 2400
130 × 120	150 × 150 × 20[2)]	50; 75; 100; 200; 300; 600; 1200; 1800; 2400
150 × 100	170 × 120 × 25	37,5; 50; 75; 300; 600
150 × 140	170 × 170 × 25[2)]	50; 75; 100; 200; 300; 600; 1200
200 × 120	220 × 150 × 35	37,5; 50; 75; 300; 600
200 × 180	220 × 220 × 35[2)]	50; 75; 100; 200; 300; 600; 1200
250 × 200	270 × 220 × 40[2)]	37,5; 50; 75; 100; 200; 300; 600
300 × 200	320 × 220 × 40[2)]	37,5; 50; 75; 100; 200; 300; 600

[1)] Получают путем разрезания на части решеток большего размера. Отклонение размеров разрезанных решеток от номинальных значений не нормируется.

[2)] Допускается увеличить размер C на 5 мм.

Таблица 3

Размер заштрихованной поверхности, мм	Размер решетки, мм ($A \times B \times C$)	Количество штрихов на 1 мм	Сферические решетки	Тороидальные решетки	
			радиус кривизны	меридиональный радиус, мм	сагиттальный радиус, мм
18 × 30[1)]	20 × 40 × 10	300; 600; 1200	500; 1000	—	—
28 × 30[1)]	30 × 40 × 10	300; 600; 1200	1000; 1995	—	—
40 × 30	Ø70 × 10	300; 600; 1200; 1800; 2400	250	—	—
50 × 40	Ø70 × 10	300; 600; 1200; 1800; 2400	500	—	—
50 × 40[1)]	Ø70 × 10	300; 600; 1200	500	—	—
50 × 40	60 × 50 × 10	300; 600; 1200; 1800; 2400	—	500	318,4 325,8 333,4 404,6
60 × 50	70 × 60 × 15	300; 600; 1200; 1800; 2400	—	1000	661,4 668,3
60 × 50 40 × 30[1)]	Ø90 × 15	300; 600; 1200; 1800; 2400	1000	—	—
60 × 50[1)]	Ø90 × 15	300; 600; 1200	1000	—	—
60 × 60 70 × 50[2)]	Ø150 × 20	300; 600; 1200; 1800; 2400	1995	—	—
100 × 60	Ø150 × 20	300; 600; 1200; 1800; 2400	2992	—	—

[1)] Нарезают непосредственно на подложках из стекла марки Ф1 по ГОСТ 3514.

[2)] Форма решетки круглая с тремя срезанными сегментами, Øε равен 80 и 111 мм соответственно. Используют только в серийных приборах.

Таблица 4

Наименование параметров[1)]	Группа А	Группа Б	Эшелетты
Рабочие порядки спектра при количестве штрихов на 1 мм			
2400,0	—	1	—
1800,0	—	1	—
1200,0	1	1; 2	—
900,0	1; 2	1; 2	—
600,0	1; 2	от 1 до 6	—
300,0	1; 2	от 1 до 12	—
200,0	1; 2	от 1 до 18	—
100,0	1; 2	от 1 до 36	1; 2
75,0	1; 2	от 1 до 50	1; 2
50,0	1; 2	от 1 до 75	1; 2
37,5	—	от 1 до 100	—
24,0	—	—	1; 2
12,0	—	—	1; 2
6,0	—	—	1; 2
4,0	—	—	1; 2
2,0	—	—	1; 2
Разрешающая способность по отношению к теоретическому значению, не менее	0,9	0,8	0,9
Качество спектральных линий	Спектральные линии резкие, симметричные. Вблизи линии в пределах 3—4 нормальных щелей могут наблюдаться слабые спутники и фон		Спектральные линии резкие, симметричные, без заметных дефектов
Коэффициент отражения[2)] в максимуме концентрации для области спектра более 200 нм:			
- в I порядке, %, не менее	70	50	50[3)]
- во II порядке, %, не менее	60	50	50
- в III и более высоких порядках, %, не менее	—	40	—
для области спектра короче 200 нм:			
- в I порядке, %, не менее	50	40	—
Угол «блеска»[4)]	от 1 до 70°	от 5 до 50°	
Отклонение длины волны с максимальным коэффициентом отражения или угла «блеска» от номинального значения:			
- для области спектра короче 150 нм, %, не более	±20	—	—
- для области спектра более 150 нм, %, не более	±8, но не более ±2°	—	—

