ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 72835— 2026

Оптика и фотоника

КЕРАМИКА ОПТИЧЕСКАЯ МАРОК КО

Технические условия

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2026

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Научно-техническим центром «Информтехника» — филиалом Федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно-исследовательский институт «Центр» (НТЦ «Информтехника» — филиал ФГУП «ВНИИ «Центр»)

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 26 августа 2026 г. № 1031-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 (www.rst.gov.ru)

© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2026

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 2
4 Марки 2
5 Технические требования 3
5.1 Физико-химические свойства 3
5.2 Основные параметры 3
5.3 Технические требования к заготовкам оптической керамики 5
6 Правила приемки 6
7 Методы испытаний 7
7.1 Общие требования 7
7.2 Измерение показателя ослабления по пропусканию 8
7.3 Определение однородности по показателю ослабления 8
7.4 Определение двулучепреломления 8
7.5 Определение размеров и количества включений 9
7.6 Измерение шероховатости 9
7.7 Измерение размеров 9
7.8 Определение наличия трещин и числа выколок 9
7.9 Измерение глубины выколок 9
8 Маркировка, упаковка, транспортирование и хранение 9
9 Гарантии изготовителя 10
Приложение А (справочное) Физико-химические свойства оптической керамики марки КО1 11
Приложение Б (справочное) Физико-химические свойства оптической керамики марки КО2 18
Приложение В (справочное) Физико-химические свойства оптической керамики марки КО3 24
Приложение Г (справочное) Физико-химические свойства оптической керамики марки КО10 27
Приложение Д (справочное) Физико-химические свойства оптической керамики марки КО12 30
Приложение Е (обязательное) Форма, размеры, предельные отклонения размеров и расположения поверхностей заготовок оптической керамики 34

Введение

Стандарт разработан на основе отраслевых стандартов ОСТ 3-1471—72 «Керамика оптическая КО1. Технические требования», ОСТ 3-1652—86 «Керамика оптическая марки КО2. Технические условия», ОСТ 3-4892—80 «Керамика оптическая марки КО12. Технические условия» и ОСТ 3-5565—83 «Керамика оптическая марок КО3 и КО10. Технические условия».

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Оптика и фотоника

КЕРАМИКА ОПТИЧЕСКАЯ МАРОК КО

Технические условия

Optics and photonics.
Optical ceramics of KO brands.
Specifications

Дата введения — 2027—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на оптическую керамику марок КО (далее — керамика), поставляемую в заготовках, предназначенных для изготовления оптических деталей приборов.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 12.1.004 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования

ГОСТ 12.1.019 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты

ГОСТ 15.309 Система разработки и постановки продукции на производство. Испытания и приемка выпускаемой продукции. Основные положения

ГОСТ 2991 Ящики дощатые неразборные для грузов массой до 500 кг. Общие технические условия

ГОСТ 3479 Бумага папиросная. Технические условия

ГОСТ 3520 Материалы оптические. Методы определения показателей ослабления

ГОСТ 3522 Материалы оптические. Метод определения пузырности

ГОСТ 5244 Стружка древесная. Технические условия

ГОСТ 5556 Вата медицинская гигроскопичная. Технические условия

ГОСТ 5959 Ящики из листовых древесных материалов неразборные для грузов массой до 200 кг. Общие технические условия

ГОСТ 8273 Бумага оберточная. Технические условия

ГОСТ 11103 Стекло неорганическое и стеклокристаллические материалы. Метод определения термостойкости

ГОСТ 14192 Маркировка грузов

ГОСТ 15130—86 Стекло кварцевое оптическое. Общие технические условия

ГОСТ 15150 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды

ГОСТ 32281.2 (EN 1288-2:2000) Стекло и изделия из него. Определение прочности на изгиб испытание двойным соосным кольцом на плоских образцах с большими площадями испытываемых поверхностей

Издание официальное

ГОСТ 32281.3 (EN 1288-3:2000) Стекло и изделия из него. Определение прочности на изгиб. Испытание на образце, опирающемся на две точки (четыре точки изгиба)

ГОСТ 32361 Стекло и изделия из него. Пороки. Термины и определения

ГОСТ 33004 Стекло и изделия из него. Характеристики. Термины и определения

ГОСТ Р 8.568 Государственная система обеспечения единства измерений. Аттестация испытательного оборудования. Основные положения

ГОСТ Р 70973 Оптика и фотоника. Оптика физическая. Термины, определения и буквенные обозначения основных величин

ГОСТ Р 71073 Материалы стеклокристаллические. Термины и определения

ГОСТ Р 71250 Оптика и фотоника. Производство оптических материалов. Термины и определения

ГОСТ Р 71448 Оптика и фотоника. Шероховатость поверхности. Параметры и типы направлений неровностей поверхности

ГОСТ Р 71485 Оптика и фотоника. Кристаллы оптические. Метод определения химической устойчивости

ГОСТ Р 71952 Оптика и фотоника. Материалы оптические. Основные параметры и классификация

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 термины по ГОСТ 32361, ГОСТ 33004, ГОСТ Р 71073, ГОСТ Р 70973 и ГОСТ Р 71250.

4 Марки

Керамику изготавливают согласно маркам, указанным в таблице 1.

Таблица 1

Наименование керамики	Марка керамики	Назначение керамики
Керамика на основе фторида магния	КО1	Для изготовления оптических деталей приборов, работающих в области спектра от 2,0 до 7,0 мкм
Керамика на основе сульфида цинка	КО2	Для изготовления оптических деталей приборов, работающих в области спектра от 2,0 до 12,5 мкм
Керамика на основе фторида кальция	КО3	Для изготовления оптических деталей приборов, работающих в области спектра от 0,3 до 13,0 мкм
Керамика на основе фторида бария	КО10	Для изготовления оптических деталей приборов, работающих в области спектра от 0,3 до 13,0 мкм
Керамика на основе фторида магния, легированного фторидом кальция, массовая доля которого от 0,1 % до 0,3 %	КО12	Для изготовления оптических деталей приборов, работающих в области спектра от 0,7 до 8,0 мкм

5 Технические требования

5.1 Физико-химические свойства

Физико-химические свойства керамики марок КО1, КО2, КО3, КО10 и КО12 приведены в приложениях А—Д.

5.2 Основные параметры

Основные параметры керамики:

- показатель ослабления по пропусканию слоя толщиной 1 мм μ, $см^{-1}$;
- однородность по показателю ослабления $\frac{\mu_{max} - \mu_{min}}{\mu_{max}}$;
- двулучепреломление (для керамики марки КО2) σ, нм/см;
- размер наибольшего включения;
- общее число включений;
- шероховатость поверхности *Ra* (*Rz*);
- линейные размеры заготовок;
- трещины и выколки.

5.2.1 Показатель ослабления

Значения показателя ослабления по пропусканию слоя толщиной 1 см μ, $см^{-1}$, керамики должны соответствовать установленным в таблице 2.

Таблица 2

Марка керамики	Длина волны λ, мкм	Значение показателя ослабления слоя толщиной 1 см μ, $см^{-1}$, не более	
		категория 1	категория 2
КО1	2,400	0,34	0,43
	3,000	0,26	0,30
	3,500	0,18	0,26
	4,000	0,14	0,22
	4,500	0,12	0,19
КО2*	8,000	0,08	0,11
	10,600	0,15	0,24
	12,000	0,27	0,31
КО3	0,265	0,40	—
	0,400	0,15	0,15
	4,000	0,05	0,05
	7,500	0,05	0,05
	9,000	0,40	0,40
КО10	0,320	0,55	
	0,700	0,20	
	3,000	0,03	
	10,600	0,13	
	12,000	0,45	

Окончание таблицы 2

Марка керамики	Длина волны λ, мкм	Значение показателя ослабления слоя толщиной 1 см μ, $см^{-1}$, не более	
		категория 1	категория 2
КО12**	0,800	0,94	
	1,000	0,54	
	1,200	0,43	
	4,000	0,08	
	4,500	0,06	
	5,000	0,40	

* Допускается неравномерная окрашенность заготовок от желтого до серого цвета.

** Допускается неравномерная окрашенность заготовок в разные цветовые оттенки.

Примечание — Допускается нормировать показатель ослабления μ только для длин волн, приведенных в настоящей таблице.

5.2.2 Однородность по показателю ослабления

Значения однородности по показателю ослабления керамики $\frac{\mu_{max} - \mu_{min}}{\mu_{max}}$ должны соответствовать установленным в таблице 3.

Таблица 3

Марка керамики	Длина волны λ, мкм	Однородность по показателю ослабления $\frac{\mu_{max} - \mu_{min}}{\mu_{max}}$, не более	
		1-й класс	2-й класс
КО1	2,400; 3,000; 3,500; 4,000; 4,500	0,2	0,3
КО2	8,000; 10,600	0,3	
	12,000	0,2	
КО3	0,265	—	
	0,400; 9,000; 4,000; 7,500	0,3	
КО10	0,320	—	
	0,700; 3,000; 10,600; 12,000	0,3	
КО12	0,800	0,1	
	1,000; 1,200	0,2	
	4,000; 4,500; 5,000	0,3	

Примечания

1 Допускается нормировать однородность того показателя ослабления, который задан потребителем в соответствии с таблицей 2.

2 В заготовках керамики марок КО2, КО3 и КО10 с показателем ослабления не более 0,05 $см^{-1}$ однородность по показателю ослабления не нормируют.

3 В заготовках керамики марок КО1 и КО12 с показателем ослабления не более 0,05 $см^{-1}$ для длин волн 4,0 мкм и 4,5 мкм однородность по показателю ослабления не нормируют.

5.2.3 Двулучепреломление

Для керамики марки КО2 двулучепреломление σ при длине волны 2,0 мкм в направлении распространения излучения в заготовках диаметром до 100 мм не должно превышать 200 нм/см.

5.2.4 Включения

Керамика по включениям должна соответствовать требованиям, установленным в таблице 4.

Таблица 4

Марка керамики	Категория по включениям согласно ГОСТ Р 71952	Общее число включений в 100 г массы заготовки, шт.
КО1	3; 4	Размером более 1,0 мм — 25*
КО2	Для диаметра заготовки от 10 до 50 мм — 3	Размером более 0,5 мм — 25**
	Для диаметра заготовки св. 50 мм — 4	
КО3, КО10	2—4	Размером более 0,5 мм — 25**
КО12	3***; 4; 5	Размером более 1,0 мм — 12*

* Число включений размером менее 1,0 мм не нормируют.
** Число включений размером менее 0,5 мм не нормируют.
*** Допустимое число включений устанавливают при заказе.
Примечание — Включения представляют собой непрозрачные, бесцветные или окрашенные от желтого до темного цвета дефекты неправильной формы.

5.2.5 Трещины и выколки

На заготовках не допускаются трещины. По боковой поверхности заготовок допускаются выколки, глубина залегания которых не должна выходить за пределы отклонений, установленных в приложении Е.

Допускается выполирование и вышлифование дефектов. Размеры зоны выемки, а также отбитость углов, вмятины и сколы не должны выходить за пределы отклонений размеров заготовок, установленных таблицами Е.3 и Е.4 для соответствующего размера.

Допустимое количество выколок на 1 кг массы заготовки установлено в таблице 5.

Таблица 5

Марка керамики	Количество выколок, шт./кг, не более
КО1	100
КО2, КО12	10
КО3, КО10	50

5.3 Технические требования к заготовкам оптической керамики

5.3.1 Заготовки керамики следует изготавливать в соответствии с требованиями настоящего стандарта по чертежам. На чертежах дополнительно следует указывать числовые размеры и световой диаметр детали.

5.3.2 Керамику марок КО1, КО2, КО3, КО10 и КО12 изготавливают в виде заготовок, приведенных в таблице 6.

Заготовки размеров, не предусмотренных таблицами Е.1, Е.2 и Е.5, поставляются по соглашению между изготовителем и потребителем.

Таблица 6

Марка керамики	Форма заготовок
КО1, КО12	Диски, прямоугольные пластины и полусферические изделия
КО2	Диски и прямоугольные пластины
КО3, КО10	Диски

5.3.3 Параметры шероховатости поверхностей заготовок должны соответствовать значениям, установленным в таблице 7.

Таблица 7

Марка керамики	Вид поверхности	Вид обработки поверхности	Требования к шероховатости по ГОСТ Р 71448, мкм
КО1, КО3, КО10	Рабочие поверхности	Полирование или шлифование	$Rz \le 80$
	Боковые поверхности и поверхности фасок		
КО2	Рабочие поверхности	Полирование	$Ra \le 0{,}020$
	Боковые поверхности и поверхности фасок	Шлифование	$Ra \le 5{,}0$
КО12	Рабочие поверхности	Полирование	$Rz \le 0{,}050$
	Боковые поверхности и поверхности фасок	Шлифование	$Rz \le 20$

5.3.4 Форма, размеры, предельные отклонения размеров и отклонения расположения поверхностей заготовок керамики приведены в приложении Е.

6 Правила приемки

6.1 Керамика должна соответствовать требованиям настоящего стандарта и технической документации (ТД) организации-изготовителя.

6.2 Заготовки из керамики до их отгрузки, передачи или продажи потребителю подлежат приемке в целях подтверждения их соответствия требованиям настоящего стандарта и ТД на заготовки.

Порядок приемки устанавливает изготовитель с учетом требований настоящего стандарта и ГОСТ 15.309.

6.3 Для проверки соответствия заготовок из керамики требованиям настоящего стандарта проводят приемо-сдаточные испытания.

6.4 Заготовки из керамики следует изготавливать партиями или поштучно.

