ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 71570— 2024

Оптика и фотоника

ДЕТАЛИ ОПТИЧЕСКИЕ

Типовые технологические процессы нанесения одно-, двух- и трехслойных просветляющих покрытий на оптические детали из несиликатных химически неустойчивых стекол

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2024

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Обществом с ограниченной ответственностью «Лазеры и оптические системы» (ООО «ЛОС») и Акционерным обществом «ЛОМО» (АО «ЛОМО»)

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 сентября 2024 г. № 1213-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 «Институт стандартизации», 2024

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, определения и обозначения 2
4 Общие требования 2
5 Требования к производственным помещениям 3
6 Требования к оборудованию, приборам и материалам 3
7 Типовые технологические процессы 3
8 Контроль характеристик просветляющих покрытий 17
9 Требования безопасности 18
Приложение А (справочное) Кривые спектральных коэффициентов отражения от поверхности химически неустойчивых несиликатных стекол с одно-, двух- и трехслойными просветляющими покрытиями для различных областей спектра 19

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Оптика и фотоника

ДЕТАЛИ ОПТИЧЕСКИЕ

Типовые технологические процессы нанесения одно-, двух- и трехслойных просветляющих покрытий на оптические детали из несиликатных химически неустойчивых стекол

Optics and photonics.
Optical details.
Typical technological processes for applying one-, two- and three-layer antireflection coatings to optical parts made of non-silicate chemically unstable glasses

Дата введения — 2025—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на оптические детали диаметром от 7 до 1000 мм, изготовленные из несиликатных химически неустойчивых стекол типов ОФ, СТК, ТБФ, ФК, ОК, СТФ по ГОСТ 3514, не содержащих или содержащих менее 34 % (молекулярных) кремнезема и имеющих в своем составе растворимые или гигроскопические окислы (далее — детали), и устанавливает типовые технологические процессы нанесения на поверхности оптических деталей из стекол типов ОФ, СТК, ТБФ, ФК, ОК, СТФ одно-, двух- и трехслойных просветляющих покрытий для области спектра от 400 до 2000 нм химическим способом из спиртовых растворов тетраэтоксититана, тетраэтоксисилана, хлорокисей гафния и циркония (далее — нанесение просветляющих покрытий, просветление деталей).

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 2.412 Единая система конструкторской документации. Правила выполнения чертежей и схем оптических изделий

ГОСТ 3514 Стекло оптическое бесцветное. Технические условия

ГОСТ 11141 Детали оптические. Классы чистоты поверхностей. Методы контроля

ГОСТ Р ИСО 9211-1 Оптика и оптические приборы. Покрытия оптические. Часть 1. Термины и определения

ГОСТ Р ИСО 9211-2 Оптика и оптические приборы. Покрытия оптические. Часть 2. Оптические свойства

ГОСТ Р 59608.3 (ИСО 9211-3:2008) Оптика и фотоника. Покрытия оптические. Часть 3. Классификация по стойкости к воздействию внешних факторов и методы испытаний

ГОСТ Р 71279—2024 Оптика и фотоника. Детали оптические. Типовые технологические процессы нанесения одно-, двух- и трехслойных просветляющих покрытий из растворов

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

Издание официальное

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, определения и обозначения

3.1 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ Р ИСО 9211-1.

3.2 Обозначения

В настоящем стандарте применены следующие обозначения:

h — толщина слоя покрытия;

n — показатель преломления покрытия (слоя);

n_D — показатель преломления стекла;

nh — оптическая толщина покрытия (слоя);

t — температура термической обработки (далее — термообработки);

λ — длина волны;

λ_0 — центральная длина волны;

$\lambda(\rho_{min})$ — длина волны, соответствующая минимальному отражению;

ρ — энергетический коэффициент направленного отражения;

$\rho(\lambda_{min})$ — коэффициент отражения;

$\rho(\lambda)$ — спектральный коэффициент отражения;

43Р[1)] — тетраэтоксисилан;

44Р[1)] — тетраэтоксититан;

45Р[1)] — смесь тетраэтоксисилана и тетраэтоксититана;

46Р[1)] — циркония хлорокись (эфир этиловый дизамещенный ортоциркониевой кислоты);

51Р[1)] — гафний хлорокись (гафний оксихлорид);

68Р[1)] — диметилэтоксисилан;

70Р[1)] — винилтрихлорсилан и уксуснокислая ртуть [винилтрихлорсилан и ртуть (II) ацетат].

4 Общие требования

4.1 Просветляющие покрытия наносят на детали:

- для снижения спектрального коэффициента отражения $\rho(\lambda)$ от поверхностей деталей, т. е. увеличения общего светопропускания в соответствующей области спектра;
- повышения контрастности изображения;
- снижения количества рассеянного света в приборах;
- устранения бликов и двойного изображения;
- повышения химической устойчивости деталей.

4.2 Свойства и характеристики просветляющих покрытий устанавливают по ГОСТ Р ИСО 9211-2 и ГОСТ Р 59608.3.

4.3 Требования к качеству поверхности деталей с просветляющими покрытиями устанавливают по рабочим чертежам на деталь с учтенным снижением класса чистоты поверхности после нанесения просветляющего покрытия согласно ГОСТ 11141.

4.4 Просветление деталей проводят до операции склеивания.

[1)] Обозначение пленкообразующего материала. В настоящем стандарте для упрощения записи приняты условные обозначения просветляющих покрытий, наносимых из пленкообразующих растворов (символ «Р» после кода пленкообразующего материала).

4.5 Условные обозначения просветляющих покрытий указывают в соответствии с ГОСТ Р 71279—2024 (приложение А); условные графические знаки просветляющих покрытий — по ГОСТ 2.412.

4.6 Детали с просветляющими покрытиями, независимо от их назначения, следует защищать химическим способом — раствором диметилдиэтоксисилана толщиной от 8 до 10 нм 68Р.*t*.

4.7 Детали с просветляющими и защитными от влаги покрытиями не должны изменять своих свойств в течение 10 лет.

4.8 Защиту деталей с просветляющими покрытиями от разрушающего воздействия влаги воздуха и биологических повреждений для тропического исполнения следует осуществлять нанесением защитного покрытия из раствора 70Р.*t* или 82Р.*t* толщиной от 3 до 5 нм.

4.9 Защитные слои в условном обозначении просветляющих покрытий не указывают.

5 Требования к производственным помещениям

Требования к производственным помещениям — по ГОСТ Р 71279—2024 (раздел 5).

6 Требования к оборудованию, приборам и материалам

Требования к оборудованию, приборам и материалам — по ГОСТ Р 71279—2024 (раздел 6).

7 Типовые технологические процессы

7.1 Общие положения

7.1.1 Типовые технологические процессы (ТТП) нанесения покрытий на детали должны состоять из следующих операций:

- подготовка посуды и протирочных материалов;
- осушка и перегонка растворителей;
- перегонка и очистка (при необходимости) реактивов для приготовления пленкообразующих растворов (перегонка тетраэтоксисилана, тетраэтоксититана, перекристаллизация хлорокисей гафния и циркония) и их контроль;
- приготовление пленкообразующих растворов и смесей из растворов и их хранение;
- контроль годности пленкообразующих растворов и их смесей к нанесению просветляющих покрытий (см. 7.1.7);
- подбор условий нанесения просветляющих покрытий;
- подготовка поверхности детали к просветлению;
- подбор режима просветления деталей;
- нанесение просветляющих покрытий;
- контроль характеристик просветляющих покрытий.

7.1.2 Технологические операции выполняют в соответствии с 7.1.3—7.5 и раздела 8.

7.1.3 Подготовку посуды и протирочных материалов для нанесения просветляющих покрытий проводят в соответствии с ГОСТ Р 71279—2024 (подраздел 7.3).

7.1.4 Осушку и перегонку растворителей проводят в соответствии с ГОСТ Р 71279—2024 (подраздел 7.4).

7.1.5 Перегонку и очистку (при необходимости) реактивов для приготовления пленкообразующих растворов и их контроль проводят в соответствии с ГОСТ Р 71279—2024 (подраздел 7.5).

7.1.6 Приготовление пленкообразующих растворов и смесей и их хранение осуществляют по ГОСТ Р 71279—2024 (подраздел 7.6).

7.1.7 Контроль годности пленкообразующих растворов и их смесей к нанесению просветляющих покрытий осуществляют по ГОСТ Р 71279—2024 (подраздел 7.7).

7.1.8 Подбор условий нанесения просветляющих покрытий осуществляют по ГОСТ Р 71279—2024 (подраздел 7.8).

7.1.9 Подбор режима просветления деталей осуществляют по ГОСТ Р 71279—2024 (подраздел 7.10).

7.1.10 Подготовка поверхности детали к просветлению

7.1.10.1 Перед нанесением покрытий детали контролируют на отсутствие царапин, серости, налетов, на соответствие класса чистоты по ГОСТ 11141 и требованиям рабочих чертежей на оптическую деталь согласно ГОСТ 2.412.

При обнаружении налетов поверхность детали осторожно освежают, протирая салфеткой, смоченной спиртовой суспензией полирита, затем два-три раза промывают перегнанным этиловым спиртом и вытирают насухо салфеткой. Если после освежения полированием на поверхности детали обнаруживают дефекты в виде налета или серых пятен, детали отправляют на переполирование.

7.1.10.2 После полирования осуществляют межоперационную защиту поверхностей детали с помощью слоя лака толщиной 0,2 мм.

Защитный слой лака удаляют с помощью лезвия путем его осторожного отрыва от поверхности детали. Применение растворителей для снятия лака с полированной поверхности недопустимо. Для окончательного удаления остатков лака со шлифованных поверхностей допускается протирка тампоном ваты, слегка смоченным ацетоном.

7.1.10.3 Время хранения деталей с полированными поверхностями, не защищенными по 7.1.10.2, до предварительной термообработки (сушки) или до нанесения просветляющего покрытия (при отсутствии термообработки) не должно превышать указанного в таблице 1.

Таблица 1

Марка стекла	Время хранения детали, ч, не более
СТК9, СТК15, СТК16, СТК19, СТК119; ФК11, ФК24; ОК1, ОК2; СТФ3; ТБФ3,ТБФ8, ТБФ9, ТБФ10, ТБФ11, ТБФ25	24
СТК3, СТК8, СТК12, СТК112; ФК13, ФК14; ОФ6	12
ОФ4, ОФ7, ОФ8, ОФ9	3

7.1.10.4 Многократное (более трех раз) нанесение и удаление покрытий без полирования поверхностей деталей не допускаются.

7.1.10.5 Окончательно отполированные детали подвергают предварительной термообработке (сушке) в электропечах.

Детали диаметром более 200 мм подвергают предварительной термообработке (сушке) в электропечах, обеспечивающих требуемый режим нагревания и охлаждения и определенный градиент температур поверхности детали.

7.1.10.6 Просветление без предварительной термообработки (сушки) допускается, если срок хранения полированных деталей не превышает срока, указанного в 7.3.6.

7.1.10.7 Режим предварительной термообработки (сушки) крупногабаритных деталей диаметром более 200 мм зависит от марки стекла, диаметра, толщины и массы детали.

7.1.10.8 Предельные температуры прогревания деталей до и после просветления в зависимости от марки стекла, из которого они изготовлены, приведены в таблице 2.

