ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 71572— 2024

Оптика и фотоника

ДЕТАЛИ ОПТИЧЕСКИЕ

Общие требования к типовым технологическим процессам нанесения оптических покрытий вакуумным способом

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2024

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Федеральным государственным унитарным предприятием «Научно-исследовательский институт физической оптики, оптики лазеров и информационных оптических систем Всероссийского научного центра «Государственный оптический институт им. С.И. Вавилова» (ФГУП «НИИФООЛИОСВНЦ «ГОИ им. С.И. Вавилова») и Акционерным обществом «ЛОМО» (АО «ЛОМО») и Федеральным государственным бюджетным учреждением «Российский институт стандартизации» (ФГБУ «Институт стандартизации»)

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 15 октября 2024 г. № 1453-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

Общие требования к типовым технологическим процессам нанесения оптических покрытий вакуумным способом

Optics and photonics. Optical details. General requirements for typical technological processes for applying optical coatings by vacuum method

Дата введения — 2025—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на оптические детали (далее — детали) из стекла, кристаллических, поликристаллических и полимерных материалов и устанавливает общие требования к типовым технологическим процессам нанесения на них оптических покрытий (далее — покрытия) в вакууме способами электронно-лучевого и резистивного испарений (далее — вакуумный способ).

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие документы:

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

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

ГОСТ 618 Фольга алюминиевая для технических целей. Технические условия

ГОСТ 3118 Реактивы. Кислота соляная. Технические условия

ГОСТ 4461 Реактивы. Кислота азотная. Технические условия

ГОСТ 4784 Алюминий и сплавы алюминиевые деформируемые. Марки

ГОСТ 5406 Эмали НЦ-25. Технические условия

ГОСТ 5949 Металлопродукция из сталей нержавеющих и сплавов на железоникелевой основе коррозионно-стойких, жаростойких и жаропрочных. Технические условия

ГОСТ 11069 Алюминий первичный. Марки

ГОСТ 11141 Детали оптические. Классы чистоты поверхностей. Методы контроля

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

ГОСТ 19807 Титан и сплавы титановые деформируемые. Марки

ГОСТ 22300 Реактивы. Эфиры этиловый и бутиловый уксусной кислоты. Технические условия

ГОСТ 25142 Шероховатость поверхности. Термины и определения

ГОСТ Р 8.654 Государственная система обеспечения единства измерений. Требования к программному обеспечению средств измерений. Основные положения

ГОСТ Р 8.674 Государственная система обеспечения единства измерений. Общие требования к средствам измерений и техническим системам и устройствам с измерительными функциями

ГОСТ Р 55375 Алюминий первичный и сплавы на его основе. Марки

ГОСТ Р 55710 Освещение рабочих мест внутри зданий. Нормы и методы измерений

Издание официальное

ГОСТ Р 55878 Спирт этиловый технический гидролизный ректификованный. Технические условия

ГОСТ Р 56062 Производственный экологический контроль. Общие положения

ГОСТ Р 56640 Чистые помещения. Проектирование и монтаж. Общие требования

ГОСТ Р 56709 Здания и сооружения. Методы измерения коэффициентов отражения света поверхностями помещений и фасадов

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 59739 Оптика и фотоника. Покрытия оптические. Классификация

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

ГОСТ Р 71350 Оптика и фотоника. Зеркала алюминированные оптические. Типовые технологические процессы нанесения защитных покрытий

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 ИСО 9211-4 Оптика и оптические приборы. Покрытия оптические. Часть 4. Специальные методы испытаний

ГОСТ Р ИСО 14644-1 Чистые помещения и связанные с ними контролируемые среды. Часть 1. Классификация чистоты воздуха по концентрации частиц

СП 30.13330 «СНиП 2.04.01-85* Внутренний водопровод и канализация зданий»

СП 52.13330 «СНиП 23-05-95* Естественное и искусственное освещение»

СП 56.13330 «СНиП 31-03-2001 Производственные здания»

СП 60.13330 «СНиП 41-01-2003 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха»

СП 112.13330 «СНиП 21-01-97* Пожарная безопасность зданий и сооружений»

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов (сводов правил) 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 документ, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого документа с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого документа с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку. Сведения о действии сводов правил целесообразно проверить в Федеральном информационном фонде стандартов.

3 Термины, определения, сокращения и обозначения

3.1 Термины и определения

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

3.2 Сокращение и обозначения

В настоящем стандарте применены следующие сокращения и обозначения:

ЗИП — запасные части, инструмент и принадлежности;

НД — нормативные документы;

ПДК — предельно допустимая концентрация;

ТД — технологическая документация;

ТТП — типовой технологический процесс;

х. ч. — химически чистый;

ЭД — эксплуатационная документация;

Ra — среднее арифметическое отклонение профиля по ГОСТ 25142;

λ — длина волны в заданной области спектра;
ρ_{tot} — интегральный коэффициент отражения;
$\rho(\lambda)$ — спектральный коэффициент отражения;
$\tau(\lambda)$ — спектральный коэффициент пропускания.