Партия должна быть изготовлена по ТД организации-изготовителя и состоять из заготовок одного наименования и размера, соответствующих требованиям настоящего стандарта и чертежа заказа.

Объем партии устанавливается при заказе.

6.5 При приемо-сдаточных испытаниях заготовок из керамики проводят сплошной контроль и контроль по специально изготовленным образцам в объеме не менее указанного в таблице 8.

Таблица 8

Нормируемый параметр	Структурный элемент		Объем выборки
	технических требований	метода испытаний	
Показатель ослабления по пропусканию слоя толщиной 1 см μ, $см^{-1}$	5.1.1	7.2	Сплошной
Однородность по показателю ослабления заготовок $\frac{\mu_{max} - \mu_{min}}{\mu_{max}}$:	5.1.2	7.3	
- диаметром дисков до 50 мм включ. и полусферических заготовок с внутренним диаметром до 70 мм включ.:			Контроль допускается не проводить, качество обеспечивают технологическим процессом производства
- диаметром св. 50 мм и полусферических заготовок с внутренним диаметром св. 70 мм			Сплошной

Окончание таблицы 8

Нормируемый параметр	Структурный элемент		Объем выборки
	технических требований	метода испытаний	
Двулучепреломление σ, нм/см	5.1.3	7.4	Контроль не проводят. Качество обеспечивают технологическим процессом производства
Размер наибольшего включения	5.1.4	7.5	Сплошной
Общее число включений	5.1.4	7.5	Сплошной
Шероховатость поверхности *Ra* (*Rz*)	5.3.3	7.6	Контроль не проводят. Качество обеспечивают технологическим процессом обработки
Линейные размеры заготовок	Требования чертежа, 5.3.4, приложение Е	7.7	Сплошной
Наличие трещин	5.1.5	7.8	Сплошной
Количество выколок			
Глубина выколок	5.1.5	7.9	Сплошной

6.6 Результаты приемо-сдаточных испытаний считают положительными, если все заготовки соответствуют требованиям настоящего стандарта.

6.7 При получении неудовлетворительных результатов хотя бы по одному требованию настоящего стандарта приемо-сдаточные испытания считают отрицательными и партию (заготовки) бракуют.

6.8 Каждая партия заготовок и единичная заготовка из керамики должны сопровождаться сопроводительным паспортом, удостоверяющим их качество, соответствие требованиям настоящего стандарта и чертежа на заготовки.

В сопроводительном паспорте должны быть указаны:

- товарный знак организации-изготовителя;
- номер партии и дата изготовления;
- наименование (обозначение) заготовки;
- марка оптической керамики;
- размеры заготовки;
- масса заготовки;
- количество заготовок в партии;
- фактические показатели качества;
- обозначение настоящего стандарта;
- отметка технического контроля о приемке;
- сроки службы, хранения и гарантии организации-изготовителя.

6.9 В случае изменения ТД изготовления заготовок из керамики, которые могут повлиять на потребительские параметры деталей из керамики, организация-изготовитель должна провести типовые испытания в соответствии с ГОСТ 15.309 по программе, утвержденной в установленном порядке.

7 Методы испытаний

7.1 Общие требования

7.1.1 Приемо-сдаточные испытания заготовок из керамики проводят методами, установленными настоящим стандартом. Допускается применять другие методы, обеспечивающие необходимую точность измерений.

7.1.2 Средства измерений должны быть поверены или калиброваны в соответствии с нормативными документами, устанавливающими порядок и методы поверки и калибровки конкретных средств измерений. Испытательное оборудование должно быть аттестовано в соответствии с ГОСТ Р 8.568.

7.1.3 Испытания следует проводить в помещении с нормальными климатическими условиями по ГОСТ 15150.

7.1.4 В воздухе помещения не должно быть пыли или других веществ, которые могут повлиять на точность измерений.

7.1.5 Перед испытаниями заготовки должны быть выдержаны не менее 1 ч в помещении с нормальными климатическими условиями по ГОСТ 15150.

7.1.6 При проведении испытаний следует соблюдать требования безопасности по ГОСТ 12.1.004, ГОСТ 12.1.019.

7.1.7 При выполнении измерений следует соблюдать требования безопасности, указанные в эксплуатационной документации на измерительные приборы.

7.2 Измерение показателя ослабления по пропусканию

Измерение показателя ослабления по пропусканию слоя толщиной 1 см μ, $см^{-1}$, заготовок из керамики проводят по ГОСТ 3520.

7.3 Определение однородности по показателю ослабления

7.3.1 Однородность по показателю ослабления $\frac{\mu_{max} - \mu_{min}}{\mu_{max}}$ определяют путем нахождения наибольшего и наименьшего значений показателя ослабления в пределах светового диаметра заготовки.

7.3.2 Определение показателя ослабления заготовок из керамики марок КО1, КО2 и КО12 следует проводить в соответствии с 7.2 на четырех участках — в центре заготовки и на участках, расположенных на расстоянии половины радиуса и смещенных друг относительно друга примерно на 120°.

Контроль заготовок из керамики марок КО1 и КО12 со шлифованными поверхностями проводят по соглашению с потребителем.

7.3.3 Определение показателя ослабления заготовок из керамики марок КО3 и КО10 следует проводить в соответствии с 7.2 путем нахождения наибольшего и наименьшего значений в пределах световой зоны заготовки.

7.4 Определение двулучепреломления

7.4.1 Двулучепреломление определяют по ТД организации-изготовителя.

7.4.2 Для измерений применяют дефектоскоп инфракрасного поляризационного типа. В комплект прибора входят:

- регистрирующее устройство — усилитель;
- компенсатор — набор компенсаторов Бабине-Солейля, обеспечивающий измерение разности хода лучей до 4000 нм.

7.4.3 Перед началом измерений осуществляют проверку дефектоскопа в соответствии с инструкцией по эксплуатации:

- проверяют калибровку измерительного усилителя;
- проводят юстировку прибора;
- определяют нулевое положение лимба анализатора.

7.4.4 Измерения проводят в рабочем направлении заготовки.

Предварительно находят и отмечают участки с наибольшим двулучепреломлением. Для этого заготовку перемещают в потоке излучения, исследуя ее по всей площади.

Наибольшее двулучепреломление определяют по максимальному сигналу на шкале регистрирующего устройства.

7.4.5 Измерения проводят вдоль двух взаимно перпендикулярных диаметров заготовки, проходящих через участки с наибольшим двулучепреломлением.

Заготовку устанавливают так, чтобы диаметр, вдоль которого ведут просмотр, располагался параллельно длинной стороне клина компенсатора, что соответствует положению, при котором плоскости поляризации поляризаторов находятся под углом 45° к направлению главных напряжений.

7.4.6 Измерения проводят в точках, расположенных вдоль радиуса на расстоянии от 5 до 10 мм друг от друга.

При измерении в каждой точке вращением барабана компенсатора добиваются получения минимального сигнала на шкале регистрирующего устройства и снимают отсчет по шкале компенсатора.

Выбирают наибольший отсчет из всех проведенных измерений.

Знак двулучепреломления определяют по направлению движения компенсатора.

7.4.7 Разность хода лучей σ, нм/см, определяют по формуле

$$\sigma = \frac{K \cdot A}{s}, \quad (1)$$

где K — цена деления компенсатора, нм;

A — отсчет по шкале компенсатора;

s — толщина заготовки, см.

Вычисленную разность хода лучей округляют до целого числа.

7.5 Определение размеров и количества включений

Размеры и число включений определяют по ГОСТ 3522.

Источником излучения является лампа накаливания мощностью 100 Вт или иной источник света, обеспечивающий эквивалентный световой поток.

7.6 Измерение шероховатости

Измерение параметров шероховатости осуществляют в соответствии с порядком, установленным в ТД организации-изготовителя.

7.7 Измерение размеров

Линейные размеры заготовок из керамики следует контролировать универсальным средством измерений, обеспечивающим необходимую точность измерения.

7.8 Определение наличия трещин и числа выколок

Наличие трещин и число выколок определяют путем внешнего осмотра заготовок при освещении лампой накаливания мощностью 100 Вт или иным источником света, обеспечивающим эквивалентный световой поток.

7.9 Измерение глубины выколок

Измерение глубины выколок осуществляют в соответствии с ГОСТ 15130—86 (пункт 4.3).

8 Маркировка, упаковка, транспортирование и хранение

8.1 На каждой заготовке должны быть указаны марка керамики и номер заготовки.

Знаки маркировки должны быть выполнены отчетливыми.

Маркировка не должна стираться при упаковке, хранении и транспортировании.

Допускается маркировка карандашом из твердого сплава.

8.2 Каждая заготовка при упаковывании должна быть завернута в папиросную бумагу по ГОСТ 3479, а затем в вату по ГОСТ 5556.

Каждая заготовка полусферической формы диаметром свыше 100 мм дополнительно должна быть упакована в картонную коробку.

8.3 Заготовки должны быть уложены в пачки и упакованы в оберточную бумагу по ГОСТ 8273 или в укладочные коробки.

На каждой пачке или коробке в соответствии с 6.8 должны быть указаны:

- товарный знак организации-изготовителя;
- наименование, обозначение и номер заготовки;
- размеры и количество заготовок;
- обозначение настоящего стандарта;
- дата изготовления.

Сопроводительный паспорт должен быть уложен в пачку (коробку).

8.4 Пакеты или коробки с заготовками должны быть уложены в фанерные ящики по ГОСТ 5959 или дощатые ящики по ГОСТ 2991 с мягкой прокладкой из сухой древесной стружки по ГОСТ 5244 или поролона.

Масса брутто ящика должна быть не более 20 кг.

На каждый ящик должна быть нанесена транспортная маркировка по ГОСТ 14192, включающая манипуляционные знаки «Хрупкое. Осторожно», «Верх», «Беречь от влаги».

8.5 По соглашению организации-изготовителя с потребителем допускается упаковка, не предусмотренная 8.4.

8.6 Заготовки должны транспортироваться в крытом транспорте в упаковке организации-изготовителя.

Условия транспортирования — 4 по ГОСТ 15150.

8.7 Ящики с заготовками должны храниться в закрытых помещениях или под навесом крышками кверху.

Условия хранения — 1 по ГОСТ 15150.

9 Гарантии изготовителя

9.1 Изготовитель гарантирует соответствие заготовок керамики требованиям настоящего стандарта при условии соблюдения правил применения, упаковки, транспортирования и хранения.

9.2 Гарантийный срок хранения керамики указывается в сопроводительной документации в соответствии с ТД организации-изготовителя.

Приложение А
(справочное)

Физико-химические свойства оптической керамики марки КО1

А.1 Оптические характеристики

А.1.1 Параметры соответствуют измеренным при температуре 20 °С и давлении 760 мм рт. ст.

А.1.2 Значения показателя преломления n в инфракрасной области спектра приведены в таблице А.1.

Таблица А.1

Длина волны λ, мкм	Значение показателя преломления n	Длина волны λ, мкм	Значение показателя преломления n
1,0	1,3778	4,1	1,3512
2,0	1,3720	4,2	1,3499
2,1	1,3713	4,3	1,3485
2,2	1,3706	4,4	1,3470
2,3	1,3699	4,5	1,3455
2,4	1,3692	4,6	1,3439
2,5	1,3683	4,7	1,3424
2,6	1,3675	4,8	1,3407
2,7	1,3667	4,9	1,3391
2,8	1,3658	5,0	1,3374
2,9	1,3649	5,1	1,3356
3,0	1,3640	5,2	1,3339
3,1	1,3630	5,3	1,3320
3,2	1,3620	5,4	1,3301
3,3	1,3609	5,5	1,3282
3,4	1,3598	5,6	1,3262
3,5	1,3587	5,7	1,3242
3,6	1,3576	5,8	1,3221
3,7	1,3564	5,9	1,3200
3,8	1,3551	6,0	1,3179
3,9	1,3538	6,5	1,3063
4,0	1,3526	7,0	1,2934

А.1.3 Расчет дисперсии керамики марки КО1 проводится по формуле

$$D(n) = A + B \cdot L + C \cdot L^2 + D \cdot \lambda^2 + E \cdot \lambda^4, \quad (A.1)$$

где $A = 1{,}37770$;
$B = 0{,}001348$;
$C = 0{,}000216$;
$D = -0{,}0015041$;
$E = -4{,}41 \cdot 10^{-6}$;
$L = \dfrac{1}{\lambda^2 - 0{,}028}$;
λ — длина волны, мкм.

А.1.4 Двулучепреломление керамики марки КО1 σ, нм/см, при λ = 0,589 мкм, обусловленное анизотропностью материала, в направлении, перпендикулярном оптической оси, $\sigma = (7 \pm 2) \cdot 10^{-4}$ нм/см.

А.1.5 Двулучепреломление керамики марки КО1 σ, нм/см, при λ = 0,589 мкм, обусловленное анизотропностью материала, в направлении оптической оси, в краевой зоне заготовки шириной 0,1 диаметра от $3 \cdot 10^{-5}$ до $5 \cdot 10^{-5}$ нм/см.

А.1.6 Оптическая однородность Δn_λ заготовок керамики марки КО1 в виде дисков, характеризуемая изменением показателя преломления от центра к краю заготовки при просмотре в рабочем направлении при длинах волн λ = 0,643 мкм и λ = 0,852 мкм, находится в пределах от $1 \cdot 10^{-4}$ до $3 \cdot 10^{-4}$.

А.2 Фотометрические свойства

А.2.1 Спектральная кривая коэффициента пропускания слоя толщиной 1 см τ, при температуре 20 °С показана на рисунке А.1.

Потери на отражение исключены.