Таблица 2

Марка стекла	Предельная температура прогревания, °С, не выше
ОФ4, ОФ6, ОФ7,ОФ8, ОФ9; СТК3, СТК8, СТК9, СТК12, СТК15, СТК16, СТК19, СТК112, СТК119; ФК11, ФК13, ФК14, ФК24; ТБФ3, ТБФ8, ТБФ9, ТБФ10, ТБФ11, ТБФ25	300—350
ОК1, ОК2, СТФ3	300

7.1.10.9 При предварительной термообработке (сушке) детали нагревают до температуры, указанной в 7.3.7, и без выдержки при этой температуре охлаждают.

7.1.10.10 Окончательную очистку осуществляют два-три раза после закрепления детали в патроне станка для просветления, при вращении с небольшой скоростью, ведя батистовой салфеткой, смоченной этиловым спиртом массовой долей 94 %, от центра поверхности к краю.

Крупногабаритные детали перед нанесением просветляющего покрытия дополнительно чистят абсолютированным этиловым спиртом и прогревают от 1 до 2 мин под инфракрасными лампами на станке для просветления.

Лампы устанавливают на расстоянии от 50 до 70 см от поверхности линзы. Для обеспечения равномерного прогревания поверхности деталей диаметром от 600 до 700 мм необходимо пять—семь ламп. Нагревание поверхности осуществляют при медленном вращении детали.

7.1.10.11 Перед нанесением покрытий поверхности деталей из стекол марок: СТК9, СТК12, СТК15, СТК16, СТК19; ОК1; типа ТБФ промывают спиртовым раствором щелочи в массовых долях от 1,0 % до 1,5 %. Раствор щелочи готовят на этиловом спирте с массовой долей от 80 % до 85 %.

Затем для удаления остатков щелочи поверхность тщательно промывают этиловым спиртом и насухо вытирают салфеткой.

7.2 Общие требования к нанесению просветляющих покрытий

7.2.1 При нанесении просветляющих покрытий следует руководствоваться основными указаниями эксплуатационной документации используемого оборудования и требованиями инструкции по технике безопасности.

7.2.2 При невозможности нанесения просветляющего покрытия на деталь с двух сторон покрытие наносят сначала на одну сторону и нагревают до температуры от 300 °С до 350 °С. После охлаждения контролируют в отраженном свете другую непросветленную сторону детали по 7.1.10.1. При отсутствии дефектов ее просветляют. В случае появления налета поверхность освежают при помощи салфетки, смоченной спиртовой суспензией полирита. Если налет не удаляется, то поверхность переполировывают. На время полирования другой поверхности просветленную сторону защищают по 7.1.10.2.

7.2.3 В зависимости от марки стекла, из которого изготовлена оптическая деталь, применяют просветляющие покрытия, приведенные в таблице 3.

Таблица 3

Марка стекла	Вид покрытия
СТК3, СТК8, СТК9, СТК11, СТК12, СТК15, СТК16, СТК19, СТК112, СТК119; ОФ4, ОФ6, ОФ8, ОФ9; СТФ2, СТФ3; ТБФ3, ТБФ8, ТБФ9, ТБФ10, ТБФ11, ТБФ25; ФК11, ФК13, ФК14, ФК24	43Р.300-350
ОК1, ОК2	43Р.300
СТК9, СТК15, СТК16, СТК19; ОФ7, ОФ8, ОФ9	(51Р×0,44).(43Р×1,24).350 (51Р×0,26).(43Р×1,24).350
СТК8, СТК9, СТК12, СТК15, СТК19; ТБФ3, ТБФ8, ТБФ9, ТБФ10, ТБФ11, ТБФ25; ОФ9	(44Р×2).43Р.300-350 ахром.
СТК3, СТК8, СТК9, СТК12, СТК15, СТК16, СТК19; ОФ4, ОФ6; ФК11, ФК13, ФК14, ФК24; ОК1, ОК2	45Р.(44Р×2).43Р.300-350
СТК3, СТК8, СТК9, СТК12, СТК15, СТК16, СТК19, СТК112, СТ119; ОФ4, ОФ6, ОФ7, ОФ8, ОФ9; ФК11, ФК13, ФК14, ФК24; ОК1, ОК2	(44Р×0,44).(43Р×1,24).300-350
ТБФ3, ТБФ8, ТБФ9, ТБФ10, ТБФ11, ТБФ25	(45Р×2).(44Р×2).43Р.350

Окончание таблицы 3

Марка стекла	Вид покрытия
СТК9, СТК15, СТК16, СТК19, СТК119	43/46Р.(46Р×2).43Р.350
СТК9, СТК15, СТК16, СТК19, СТК119	43/51Р.(51Р×2).43Р.350

7.3 Нанесение однослойного просветляющего покрытия 43Р.300-350

7.3.1 Однослойное просветляющее покрытие 43Р.300-350 наносят на детали, изготовленные из стекол марок, указанных в таблице 3.

7.3.2 Получение минимального отражения в заданном участке спектра достигают путем подбора соответствующей оптической толщины покрытия *nh*. Оптические толщины должны составлять четверть той длины волны, для которой отражение должно быть минимальным.

7.3.3 Однослойное просветляющее покрытие получают из спиртовых растворов тетраэтоксисилана.

7.3.4 Деталь с просветляющим покрытием помещают в электропечь и нагревают до температуры от 300 °С до 350 °С, выдерживают в течение 2 ч, затем электропечь охлаждают до температуры от 20 °С до 25 °С и детали вынимают из электропечи.

Скорость нагрева до температуры от 300 °С до 350 °С зависит от размера детали.

7.3.4.1 Кривые спектральных коэффициентов отражения $\rho(\lambda)$ от поверхности деталей из стекол типов СТК, ОФ, СТФ и ТБФ с однослойным просветлением 43Р.350 приведены на рисунках А.1—А.5.

7.3.5 Режимы нанесения однослойного просветляющего покрытия 43Р.300-350 на детали, изготовленные из стекол типа СТК, ОФ, СТФ, ТБФ и ФК, приведены в таблице 4.

Таблица 4

Тип стекла	Длина волны, соответствующая минимальному отражению $\lambda(\rho_{min})$, нм	Диаметр детали, мм	Предварительная подготовка	Частота вращения детали, об/мин	Масса тетраэтоксисилана, г в 100 см^3 пленкообразующего раствора	Термообработка	
						°С	Время выдержки, ч
СТК ОФ СТФ ТБФ ФК	420	10—20 25—45 50—80 100—200	См. 7.1.10	8000—6000 5200 3800 1600	14—12 8 7 6	300—350	2
	500	40—60		3500	10		
	540	100—200		2500	10		
	550	10—20 25—40 40—60 60—80		8000—6000 4900 4000 3000	20—16 12 10 10		
	600	40—60		3500	12		
	620	40—60		3200	12		
	640	60—80 200—250		3000 1100	14 7		
	740	40—60		4000	16		

7.3.6 Значения минимального коэффициента отражения ρ_{min} стекол типов СТК, ОФ, ТБФ при нанесении однослойного просветляющего покрытия 43Р.300-350 для λ = (550 ± 30) нм приведены в таблице 5.

Таблица 5

Марка стекла	Показатель преломления стекла без покрытия n_D	Минимальный коэффициент отражения ρ_{min}, %	
		стекла без покрытия	стекла с покрытием
СТК15	1,7092	6,70	1,1
СТК16	1,7830	7,90	0,7
СТК19	1,7440	7,30	0,9
ОФ4	1,6505	6,00	1,4—1,5
ОФ6	1,6012	5,29	1,9
ОФ9	1,7064	6,81	1,1
ТБФ10	1,8141	8,41	0,6
ТБФ11	1,8306	8,58	0,5—0,6
ТБФ4	1,7786	7,85	0,7
ТБФ3	1,7558	7,52	0,9
ТБФ8	1,8583	9,01	0,5—0,6
ТБФ9	1,8080	8,28	0,6

7.3.7 Режимы нанесения однослойного просветляющего покрытия 43Р.300-350 на детали, изготовленные из стекла марки ТБФ8, приведены в таблице 6.

Таблица 6

Центральная длина волны λ_0, нм	Минимальный коэффициент отражения ρ_{min}, %	Длина волны, соответствующая минимальному отражению $\lambda(\rho_{min})$, нм	Диаметр детали, мм	Предварительная подготовка	Масса тетраэтоксисилана, г, в 100 см^3 пленкообразующего раствора	Частота вращения, об/мин	Время термообработки при температуре 350 °С, ч
480	1,1—1,2	400—580	10—30		12	5000	
480	1,1—1,2	400—580	80—100		8	2600	
510	0,8	430—620	40—60		12	4400	
530	0,7—0,8	450—650	40—60		12	4000	
560	0,6	480—680	40—60		12	3800	
570	0,7	500—700	60—80	См. 7.1.10	12	3600	2
580	0,7	500—710	20—30		14	5000	
590	0,7	500—720	60—80		12	3400	
640	1,1	540—760	80—100		12	2600	
660	1,1	550—790	40—60		14	4000	
850	4,7	720—1030	40—60		16	4600	

Примечание — В случае пологого экстремума коэффициента отражения под $\lambda(\rho_{min})$ понимается спектральный диапазон просветления, в котором коэффициент отражения удовлетворяет указанным условиям просветления.

7.4 Нанесение двухслойных просветляющих покрытий (51Р×0,44).(43Р×1,24).350 и (44Р×0,44).(43Р×1,24).300-350

7.4.1 Двухслойные просветляющие покрытия (51Р×0,26).(43×1,24).350 и (44Р×0,44).(43Р×1,24).300-350 наносят на детали, изготовленные из стекол марок, указанных в таблице 3.

7.4.2 Минимальный коэффициент отражения ρ_{min} деталей с двухслойными просветляющими покрытиями для заданной области спектра должен быть не более 0,5 %.

7.4.3 Нанесение двухслойного просветляющего покрытия (51Р×0,26).(43Р×1,24).350 на детали из стекол марок СТК9, СТК15, СТК16, СТК19 и СТК119

7.4.3.1 При нанесении покрытия с промежуточной термообработкой (сушкой) слоев детали подвергают термообработке после нанесения каждого слоя. Детали после нанесения слоя 51Р помещают в электропечь, предварительно нагретую до температуры 60 °С, затем температуру постепенно повышают до 350 °С и выдерживают в течение 1 ч.

Детали с первым слоем диоксида гафния после термообработки промывают предварительно профильтрованным спиртовым раствором щелочи с массовыми долями от 1,0 % до 1,5 %. Затем детали вытирают насухо салфеткой, промывают перегнанным этиловым спиртом и протирают батистовой салфеткой. После этого наносят второй слой 43Р и прогревают детали при температуре 350 °С в течение 2 ч.

7.4.3.2 Режимы нанесения двухслойного просветляющего покрытия (51Р×0,26).(43Р×1,24).350 на детали, изготовленные из стекол марок СТК9, СТК15, СТК16, СТК19 и СТК119, с промежуточной термообработкой (сушкой) слоев приведены в таблице 7.