4 Технические требования

4.1 Требования к специализированному производственному участку

4.1.1 Нанесение на детали покрытий всех типов по ГОСТ Р 59739 вакуумным способом следует проводить по НД, утвержденным в установленном порядке, на специализированном производственном участке (далее — участок).

4.1.2 Назначение, вид, площадь, класс чистоты воздуха и категории работ в зависимости от показателей микроклимата производственных и вспомогательных помещений, входящих в состав участка, должны соответствовать указанным в приложении А.

Производственные и вспомогательные помещения должны соответствовать требованиям норм проектирования производственных зданий, установленных в СП 56.13330 и ГОСТ Р 56640, противопожарных норм, установленных в СП 112.13330 и [1], норм проектирования естественного и искусственного освещения, установленных в СП 52.13330 и ГОСТ Р 55710, быть оборудованы вентиляцией и отоплением в соответствии с требованиями СП 60.13330, водопроводом с горячей и холодной водой по СП 30.13330.

4.1.3 Участок нанесения покрытий вакуумным способом должен быть оснащен:

а) вакуумными установками согласно профилю и объему работ предприятия;

б) транспортными средствами, предназначенными для транспортирования деталей и арматуры;

в) электрооборудованием — центральным распределительным щитом и системой дополнительных щитов, осветительной системой, системой стабилизированного электропитания для контрольно-измерительных приборов и аварийного освещения;

г) оборудованием для систем коммунального снабжения и удаления отработанных продуктов от каждой вакуумной установки;

д) системой сжатого воздуха с очисткой от влаги и масла;

е) системой подачи газов для функционирования оборудования и жидкого азота (при необходимости);

ж) системой кондиционирования воздуха для производственных помещений. Кондиционер с вентиляционной подводкой должен обеспечивать подачу воздуха соответствующей степени чистоты;

и) системой оборотного водоснабжения;

к) системой вывода отработанных газов;

л) внутренним оборудованием (напольными покрытиями, навесными потолками) и установочной арматурой (задвижками для отсечки воздуха, автоматическими и полуавтоматическими дверями).

4.2 Требования к деталям и материалам

4.2.1 Детали, на которые наносят покрытия, должны соответствовать требованиям НД, утвержденных в установленном порядке.

4.2.2 Поверхность деталей должна иметь чистоту после полирования на 1—2 класса выше требований к поверхности детали с покрытием. Классы чистоты поверхностей деталей — по ГОСТ 11141.

4.2.3 Срок хранения деталей в условиях окружающей среды после полирования перед нанесением покрытий зависит от химической устойчивости материала деталей и должен соответствовать требованиям, установленным к конкретному ТТП.

4.2.3.1 Срок хранения деталей из материалов после полирования в условиях относительной влажности 60^{+5} % и температуре от 19 °С до 23 °С перед нанесением покрытий должен быть:

- для групп химической устойчивости В, 6 по ГОСТ 13917 — не более 1 сут,
- для групп химической устойчивости Б, В, 2, 3, 4, 5 по ГОСТ 13917 — не более 3 сут.

4.2.3.2 При необходимости длительного хранения поверхности деталей следует защищать эмалью НЦ-25 по ГОСТ 5406 или применять комбинированную защиту фторопластом Ф32-Л «В» и эмалью НЦ-25 по ГОСТ 5406 в соответствии с НД, утвержденным в установленном порядке.

4.2.3.3 Срок хранения деталей с защитой — не более 1 мес.

4.2.3.4 При сроках хранения более указанных выше поверхности деталей перед нанесением покрытий следует переполировывать.

4.2.4 Пленкообразующие материалы для нанесения покрытий должны соответствовать требованиям НД на них.

4.2.5 Перечень вспомогательных материалов, применяемых при проведении ТТП нанесения покрытий вакуумным способом, — по ГОСТ Р 71350.

4.2.5.1 Спирт для чистки деталей должен быть при необходимости осушен и перегнан по ГОСТ Р 71279.

Салфетки и тампоны из ваты должны быть обезжирены и выстираны по ГОСТ Р 71279.

Повторное использование тампонов из ваты не допускается.

4.3 Требования к технологическому оснащению

4.3.1 Оборудование, технологическая оснастка, измерительные приборы и инструменты, применяемые при нанесении покрытий вакуумным способом, должны соответствовать требованиям НД.

4.3.2 Измерительные приборы должны быть поверены или откалиброваны. Стандартные образцы должны иметь утвержденный тип и соответствовать установленному сроку службы.

Средства контроля и индикаторы, являющиеся техническими средствами, должны быть проверены на соответствие ЭД.

Программное обеспечение измерительных приборов должно соответствовать требованиям ГОСТ Р 8.654.

Технические системы и устройства с измерительными функциями должны соответствовать требованиям ГОСТ Р 8.674.

