ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 71571— 2024

Оптика и фотоника

ДЕТАЛИ ОПТИЧЕСКИЕ

Типовой технологический процесс нанесения диэлектрических многослойных отражающих и светоделительных покрытий

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. № 1214-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

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Оптика и фотоника

ДЕТАЛИ ОПТИЧЕСКИЕ

Типовой технологический процесс нанесения диэлектрических многослойных отражающих и светоделительных покрытий

Optics and photonics. Optical details. The standard technological process of deposition of dielectric reflective and light dividing coatings

Дата введения — 2025—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает требования к типовому технологическому процессу (ТТП) нанесения диэлектрических многослойных отражающих и светоделительных покрытий на оптические детали, изготовленные из силикатных стекол, методом резистивного испарения в вакууме для видимой и ближней инфракрасной области спектра.

Настоящий стандарт распространяется на оптические детали из силикатных стекол по ГОСТ 3514 групп химической устойчивости А1 по ГОСТ 13917 размером не более 500 мм.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 3 Перчатки хирургические резиновые. Технические условия

ГОСТ 12.0.230 Система стандартов безопасности труда. Системы управления охраной труда. Общие требования

ГОСТ 12.1.003 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности

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

ГОСТ 12.1.005 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей среды

ГОСТ 12.1.016 Система стандартов безопасности труда. Воздух рабочей зоны. Требования к методикам измерения концентраций вредных веществ

ГОСТ 12.2.003 Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности

ГОСТ 12.2.007.0 Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности

ГОСТ 12.3.043 Система стандартов безопасности труда. Процессы производственные нанесения оптических покрытий на детали. Общие требования безопасности

ГОСТ 12.4.021 Система стандартов безопасности труда. Системы вентиляционные. Общие требования

ГОСТ 12.4.103 Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная защитная, средства индивидуальной защиты ног и рук. Классификация

ГОСТ 618 Фольга алюминиевая для технических целей. Технические условия

ГОСТ 1012 Бензины авиационные. Технические условия

Издание официальное

ГОСТ 3514 Стекло оптическое бесцветное. Технические условия

ГОСТ 4461 Реактивы. Кислота азотная. Технические условия

ГОСТ 5556 Вата медицинская гигроскопическая. Технические условия

ГОСТ 5632 Нержавеющие стали и сплавы коррозийно-стойкие, жаростойкие и жаропрочные. Марки

ГОСТ 9285 (ИСО 992—75, ИСО 995—75, ИСО 2466—73) Калия гидрат окиси технический. Технические условия

ГОСТ 11069 Алюминий первичный. Марки

ГОСТ 11141 Детали оптические. Классы чистоты поверхностей. Методы контроля

ГОСТ 13867 Продукты химические. Обозначения чистоты

ГОСТ 13917 Материалы оптические. Методы определения химической устойчивости. Группы химической устойчивости

ГОСТ 18905 Проволока молибденовая. Сортамент

ГОСТ 25142 (СТ СЭВ 1156—78) Шероховатость поверхности. Термины и определения

ГОСТ 29298 Ткани хлопчатобумажные и смешанные бытовые. Общие технические условия

ГОСТ 33075 Напальчники резиновые. Технические требования

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

ГОСТ Р 52538 Чистые помещения. Одежда технологическая. Общие требования

ГОСТ Р 55878 Спирт этиловый технический гидролизный ректификованный. Технические условия

ГОСТ Р 59123 Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты. Общие требования и классификация

ГОСТ Р 59608.3 Оптика и фотоника. Покрытия оптические. Часть 3. Классификация по стойкости к воздействию внешних факторов и методы испытаний

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

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **отражающее покрытие:** Многослойное диэлектрическое покрытие с коэффициентом отражения не менее 99 %.

3.2 **светоделительное покрытие:** Многослойное диэлектрическое покрытие с коэффициентом отражения менее 99 %.

4 Технические требования и характеристики

4.1 Многослойные диэлектрические покрытия, предназначенные для увеличения коэффициента отражения поверхности оптической детали (далее — деталь) для заданной длины волны λ_0 в области спектра от 0,4 до 2,5 мкм, в данном стандарте подразделяют на два типа:

- отражающие с коэффициентом отражения не менее 99 %;
- светоделительные с коэффициентом отражения менее 99 %.

4.2 Многослойное покрытие должно состоять из наносимых на деталь поочередно слоев с высоким $n_в$ и низким $n_н$ показателями преломления.