Окончание таблицы 4

Наименование параметров[1)]	Группа А	Группа Б	Эшелетты
Относительная интенсивность «духов» Роуланда:			
- в I—II порядках, %, не более	0,1	—	—
- в III и более высоких порядках, %, не более	0,2	—	—
Относительная интенсивность «духов» Лаймана, %, не более	0,01	—	—

[1)] Все параметры относятся к рабочим порядкам спектра.

[2)] Коэффициент отражения определен по отношению к зеркалу, на котором изготовлена решетка, для неполяризованного излучения в области длин волн, не превышающих отношения постоянной решетки к номеру рабочего порядка спектра.

[3)] Гарантировано технологией изготовления.

[4)] Угол «блеска» решеток, изготовленных на стекле марки Ф1 по ГОСТ 3514, должен иметь значение в пределах от 1 до 5°.

5.3 Эшелетты

5.3.1 Эшелетты применяют в спектральных приборах для инфракрасной области спектра. Эшелетты должны быть изготовлены на металлических подложках из алюминиевого сплава марки АМЦ по ГОСТ 4784 или путем копирования на подложках из стекла марки ЛК7 по ГОСТ 3514.

5.3.2 Основные параметры и размеры эшелеттов должны соответствовать параметрам и размерам, указанным в таблице 4 и 5.

Таблица 5

Размер заштрихованной поверхности, мм	Размер эшелетта, мм ($A \times B \times C$)	Количество штрихов на 1 мм
50 × 50	70 × 70 × 10	2; 4; 6; 12; 24; 50; 75; 100
70 × 70	90 × 90 × 15	2; 4; 6; 12; 24; 50; 75; 100
100 × 100	120 × 120 × 15	2; 4; 6; 12; 24; 50; 75; 100
150 × 150	170 × 170 × 25	2; 4; 6; 12; 24; 50; 75; 100
200 × 200	220 × 220 × 35	2; 4; 6; 12; 24; 50; 75; 100
250 × 250	270 × 270 × 40	2; 4; 6; 12; 24; 50; 75; 100
300 × 300	320 × 320 × 40	2; 4; 6; 12; 24; 50; 75; 100

5.4 Плоские прозрачные решетки

5.4.1 Плоские прозрачные решетки подразделяют на амплитудные, у которых штрихи должны иметь прозрачные и непрозрачные (из слоя алюминия) участки, и фазовые, которые должны являться прозрачными копиями плоских отражательных решеток.

5.4.2 Плоские прозрачные решетки должны быть изготовлены на подложках из стекла марки К8 по ГОСТ 3514.

5.4.3 Амплитудные решетки должны иметь число штрихов на 1 мм от 0,5 до 1200.

5.4.4 Фазовые решетки должны иметь число штрихов на 1 мм — 50, 100, 150, 200, 300 и 600 и обеспечивать в первом порядке в видимой и инфракрасной областях спектра качество спектральных линий, а также интенсивность «духов» Роуланда и Лаймана, указанных в таблице 3 для отражательных решеток группы А. Угол «блеска» должен иметь значение в пределах от 1° до 35°.

5.5 Решетки для лазеров

5.5.1 Решетки для лазеров применяют в лазерах для селекции и вывода излучения.