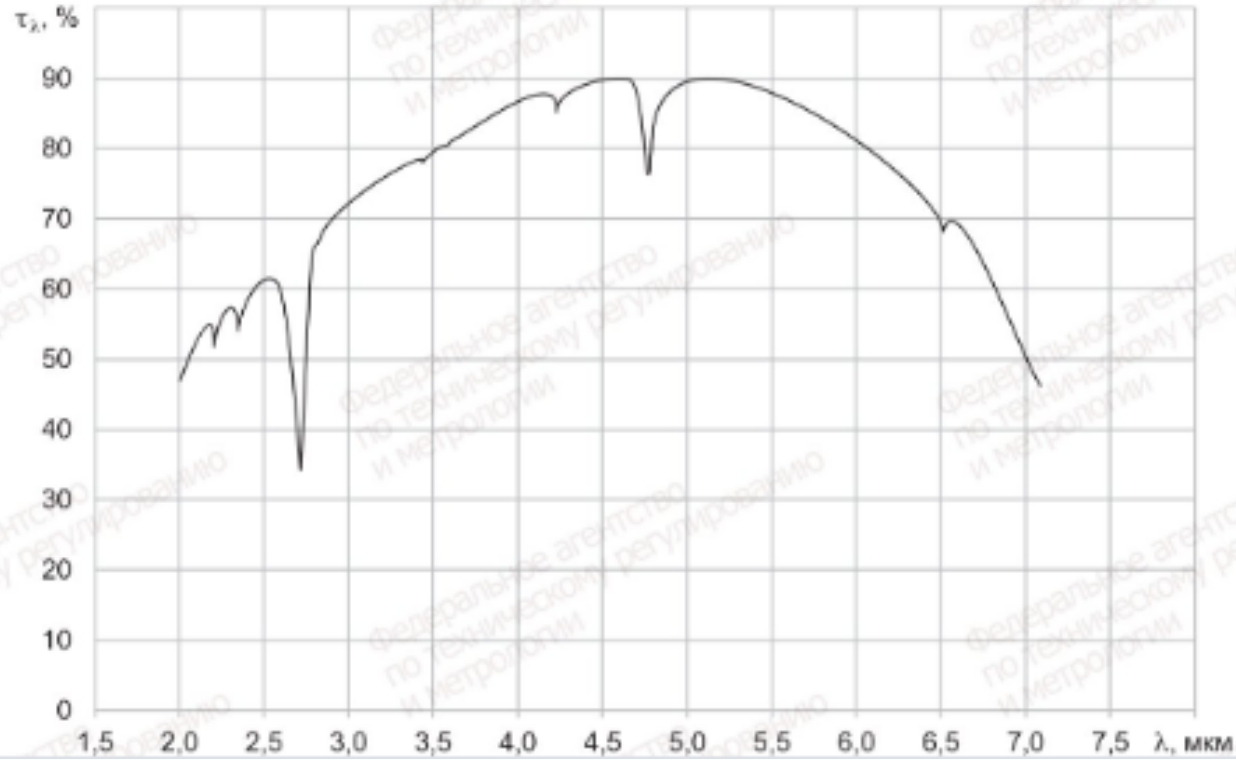

Рисунок А.1 — Спектральная кривая коэффициента пропускания слоя толщиной 1 см

А.2.2 Значения коэффициента пропускания слоя толщиной 1 см τ приведены в таблице А.2 с учетом потерь на отражение.

Таблица А.2

Длина волны λ, мкм	Значение коэффициента пропускания τ, %
2,00	50
2,40	62
2,50	65
2,75	33
3,00	72
3,50	80
4,00	86
4,50	90
4,95	78
5,00	85
6,00	86

А.2.3 Предельно допустимые значения коэффициента пропускания τ заготовок керамики марки КО1 различной толщины приведены в таблице А.3 с учетом потерь на отражение.

Таблица А.3

Категория	Длина волны λ, мкм	Значение коэффициента пропускания τ, %, не менее, для толщины заготовки, мм				
		6	7	8	9	10
1	2,4	59,5	55,0	51,0	47,0	43,5
	3,0	66,5	63,0	59,0	55,5	52,0
	3,5	74,5	71,5	68,5	65,5	63,0
	4,0	79,0	76,0	74,0	71,5	69,0
	4,5	81,0	79,0	76,5	74,5	72,5
2	2,4	52,5	47,5	43,0	39,0	35,5
	3,0	63,0	59,0	55,0	51,0	48,0
	3,5	66,5	63,0	59,0	55,5	52,5
	4,0	70,5	67,5	64,0	60,5	57,5
	4,5	73,5	70,0	67,5	64,5	61,5

Примечание — Значения коэффициента пропускания соответствуют значениям показателя ослабления μ_λ, установленным в таблице 2.

А.2.4 Предельно допустимые значения равномерности коэффициента пропускания, рассчитанные по формуле $\frac{\tau_{max} - \tau_{min}}{\tau_{max}} \cdot 100$, %, заготовок керамики марки КО1 приведены в таблице А.4.

Таблица А.4

Категория	Длина волны, λ, мкм	Значение равномерности коэффициента пропускания, характеризуемой величиной $\frac{\tau_{max} - \tau_{min}}{\tau_{max}} \cdot 100$, %, не более, для толщины заготовки, мм				
		6	7	8	9	10
1	2,4	9,2	10,6	11,3	13,0	14,7
	3,0	6,8	8,0	9,2	10,2	11,2
	3,5	4,5	6,3	7,1	8,0	8,8
	4,0	4,1	4,7	5,4	6,0	6,7
	4,5	1,2	1,9	2,5	2,6	2,7
2	2,4	16,7	19,2	21,3	23,3	25,4
	3,0	11,7	13,5	15,3	17,0	18,7
	3,5	10,5	12,1	13,7	15,3	16,8
	4,0	9,2	10,3	12,1	13,5	14,9
	4,5	5,3	6,4	6,7	7,6	8,9

Примечание — Значения равномерности коэффициента пропускания, характеризуемой величиной $\frac{\tau_{max} - \tau_{min}}{\tau_{max}} \cdot 100$, % соответствуют значениям однородности показателя ослабления, характеризуемой величиной $\frac{\mu_{max} - \mu_{min}}{\mu_{max}}$, установленной в таблице 3.

А.2.5 Значения показателя ослабления μ, $см^{-1}$, а также поправок на отражение D_ρ, рассчитанные по формуле А.2, приведены в таблице А.5.

$$D_\rho = -\lg \frac{2n(\lambda)}{n^2(\lambda) + 1}, \quad (А.2)$$

где n — показатель преломления;

λ — длина волны, мкм.

Таблица А.5

Длина волны λ, мкм	Значение показателя ослабления μ, $см^{-1}$	Значение поправки на отражение D_ρ
2,00	0,301	0,021
2,40	0,208	0,021
2,50	0,186	0,021
2,75	0,481	0,021
3,00	0,142	0,021
3,50	0,096	0,020
4,00	0,065	0,019
4,50	0,045	0,019
4,95	0,107	0,018
5,00	0,070	0,018
6,00	0,065	0,016

А.2.6 Кривые светопропускания пластинки керамики КО1 толщиной 1 см при различных температурах приведены на рисунке А.2.

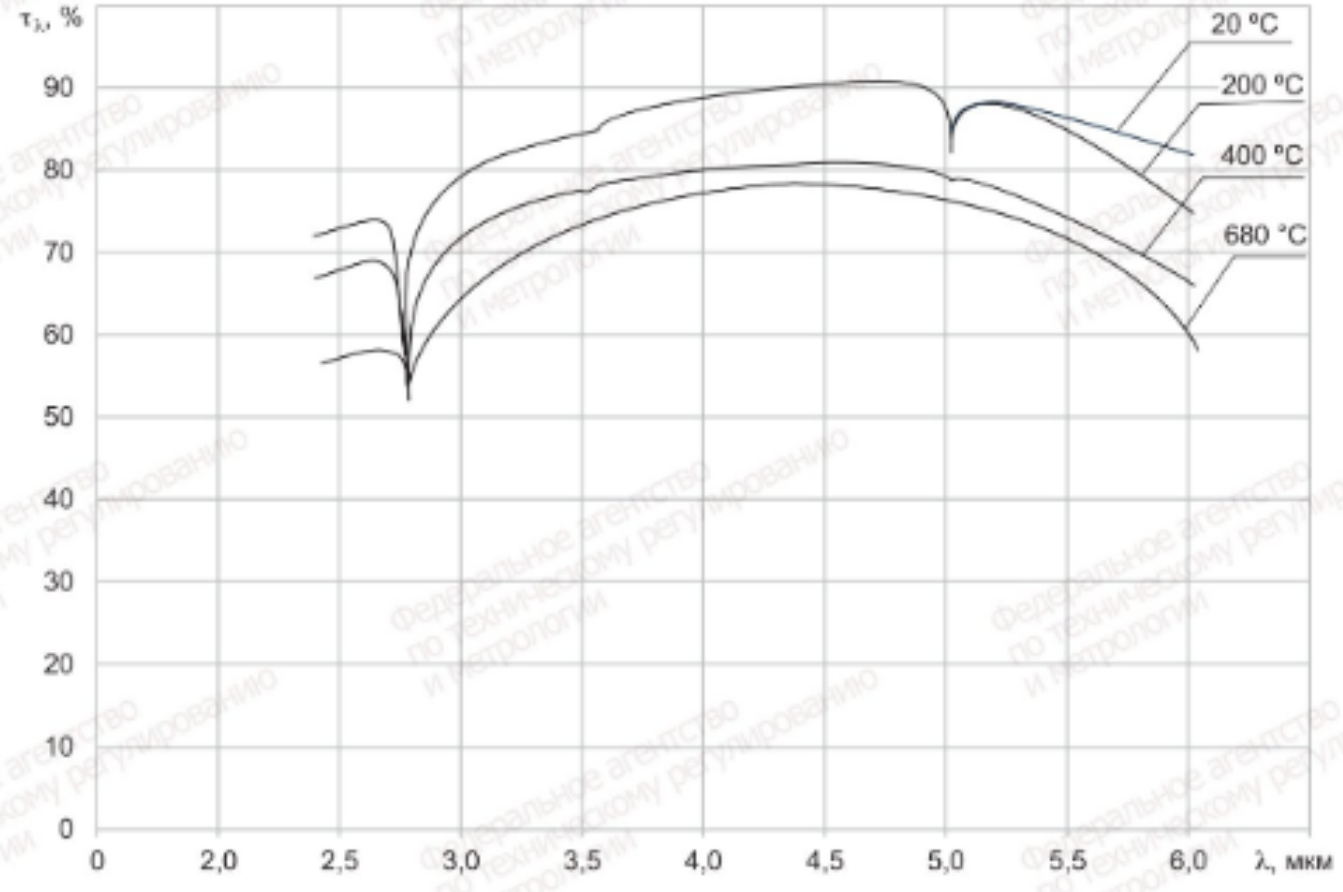

Рисунок А.2 — Кривые светопропускания пластинки керамики КО1 толщиной 1 см при различных температурах

А.2.7 Кривые излучательной способности пластинки керамики КО1 толщиной 1 см $\varepsilon_{\lambda,T}$, %, выраженные в условных единицах по отношению к абсолютно черному телу, при различных температурах приведены на рисунке А.3.

Излучательная способность абсолютно черного тела, находящегося при той же температуре, принята за 100 %.

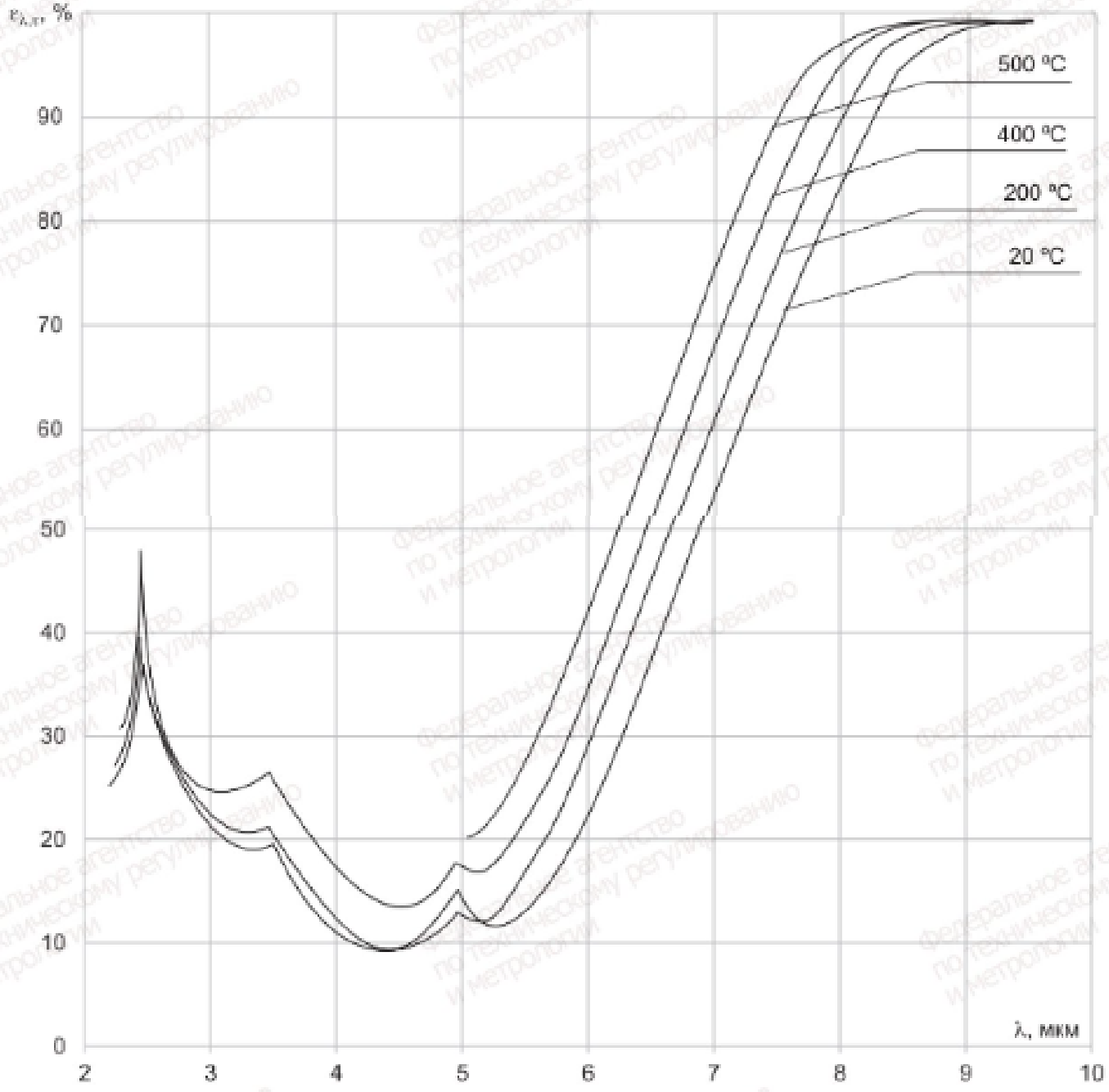

Рисунок А.3 — Кривые излучательной способности пластинки керамики КО1 толщиной 1 см

А.3 Теплотехнические характеристики

А.3.1 Значения температурных коэффициентов линейного расширения $\alpha_t \cdot 10^7$, град$^{-1}$, приведены в таблице А.6.