Оптическая толщина каждого слоя nh должна быть равна 1/4 заданной длины волны λ_0, для которой коэффициент отражения должен быть максимальным.

Покрытия должны состоять из чередующихся слоев:

- ZnS и MgF_2; ZnS и YF_3 — для области спектра от 0,40 до 1,35 мкм;
- ZnS и Na_3AlF_6 — для области спектра от 0,40 до 1,00 мкм;
- Sb_2S_3 и SrF_2; ZnS и SrF_2 — для области спектра от 1,00 до 2,50 мкм.

Показатели преломления слоев, в зависимости от испаряемого вещества, приведены в таблице 1.

Таблица 1 — Показатели преломления слоев

Испаряемое вещество	Показатель преломления	Область спектра, мкм
Магний фтористый MgF_2	1,38	0,40 — 1,35
Иттрий фтористый YF_3	1,50	
Натрий алюмофтористый (криолит) Na_3AlF_6	1,36	0,40 — 1,00
Цинк сернистый ZnS	2,30	0,40 — 0,70
	2,20	0,80 — 2,50
Стронций фтористый SrF_2	1,41	1,00 — 2,50
Сурьма трехсернистая Sb_2S_3	2,70	

4.3 Максимальные расчетные значения коэффициентов отражения покрытий ρ_{max} на деталях с показателем преломления 1,51 для заданной длины волны λ_0, в зависимости от числа чередующихся слоев и их показателя преломления для нормального угла падения излучения, приведены в таблице 2.

Таблица 2 — Расчетные значения коэффициентов отражения покрытий

Число чередующихся слоев	Коэффициент отражения ρ_{max}, %				
	Для слоев с показателями преломления				
	$n_в$ = 2,30 $n_н$ = 1,38	$n_в$ = 2,20 $n_н$ = 1,38	$n_в$ = 2,20 $n_н$ = 1,50	$n_в$ = 2,30 $n_н$ = 1,50	$n_в$ = 2,70 $n_н$ = 1,41
1	31,0	27,5	27,5	30,9	43,1
3	66,2	61,0	55,7	61,3	79,7
5	86,2	82,4	76,3	81,3	94,0
7	94,8	92,6	88,2	91,6	98,3
9	98,1	97,0	94,3	96,3	99,5
11	99,3	98,8	97,3	98,4	99,8
13	99,7	99,5	98,7	99,3	—
15	99,9	99,8	99,4	99,7	—

4.4 Для получения промежуточных значений коэффициентов отражения оптическая толщина последнего слоя должна быть менее $\lambda_0/4$ (подбирают экспериментально).

4.5 Покрытия должны быть устойчивы при температуре (20 ± 2) °С и относительной влажности от 80 % до 82 %.

При работе в условиях с повышенной влажностью оптические детали с покрытиями следует использовать в герметичных приборах.

4.6 По механической прочности покрытия должны соответствовать категории В по ГОСТ Р 59608.3.

4.7 Для повышения механической прочности и влагостойкости покрытия из ZnS — MgF_2, ZnS — YF_3 следует наносить на нагретые в вакууме детали при температуре от 250 °С до 300 °С.

При этом последним следует дополнительно наносить защитный слой MgF_2 (YF_3) оптической толщиной $\lambda_0/4 \le nh \le \lambda_0/2$, где n — показатель преломления вещества, h — толщина слоя покрытия.

По механической прочности такие покрытия должны соответствовать категории D по ГОСТ Р 59608.3.

4.8 Покрытия из ZnS — MgF_2, ZnS — YF_3 и ZnS — SrF_2 должны выдерживать нагрев на воздухе до температуры 400 °С; покрытия из Sb_2S_3 — SrF_2 до 150 °С.

4.9 Требования к деталям, на которые наносят покрытия

4.9.1 Покрытия следует наносить на детали плоской или сферической формы с отношением диаметра к радиусу кривизны менее 1.

4.9.2 Чистота поверхности деталей по ГОСТ 11141 должна быть для диаметра:

- менее 40 мм — не ниже класса IV;
- от 40 до 80 мм — не ниже класса V;
- свыше 80 мм — не ниже класса VI.

4.9.3 Шероховатость рабочей поверхности деталей *Ra* должна быть не более 0,05 мкм по ГОСТ 25142 определяемой на базовой длине 0,25 мм.

4.10 Нанесенные покрытия не должны снижать чистоту поверхности более чем на два класса.