Таблица 7

Длина волны, соответствующая минимальному отражению $\lambda(\rho_{min})$, нм	Диаметр детали, мм	Частота вращения детали, об/мин	Предварительная подготовка	1-й слой 51Р		Предварительная подготовка	2-й слой 43Р	
				Масса хлорокиси гафния, г, в 100 см^3 пленкообразующего раствора	Время термообработки при температуре 350 °С, ч		Масса тетроэтоксисилана, г, в 100 см^3 пленкообразующего раствора	Время термообработки при температуре 350 °С, ч
400—420	10—45 100—200	5200 1500	См. 7.1.10	5 3	1	Промывка спиртовым раствором щелочи в массовых долях (1,0—1,5) %. Окончательная промывка этиловым спиртом	8 6	2
480—500	15—45 50—80 100—200	4200 3800 1600		4 3 3			10 9 8	
560	20—45 50—80 100—200	4600 3800 2250—1500		6 3 3			10 8 10	
640—660	20—45 50—80 100—200	4200 3300 2250—1500		4 5 4			12 10 10	
680	15—45 50—80 100—200	4600 3800 2000—1500		6 5 2			17 12 10	
720	25—45 50—80 100—200	4200 3800 1500		6 5 4			18 12 10	

Примечание — В случае пологого экстремума коэффициента отражения под $\lambda(\rho_{min})$ понимается спектральный диапазон просветления, в котором коэффициент отражения удовлетворяет указанным условиям просветления.

7.4.3.3 Двухслойное просветляющее покрытие (51Р×0,26).(43Р×1,24).350 может быть нанесено без промежуточной термообработки (сушки) слоев. В этом случае раствор тетраэтоксисилана наносят через 1—1,5 мин после образования первого слоя 51Р, не выключая шпинделя станка для просветле-

ния. После нанесения второго слоя 43Р деталь подвергают термообработке при температуре 350 °С в течение 2 ч.

7.4.3.4 Режимы нанесения двухслойного просветляющего покрытия (51Р×0,26).(43Р×1,24).350 на детали, изготовленные из стекол марок СТК9 и СТК19, без промежуточной термообработки (сушки) слоев приведены в таблице 8.

Таблица 8

Длина волны, соответствующая минимальному отражению $\lambda(\rho_{min})$, нм	Частота вращения детали, об/мин	1-й слой (51Р×0,26)		2-й слой (43Р×1,24)	
		Масса хлорокиси гафния, г, в 100 см^3 пленкообразующего раствора	Время вращения детали после нанесения слоя 51Р, мин	Масса тетраэтоксисилана, г, в 100 см^3 пленкообразующего раствора	Время термообработки при температуре 350 °С, ч
480—530	2500	5	1,0—1,5	10	2
600—660		6	1,0 (поверхность прогревают до 40 °С)	14	
Примечание — В случае пологого экстремума коэффициента отражения под $\lambda(\rho_{min})$ понимается спектральный диапазон просветления, в котором коэффициент отражения удовлетворяет указанным условиям просветления.					

7.4.3.5 Кривые спектральных коэффициентов отражения $\rho(\lambda)$ от поверхности стекол марок СТК9, СТК19 с двухслойными просветляющими покрытиями (51Р×0,26).(43Р×1,24).350 приведены на рисунке А.6.

7.4.4 Нанесение двухслойного просветляющего покрытия (44Р×0,44).(43Р×1,24).350 на детали из стекол типов ОФ, ФК, ОК, СТК

7.4.4.1 Термообработку деталей со свеженанесенным покрытием осуществляют при температуре от 300 °С до 350 °С с выдержкой при максимальной температуре 2 ч.

Для деталей диаметром не более 150 мм подъем температуры осуществляют от 1,5 до 2,0 ч; для деталей диаметром более 150 мм скорость нагревания и охлаждения следует подбирать в зависимости от размера и толщины детали.

7.4.4.2 При нанесении двухслойного покрытия (44Р×0,44).(43Р×1,24) термообработку осуществляют после нанесения второго слоя.

7.4.4.3 Кривые спектральных коэффициентов отражения $\rho(\lambda)$ от поверхности стекол типов ОФ, ОК, СТК, ФК с двухслойными просветляющими покрытиями (44Р×0,44).(43Р×1,24).300-350 приведены на рисунках А.7—А.12.

7.4.4.4 Режимы нанесения двухслойного просветляющего покрытия (44Р×0,44).(43Р×1,24).300-350 на детали, изготовленные из стекол марок: ОФ4, ОФ7; ФК11, ФК13, ФК24; СТК3, СТК8, СТК12, без промежуточной термообработки (сушки) слоев приведены в таблице 9.

Таблица 9

Длина волны, соответствующая минимальному отражению $\lambda(\rho_{min})$, нм	Диаметр детали, мм	Предварительная подготовка	1-й слой (44Р×0,44)	2-й слой (43Р×1,24)	Частота вращения детали, об/мин	Время термообработки при температуре 300—350 °С, ч
			Масса тетраэтоксититана, г, в 100 см^3 пленкообразующего раствора	Масса тетраэтоксисилана, г, в 100 см^3 пленкообразующего раствора		
470—540 480—560	30—40	См. 7.1.10	3	14	4000 3600	2
500—540	100—120			10	2500	
680—720	260		2	6	500	
Примечание — В случае пологого экстремума коэффициента отражения под $\lambda(\rho_{min})$ понимается спектральный диапазон просветления, в котором коэффициент отражения удовлетворяет указанным условиям просветления.						

7.4.4.5 Режимы нанесения двухслойного просветляющего покрытия (44Р×0,44).(43Р×1,24).300-350 на детали, изготовленные из стекол типов СТК, ОФ, ОК и ФК без промежуточной термообработки (сушки) слоев для области спектра (550 ± 30) нм приведены в таблице 10.

Таблица 10

Диаметр детали, мм	Номер слоя	Масса тетраэтоксититана, г, в 100 см^3 пленкообразующего раствора	Номер слоя	Масса тетраэтоксисилана, г, в 100 см^3 пленкообразующего раствора	Частота вращения детали, об/мин	Время термообработки при температуре 300—350 °С, ч
7—10	1	7—6	2	26—24	16000—14000	2
10—15		6—5		24—22	10000—8000	
16—20		5—4		22—20	8000—6000	
30—80		3		12—10	4000—3500	
80—150		3,0—2,5		10—8	3500—1500	
150—200		2,5—2,0		8—7	1000—900	
250—300		2,0		7—6	700—500	
300—450		1,5		5	400—300	

7.4.4.6 Режимы термообработки деталей из стекол типов ОФ, СТК, ФК и ОК приведены в таблице 11.

Таблица 11

Марка стекла	Диаметр детали, мм	Толщина детали, не более, мм	Скорость нагревания до температуры 300—350 °С, °С/ч	Время выдержки при температуре 300—350 °С, ч	Скорость охлаждения, °С/ч
ОФ6	7—50	30	150	1	60—50
	50—80		100—80		50
	100—150		70—60		30
	150—200	40	60—50	2	25—30
	200—300		50—25		20—15
	300—400	60	25—20		15—10
	400—500		20—15		10—16
СТК3	670	90	10—15	2	2—5
	600	67			2—6
	555	60	12—15		4—6
	565	55			6—15
ОФ4	500	40	12—20		6—15
ФК14	420	45	15		10

Окончание таблицы 11

Марка стекла	Диаметр детали, мм	Толщина детали, не более, мм	Скорость нагревания до температуры 300—350 °С, °С/ч	Время выдержки при температуре 300—350 °С, ч	Скорость охлаждения, °С/ч
ОК1	7—50	10	120—100	2	35
	50—100	80	80		35
	100—150	30	60		20
	150—200	40	50—30		15
	200—250	40	25—15		10
	200—250	50	15—10		5
	250—320	50	10—8		3—2
	320—400	40	5		2,0—1,5
	Св. 400	50	3		1,5

7.4.4.7 Детали из стекла марки ОК1 следует хранить в закрытых ящиках во избежание резкого охлаждения. Все металлические приспособления для крепления деталей, контроля, транспортирования должны иметь такую же температуру, как детали из стекла марки ОК1. На поверхности детали из стекла марки ОК1 не допускаются мельчайшие заколы и грубые царапины.

7.4.5 Нанесение двухслойного ахроматического просветляющего покрытия (44Р×2).43Р.300-350.ахромат. на оптические детали из стекол марок ТБФ8, ТБФ9, ТБФ10, ТБФ11, ТБФ25, СТК3, СТК9, СТК12, СТК15, СТК16, СТК19, ОФ9

7.4.5.1 Для двухслойного просветляющего покрытия (44Р×2).43Р оптическую толщину первого слоя n_1h_1 и оптическую толщину второго слоя n_2h_2 вычисляют по следующим формулам:

$$n_1h_1 = \lambda_0/2; \quad (1)$$

$$n_2h_2 = \lambda_0/4. \quad (2)$$

7.4.5.2 Режимы нанесения двухслойного ахроматического просветляющего покрытия (44Р×2).43Р.350 на детали диаметром от 40 до 150 мм, изготовленные из стекол типов СТК и ТБФ, приведены в таблице 12.

Таблица 12

Длина волны, соответствующая минимальному отражению $\lambda(\rho_{min})$, нм	Номер слоя	Технологический слой	Масса тетраэтоксититана (тетраэтоксисилана), г, в 100 см^3 пленкообразующего раствора	Частота вращения детали, об/мин	Оптическая толщина слоя nh, нм	Время термообработки при температуре 350 °С, ч
400—600	1	1	15 г тетраэтоксититана	4000—4500	240—250	2
	2	1	10 г тетраэтоксисилана	3200—3500	120—125	
540—860	1	1	15 г тетраэтоксититана	3500	350—380	
		2	15 г тетраэтоксититана	3500		
	2	1	18 г тетраэтоксисилана	5000	180—190	
460—720	1	1	1 5 г тетраэтоксититана	2000	280	
	2	1	10 г тетраэтоксисилана	3000	140	

Примечание — В случае пологого экстремума коэффициента отражения под $\lambda(\rho_{min})$ понимается спектральный диапазон просветления, в котором коэффициент отражения удовлетворяет указанным условиям просветления.

7.4.5.3 Кривые спектральных коэффициентов отражения $\rho(\lambda)$ от поверхности стекол марок СТК19; ТБФ8, ТБФ10 с двухслойными ахроматическими просветляющими покрытиями приведены на рисунках А.13—А.15.

7.5 Нанесение трехслойных ахроматических просветляющих покрытий

7.5.1 Детали из стекла марок, приведенных в таблице 3, просветляют следующими видами покрытий: 45Р.(44Р×2).43Р.300-350, 43/46Р.(46Р×2).43Р.350, 43/51Р.(51Р×2).43Р.350.

7.5.2 Спектральный коэффициент отражения деталей с трехслойными ахроматическими просветляющими покрытиями для заданной области спектра не должен превышать 0,8 %.

7.5.3 Нанесение трехслойного просветляющего ахроматического покрытия 45Р.(44Р×2).43Р.300-350 на детали из стекол типов СТК, ОФ, ФК и ОК

7.5.3.1 Соотношение пленкообразующих растворов равных концентраций для смеси подбирают таким образом, чтобы обеспечить значение показателя преломления первого слоя в зависимости от показателя преломления стекла.

7.5.3.2 Показатель преломления первого слоя и соотношение пленкообразующих растворов в смеси в зависимости от показателя преломления стекла приведены в таблице 13.