Таблица А.6

Температурные коэффициенты линейного расширения $\alpha_t \cdot 10^7$, град$^{-1}$, средние в интервалах температур				
От минус 60 °С до плюс 20 °С	От 20 °С до 120 °С	От 20 °С до 180 °С	От 20 °С до 280 °С	От 20 °С до 500 °С
86	113	117	123	135

А.3.2 Кривая зависимости коэффициента теплопроводности от температуры для керамики марки КО1 приведена на рисунке А.4.

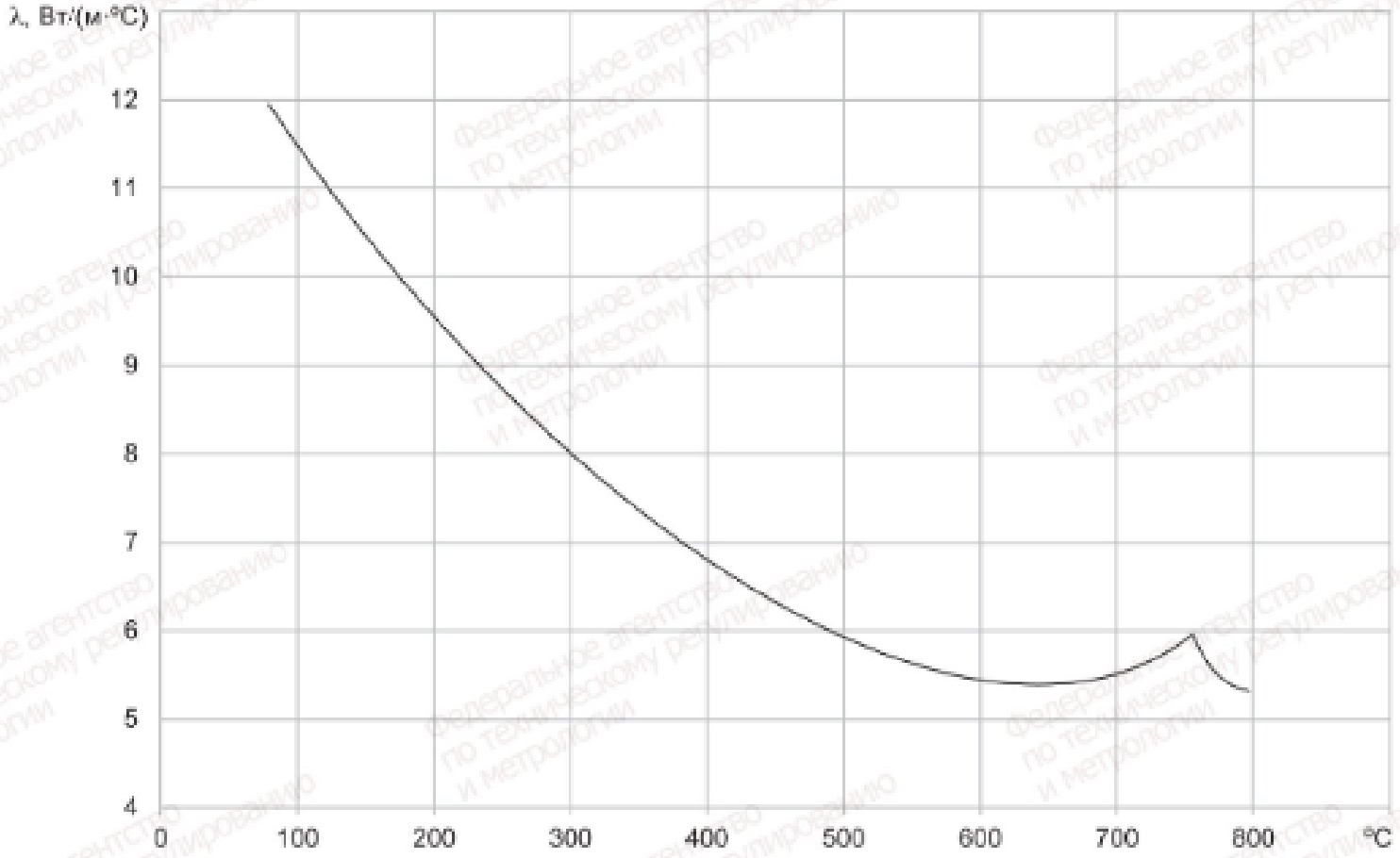

Рисунок А.4 — Кривая зависимости коэффициента теплопроводности от температуры

А.3.3 Удельная теплоемкость C_p, равна 924 Дж/кг·град.

А.3.4 Температура плавления равна (1255 ± 3) °С.

А.4 Светорассеяние

А.4.1 Значения коэффициента светорассеяния ρ, $см^{-1}$, слоя керамики КО1 толщиной 1 см при длинах волн 2 и 3 мкм, средние в конусе проходящего света с углом при вершине 9°, приведены в таблице А.7.

Таблица А.7

Длина волны λ, мкм	Значение коэффициента светорассеяния ρ, $см^{-1}$
2	От 0,4 до 0,8
3	От 0,2 до 0,5

А.5 Механические, диэлектрические характеристики и группа химической устойчивости

А.5.1 Значения механических и диэлектрических характеристик керамики марки КО1 приведены в таблице А.8.

Таблица А.8

Наименование показателя	Значение
Плотность при температуре 20 °С, $г/см^3$	3,171 ± 0,005
Модуль упругости (модуль Юнга) E, $кгс/мм^2$, при температуре:	
20 °С	14 160
500 °С	13 000

Окончание таблицы А.8

Наименование показателя	Значение
Модуль сдвига G, кгс/мм^2, при температуре:	
20 °С	5610
500 °С	5152
Предел прочности на изгиб $\sigma_{изг}$, кгс/мм^2, при температуре*:	
минус 196 °С	10,55
20 °С	12,31
100 °С	9,54
300 °С	9,96
400 °С	14,04
500 °С	15,46
Твердость по шкале Мооса	6
Диэлектрическая проницаемость ε, при частоте:	
$0,7 \cdot 10^6$ Гц	6,4 ± 0,40
$0,5 \cdot 10^9$ Гц	5,33 ± 0,01
Тангенс угла диэлектрических потерь $\tan(\delta)$ при частоте $0,5 \cdot 10^9$ Гц, 10^{-4}	0,6 ± 0,1
* Предел прочности получен методом центрального кольцевого изгиба, поверхность образцов шлифованная, *Ra* не более 2,5 мкм по ГОСТ Р 71448.	

А.5.2 Группа химической устойчивости по ГОСТ Р 71485 — нерастворимые.

Приложение Б
(справочное)

Физико-химические свойства оптической керамики марки КО2

Б.1 Оптические характеристики

Б.1.1 Параметры соответствуют измеренным при температуре 20 °С и давлении 760 мм рт. ст.

Б.1.2 Значения показателя преломления n_λ в инфракрасной области спектра приведены в таблице Б.1.

Таблица Б.1

Длина волны λ, мкм	Значение показателя преломления n_λ	Длина волны λ, мкм	Значение показателя преломления n_λ
1,0	2,2965	9,0	2,2119
2,0	2,2623	10,0	2,2002
3,0	2,2572	10,5	2,1934
4,0	2,2501	10,6	2,1923
5,0	2,2461	11,0	2,1861
6,0	2,2380	11,5	2,1788
7,0	2,2303	12,0	2,1700
8,0	2,2223	12,5	2,1629

Б.1.3 Предельные отклонения показателя преломления $\Delta n_{10,0} \pm 1 \cdot 10^{-3}$; дисперсии $\Delta(n_{8,0} + n_{12,0}) \pm 1 \cdot 10^{-4}$.

Б.1.4 Оптическая однородность заготовок керамики марки КО2, характеризуемая изменением показателя преломления от центра к краю заготовки, при длине волны 1,15 мкм находится в пределах от $1 \cdot 10^{-4}$ до $3 \cdot 10^{-4}$.

Б.1.5 Изменение оптической плотности образца толщиной 10 мм после облучения гамма-излучением дозой $1 \cdot 10^6$ Р в области спектра от 2,5 до 25 мкм не обнаружено.

Измерения проводились в пределах одного часа после облучения при температуре 20 °С.

Б.1.6 Двулучепреломление керамики марки КО2 при длине волны 2,0 мкм, обусловленное анизотропностью материала, в направлении, перпендикулярном приложенному давлению прессования, находятся в пределах от $1 \cdot 10^{-4}$ до $2 \cdot 10^{-4}$.

Б.2 Термооптические свойства

Температурный относительный коэффициент показателя преломления $\beta(t, \lambda) = \frac{dn(\lambda)}{dt}$, °С$^{-1}$, средний в интервале температур от минус 60 °С до плюс 60 °С, для волн от 3,0 до 12,0 мкм равен $4{,}1 \cdot 10^{-5}$.

Б.3 Фотометрические свойства

Б.3.1 Спектральные кривые коэффициента пропускания τ и τ_i плоскопараллельного образца толщиной 1 см керамики марки КО2 приведены на рисунке Б.1.

Кривая τ_i получена методом расчета с учетом поправок на отражение D_ρ, приведенных в таблице Б.2.

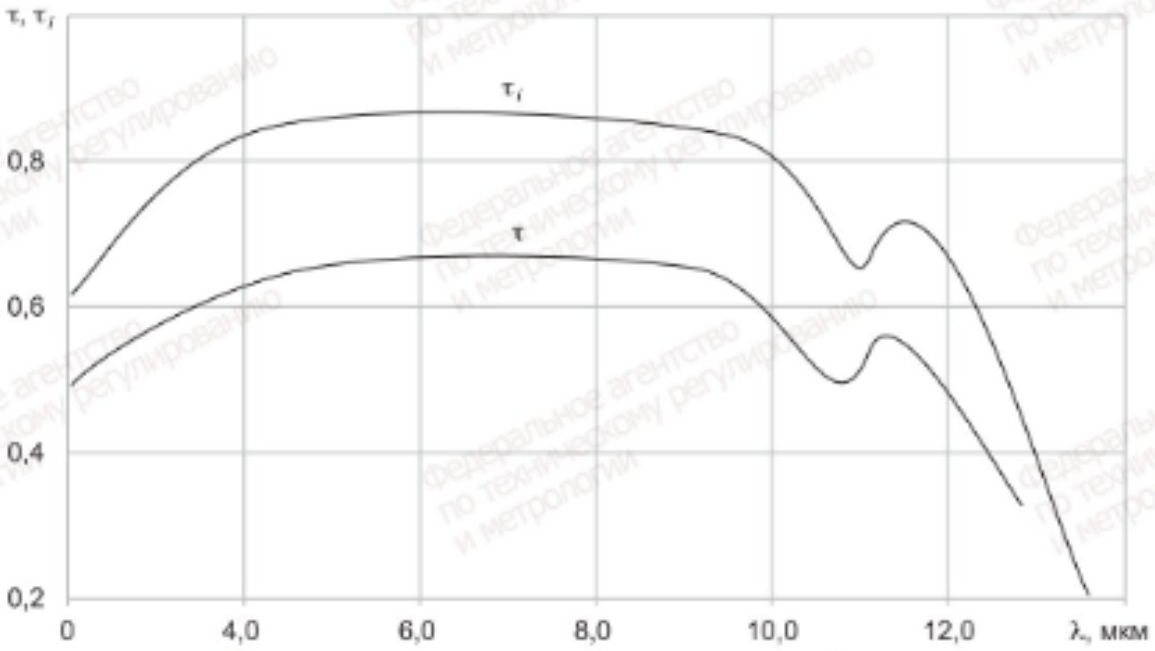

Рисунок Б.1 — Спектральные кривые τ и τ_i плосколараллельного образца толщиной 1 см керамики марки КО2

Б.3.2 Предельно допустимые значения коэффициента пропускания заготовок керамики марки КО2 приведены в таблице Б.2 с учетом потерь на отражение.