5 Требования к оборудованию и материалам

5.1 Нанесение покрытий осуществляют в вакуумных установках, обеспечивающих давление в процессе испарения в рабочей камере не более $2 \cdot 10^{-5}$ мм рт. ст.

5.2 Вакуумная установка должна быть оборудована устройством контроля температуры нагрева деталей с автоматическим поддержанием заданной температуры регулировкой тока накала нагревателя.

5.3 Арматура, помещаемая под колпаком вакуумной камеры, должна включать:

- испаритель;
- экран над испарителем;
- держатель деталей с приводом вращения;
- устройство для смены контрольного образца;
- электрод высокого напряжения для ионной очистки деталей, изготовленный из первичного алюминия высокой чистоты марок А995, А97, А95 (алюминий — по ГОСТ 11069);
- нагреватель;
- датчик температуры.

5.4 Испарение ZnS и Sb_2S_3 осуществляют из испарителей, изготовленных из молибденовой или вольфрамовой фольги толщиной от 0,03 до 0,05 мм или корундизовых тиглей, нагревателем в которых служит спираль из молибденовой проволоки диаметром от 0,8 до 1,0 мм (молибденовая проволока — по ГОСТ 18905). Спираль, имеющая от 8 до 10 витков, должна иметь форму усеченного конуса высотой 5 мм. Спираль располагают в верхней части тигля над испаряемым веществом.

Испарение MgF_2, Na_3AlF_6, SrF_2, YF_3 осуществляют из испарителей, изготовленных из молибденовой или вольфрамовой фольги толщиной от 0,03 до 0,05 мм.

5.5 Толщину слоев в процессе нанесения покрытий контролируют с помощью встроенных систем контроля толщины, обеспечивающих точность контроля оптической толщины с погрешностью не более 12 нм.

5.6 Нанесение на поверхность деталей равномерного по толщине покрытия обеспечивается вращением держателя деталей вокруг центральной оси и эксцентричным расположением испарителей.

Например, при держателе деталей плоской формы испарители располагают так, чтобы угол, образуемый между направлением из центра вращения держателя к испарителю и осью вращения держателя, составлял от 39° до 40° — при испарении из «лодочек» и от 32° до 34° — при испарении из тиглей.

5.7 Для проведения технологического процесса рекомендуется применять следующие вспомогательные материалы:

- спирт этиловый технический гидролизный ректификованный, высший сорт по ГОСТ Р 55878;
- кислота азотная по ГОСТ 4461, химически чистая;
- гидрат окиси калия технический по ГОСТ 9285;
- бензин авиационный марки Б-70 по ГОСТ 1012;
- салфетки из отбеленного батиста по ГОСТ 29298;
- бязь отбеленная по ГОСТ 29298;
- фланель белая ворсованная по ГОСТ 29298;

- вата медицинская гигроскопическая по ГОСТ 5556;
- напальчники резиновые по ГОСТ 33075;
- перчатки резиновые хирургические по ГОСТ 3.

5.8 Пленкообразующие вещества для нанесения покрытий должны относиться к особо чистым по ГОСТ 13867.

6 Требования к подготовке оборудования и деталей

6.1 Для защиты арматуры от испаряемых веществ используют экраны, изготовленные из алюминиевой фольги марок АД0, АД1 толщиной от 0,2 до 0,3 мм (алюминиевая фольга — по ГОСТ 618) или листов нержавеющей стали марки 12Х18Н10Т толщиной от 0,3 до 1,0 мм (нержавеющая сталь — по ГОСТ 5632).

Периодичность смены экранов из алюминия или чистки экранов из нержавеющей стали — через 5—10 испарений.

Электрод высокого напряжения для обработки деталей разрядом оборачивают перед каждым испарением фольгой из алюминия, например, марок А97, А95 (алюминий — по ГОСТ 11069).

6.2 Чистку загрязненных деталей арматуры и экранов из нержавеющей стали осуществляют травлением их в водном растворе с массовой долей азотной кислоты от 20 % до 30 % с последующей промывкой горячей водой и сушкой в термостате при температуре (150 ± 10) °С.

Периодичность чистки — через 5—10 испарений.

Детали арматуры из нержавеющей стали, используемые впервые, промывают горячей водой с мылом, затем прополаскивают водопроводной водой и сушат в термостате при температуре (150 ± 10) °С.