Таблица 13

Показатель преломления		Наименование растворов в смеси и их соотношение в объемных долях	
стекла	1-го слоя	тетраэтоксититана и тетраэтоксисилана	хлорокиси гафния и тетраэтоксисилана
1,52—1,65 1,65—1,70 1,71—1,78	1,65—1,74 1,74—1,77 1,78—1,86	0,8:1,0; 1,0:1,0 1,0:1,0; 1,1:1,0 1,2:1,0; 1,5:1,0	2,0—3,0:1,0 3,5—4,0:1,0 5,0—8,0:1,0

7.5.3.3 Режимы нанесения трехслойного ахроматического просветляющего покрытия 45Р.(44Р×2).43Р.300-350 на детали, изготовленные из стекол типов СТК, ОФ, ФК и ОК, с промежуточным прогреванием слоев приведены в таблице 14.

Таблица 14

Марка стекла	Диаметр детали, мм	Длина волны, соответствующая минимальному отражению $\lambda(\rho_{min})$, нм	Номер слоя	Масса тетраэтоксититана, тетраэтоксисилана, г, в 100 $см^3$ пленкообразующего раствора, соотношение растворов в объемных долях	Частота вращения детали, об/мин	Время термообработки при температуре 300—350 °С, ч
СТК3 СТК7 СТК8 ОФ4	6—10	410—650	1	Смесь тетраэтоксититана от 18 до 20 г и тетраэтоксисилана от 18 до 20 г, соотношение растворов 1,1:1,0; 1,0:1,0	16 000—4000	1—2
			2	От 32 до 33 г тетраэтоксититана		
			3	От 18 до 20 г тетраэтоксисилана		
	15—20	410—650	1	Смесь тетраэтоксититана от 15 до 16 г с тетраэтоксисиланом от 15 до 16 г, соотношение растворов 1,1:1,0; 1,0:1,0	8000—6000	1—2
			2	От 28 до 26 г тетраэтоксититана		
			3	От 16 до 15 г тетраэтоксисилана		
	20—35	410—650	1	Смесь тетраэтоксититана от 9 до 15 г с тетраэтоксисиланом от 9 до 15 г, соотношение растворов 1,1:1,0; 1,0:1,0	6000—3500	1—2
			2	От 16 до 26 г тетраэтоксититана		
			3	От 15 до 10 г тетраэтоксисилана		

Окончание таблицы 14

Марка стекла	Диаметр детали, мм	Длина волны, соответствующая минимальному отражению $\lambda(\rho_{min})$, нм	Номер слоя	Масса тетраэтоксититана, тетраэтоксисилана, г, в 100 $см^3$ пленкообразующего раствора, соотношение растворов в объемных долях	Частота вращения детали, об/мин	Время термообработки при температуре 300—350 °С, ч
СТК7 СТК8 СТК12 ОФ4	30—80	540—780	1	Смесь из 9 г тетраэтоксититана и 9 г тетраэтоксисилана, соотношение растворов 1,1:1,0; 1,0:1,0	3000—3200	2
			2	15 г тетраэтоксититана	2200—2500	
			3	10 тетраэтоксисилана	3000—3500	
ОФ6 СТК3	200—300	540—840	1	Смесь тетраэтоксититана от 3,5 до 4,0 г с тетраэтоксисиланом от 3,5 до 4,0 г, соотношение растворов 1,0:1,0	700—550	2
			2	От 6 до 7 г тетраэтоксититана	300—550	
			3	От 3 до 4 г тетраэтоксисилана	500—700	
	400	540—840	1	Смесь из 3 г тетраэтоксититана и 3 г тетраэтоксисилана, соотношение растворов 1,1:1,0	200	2
			2	5 г тетраэтоксититана	250	
			3	3 г тетраэтоксисилана	300	
ФК11	45	410—650	1	Смесь из 10 г тетраэтоксититана и 10 г тетраэтоксисилана, соотношение растворов 0,8:1,0	2750—3000	2
			2	17 г тетраэтоксититана	2700—3000	
			3	12 г тетраэтоксисилана	4000—4500	
ФК14 ФК24	80	410—660	1	Смесь из 7 г тетраэтоксититана и 7 г тетраэтоксисилана, соотношение растворов 0,8:1,0	2500	2
			2	14 г тетраэтоксититана	1500	
			3	8 г тетраэтоксисилана	2500	
ОК1	250—300	540—840	1	Смесь из 4 г тетраэтоксититана и 4 г тетраэтоксисилана, соотношение растворов 0,8:1,0	700—750	2
			2	От 6,0 до 6,5 г тетраэтоксититана	300—500	
			3	От 4 до 6 г тетраэтоксисилана	500—700	

Примечание — В случае пологого экстремума коэффициента отражения под $\lambda(\rho_{min})$ понимается спектральный диапазон просветления, в котором коэффициент отражения удовлетворяет указанным условиям просветления.

7.5.3.4 Режимы нанесения трехслойного ахроматического просветляющего покрытия 45Р.(44Р×2).43Р.350 на детали, изготовленные из стекол марок ФК11, ФК24; СТК3, СТК7 без промежуточного прогревания слоев, приведены в таблице 15.

Таблица 15

Марка стекла	Диаметр детали, мм	Длина волны, соответствующая минимальному отражению $\lambda(\rho_{min})$, нм	Номер слоя	Масса тетраэтоксититана (тетраэтоксисилана), г, в 100 см^3 пленкообразующего раствора, соотношение растворов в объемных долях	Объем этилового спирта с массовой долей, %, до 100 см^3	Соляная кислота, см^3, в 100 см^3 пленкообразующего раствора	Частота вращения детали, об/мин	Время термообработки при температуре 350 °С, ч	Цвет
ФК11	45—80	480—760	1	Смесь из 9 г тетраэтоксититана и 9 г тетраэтоксисилана, соотношение растворов 0,8:1,0	98,5—98,0	0,1	2800	1	Бесцветный
			2	12 г тетраэтоксититана	99,2	0,3	2000	Без прогревания	Зеленовато-сиреневый
			3	8 г тетраэтоксисилана	94,0	0,1	2000	2	Сиренево-синий
	300—500	480—910	1	Смесь из 4 г тетраэтоксититана и 4 г тетраэтоксисилана, соотношение растворов 0,8:1,0	97,5 98,0	0,75—0,1 —	500 (в течение 1 мин)	1	Бесцветный
			2	6 г тетраэтоксититана	97,5	0,1	600 (в течение 1,5 мин)	Без прогревания	Зеленовато-сиреневый
			3	4 г тетраэтоксисилана	98,0	0,05	400	2	Сиренево-синий
ФК24	300—500	460—790	1	Смесь из 4 г тетраэтоксититана и 4 г тетраэтоксисилана, соотношение растворов 0,8:1,0	97,5 98,0	0,75 —	400 (в течение 1 мин)	4	Бесцветный
			2	5 г тетраэтоксититана	97,5	0,75—0,1	200 (в течение 2 мин)	Без прогревания	Зеленоватый
			3	4 г тетраэтоксисилана	98,0	0,06	450	36	Сиреневый
СТК3	300—500	440—770	1	Смесь из 4 г тетраэтоксититана и 4 г тетраэтоксисилана, соотношение растворов 1,1:1,0	98 98	0,1 —	450	1	Бесцветный
			2	6 г тетраэтоксититана	98	0,15	600	Без прогревания	Зеленовато-сиреневый
			3	4 г тетраэтоксисилана	98	0,05	400	2	Сиреневый

Окончание таблицы 15

Марка стекла	Диаметр детали, мм	Длина волны, соответствующая минимальному отражению $\lambda(\rho_{min})$, нм	Номер слоя	Масса тетраэтоксититана (тетраэтоксисилана), г, в 100 $см^3$ пленкообразующего раствора, соотношение растворов в объемных долях	Объем этилового спирта с массовой долей, %, до 100 $см^3$	Соляная кислота, $см^3$, в 100 $см^3$ пленкообразующего раствора	Частота вращения детали, об/мин	Время термообработки при температуре 350 °С, ч	Цвет
СТК3	300—700	490—840	1	Смесь из 3 г тетраэтоксититана и 3 г тетраэтоксисилана, соотношение растворов 1:1	98 98	0,1 —	300	1	Бесцветный
			2	5 г тетраэтоксититана	98	0,15	300	1	Розовато-сиреневый
			3	3 г тетраэтоксисилана	98	0,05	400	2	Фиолетовый
СТК7	300—700	460—820	1	Смесь из 4 г тетраэтоксититана и 4 г тетраэтоксисилана, соотношение растворов 1,1:1,0	98 98	0,1 —	400	1	Бесцветный
			2	5 г тетраэтоксититана	98	0,15	200	Без прогревания	Зеленоватый
			3	4 г тетраэтоксисилана	98	0,15	450	2	Сиренево-фиолетовый

Примечание — В случае пологого экстремума коэффициента отражения под $\lambda(\rho_{min})$ понимается спектральный диапазон просветления, в котором коэффициент отражения удовлетворяет указанным условиям просветления.

При нанесении трехслойных ахроматических просветляющих покрытий без промежуточного прогревания слоев после нанесения второго слоя 44Р детали, не снимая со станка, при медленном вращении прогревают под инфракрасными лампами, затем наносят третий слой 43Р и прогревают при температуре от 300 °С до 350 °С в течение 2 ч.

7.5.3.5 Термообработку просветленных крупногабаритных деталей осуществляют по 7.1.10.8 и в соответствии с данными, приведенными в таблице 2. Необходимые скорости нагревания и охлаждения рассчитывают в зависимости от марок стекла, диаметра и толщины детали.

7.5.3.6 Кривые спектральных коэффициентов отражения $\rho(\lambda)$ от поверхности стекол марок: ОФ4, ОФ5, ОФ6, ОФ8; ОК1; ФК11; СТК3, СТК9, СТК12, СТК19, с трехслойными ахроматическими просветляющими покрытиями приведены на рисунках А.16—А.24.

7.5.4 Нанесение трехслойного просветляющего покрытия (45Р×2).(44Р×2).43Р.350 на детали из стекол марок ТБФ3, ТБФ8, ТБФ9, ТБФ10, ТБ11, ТБФ25

7.5.4.1 Для просветления деталей из стекол с показателем преломления выше 1,75 может быть использовано трехслойное ахроматическое просветляющее покрытие (45Р×2).(44Р×2).43Р.350.

7.5.4.2 Кривая спектрального коэффициента отражения $\rho(\lambda)$ от поверхности стекла марки ТБФ11 с трехслойным просветляющим покрытием (45Р×2).(44Р×2).43Р.350 приведена на рисунке А.25.

7.5.4.3 Соотношение показателей преломления стекла и слоев трехслойного покрытия должно быть следующим:

$$n_D > n_1 < n_2 > n_3. \quad (3)$$

7.5.4.4 Значения показателя преломления первого слоя в зависимости от показателя преломления стекла приведены в таблице 16.

Таблица 16

Показатель преломления стекла	Показатель преломления 1-го слоя
1,76—1,82	1,71—1,76
1,83—1,875	1,77—1,80
1,88—1,90	1,80—1,83
1,91—1,95	1,84—1,88

7.5.4.5 Значения показателей преломления второго и третьего слоев не зависят от показателя преломления стекла и соответственно должны быть равны: для слоя 44Р — n_2 от 2,12 до 2,15; для слоя 43Р — n_3 от 1,44 до 1,45.

7.5.4.6 Режимы нанесения трехслойного просветляющего покрытия (45Р×2).(44Р×2).43Р.350 на детали диаметром от 40 до 80 мм, изготовленные из стекла марки ТБФ11, для области от 420 до 760 нм приведены в таблице 17.