Таблица Б.2

Категория	Длина волны λ, мкм	Значение коэффициента пропускания τ, %, не менее, для толщины заготовки, мм			
		2	4	5	8
1	8,0	0,72	0,69	0,68	0,64
	10,6	0,71	0,66	0,64	0,57
	12,0	0,67	0,59	0,56	0,46
2	8,0	0,71	0,67	0,65	0,61
	10,6	0,68	0,61	0,57	0,49
	12,0	0,66	0,57	0,53	0,43

Примечание — Значения коэффициента пропускания приведены для заготовок с поверхностями, полированными на сукне (*Rz* не более 0,1 мкм по ГОСТ Р 71448 при базовой длине 0,08 мм).

Б.3.3 Значения показателя ослабления μ и поправок на отражение D_ρ от обеих полированных поверхностей образца керамики марки КО2 приведены в таблице Б.3.

Таблица Б.3

Длина волны λ, мкм	Значения показателя ослабления μ, $см^{-1}$	Значения поправок на отражение D_ρ
2,0	0,21	0,131
3,0	0,14	0,130
4,0	0,10	0,130
5,0	0,07	0,129
6,0	0,07	0,128
7,0	0,07	0,127
8,0	0,07	0,126

Окончание таблицы Б.3

Длина волны λ, мкм	Значения показателя ослабления μ, $см^{-1}$	Значения поправок на отражение D_ρ
9,0	0,08	0,125
10,0	0,09	0,123
10,6	0,15	0,122
11,0	0,22	0,121
11,5	0,17	0,120
12,0	0,22	0,119
12,5	0,30	0,118

Б.3.4 Кривые коэффициента пропускания образца керамики марки КО2 толщиной 1,0 см при различных температурах приведены на рисунке Б.2.

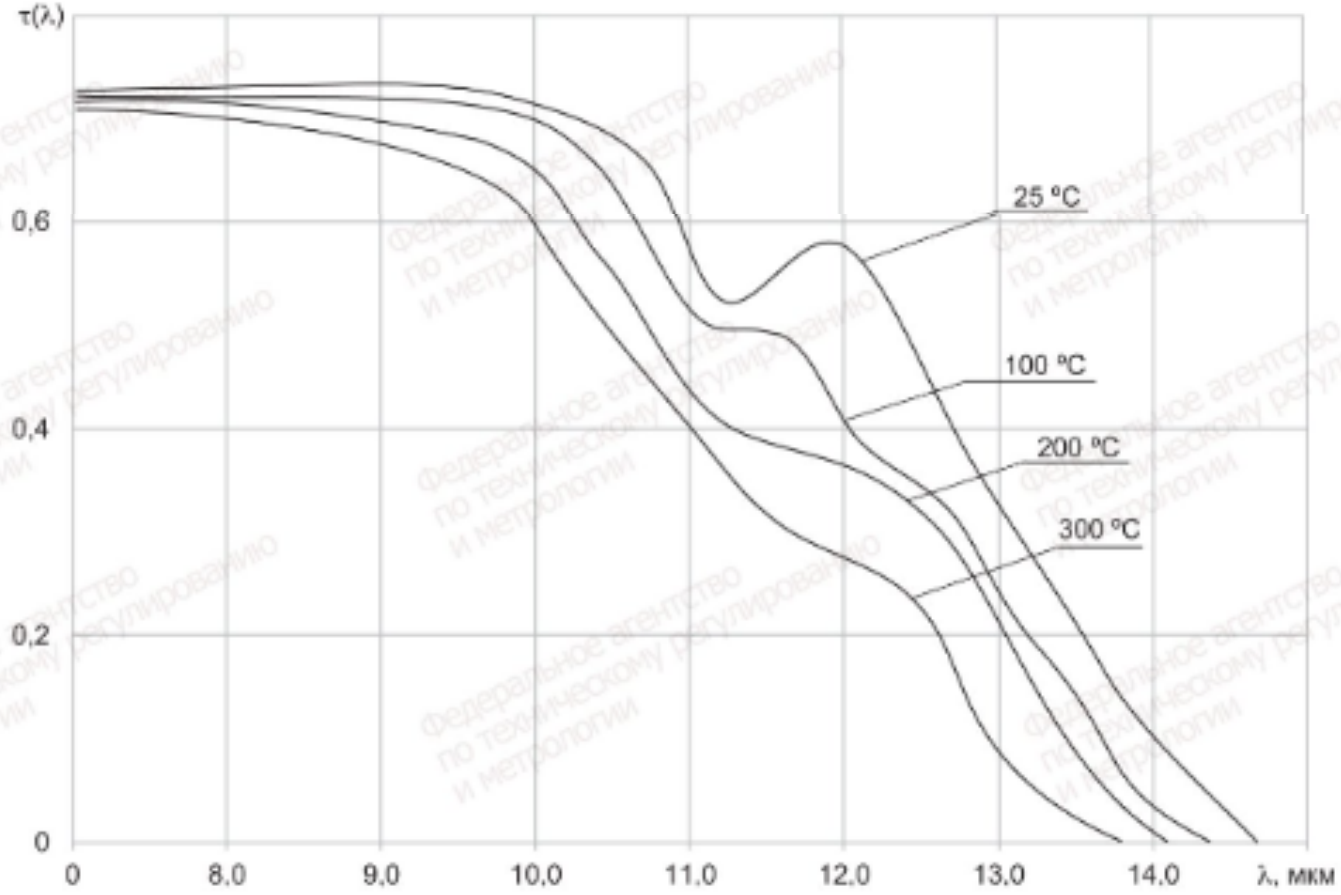

Рисунок Б.2 — Кривые коэффициента пропускания образца керамики марки КО2

Б.4 Теплотехнические характеристики

Б.4.1 Значения температурных коэффициентов линейного расширения $\alpha_t \cdot 10^7$, $°C^{-1}$, приведены в таблице Б.4.

Таблица Б.4

Температурные коэффициенты линейного расширения $\alpha_t \cdot 10^7$, $°C^{-1}$, средние в интервалах температур			
От минус 60 °С до плюс 20 °С	От 25 °С до 200 °С	От 25 °С до 300 °С	От 25 °С до 400 °С
59	69	72	75

Б.4.2 Кривые зависимости коэффициента теплопроводности $\lambda_{(t)}$ от температуры для керамики марки КО2 приведены на рисунках Б.3 и Б.4.

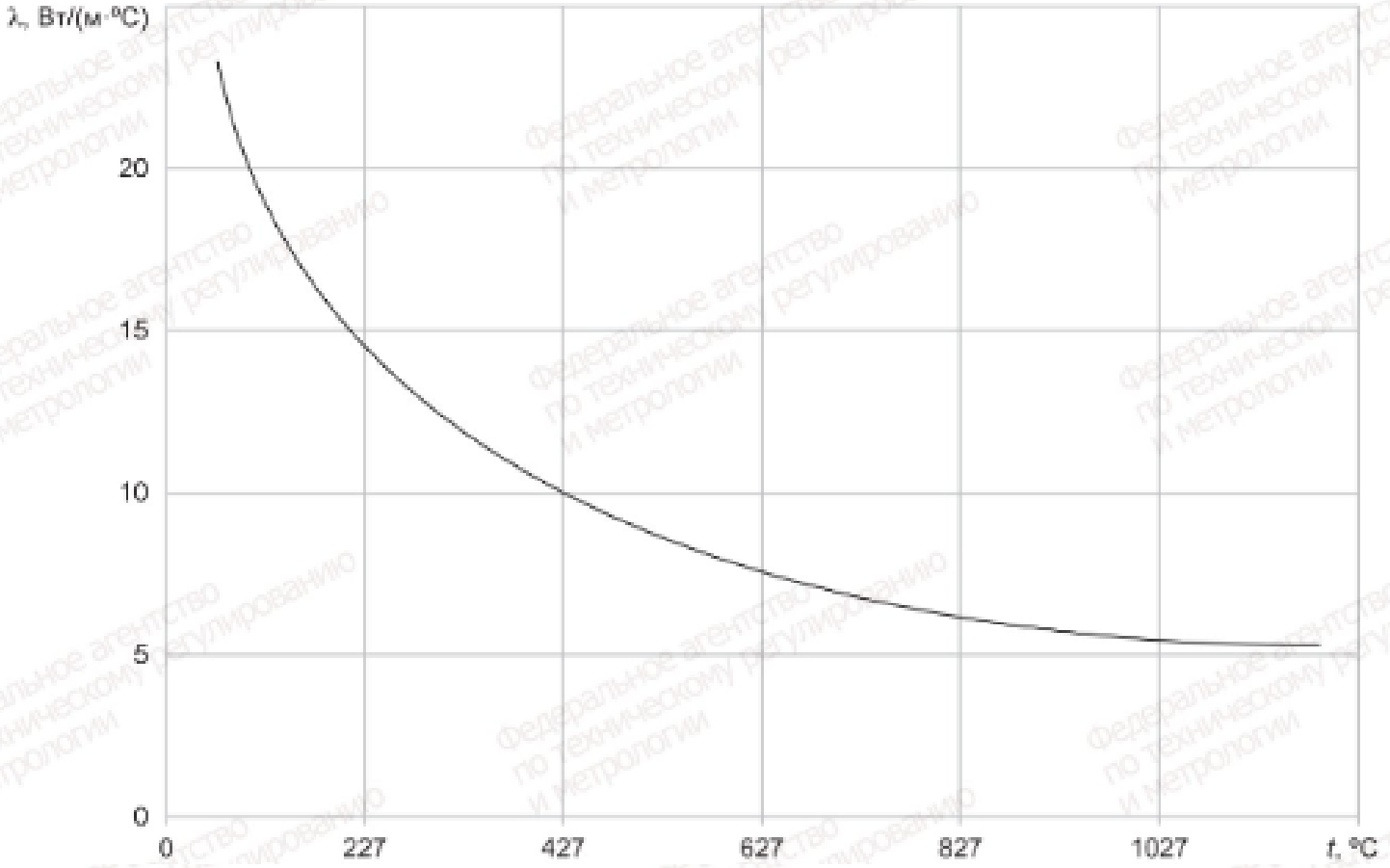

Рисунок Б.3 — Кривая зависимости коэффициента теплопроводности от температуры

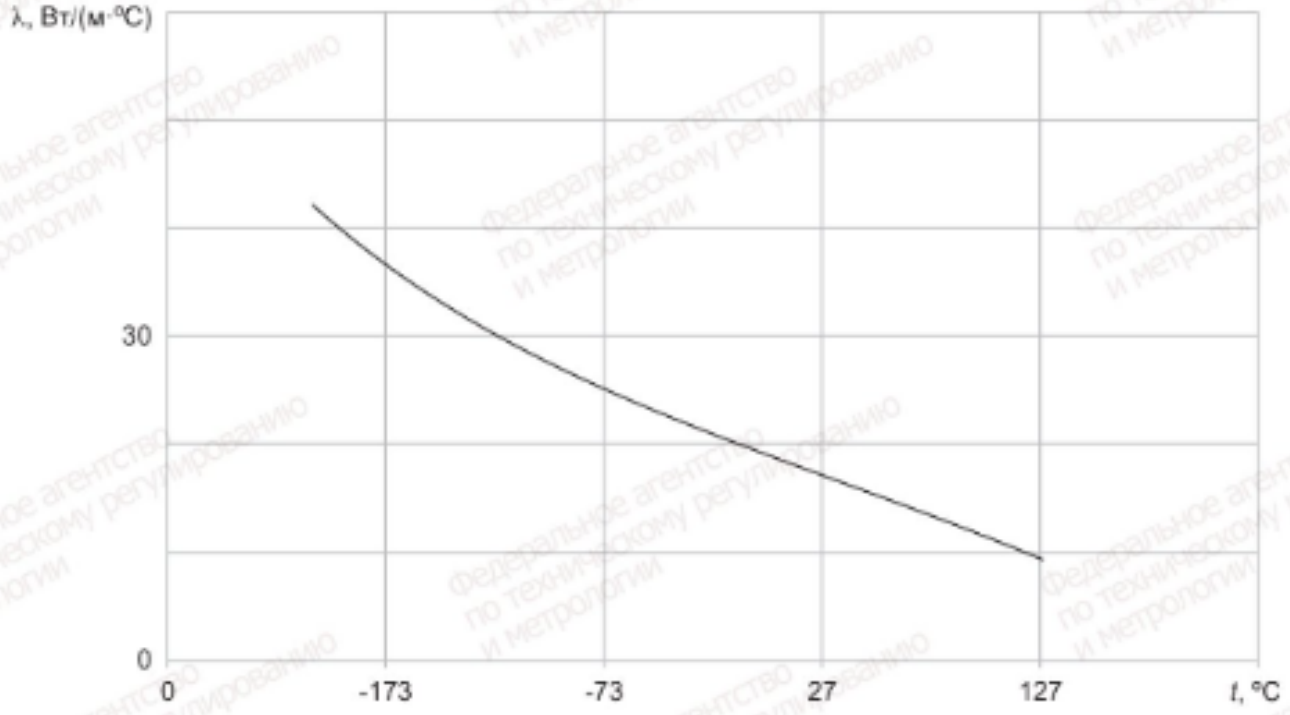

Рисунок Б.4 — Кривая зависимости коэффициента теплопроводности от температуры

Б.4.3 Значения термостойкости, оцениваемой длительностью разрушения образцов диаметром 40 мм и толщиной 4 мм при одностороннем быстром нагреве потоком различной плотности, приведены в таблице Б.5.