5.5.2 Основные размеры и параметры, за исключением коэффициента отражения, решеток для лазеров для ультрафиолетовой, видимой и ближней инфракрасной областей спектра должны соответствовать указанным в таблицах 2 и 4 для отражательных решеток группы А.

5.5.3 Основные размеры и параметры, за исключением коэффициента отражения, решеток для лазеров для инфракрасной области спектра должны соответствовать параметрам и размерам, указанным в таблицах 4 и 6 для эшелеттов.

Таблица 6

Материал подложки	Размер заштрихованной поверхности, мм	Размер решетки, мм ($A \times B \times C$)	Количество штрихов на 1 мм
Алюминиевый сплав АМЦ[1)] (ГОСТ 4784)	40 × 40	40 × 40 × 10	75; 100
	50 × 50	70 × 70 × 10	75; 100
	70 × 70	90 × 90 × 15	75; 100
Сплав 32НКД (суперинвар), покрытый слоем золота (ГОСТ 10994)	25 × 25	Ø40 × 10	100; 150
[1)] Допускается использование подложек из стекла марки К8 по ГОСТ 3514.			

5.5.4 Коэффициент отражения в максимуме концентрации для поляризованного излучения, определенный по отношению к зеркалу, на котором изготовлена решетка, должен иметь значение не менее 80 %.

5.5.5 Параметры, указанные в 5.5.2—5.5.4, должны обеспечиваться в первом порядке спектра в области длин волн $2/3d \le \lambda < 2d$.

5.6 Решетки-поляризаторы

5.6.1 Решетки-поляризаторы предназначены для поляризации проходящего инфракрасного излучения. Решетки-поляризаторы должны быть изготовлены на подложках, прозрачных в инфракрасной области спектра, путем формирования штрихов треугольного профиля с последующим нанесением на одну из граней штриха металлического покрытия. На твердых подложках штрихи должны формоваться алмазным инструментом на делительных машинах, а на пленках — копированием с решеток, изготовленных на металлических слоях.

5.6.2 Параметры решеток-поляризаторов должны соответствовать параметрам, указанным в таблице 7.

Таблица 7

Материал подложки	Количество штрихов на 1 мм	Рабочая область длин волн, мкм
Фторопласт Ф-32 Л марки «В» или «Н» [2]	1200	от 2,0 до 7,0
	2400	от 1,5 до 7,0
Полиэтилен (пленка полиэтиленовая, стабилизированная, тип А или Б) по ГОСТ 10354	1200	св. 4
Полиметилметакрилат марки ЛСО М по ГОСТ 10667	1200	от 2,0 до 3,2 от 3,6 до 5,5
	2400	от 1,5 до 3,2 от 3,6 до 5,5
Кальций фтористый ФК-И [3]	1200	от 3,0 до 9,0
	2400	от 2,0 до 9,0
Стекло ИКС-25 [4]	1200	от 6,0 до 16,0
Барий фтористый	1200	от 3,0 до 12,0

5.6.3 В рабочей области длин волн, указанной в таблице 7, поляризаторы на подложках из бескислородного стекла марки ИКС25 должны иметь коэффициент пропускания для неполяризованного

излучения не менее 25 %, а поляризаторы всех остальных типов — не менее 30 % при степени поляризации не менее 95 % и размере решетки-поляризатора не более 45 × 45 мм^2.

5.6.4 На оправе решеток-поляризаторов должно быть обозначено направление электрического вектора в проходящем излучении.

5.7 Измерительные решетки

5.7.1 Измерительные решетки применяют для измерения линейных перемещений по методу интерференционных муаровых полос. Измерительные решетки используют в комплектах, состоящих из двух прозрачных, а также из прозрачной и отражательной решеток, одна из которых является индексом, а другая — шкалой. Измерительные решетки должны быть изготовлены на металлических слоях, нанесенных на подложки из стекла марки К8 по ГОСТ 3514 или путем копирования на подложках из стекла той же марки.