Таблица 17

Номер слоя	Масса тетраэтоксититана, тетраэтоксисилана, г, в 100 см^3 пленкообразующего раствора, соотношение растворов в объемных долях	Показатель преломления слоя *n*	Частота вращения детали, об/мин	Время термообработки при температуре 350 °С, ч
1	Смесь из 16 г тетраэтоксититана и 16 г тетраэтоксисилана, соотношение растворов 1,0:1,0; 1,1:1,0	1,75—1,76	4000—4500	2
2	От 15 до 16 г тетраэтоксититана	2,14	2500—3500	
3	10 г тетраэтоксисилана	1,44	4000—4500	

7.5.5 Нанесение трехслойных просветляющих покрытий 43/46Р.(46Р×2).43Р.350 и 43/51Р.(51Р×2).43Р.350 на детали из стекол марок СТК9, СТК15, СТК16 и СТК19

7.5.5.1 Режимы нанесения трехслойного просветляющего покрытия 43/46Р.(46Р×2).43Р.350 на детали, изготовленные из стекол марок СТК9, СТК15, СТК16, СТК19, приведены в таблице 18.

Таблица 18

Марка стекла	Длина волны, соответствующая минимальному отражению $\lambda(\rho_{min})$, нм	Номер слоя	Масса тетраэтоксититана, тетраэтоксисилана, хлорокисей гафния, циркония, г, в 100 см^3 пленкообразующего раствора, соотношение растворов в объемных долях	Частота вращения детали, об/мин	Время термообработки при температуре 350 °С, ч
СТК9 СТК19	400—680	1	Смесь из 10 г хлорокиси циркония и 10 г тетраэтоксисилана, соотношение растворов 4:1	2500	2
СТК9		2	22 г хлорокиси циркония	2500	
СТК19		3	10 г тетраэтоксисилана	3500	
Примечание — В случае пологого экстремума коэффициента отражения под $\lambda(\rho_{min})$ понимается спектральный диапазон просветления, в котором коэффициент отражения удовлетворяет указанным условиям просветления.					

7.5.5.2 Режимы нанесения трехслойного просветляющего покрытия 43/51Р.(51Р×2).43Р.350 на детали, изготовленные из стекол марок СТК9, СТК15, СТК16, СТК19, приведены в таблице 19.

Таблица 19

Марка стекла	Длина волны, соответствующая минимальному отражению $\lambda(\rho_{min})$, нм	Номер слоя	Диаметр детали, мм	Масса тетраэтоксититана, тетраэтоксисилана, хлорокисей гафния, циркония, г, в 100см^3 пленкообразующего раствора, соотношение растворов в объемных долях	Частота вращения детали, об/мин	Время термообработки при температуре 350 °С, ч
СТК9 СТК19 СТК119	420—680	1	40	Смесь из 14 г хлорокиси гафния и 14 г тетраэтоксисилана, соотношение растворов 4:1	2700—3000	2
		2		22 г хлорокиси гафния	2000—2500	
		3		10 г тетраэтоксисилана	2700—3000	
	400—700	1	180	Смесь из 7 г хлорокиси гафния и 7 г тетраэтоксисилана, соотношение растворов 5:1	900	
		2 (в два технологических слоя)		8 г хлорокиси циркония		
		3		5 г тетраэтоксисилана		
Примечание — В случае пологого экстремума коэффициента отражения под $\lambda(\rho_{min})$ понимается спектральный диапазон просветления, в котором коэффициент отражения удовлетворяет указанным условиям просветления.						

8 Контроль характеристик просветляющих покрытий

Контроль характеристик просветляющих покрытий проводят по ГОСТ Р 71279—2024 (раздел 8).

9 Требования безопасности

9.1 Организация и проведение работ по нанесению одно-, двух- и трехслойных просветляющих покрытий на оптические детали — по ГОСТ Р 71279—2024 (подраздел 9.1).

9.2 Предельно допустимые концентрации вредных веществ при нанесении одно-, двух- и трехслойных просветляющих покрытий — по ГОСТ Р 71279—2024 (подраздел 9.2).

9.3 Требования к помещениям и технологическому оборудованию — по ГОСТ Р 71279—2024 (подраздел 9.3).

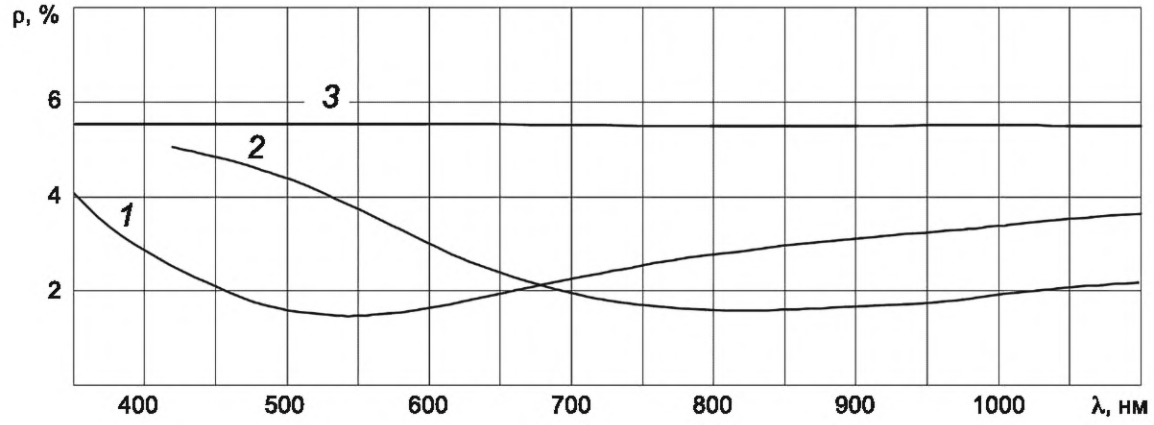
9.4 Требования к персоналу — по ГОСТ Р 71279—2024 (подраздел 9.4).

9.5 Требования к хранению и транспортированию химических веществ — по ГОСТ Р 71279—2024 (подраздел 9.5).

Приложение А
(справочное)

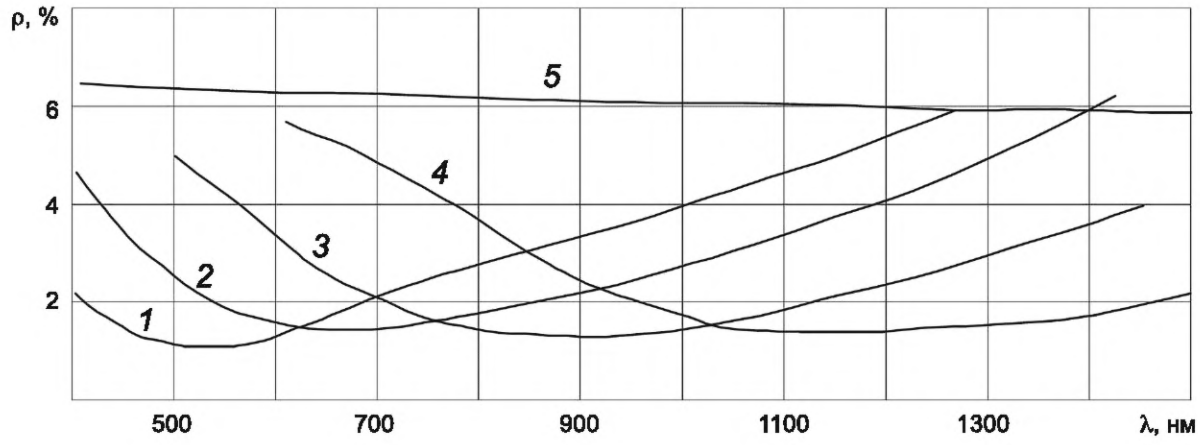
Кривые спектральных коэффициентов отражения от поверхности химически неустойчивых несиликатных стекол с одно-, двух- и трехслойными просветляющими покрытиями для различных областей спектра

На рисунках А.1—А.25 приведены кривые спектральных коэффициентов отражения от поверхности химически неустойчивых несиликатных стекол.



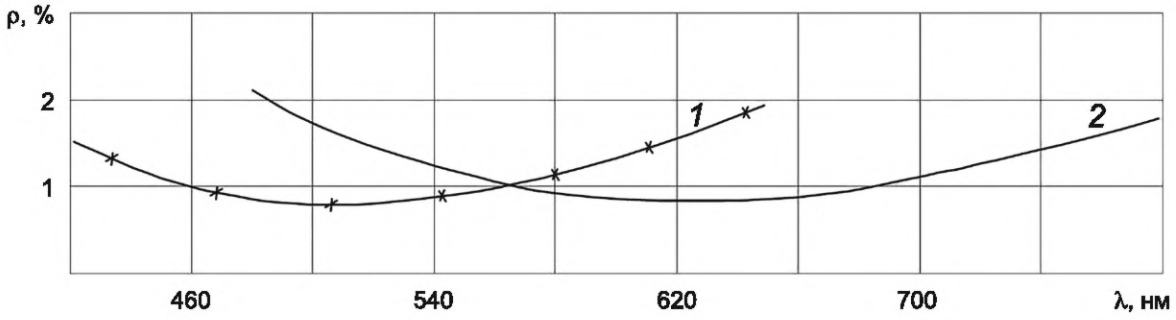
1 — λ_0 = 550 нм; *2* — λ_0 = 820 нм; *3* — без покрытия

Рисунок А.1 — Коэффициент отражения от поверхности стекла марки ОФ6 с покрытием 43Р.350



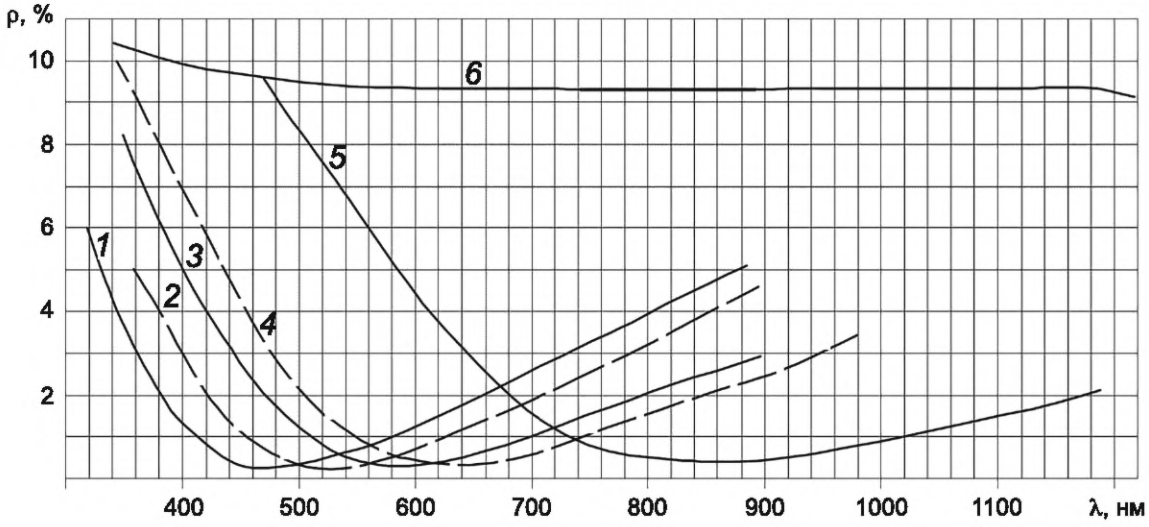
1 — λ_0 = 550 нм; *2* — λ_0 = 680 нм; *3* — λ_0 = 900 нм; *4* — λ_0 = 1150 нм; *5* — без покрытия