Таблица Б.5

Плотность теплового потока, Вт/см^2	Время разрушения образца, с
От 10 до 15	Не разрушается
25	18,7
40	8,0

Б.4.4 Температура плавления при давлении инертного газа 5,0 МПа равна (1830 ± 50) °С.

Б.4.5 Температура полиморфного превращения равна 1020 °С.

Б.5 Механические, диэлектрические и химические характеристики

Б.5.1 Значения механических и диэлектрических характеристик керамики марки КО2 приведены в таблице Б.6.

Таблица Б.6

Наименование показателя	Значение
Плотность при температуре 20 °С, г/см^3	4,09
Модуль упругости (модуль Юнга) E, при температуре 20 °С, Н/м^2	$8{,}6 \cdot 10^{10}$
Оптический коэффициент напряжения при длине волны 2,0 мкм, B, Па$^{-1}$	$11{,}0 \cdot 10^{-12}$
Термостойкость*, °С	125 ± 16
Предел прочности на изгиб $\sigma_{изг}$, Н/м^2, при температуре**:	
25 °С	$77{,}22 \cdot 10^6$
200 °С	$53{,}90 \cdot 10^6$
400 °С	$64{,}68 \cdot 10^6$
Твердость по шкале Мооса	4
Твердость по сошлифовыванию (относительно КВ)	0,60
Диэлектрическая проницаемость ε, при частоте 10^{10} Гц	8
Тангенс угла диэлектрических потерь $\tan(\delta)$ при частоте 10^6 Гц	$33 \cdot 10^{-4}$

* Термостойкость по ГОСТ 11103 характеризует способность образцов размерами (30/30/4) мм выдерживать без разрушения резкие смены температур.

** Предел прочности получен методом центрального кольцевого изгиба ГОСТ 32281.2, поверхность образцов шлифованная, Ra не более 2,5 мкм по ГОСТ Р 71448.

Б.5.2 Кривая зависимости относительного значения модуля Юнга E_t/E_0 от температуры приведена на рисунке Б.5. (E_t — модуль Юнга при температуре t, °С, E_0 — модуль Юнга при температуре 20 °С).

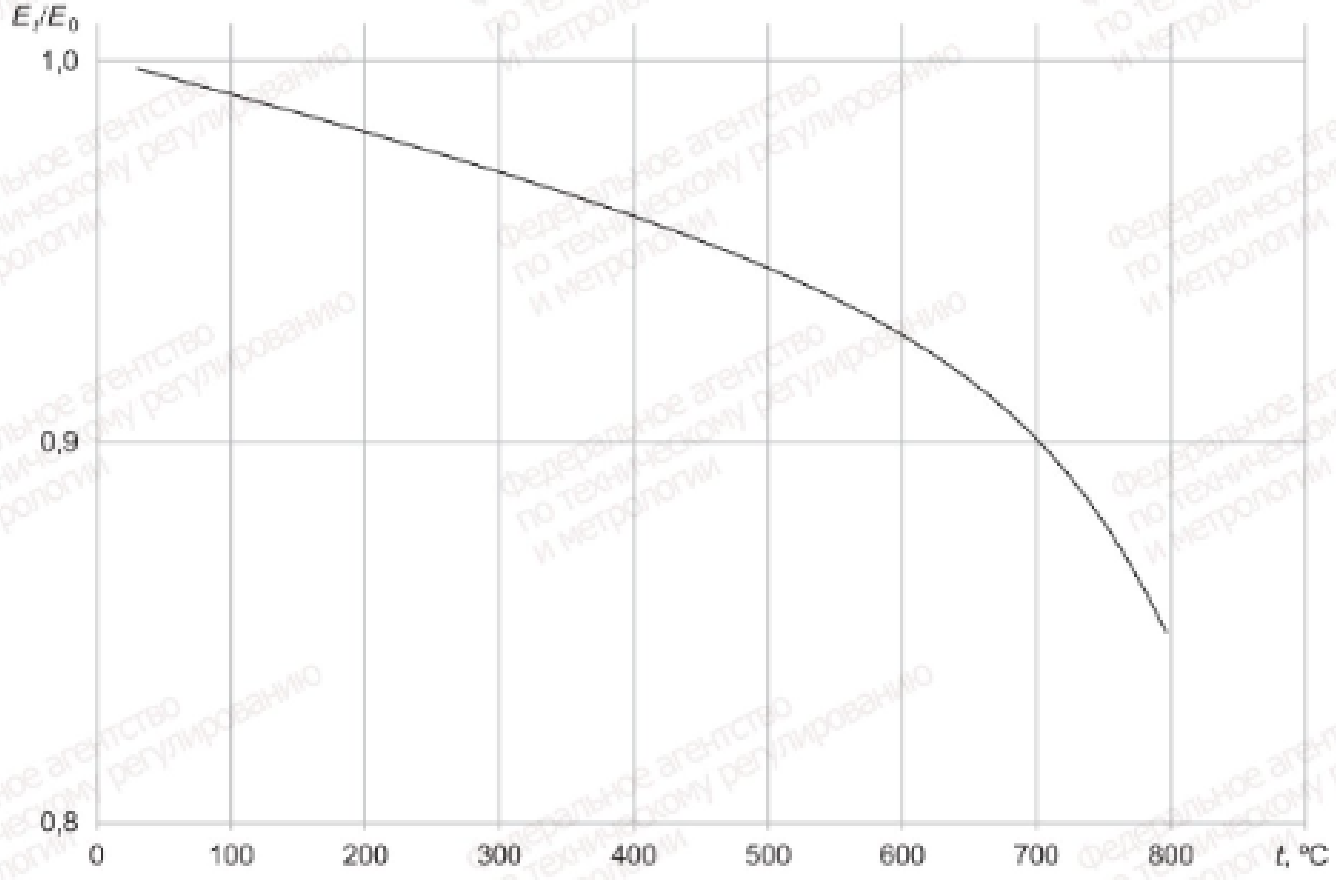

Рисунок Б.5 — Кривая зависимости относительного значения модуля Юнга E_t/E_0

Б.5.3 Группа химической устойчивости по ГОСТ Р 71485 — нерастворимые.

Приложение В
(справочное)

Физико-химические свойства оптической керамики марки КО3

В.1 Оптические характеристики

В.1.1 Параметры соответствуют измеренным при температуре 20 °С и давлении 760 мм рт. ст.

В.1.2 Значения показателя преломления n_λ приведены в таблице В.1.

Таблица В.1

Длина волны λ, мкм	Значение показателя преломления n_λ	Длина волны λ, мкм	Значение показателя преломления n_λ
0,26	$1{,}463_8$	3,0	$1{,}417_9$
0,30	$1{,}454_0$	4,0	$1{,}409_7$
0,40	$1{,}441_8$	5,0	$1{,}400_6$
0,50	$1{,}436_5$	6,0	$1{,}385_6$
0,60	$1{,}433_6$	7,0	$1{,}369_3$
0,70	$1{,}431_8$	7,5	$1{,}359_6$
0,80	$1{,}430_6$	8,0	$1{,}349_9$
1,00	$1{,}428_9$	9,0	$1{,}326_8$
2,00	$1{,}423_9$	—	—

Примечание — Значение показателя преломления n_λ, указанное с точностью до $1 \cdot 10^{-4}$, следует применять только для расчетов.

В.2 Фотометрические свойства

В.2.1 Спектральная кривая коэффициента пропускания τ_i слоя толщиной 1 см керамики марки КО3 приведена на рисунке В.1.

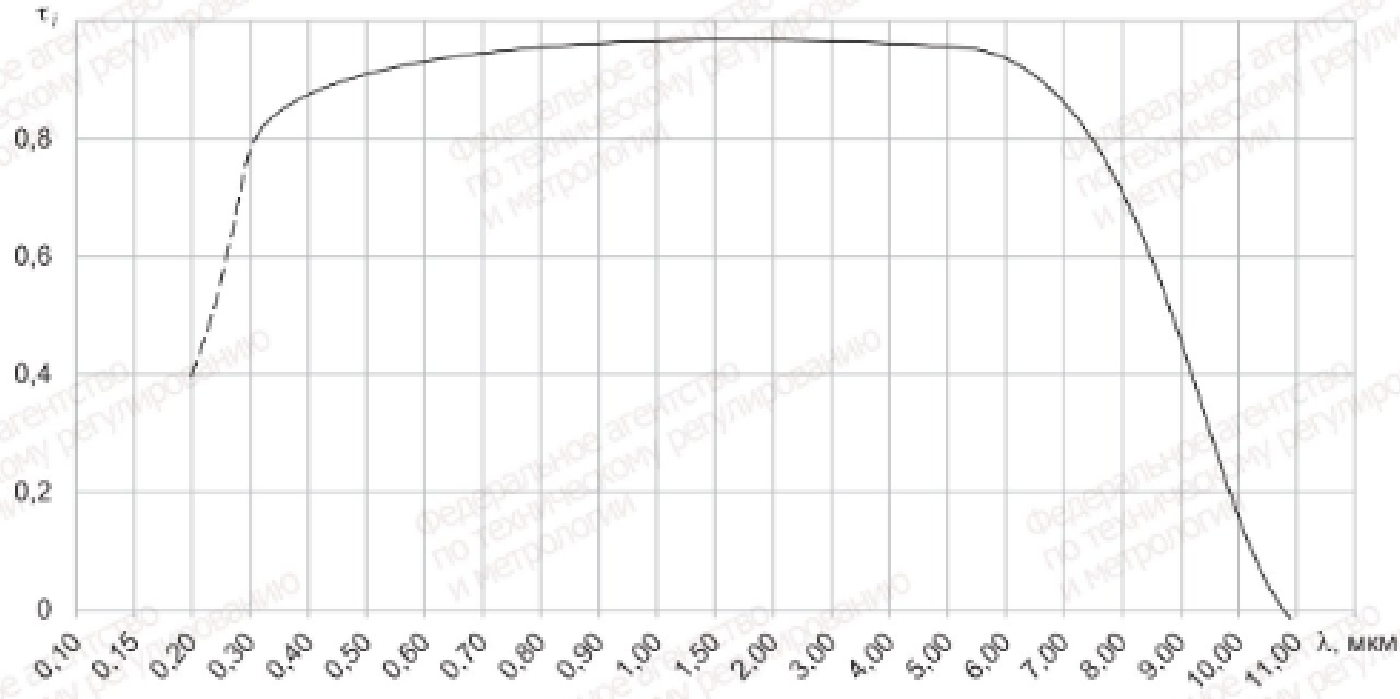

Рисунок В.1 — Спектральная кривая коэффициента пропускания слоя толщиной 1 см керамики марки КО3

В.2.2 Наименьшие допустимые значения коэффициента пропускания заготовок оптической керамики КОЗ различной толщины для нормируемых длин волн приведены в таблице В.2 с учетом потерь на отражение.

Таблица В.2

Длина волны λ, мкм	Значение коэффициента пропускания τ_λ, не менее, для толщины заготовки, мм							
	2	3	4	5	6	7	8	10
0,265	0,77	0,70	0,64	0,58	0,53	0,48	0,44	0,37
0,400	0,87	0,84	0,81	0,79	0,76	0,73	0,71	0,66
4,000	0,92	0,91	0,90	0,89	0,88	0,87	0,86	0,84
7,500	0,93	0,92	0,91	0,90	0,89	0,88	0,87	0,85
9,000	0,80	0,72	0,66	0,60	0,55	0,50	0,46	0,38

Примечание — Значения коэффициента пропускания приведены для заготовок с поверхностями, полированными на сукне (*Rz* не более 0,1 мкм по ГОСТ Р 71448 при базовой длине 0,08 мм).

В.2.3 Значения показателя ослабления μ слоя толщиной 1 см и поправок на многократное отражение $D_{\rho m}$ от обеих полированных поверхностей образца керамики марки КОЗ, рассчитанные по формуле (А.2), приведены в таблице В.3.

Таблица В.3

Длина волны λ, мкм	Значение показателя ослабления μ, $см^{-1}$	Значение поправок на отражение $D_{\rho m}$
0,265	0,094	0,031
0,300	0,067	0,030
0,400	0,047	0,029
0,500	0,043	0,028
0,600	0,033	0,028
0,700	0,029	0,027
0,800	0,024	0,027
1,000	0,019	0,027
2,000	0,005	0,027
3,000	0,006	0,026
4,000	0,007	0,025
5,000	0,008	0,024
6,000	0,009	0,023
7,000	0,015	0,021
7,500	0,030	0,020
8,000	0,057	0,019
9,000	0,227	0,017

В.3 Теплотехнические характеристики

В.3.1 Значения температурных коэффициентов линейного расширения $\alpha_t \cdot 10^7$, средние в интервалах температур от 20 °С до 200 °С, приведены в таблице В.4.

Таблица В.4

Температурные коэффициенты линейного расширения $\alpha_t \cdot 10^7$, $°C^{-1}$, средние в интервалах температур	
От 20 °С до 120 °С включ.	От 20 °С до 200 °С включ.
195,4	203,6

В.3.2 Температура плавления равна 1420 °С.

В.4 Механические характеристики и показатель растворимости

В.4.1 Значения механических характеристик керамики марки КО3 приведены в таблице В.5.

Таблица В.5

Наименование показателя	Значение
Плотность при температуре 20 °С, г/см^3	3,18
Микротвердость при нагрузке 0,5 Н, ГПа	2,0
Твердость по шкале Мооса	4
Твердость по сошлифовыванию (относительно К8)	0,25—0,30

В.4.2 Керамика марки КО3 растворяется в воде при температуре 18 °С в количестве 0,0016 г на 100 г воды.