6.3 Чистку деталей арматуры из алюминиевых сплавов осуществляют травлением в водном растворе с массовой долей азотной кислоты от 20 % до 30 % с последующей промывкой водопроводной водой. Затем детали травят в водном растворе с массовой долей гидрата окиси калия от 10 % до 20 %, промывают водопроводной водой, нейтрализуют в водном растворе с массовой долей азотной кислоты от 20 % до 30 %, промывают горячей водой и сушат в термостате при температуре (150 ± 10) °С.

Периодичность чистки — через 5—10 испарений.

Чистку деталей арматуры из алюминиевых сплавов, используемых впервые, осуществляют травлением в водном растворе с массовой долей гидрата окиси калия от 10 % до 20 %. Затем промывают водопроводной водой, нейтрализуют в водном растворе с массовой долей азотной кислоты от 20 % до 30 %, промывают горячей водой и сушат в термостате при температуре (150 ± 10) °С.

6.4 Детали арматуры, используемые впервые, перед чисткой по 6.2 и 6.3 обезжиривают бензином.

6.5 Допускается осуществлять чистку деталей арматуры и экранов из нержавеющей стали и алюминиевых сплавов шлифовальной бумажной шкуркой с последующим удалением загрязнений с помощью пылесоса и протиркой их бязевой салфеткой, смоченной этиловым ректификованным спиртом.

6.6 Перед каждым процессом испарения осуществляют чистку деталей арматуры с помощью пылесоса, затем протирают их бязевой салфеткой, смоченной этиловым ректификованным спиртом.

6.7 Перед нанесением покрытий поверхности деталей чистят обезжиренными батистовыми салфетками, смоченными перегнанным ректификованным спиртом.

Чистку осуществляют в резиновых перчатках или напальчниках, предварительно обезжиренных, при этом оптические детали берут за нерабочие поверхности.

6.8 На вакуумных установках с диаметром вакуумной камеры от 600 до 700 мм детали размером до 200 мм располагают на штатных держателях куполообразной формы. При этом нанесение на поверхность деталей равномерного по толщине покрытия достигают подбором наклона деталей по отношению к оси вращения держателя.

Детали размером от 200 до 300 мм располагают в центре держателя плоской формы.

6.9 На вакуумных установках с диаметром вакуумной камеры более 1000 мм детали размером до 300 мм располагают на штатном держателе куполообразной формы.

Детали размером от 300 до 500 мм располагают в центре держателя плоской формы. При этом нанесение на поверхность деталей равномерного по толщине покрытия достигают за счет подбора высоты расположения деталей над испарителем. Испарители располагают так, чтобы угол, образуемый между направлением из центра вращения держателя к испарителю и осью вращения, составлял от 39° до 40° при резистивном испарении и от 32° до 34° — при электронно-лучевом испарении.

Давление в вакуумной камере — не более 10^{-5} мм рт. ст.

7 Последовательность выполнения технологических операций по нанесению покрытий

7.1 При нанесении покрытий на нагретые детали включают привод вращения держателя деталей с частотой вращения от 10 до 20 об/мин и нагреватель подколпачной арматуры. Нагревают детали до температуры от 250 °С до 300 °С в течение 1 ч и выдерживают при этой температуре от 30 до 40 мин.

7.2 Подготавливают систему фотометрического контроля.

7.3 Включают привод вращения держателя деталей с частотой вращения от 40 до 60 об/мин.

7.4 Под экраном осуществляют обезгаживание и оплавление испаряемых веществ.

7.5 После обезгаживания мощность испарителя повышают до значения, необходимого для проведения испарения с заданной скоростью конденсации слоя, открывают экран и осуществляют испарение.

7.6 Режим работы испарителей для каждого вещества подбирают экспериментально.

Оценку скорости конденсации слоя на поверхность детали осуществляют по времени нанесения слоя оптической толщиной $\lambda_0/4$.

Значения скорости конденсации слоев в зависимости от пленкообразующего вещества слоя приведены в таблице 3.

Таблица 3 — Значения скорости конденсации слоев

Пленкообразующее вещество слоя	Скорость конденсации слоя, мкм/мин
ZnS на ненагретой детали	0,030—0,040
ZnS на нагретой детали	0,020—0,025
SrF_2, Na_3AlF_6, MgF_2, Sb_2S_3, YF_3 на ненагретой детали	0,050—0,060
MgF_2, YF_3 на нагретой детали	

7.7 Контроль толщины слоев в процессе нанесения проводят по одному или нескольким образцам-свидетелям, изготовленным из стекла марки К8, которые располагают в специальном держателе или на одном держателе вместе с деталями.