Рисунок А.2 — Коэффициент отражения от поверхности стекла марки ОФ4 с покрытием 43Р.350



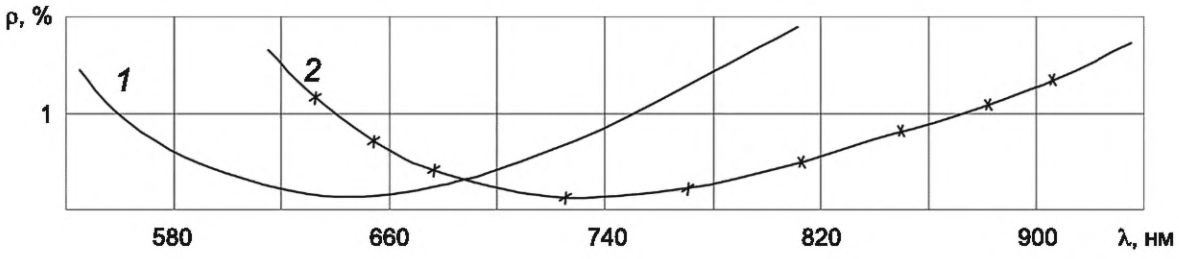
1 — λ_0 = 510 нм; *2* — λ_0 = 630 нм

Рисунок А.3 — Коэффициент отражения от поверхности стекол марок СТК9, СТК19 с покрытием 43Р.350



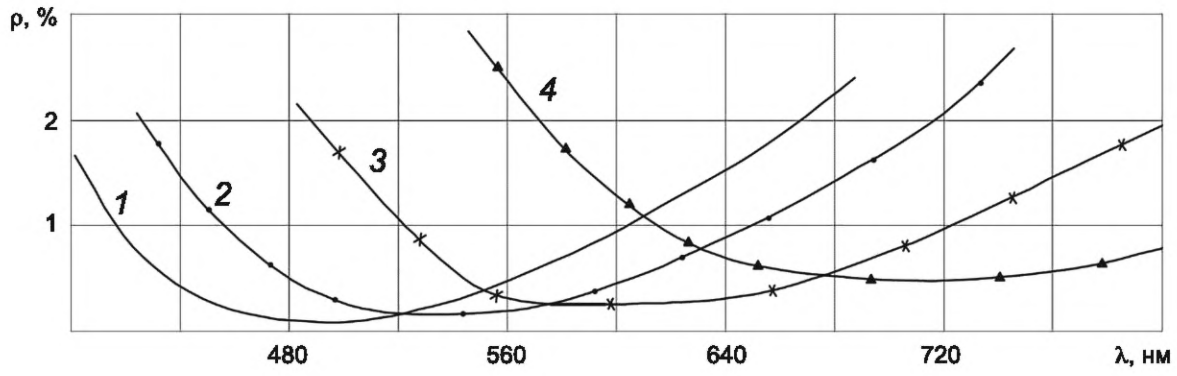
1 — λ_0 = 470 нм; *2* — λ_0 = 530 нм; *3* — λ_0 = 590 нм; *4* — λ_0 = 650 нм; *5* — λ_0 = 860 нм; *6* — без покрытия

Рисунок А.4 — Коэффициент отражения от поверхности стекла марки ТБФ8 с покрытием 43Р.350



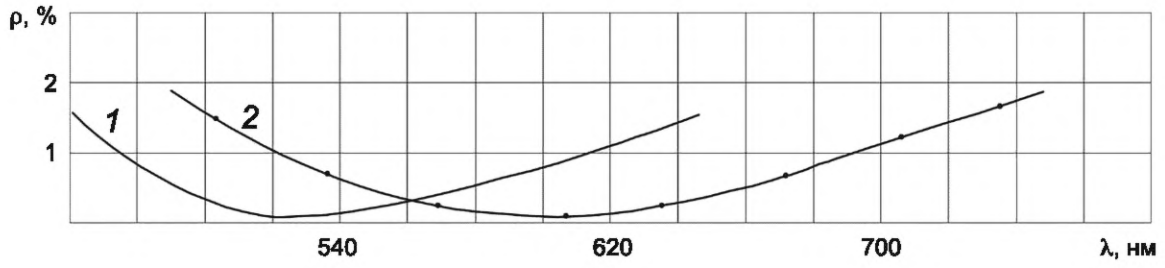
1 — λ_0 = 510 нм; *2* — λ_0 = 630 нм

Рисунок А.5 — Коэффициент отражения от поверхности стекла марки СТФ3 с однослойным покрытием 43Р.350



1 — λ_0 = 460 нм; *2* — λ_0 = 500 нм; *3* — λ_0 = 540 нм; *4* — λ_0 = 640 нм

Рисунок А.6 — Коэффициент отражения от поверхности стекол марок СТК9, СТК19 с двухслойным покрытием (51Р×0,26).(43Р×1,24).350



1 — λ_0 = 510 нм; *2* — λ_0 = 580 нм

Рисунок А.7 — Коэффициент отражения от поверхности стекол марок ОФ8, ОФ9 с двухслойным покрытием (44Р×0,44).(43Р×1,24).350

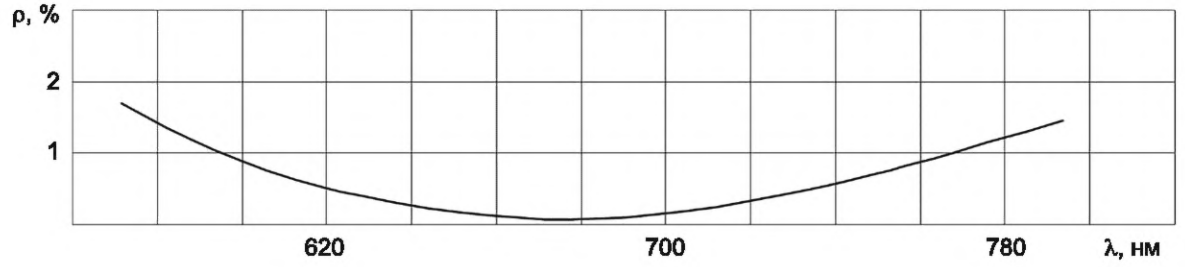
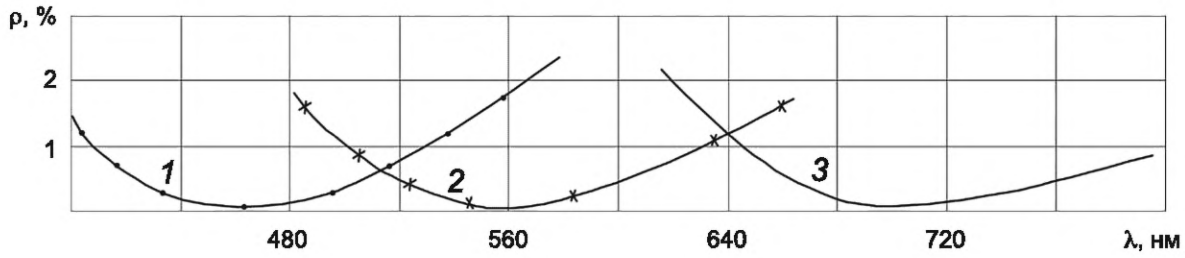
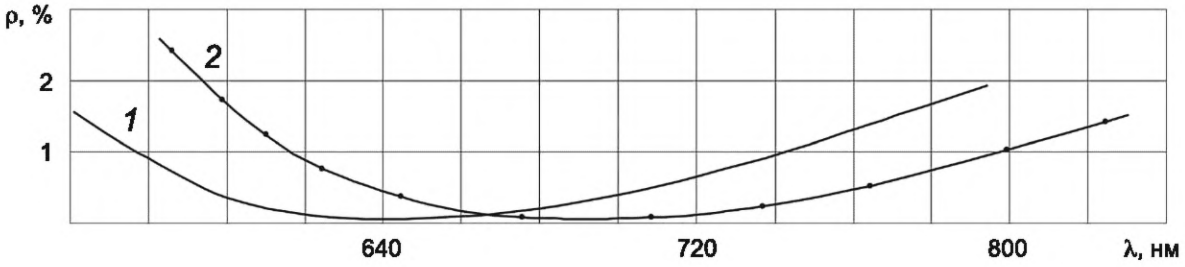


Рисунок А.8 — Коэффициент отражения от поверхности стекла марки ОФ4 с двухслойным покрытием (44Р×0,44).(43Р×1,24).350



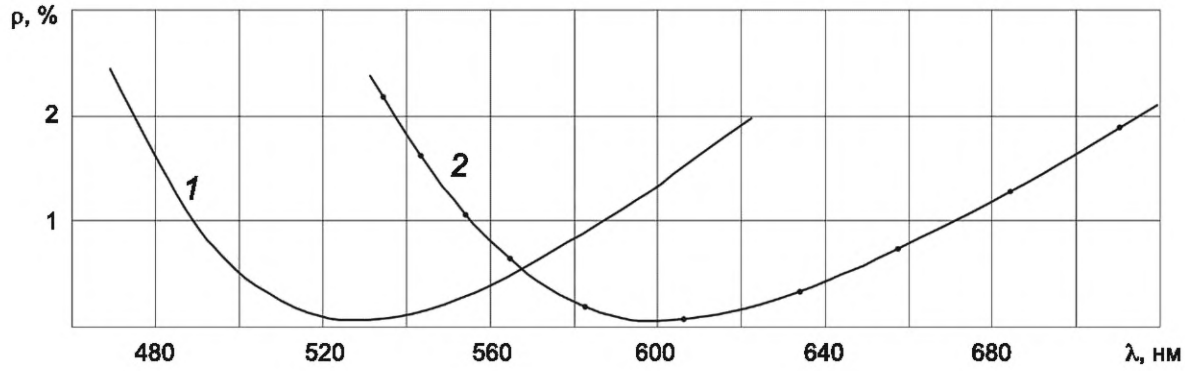
1 — λ_0 = 440 нм; *2* — λ_0 = 540 нм; *3* — λ_0 = 670 нм

Рисунок А.9 — Коэффициент отражения от поверхности стекол марок ФК14, ФК13, ФК24, ФК11 с двухслойным покрытием (44Р×0,44).(43Р×1,24).350