Приложение Г
(справочное)

Физико-химические свойства оптической керамики марки КО10

Г.1 Оптические характеристики

Г.1.1 Параметры соответствуют измеренным при температуре 20 °С и давлении 760 мм рт. ст.

Г.1.2 Значения показателя преломления n_λ приведены в таблице Г.1.

Таблица Г.1

Длина волны λ, мкм	Значение показателя преломления n_λ	Длина волны λ, мкм	Значение показателя преломления n_λ
0,30	$1,501_0$	3,00	$1,461_2$
0,32	$1,496_4$	4,00	$1,456_7$
0,40	$1,484_8$	5,00	$1,451_0$
0,50	$1,477_8$	6,00	$1,444_0$
0,60	$1,474_1$	7,00	$1,435_7$
0,70	$1,471_9$	8,00	$1,425_8$
0,80	$1,470_4$	9,00	$1,414_4$
0,90	$1,469_4$	10,00	$1,401_3$
1,00	$1,468_6$	10,40	$1,395_6$
2,00	$1,464_6$	—	—

Примечание — Значение показателя преломления n_λ, указанное с точностью до $1 \cdot 10^{-4}$, следует применять только для расчетов.

Г.2 Фотометрические свойства

Г.2.1 Спектральная кривая коэффициента пропускания τ_i слоя толщиной 1 см керамики марки КО10 приведена на рисунке Г.1.

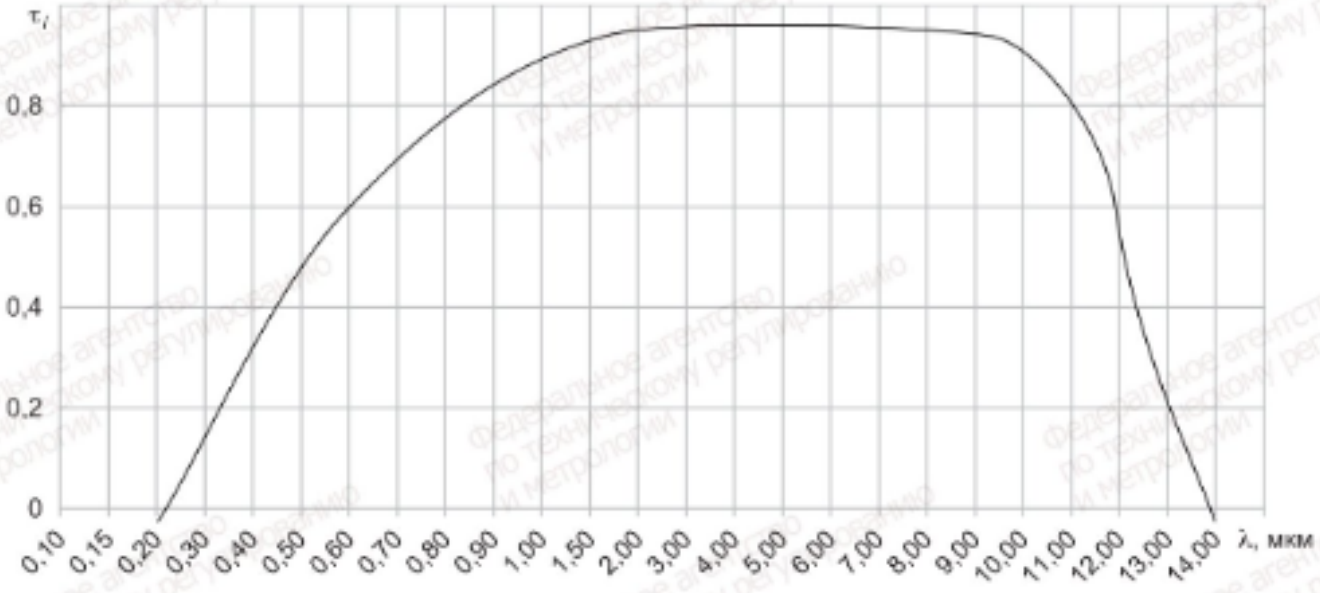

Рисунок Г.1 — Спектральная кривая коэффициента пропускания слоя толщиной 1 см керамики марки КО10

Г.2.2 Наименьшие допустимые значения коэффициента пропускания заготовок керамики КО10 приведены в таблице Г.2 с учетом потерь на отражение.

Таблица Г.2

Длина волны λ, мкм	Значение коэффициента пропускания τ_λ, не менее, для толщины заготовки, мм							
	2	3	4	5	6	7	8	10
0,32	0,72	0,64	0,56	0,50	0,44	0,39	0,34	0,27
0,70	0,85	0,80	0,77	0,74	0,70	0,67	0,64	0,58
3,00	0,92	0,91	0,91	0,90	0,89	0,89	0,88	0,87
10,60	0,89	0,86	0,84	0,81	0,79	0,76	0,74	0,70
12,00	0,77	0,69	0,63	0,56	0,51	0,46	0,41	0,33

Примечание — Значения коэффициента пропускания приведены для заготовок с поверхностями, полированными на сукне (*Rz* не более 0,1 мкм по ГОСТ Р 71448 при базовой длине 0,08 мм).

Г.2.3 Значения показателя ослабления μ слоя толщиной 1 см и поправок на многократное отражение $D_{\rho m}$ от обеих полированных поверхностей образца керамики марки КО10, рассчитанные по формуле А.2, приведены в таблице Г.3.

Таблица Г.3

Длина волны λ, мкм	Значение показателя ослабления μ, $см^{-1}$	Значение поправок на многократное отражение $D_{\rho m}$
0,30	0,624	0,035
0,32	0,534	0,034
0,40	0,364	0,033
0,70	0,174	0,032
3,00	0,030	0,031
4,00	0,030	0,030
8,00	0,010	0,027
10,60	0,116	0,023
12,00	0,332	0,021

Г.3 Теплотехнические характеристики

Г.3.1 Значения температурных коэффициентов линейного расширения $\alpha_t \cdot 10^7$, $°C^{-1}$, приведены в таблице Г.4.

Таблица Г.4

Температурные коэффициенты линейного расширения $\alpha_t \cdot 10^7$, $°C^{-1}$, средние в интервалах температур	
От 20 °С до 120 °С	От 20 °С до 300 °С
188,2	203

Г.3.2 Температура плавления равна 1360 °С.

Г.4 Механические характеристики и показатель растворимости

Г.4.1 Значения механических характеристик керамики марки КО10 приведены в таблице Г.5.

Таблица Г.5

Наименование показателя	Значение
Плотность при температуре 20 °С, г/см^3	4,88
Микротвердость при нагрузке 0,5 Н, ГПа	0,85
Твердость по шкале Мооса	3
Твердость по сошлифовыванию (относительно К8)	0,11—0,18

Г.4.2 Керамика марки КО10 растворяется в воде при температуре 10 °С в количестве 0,17 г на 100 г воды.

Приложение Д
(справочное)

Физико-химические свойства оптической керамики марки КО12

Д.1 Оптические характеристики

Д.1.1 Параметры соответствуют измеренным при температуре 20 °С и давлении 760 мм рт. ст.

Д.1.2 Значения показателя преломления n_λ приведены в таблице Д.1.

Таблица Д.1

Длина волны λ, мкм	Значение показателя преломления n_λ	Длина волны λ, мкм	Значение показателя преломления n_λ	Длина волны λ, мкм	Значение показателя преломления n_λ
1,0	1,3778	3,4	1,3598	4,9	1,3391
2,0	1,3720	3,5	1,3587	5,0	1,3374
2,1	1,3713	3,6	1,3576	5,1	1,3356
2,2	1,3706	3,7	1,3564	5,2	1,3339
2,3	1,3699	3,8	1,3551	5,3	1,3320
2,4	1,3692	3,9	1,3538	5,4	1,3301
2,5	1,3683	4,0	1,3526	5,5	1,3282
2,6	1,3675	4,1	1,3512	5,6	1,3262
2,7	1,3667	4,2	1,3499	5,7	1,3242
2,8	1,3658	4,3	1,3485	5,8	1,3221
2,9	1,3649	4,4	1,3470	5,9	1,3200
3,0	1,3640	4,5	1,3455	6,0	1,3179
3,1	1,3630	4,6	1,3439	6,5	1,3063
3,2	1,3620	4,7	1,3424	7,0	1,2934
3,3	1,3609	4,8	1,3407	—	—

Д.2 Фотометрические свойства

Д.2.1 Спектральная кривая коэффициента пропускания слоя толщиной 1 см τ, при температуре 20 °С показана на рисунке Д.1.

Потери на отражение исключены.

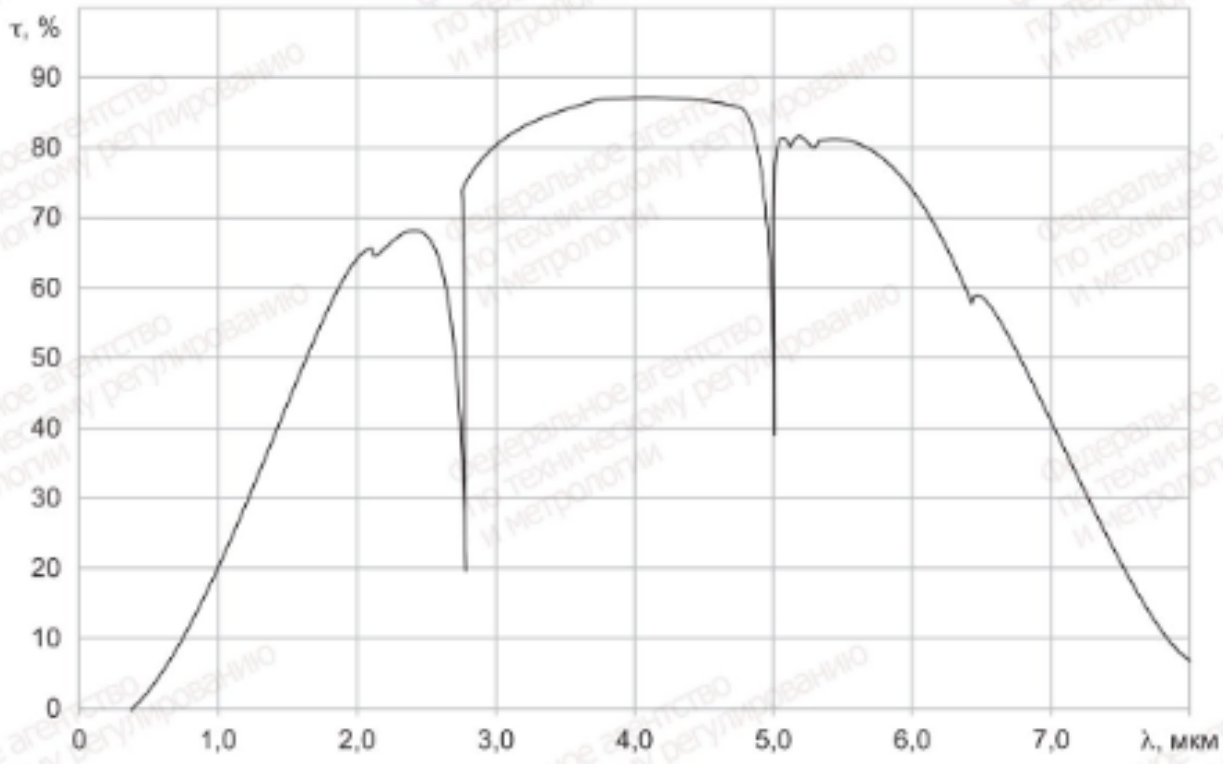

Рисунок Д.1 — Спектральная кривая коэффициента пропускания слоя толщиной 1 см

Д.2.2 Наименьшие допустимые значения коэффициента пропускания заготовок оптической керамики КО12, %, приведены в таблице Д.2 с учетом потерь на отражение.

Таблица Д.2

Длина волны λ, мкм	Значение коэффициента пропускания τ_λ, %, не менее, для толщины заготовки, мм						
	4	5	6	7	8	9	10
0,8	40,5	32,0	26,0	21,0	16,5	13,5	11,0
1,0	57,5	51,0	45,0	40,0	35,0	31,0	27,0
1,2	64,0	58,0	52,0	47,5	43,0	39,0	35,0
4,0	89,0	87,0	85,5	84,0	82,5	81,0	79,5
4,5	90,5	89,0	88,0	87,0	85,5	84,5	83,0
5,0	66,0	60,0	55,0	50,0	46,0	42,0	38,0

Примечание — Значения коэффициента пропускания приведены для заготовок с поверхностями, полированными на сукне (*Rz* не более 0,1 мкм по ГОСТ Р 71448 при базовой длине 0,08 мм).

Д.2.3 Значения однородности по коэффициенту пропускания, %, рассчитанные по формуле $\frac{\mu_{max} - \mu_{min}}{\mu_{max}}$, приведены в таблице Д.3.

Таблица Д.3

Длина волны λ, мкм	Значение однородности по коэффициенту пропускания, %, не более, для толщины заготовки, мм						
	4	5	6	7	8	9	10
0,8	6,8	9,8	10,3	12,5	15,3	15,6	15,8
1,0	10,2	12,0	14,3	15,8	18,6	20,5	22,8
1,2	7,9	9,3	11,8	13,6	14,8	17,0	18,6

Окончание таблицы Д.3

Длина волны λ, мкм	Значение однородности по коэффициенту пропускания, %, не более, для толщины заготовки, мм						
	4	5	6	7	8	9	10
4,0	2,3	2,7	3,2	3,9	4,3	4,9	5,4
4,5	1,6	2,1	2,5	2,9	3,2	3,6	4,1
5,0	10,9	12,9	14,9	16,9	20,6	22,4	24,2

Д.2.4 Значения показателя ослабления μ_λ слоя толщиной 1 см в области спектра от 0,5 до 0,8 мкм, а также поправки на отражение D_ρ от обеих полированных поверхностей, рассчитанные по формуле Френеля, приведены в таблице Д.4.