7.8 Контроль толщины слоев в процессе нанесения покрытия проводят по изменению показаний регистрирующего прибора фотометрического устройства.

7.8.1 Нанесение каждого слоя покрытия для области спектра от 0,4 до 1,2 мкм прекращают после достижения прибором первой экстремальной точки, что соответствует нанесению слоя оптической толщиной $\lambda_0/4$.

7.8.2 Нанесение каждого слоя покрытия для области спектра от 1,2 до 2,5 мкм прекращают после достижения прибором второй или третьей экстремальной точки. При этом длина волны, выделяемая фотометрическим устройством, составляет соответственно $\lambda_0/2$ или $\lambda_0/3$.

7.9 Все слои покрытия наносят за один цикл без промежуточного впуска воздуха.

7.10 После окончания процесса испарения отключают вакуумную установку в установленном порядке.

7.11 Впуск воздуха в вакуумную камеру осуществляют через 30 мин после окончания процесса испарения. При нанесении покрытий на нагретые детали впуск воздуха осуществляют после охлаждения детали до температуры 100 °С.

Для деталей диаметром более 60 мм сложной конфигурации режим охлаждения подбирают экспериментально.

8 Контроль качества

8.1 Контроль спектральных характеристик проводят не менее чем через сутки после нанесения покрытий.

8.2 Контроль спектрального коэффициента направленного пропускания покрытий проводят на спектрофотометрах, обеспечивающих необходимую точность измерения. Контроль покрытий нанесенных на сферические детали или детали сложной формы проводят по контрольному образцу, представляющему собой плоскопараллельную пластину, изготовленную из стекла той же марки, что и детали, расположенную относительно испарителей идентично расположению деталей.

8.3 Коэффициент отражения светоделительных и отражающих покрытий измеряют на спектрофотометрах, имеющих погрешность измерения направленного коэффициента отражения не более 0,1 % в необходимом спектральном диапазоне. Контроль покрытий, нанесенных на сферические детали или детали сложной формы, проводят по контрольному образцу, представляющему собой клиновидную (угол клиновидности от 10° до 12°) пластину, изготовленную из стекла той же марки, что и детали, расположенную относительно испарителей идентично расположению деталей.

8.4 Покрытие на контрольный образец наносят одновременно с деталями.

8.5 Стойкость оптических покрытий к воздействию внешних факторов проводят по ГОСТ Р 59608.3.

8.6 Контроль чистоты поверхности проводят по ГОСТ 11141.

8.7 Применяемые средства измерений должны быть поверены или калиброваны в установленном порядке.

8.7.1 Эталоны единиц величин должны быть аттестованы.

8.7.2 Стандартные образцы должны иметь утвержденный тип и соответствовать установленному сроку службы.

8.7.3 Испытательное оборудование должно быть аттестовано в соответствии с ГОСТ Р 8.568; средства измерений, используемые в составе испытательного оборудования, должны быть поверены.

8.7.4 Средства контроля и индикаторы, являющиеся техническими средствами, должны быть проверены на соответствие эксплуатационной документации.

9 Требования безопасности

9.1 В технологическом процессе к опасным факторам относят:

- электрооборудование и электропроводки низкого и высокого напряжений, которые могут вызвать поражение электрическим током, создающие пожароопасность;
- механизмы оборудования, которые могут привести к травме;
- химические вещества, которые могут вызвать функциональные изменения в организме человека, а также создающие пожароопасность.

9.2 Проведение технологического процесса нанесения покрытий, производственные помещения и оборудование по пожарной безопасности должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.1.004.

9.3 Персонал

9.3.1 К работе допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие медосмотр, обучение и аттестацию на право работы с агрессивными жидкостями.

9.3.2 Персонал, обслуживающий вакуумные установки, должен быть обучен и аттестован в соответствии с ГОСТ 12.3.043.

9.3.3 Проверку состояния здоровья персонала следует проводить как при допуске к работе, так и периодически в соответствии с нормативными документами, утвержденными в установленном порядке.

9.3.4 Персонал должен быть обеспечен спецодеждой и другими средствами индивидуальной защиты по ГОСТ Р 52538, ГОСТ Р 59123, ГОСТ 12.4.103, соответствующими требованиям [1], с учетом условий проведения работ.