5.7.2 Основные размеры прозрачных и отражательных решеток-шкал, а также прозрачных решеток-индексов должны соответствовать размерам, приведенным в таблице 8.

Таблица 8

Тип решетки	Размер заштрихованной поверхности, мм	Форма и размер решетки мм ($A \times B \times C$)
Решетка-индекс	35 × 35	40 × 40 × 5[1)]
	Ø20	Ø22 × 5,5[2)]
Решетка-шкала[3)]	23 × 13	25 × 15 × 1,3
	35 × 35	40 × 40 × 5
	100 × 35	110 × 40 × 10
	150 × 35	160 × 40 × 10
	200 × 35	210 × 40 × 15
	250 × 35	260 × 40 × 15
	300 × 35	310 × 40 × 15

[1)] При работе в комплекте с отражательной решеткой, решетка должна иметь клиновидность по размеру C с углом при вершине 1°, ребро клина должно быть расположено перпендикулярно к штрихам.

[2)] Фокусное расстояние решетки ~ 50 мм.

[3)] Получают путем разрезания на части решеток большего размера. Отклонение размеров от номинальных значений не нормируется.

5.7.3 Основные параметры комплектов измерительных решеток должны соответствовать параметрам, указанным в таблице 9, и обеспечиваться в нулевом и первом результирующих порядках.

Таблица 9

Цена полосы, мкм	Решетки комплекта	Количество штрихов на 1 мм решетки-индекса	Количество штрихов на 1 мм решетки-шкалы	Длина волны, при которой контраст достигает максимального значения, мкм
10,0	Две прозрачных	100,00	100,00	св. 0,6
8,0	Прозрачная и отражательная	62,50	31,25	0,9
4,0		125,00	62,50	0,9
2,0	Прозрачная и отражательная	250,00	125,00	0,9
1,0		500,00	250,00	0,9
0,8		625,00	312,50	0,9
0,5		1000,00	500,00	0,5
0,4		1250,00	625,00	0,5

5.7.4 Допускается отклонение цены полосы ε от номинального значения только в меньшую сторону на значение, не превышающее $2.10^{-4}\varepsilon$.

5.7.5 Глубина модуляции фотоэлектрического сигнала интерференционными муаровыми полосами без применения светофильтров с лампой накаливания (в качестве источника) должна составлять не менее 50 %, а ее изменение по ширине решетки-шкалы должно быть не более ±10 %.

5.7.6 Решетки-индексы для системы с реверсивным счетом полос при цене полосы комплекта не менее 2 мкм состоят из двух или четырех частей, обеспечивающих сдвиг полос по фазе на 90° на их границе. Разность фаз фотоэлектрических сигналов от этих участков должна отличаться от расчетной не более чем на 40 %.

5.7.7 Накопленная ошибка деления решетки шкалы, рассчитанная по усредненной постоянной, не должна превышать 0,3 мкм на любом ее участке.

5.8 Другие типы решеток

В технически обоснованных случаях допускается изготовление решеток, формами, размерами, материалами подложки и параметрами, отличающимися от указанных в 5.1—5.7.

Библиография

[1] ОСТ 3-1825-73 Детали оптические. Фаски

[2] ОСТ 6-05-432-78 Фторопласт-32Л. Технические условия

[3] ОСТ 3-6304-87 Кристаллы фтористого кальция оптические. Технические условия

[4] ОСТ 3-3441-83 Стекло оптическое бескислородное. Технические условия

УДК 001.4.535:006.354 ОКС 37.020

Ключевые слова: оптика и фотоника, решетки дифракционные, типы, основные размеры и параметры

Редактор *Н.А. Аргунова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *Р.А. Ментова*
Компьютерная верстка *И.А. Налейкиной*

Сдано в набор 13.10.2021. Подписано в печать 18.10.2021. Формат 60×84¼. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,40. Уч.-изд. л 1,26.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «РСТ»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.

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

gost.e-ecolog.ru