Таблица Д.4

Длина волны λ, мкм	Значение показателя ослабления μ, $см^{-1}$	Значение поправки на отражение D_ρ
0,50	2,323	0,023
0,80	0,911	0,022
1,00	0,540	0,022
1,20	0,276	0,022
2,00	0,189	0,021
2,75	0,791	0,021
3,00	0,158	0,021
4,00	0,074	0,019
4,50	0,058	0,019
4,95	0,398	0,018
5,00	0,087	0,018
6,00	0,098	0,016
7,00	0,416	0,015
8,00	1,249	0,012

Д.2.5 Значения показателя направленного рассеяния τ под углами $\theta = 0$ $\psi = 4°30'$ приведены в таблице Д.5.

Таблица Д.5

Длина волны λ, мкм	Значение показателя направленного рассеяния τ, $(см \cdot ст)^{-1}$
0,78	От 0,06 до 0,16
1,08	От 0,06 до 0,12
1,40	От 0,06 до 0,12
2,00	От 0,05 до 0,10

Д.3 Теплотехнические характеристики

Д.3.1 Значения температурных коэффициентов линейного расширения $\alpha_t \cdot 10^7$, $°C^{-1}$, приведены в таблице Д.6.

Таблица Д.6

Температурные коэффициенты линейного расширения $\alpha_t \cdot 10^7$, °С$^{-1}$, средние в интервалах температур				
От минус 60 °С до плюс 20 °С	От 20 °С до 120 °С	От 20 °С до 180 °С	От 20 °С до 280 °С	От 20 °С до 500 °С
86	113	117	123	135

Д.3.2 Теплопроводность при температуре 20 °С равна 14,65 Вт/(м · °С).

Д.3.3 Удельная теплоемкость C_p равна 924 Дж/(кг · °С).

Д.3.4 Температура плавления равна 1255 °С.

Д.4 Механические, диэлектрические характеристики и группа химической устойчивости

Д.4.1 Значения механических и диэлектрических характеристик керамики марки КО12 приведены в таблице Д.7.

Таблица Д.7

Наименование показателя	Значение
Плотность при температуре 20 °С, г/см^3	3,175 ± 0,005
Предел прочности на изгиб $\sigma_{изг}$, Па, при температуре*:	
25 °С	(10,3 ± 1,5) · 10^7
300 °С	(11,8 ± 2,0) · 10^7
500 °С	(17,6 ± 3,0) · 10^7
Микротвердость, Па	(690 ± 39) · 10^7
Относительная диэлектрическая проницаемость ε	5,27 ± 0,02
Диэлектрическая дисперсия при частотах, Гц:	
100	1,2 · 10^{-4}
10	1,2 · 10^{-4}
1	1,2 · 10^{-4}
0,1	1,4 · 10^{-4}
от 0,4 · 10^3 до 10^6	не более 2,0 · 10^{-4}
Тангенс угла диэлектрических потерь tan(δ) при частоте 10^9 Гц	6,0 · 10^{-4}
Температурный коэффициент диэлектрической проницаемости при температуре (20 ± 10) °С $\beta = \frac{1}{\varepsilon} \cdot \frac{\Delta\varepsilon}{\Delta T}$, °С$^{-1}$	2,0 · 10^{-4}
* Предел прочности получен методом четырехточечного изгиба по ГОСТ 32281.3.	

Д.4.2 Группа химической устойчивости по ГОСТ Р 71485 — нерастворимые.

Приложение Е
(обязательное)

Форма, размеры, предельные отклонения размеров и расположения поверхностей заготовок оптической керамики

Е.1 Размеры и предельные отклонения размеров заготовок в виде дисков и прямоугольных пластин

Е.1.1 Размеры заготовок в виде дисков и прямоугольных пластин приведены на рисунках Е.1 и Е.2 и в таблицах Е.1, Е.2 и Е.3.

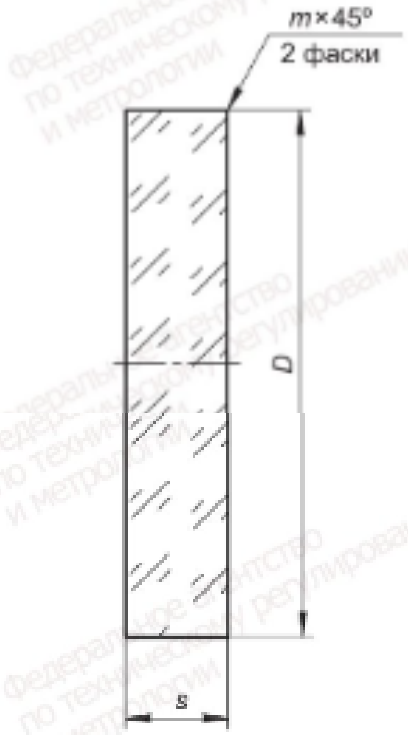

Рисунок Е.1 — Размеры заготовок круглой формы

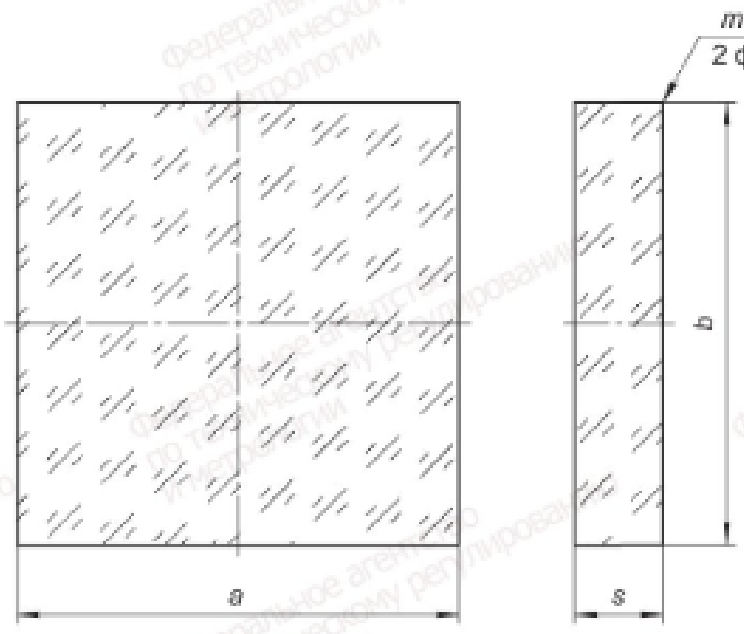

Рисунок Е.2 — Размеры заготовок прямоугольной формы

Таблица Е.1

В миллиметрах

Диаметр *D* или наибольшая сторона (*a* или *b*)	Толщина *s*	Марка керамики
От 18 до 30 включ.	От 3 до 6 включ.	КО1, КО2
От 30 до 80 включ.	От 4 до 10 включ.	
От 80 до 100 включ.	От 4 до 15 включ.	
От 100 до 120 включ.	От 5 до 15 включ.	КО1
От 120 до 140 включ.	От 6 до 15 включ.	КО1
От 140 до 160 включ.	От 7 до 15 включ.	
От 160 до 180 включ.	От 8 до 15 включ.	
От 180 до 200 включ.	От 9 до 20 включ.	
От 200 до 250 включ.	От 10 до 20 включ.	
От 250 до 280 включ.	От 12 до 20 включ.	
От 280 до 320 включ.	От 14 до 25 включ.	

Таблица Е.2

В миллиметрах

Диаметр *D*	Толщина *s*	Марка керамики
От 30 до 50 включ.	От 3 до 10 включ.	КО3, КО10

Примечания

1 Отношение диаметра заготовки к ее толщине в пределах от 5:1 до 20:1.

2 По соглашению с изготовителем диаметр заготовок может быть увеличен до 100 мм.

Таблица Е.3

В миллиметрах

Диаметр *D* или наибольшая сторона (*a* или *b*)	Толщина *s*	Марка керамики
От 30 до 120 включ.	От 4 до 10 включ.	КО12

Примечания

1 Отношение диаметра заготовки к ее толщине в пределах от 8:1 до 20:1.

2 По соглашению с изготовителем диаметр дисковых заготовок может быть увеличен до 300 мм.

3 Заготовки дисков диаметров менее 3 мм или толщиной менее 4 мм поставляются кратными размерам, указанным при заказе, с припуском на разделку не менее 2 мм.

Е.1.2 Предельные отклонения размеров заготовок из керамики марок КО1, КО2, КО12 приведены в таблице Е.4, из керамики марок КО3, КО10 — в таблице Е.5.

Таблица Е.4

В миллиметрах

Диаметр *D* или наибольшая сторона (*a* или *b*)	Предельные отклонения размеров заготовок керамики марок КО1, КО2 и КО12			Ширина фасок, не указанных на чертеже
	диаметра или стороны заготовки	толщины	ширины фасок, указанных на чертеже	
От 18 до 30 включ.	±0,5	±0,5	±0,5	От 0 до 1,5 включ.
Св. 30 до 50 включ.	±1,0	От минус 0,5 до плюс 1,0 включ.	±0,5	От 0 до 1,5 включ.
Св. 50 до 100 включ.	±1,5		±1,0	От 0 до 2,0 включ.
Св. 100 до 250 включ.		От минус 1,0 до плюс 2,0 включ.		От 0 до 3,0 включ.
Св. 250 до 320 включ.	±2,0	±2,0	±1,5	—

Таблица Е.5

В миллиметрах

Наименование размера	Предельные отклонения размеров заготовок керамики марок КО3, КО10
Диаметр	±1,5
Толщина	От минус 0,5 до плюс 1,0 включ.
Ширина фасок, указанных на чертеже	±0,5
Ширина фасок, не указанных на чертеже	Не более 2,0

Е.2 Размеры и предельные отклонения размеров заготовок полусферической формы оптической керамики марок КО1 и КО12

Е.2.1 Размеры заготовок полусферической формы приведены на рисунке Е.3 и в таблице Е.6.

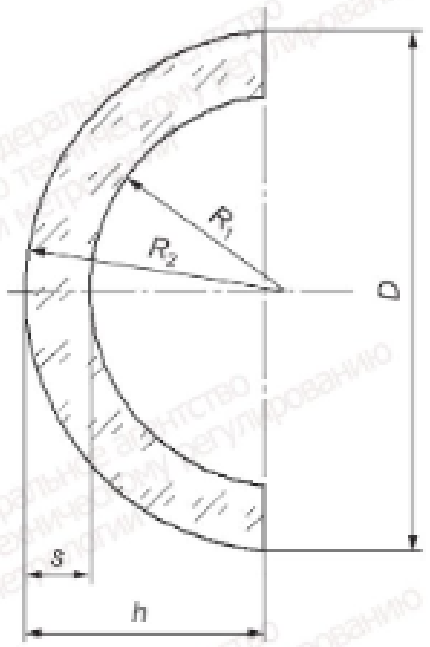

Рисунок Е.3 — Размеры заготовок полусферической формы

Таблица Е.6

В миллиметрах

Марка материала	Диаметр D	Толщина s		Высота h	
		Номинальная	Пред. откл.	Номинальная	Пред. откл.
КО1	68,0	7,0	±1,0	21,0	±1,0
	71,0			27,0	
	83,6	10,5		32,0	
	154,0	10,0	±1,0	70,0	±2,0
	195,4	13,0		90,0	
	276,0	11,0	±2,0	108,0	От минус 3,0 до плюс 2,0 включ.
КО12	67,0	5,0	±1,0	20,0	±1,0
	107,0	6,5		46,0	

Е.2.2 Радиус сферической поверхности заготовки и предельные размеры радиуса приведены в таблице Е.7.

Таблица Е.7

В миллиметрах

Марка материала	Диаметр D	Радиус сферической поверхности R_2		Радиус сферической поверхности R_1	
		Номинальный	Пред. откл.	Номинальный	Пред. откл.
КО1	68,0	38,0	От 0 до 1,0 включ.	32,0	От минус 1,0 до 0 включ.
	71,0	37,0		31,0	
	83,6	42,5		33,0	
	154,0	77,0		68,0	
	195,4	98,0		86,0	
	276,0	142,0		131,0	
КО12	67,0	37,0		33,0	
	107,0	53,5		48,0	

Е.3 Отклонения от расположения поверхностей заготовок

Е.3.1 Отклонение от параллельности плоскостей не должно превышать предельных отклонений толщин, указанных в таблицах Е.4—Е.6.

Отклонение от цилиндричности не должно превышать предельных отклонений диаметра или стороны заготовки, указанных в таблицах Е.4—Е.6.

Е.3.2 В краевой зоне заготовки из керамики шириной от 5 мм до 0,05 диаметра для полусферических изделий, а также вне светового диаметра показатели качества не нормируются.

Примечание — Ширину краевой зоны полусферических изделий устанавливают по наружной сферической поверхности.

УДК 681.7.031.001.4:006.354 ОКС 37.020

Ключевые слова: оптика и фотоника, оптическая керамика, заготовка оптической керамики, технические условия

Редактор *Л.В. Коретникова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *И.А. Королева*
Компьютерная верстка *М.В. Малеевой*

Сдано в набор 28.08.2026. Подписано в печать 18.09.2026. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 4,65. Уч.-изд. л. 3,95.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

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