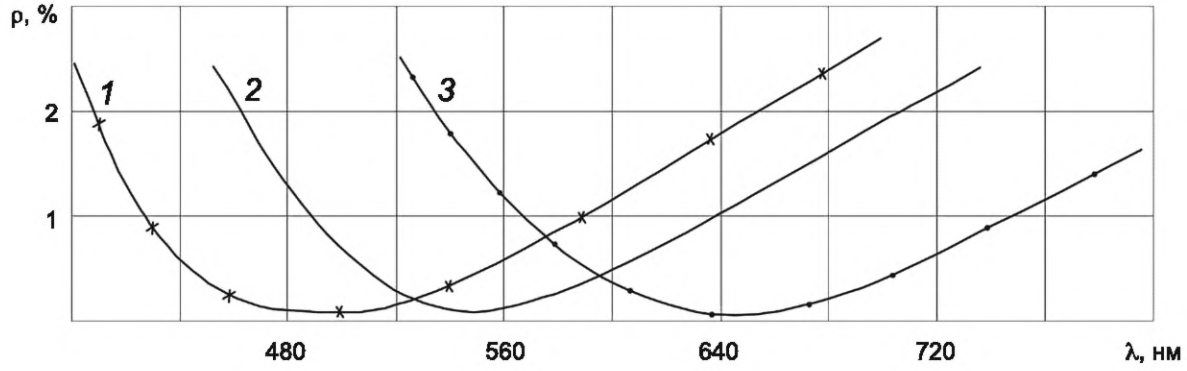
1 — λ_0 = 610 нм; *2* — λ_0 = 660 нм

Рисунок А.10 — Коэффициент отражения от поверхности стекла марки ОК1 с двухслойным покрытием (44Р×0,44).(43Р×1,24).350



1 — λ_0 = 480 нм; *2* — λ_0 = 550 нм

Рисунок А.11 — Коэффициент отражения от поверхности стекла марки СТК12 с двухслойным покрытием (44Р×0,44).(43Р×1,24).350



1 — λ_0 = 480 нм; *2* — λ_0 = 510 нм; *3* — λ_0 = 590 нм

Рисунок А.12 — Коэффициент отражения от поверхности стекла марки СТК3 с двухслойным покрытием (44Р×0,44).(43Р×1,24).350

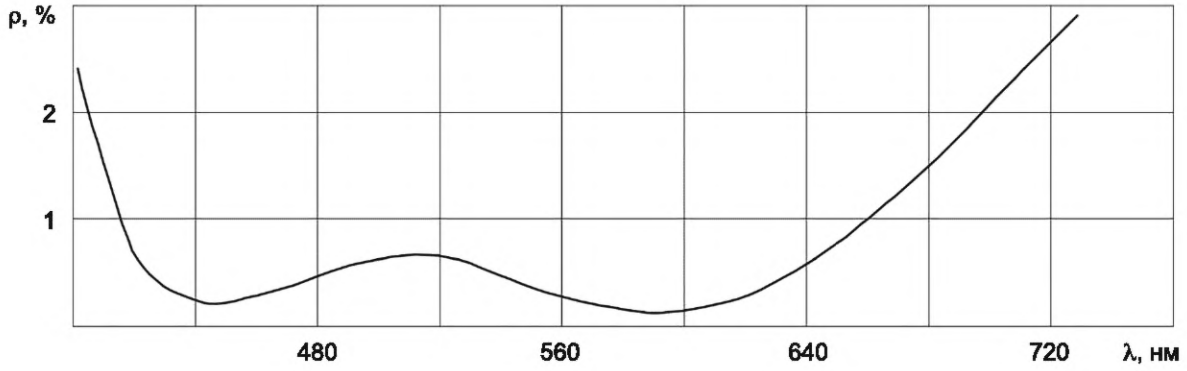
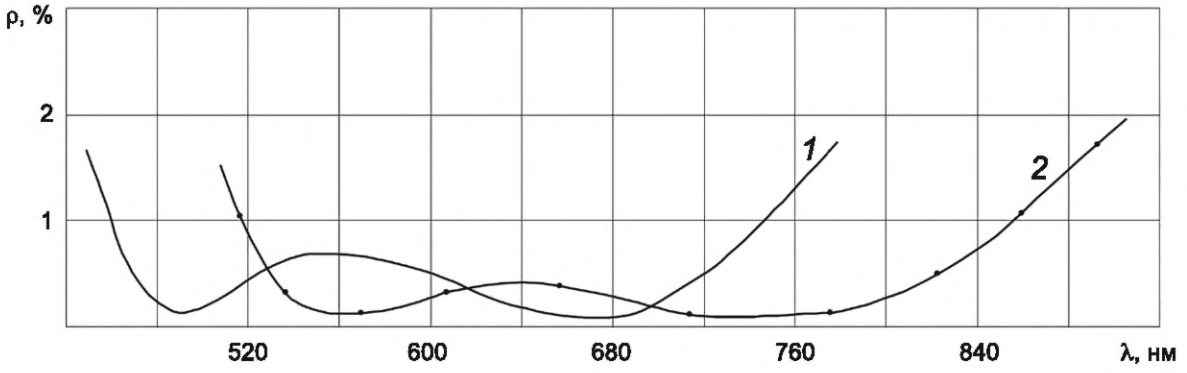
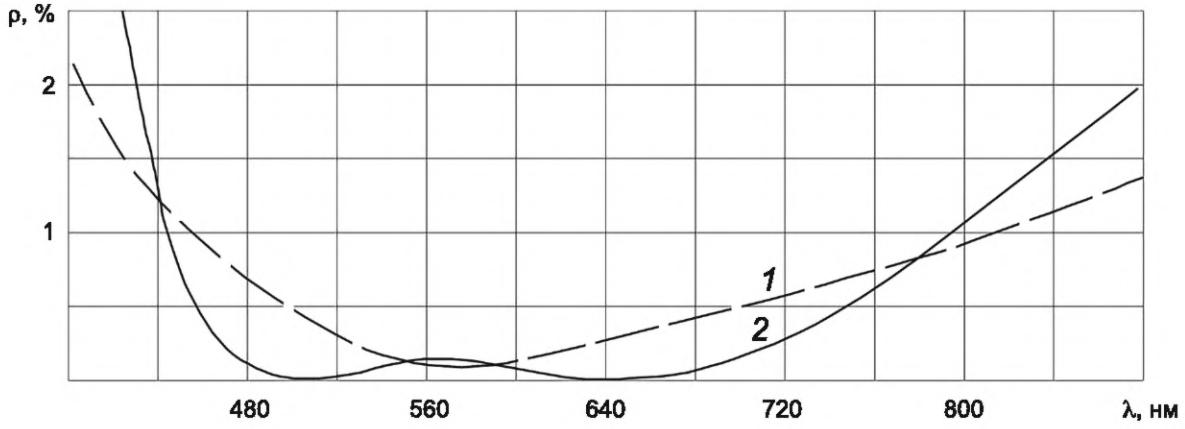


Рисунок А.13 — Коэффициент отражения от поверхности стекла марки СТК19 с двухслойным ахроматическим покрытием (51/44Р×2).43Р.350



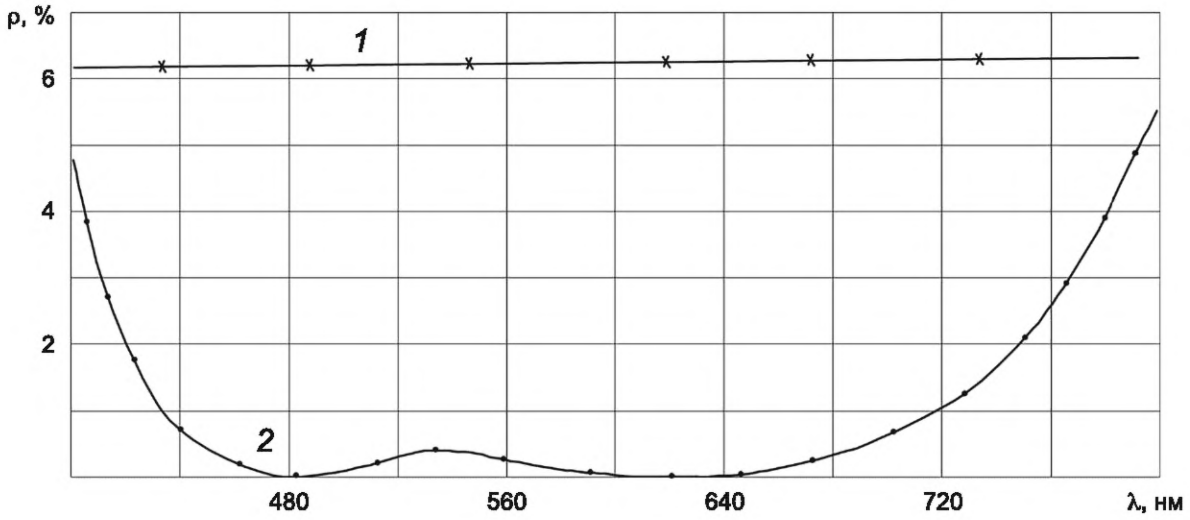
1 — λ_0 = 550 нм; *2* — λ_0 = 640 нм

Рисунок А.14 — Коэффициент отражения от поверхности стекла марки ТБФ10 с двухслойным ахроматическим покрытием (44Р×2).43Р.350



1 — 43Р.350; *2* — (44Р×2).43Р.350

Рисунок А.15 — Коэффициент отражения от поверхности стекла марки ТБФ8 с однослойным покрытием 43Р.350 и двухслойным покрытием (44Р×2).43Р.350



1 — без покрытия; *2* — 45Р.(44Р×2).43Р.350

Рисунок А.16 — Коэффициент отражения от поверхности стекла марки ОФ4 с трехслойным покрытием 45Р.(44Р×2).43Р.350

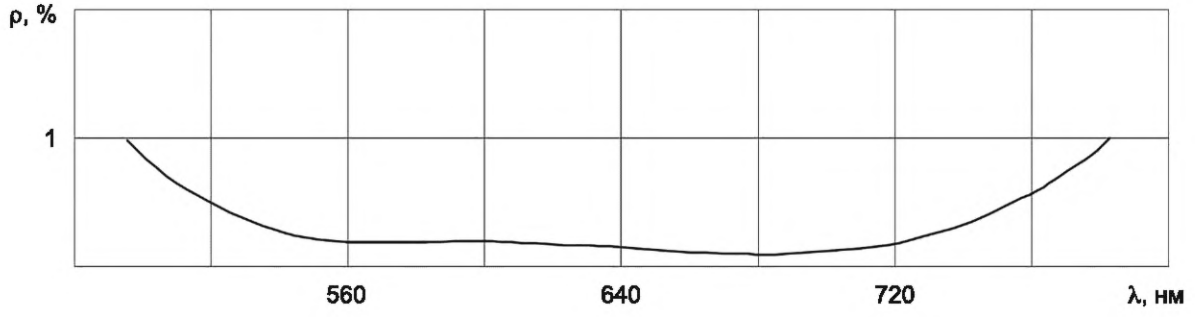


Рисунок А.17 — Коэффициент отражения от поверхности стекла марки ОФ8 с трехслойным покрытием 45Р.(44Р×2).43Р.350

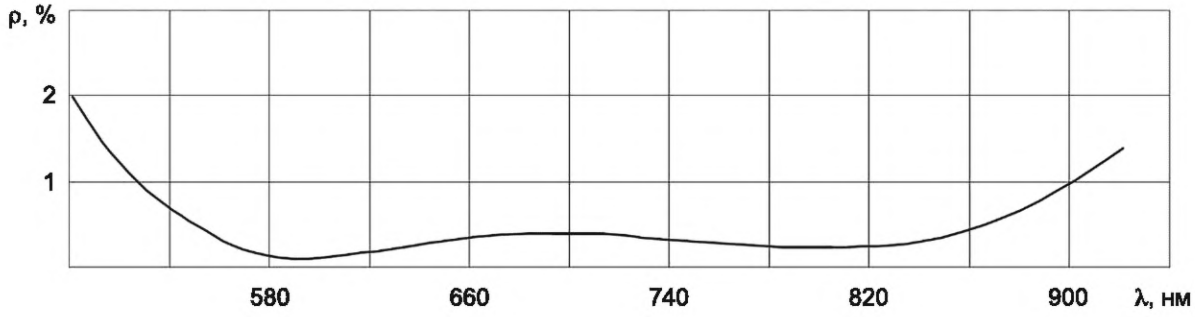


Рисунок А.18 — Коэффициент отражения от поверхности стекла марки ОФ6 с трехслойным покрытием 45Р.(44Р×2).43Р.350