9.3.5 Хранение, использование, периодический ремонт, чистка и другие виды профилактической обработки средств индивидуальной защиты персонала следует проводить в соответствии со стандартами и техническими условиями на эти средства защиты.

9.3.6 К работе с электрооборудованием допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности и имеющие допуск к работе согласно [2].

9.3.7 На рабочих местах должны находиться инструкции по охране труда, разработанные в соответствии с положением о разработке инструкций по охране труда предприятия и требованиями настоящего стандарта.

9.3.8 При изменении технологического процесса, применяемого оборудования, условий труда, а также при нарушении требований безопасности труда необходимо проводить внеплановый инструктаж и проверку знаний по безопасности труда и правилам пожарной безопасности.

9.3.9 Все вновь поступающие на работу должны проходить первичный инструктаж по безопасности труда, а работающие — периодический, согласно утвержденной инструкции.

9.4 Оборудование, применяемое для нанесения покрытий, должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.003 и ГОСТ 12.2.007.0.

9.4.1 Вакуумные установки должны быть оборудованы:

- автоматическим блокировочным устройством, отключающим электрическое напряжение со всех токоведущих частей подколпачной арматуры при наполнении колпака или камеры воздухом и подъеме колпака или камеры;
- при наличии колпака механизмом его подъема, исключающим произвольное падение колпака на плиту (стол — держатель деталей);
- устройством для подключения к вытяжной вентиляционной системе.

9.5 После прекращения испарения и снятия электрического напряжения следует проводить прокачку вакуумной камеры для удаления аэрозолей химических веществ от 10 до 20 мин с помощью форвакуумного насоса.

9.6 Тара с химическими веществами должна иметь этикетки с наименованием и краткой характеристикой ее содержимого.

9.7 Все работы с химическими веществами и легковоспламеняющимися жидкостями должны проводиться в вытяжном шкафу при скорости воздуха в рабочем проеме от 0,6 до 1,0 м/с при исправно действующей вентиляции.

9.8 Не допускается контактирование открытой поверхности кожи человека с химическими веществами.

9.9 При работе с легковоспламеняющимися веществами необходимо соблюдать требования пожарной безопасности по ГОСТ 12.1.004.

Недопустимо применение искрообразующих инструментов, открытого огня, курения, оголенных токоведущих инструментов и накопление статического электричества.

9.10 Перечень химических вредных веществ, применяемых или получаемых при выполнении ТТП нанесения покрытий, значение их предельно допустимых концентраций (ПДК) в воздухе рабочей зоны и класс опасности в соответствии с ГОСТ 12.1.005 приведены в таблице 4.

Таблица 4 — Перечень химически вредных веществ

Наименование вещества	ПДК, мг/м^3	Класс опасности
Магний фтористый MgF_2 (в пересчете на HF)	1	2
Иттрий фтористый YF_3 (в пересчете на HF)	1	2
Натрий алюмофтористый Na_3AlF_6	0,5	2
Стронций фтористый SrF_2	1	2
Сурьма трехсернистая Sb_2S_3 (в пересчете на Sb)	1	2
Цинк сернистый ZnS	5	3
Бензин авиационный марки Б-70	300	4
Гидрат окиси калия	0,5	2
Кислота азотная	2	3
Спирт этиловый технический гидролизный ректификованный	1000	4

Методы определения концентрации вредных веществ должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.1.016.

9.11 В соответствии с требованиями ГОСТ 12.4.021 и отраслевых правил и норм, утвержденных в установленном порядке, в помещении должны действовать вентиляционные системы:

- вытяжные общеобменные;
- местные от вытяжных шкафов и вакуумных установок;
- приточные общеобменные.

9.12 Уровень шума на рабочем месте при проведении технологического процесса должен соответствовать нормам, установленным в ГОСТ 12.1.003.

9.13 Контроль за выполнением требований безопасности должен соответствовать ГОСТ 12.0.230.

Библиография

[1] Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 019/2011 О безопасности средств индивидуальной защиты

[2] Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок (утверждены приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 15 декабря 2020 г. № 903н)

УДК 681.7.026.6:006.354 ОКС 37.020

Ключевые слова: оптика и фотоника, детали оптические, типовой технологический процесс нанесения диэлектрических многослойных отражающих и светоделительных покрытий

Редактор *Е.В. Якубова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *Р.А. Ментова*
Компьютерная верстка *А.Н. Золотаревой*

Сдано в набор 13.09.2024. Подписано в печать 17.09.2024. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,40. Уч.-изд. л. 1,20.

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