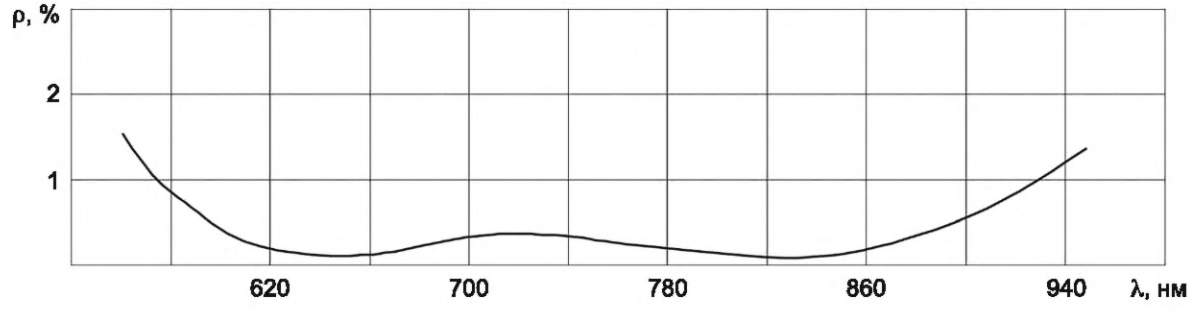
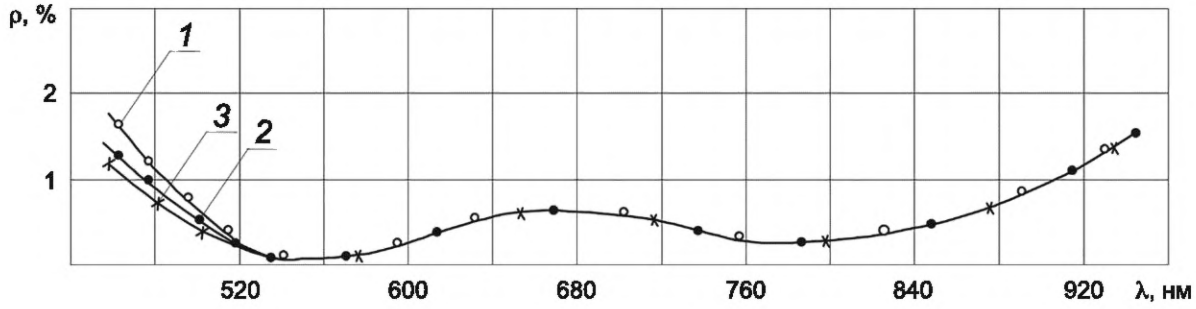


Рисунок А.19 — Коэффициент отражения от поверхности стекла марки ОК1 с трехслойным покрытием 45Р.(44Р×2).43Р.300



1 — в центре детали; *2* — в 80 мм от центра; *3* — в 120 мм от центра детали

Рисунок А.20 — Коэффициент отражения от поверхности детали диаметром 270 мм из стекла марки ФК11 с трехслойным покрытием 45Р.(44Р×2).43Р.350

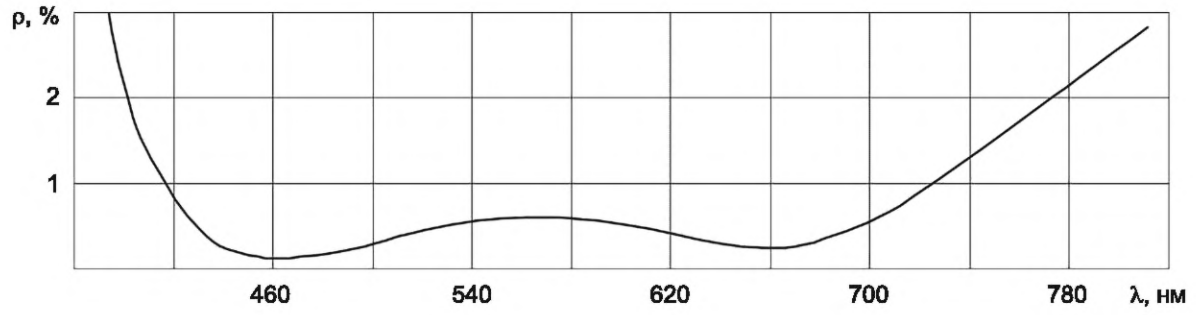


Рисунок А.21 — Коэффициент отражения от поверхности стекла марки СТК19 с трехслойным покрытием 43/51Р.(44Р×2).43Р.350

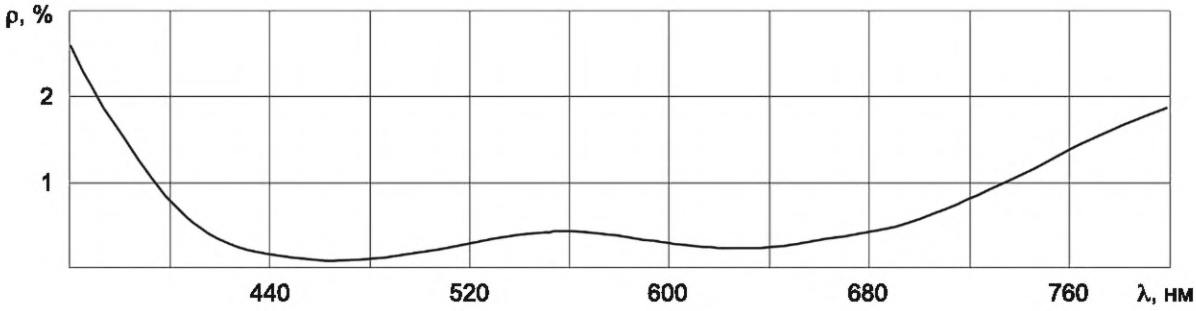
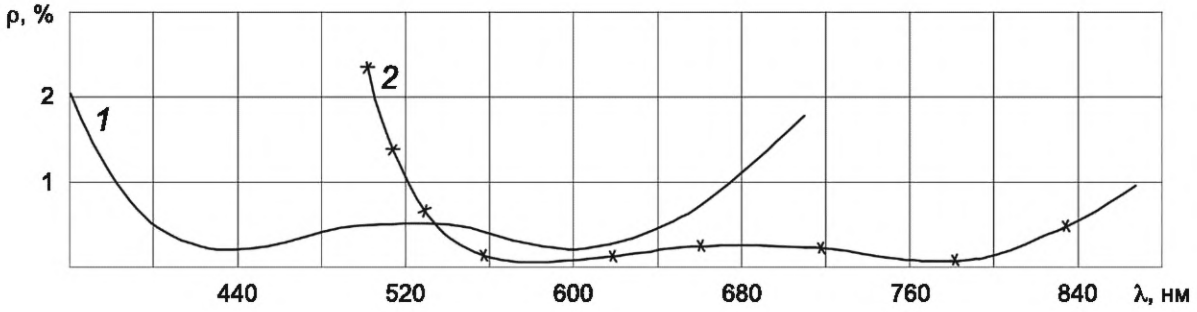


Рисунок А.22 — Коэффициент отражения от поверхности стекла марки СТК19 с трехслойным покрытием 45Р.(44Р×2).43Р.350



1 — λ_0 = 520 нм; *2* — λ_0 = 680 нм

Рисунок А.23 — Коэффициент отражения от поверхности стекла марки СТК3 с трехслойным покрытием 45Р.(44Р×2).43Р.350

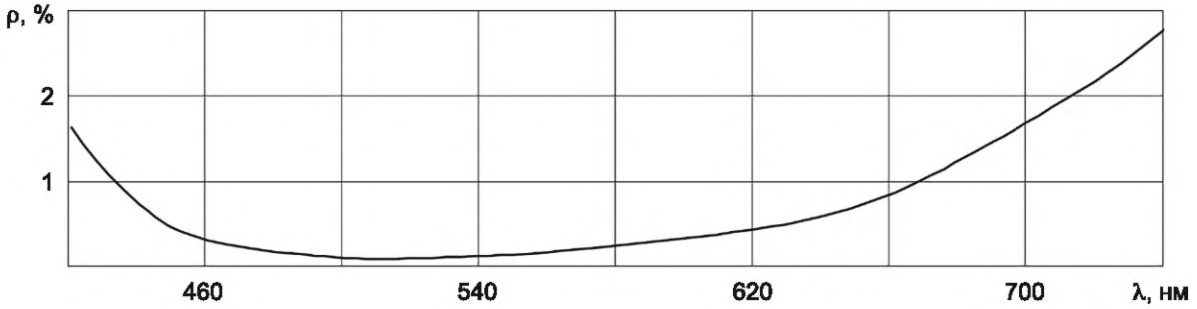


Рисунок А.24 — Коэффициент отражения от поверхности стекла марки СТК12 с трехслойным покрытием 45Р.(44Р×2).43Р.350

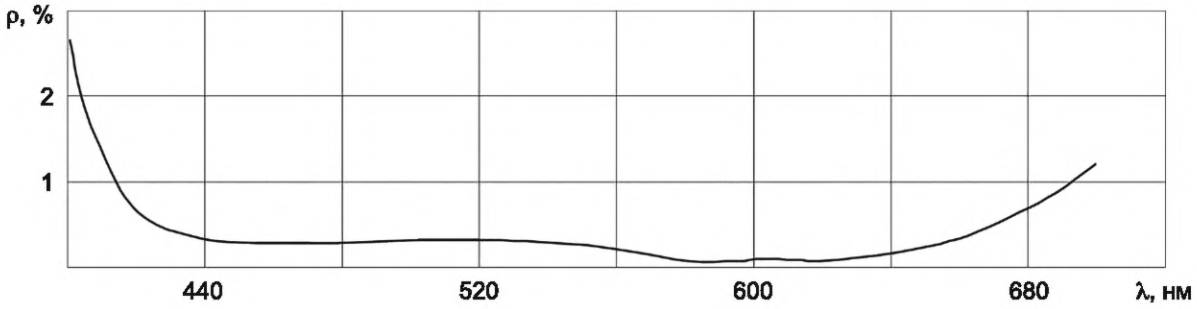


Рисунок А.25 — Коэффициент отражения от поверхности стекла марки ТБФ11 с трехслойным покрытием (45Р×2).(44Р×2).43Р.350

УДК 681.7.026.6:006.354 ОКС 37.020

Ключевые слова: оптика и фотоника, просветляющие покрытия, технология тонких пленок, оптические покрытия

Редактор *Л.С. Зимилова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *И.А. Королева*
Компьютерная верстка *М.В. Малеевой*

Сдано в набор 13.09.2024. Подписано в печать 18.09.2024. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 3,72. Уч.-изд. л. 2,98.

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.

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

gost.e-ecolog.ru