4.3.3 Для нанесения покрытий следует использовать вакуумные установки, обеспечивающие давление в камере не более $2 \cdot 10^{-6}$ мм рт. ст. и снабженные устройством фотометрического или кварцевого контроля толщины слоев покрытия в процессе нанесения.

4.3.3.1 Арматура, помещенная под колпаком вакуумной установки, должна включать: испарители, экран над испарителями, плоский или асферический держатель деталей, устройство для смены контрольного образца и электрод высокого напряжения, изготовленный из алюминия высокой чистоты марки А995 или А99 по ГОСТ 11069 для очистки поверхности деталей тлеющим разрядом, нагреватель деталей и измеритель температуры.

4.3.3.2 Основное требование к конструкции арматуры — минимальное число деталей с резьбовым соединением.

4.3.3.3 Тип испарителя следует выбирать в зависимости от способа нанесения слоев, химического состава и количества пленкообразующих материалов для нанесения покрытий.

При электронно-лучевом испарении рекомендуется использовать электронно-лучевой испаритель мощностью 6 кВт.

При резистивном испарении применяют испарители:

а) в форме «лодочки» из вольфрамовой, молибденовой, танталовой и платиновой фольги толщиной от 0,03 до 0,10 мм (при испарении таких материалов, как магния фторид, иттрия фторид, свинца фторид, стронция фторид, криолит, цинка сульфид и др.);

б) корундизовые и другие тигли, нагревателем в которых служит спираль из молибденовой или вольфрамовой проволок диаметром от 0,2 до 1,0 мм;

в) проволоку или жгуты из вольфрамовой или молибденовой проволоки диаметром от 0,2 до 1,5 мм.

4.3.3.4 Технологические оправы для деталей следует изготавливать из нержавеющей стали марки 12Х18Н10Т по ГОСТ 5949, алюминиевых сплавов марок Д16, АМг6 по ГОСТ 4784 или титанового сплава марки ВТ1-1 по ГОСТ 19807.

Параметр шероховатости *Ra* технологических оправ должен быть не более 0,25 мкм, определяемой на базовой длине 0,25 мм.

4.3.3.5 Нагреватель вакуумной камеры должен обеспечивать равномерный нагрев деталей и контрольных образцов в процессе нанесения покрытий до температуры 300 °С.

4.3.4 Перед нанесением покрытий поверхности деталей чистят обезжиренными батистовыми или безворсовыми салфетками, смоченными перегнанным ректификованным спиртом.

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

4.3.5 Сушильные шкафы и электропечи должны обеспечивать равномерный нагрев деталей в процессе термообработки по заданной программе. Градиент температуры не должен превышать 5 °С.

4.3.6 Для чистки арматуры должны быть предусмотрены ванны из винипласта для кислот, щелочей, дистиллированной воды и система нейтрализации кислот и щелочей.

4.3.7 Для стирки и сушки салфеток следует применять стиральные машины, центрифуги и гладильные аппараты.

4.3.8 Для ручной и вакуумной упаковки готовой продукции должны быть предусмотрены столы и упаковочные вакуумные машины.

4.3.9 Для хранения легковоспламеняющихся жидкостей должны быть предусмотрены металлические шкафы или ящики.

4.4 Требования к подготовке оборудования и технологической оснастки

4.4.1 При подготовке оборудования и технологической оснастки к проведению ТТП следует:

а) использовать для защиты стен вакуумной камеры экраны, изготовленные из листов нержавеющей стали марки 12Х18Н10Т по ГОСТ 5949 или алюминия марок А95, А97 по ГОСТ Р 55375 толщиной от 0,03 до 0,10 мм;

б) оборачивать электрод высокого напряжения перед каждым испарением фольгой из алюминия по ГОСТ 618 марок АД0, АД1 толщиной от 0,03 до 0,10 мм;

в) проводить частичную или полную чистку камеры от загрязнения испаряемыми веществами с периодичностью в соответствии с ТТП на покрытия конкретных видов с учетом сменности работы.

4.4.2 При чистке камеры следует руководствоваться следующими основными требованиями:

а) после каждого цикла нанесения покрытия проводить чистку поверхности деталей арматуры и стен камеры с помощью пылесоса и протирать бязевой салфеткой, смоченной этиловым ректификованным спиртом (далее — спирт).

При необходимости (в случае нанесения многослойных покрытий, покрытий для инфракрасной области спектра) следует проводить чистку поверхности деталей арматуры механическим способом с помощью бумажной шлифовальной шкурки с последующим удалением загрязнений пылесосом и протиркой бязевой салфеткой, смоченной спиртом;

б) после каждого цикла нанесения покрытия проводить чистку тигля электронно-лучевого испарителя с помощью бумажной шлифовальной шкурки с последующим удалением загрязнений пылесосом и протиркой бязевой салфеткой, смоченной спиртом;

в) проводить полную чистку камеры (деталей арматуры, загрязненных участков камеры, шарикоподшипников), а также смену экранов из алюминиевых сплавов:

1) проводить чистку деталей арматуры и экранов из нержавеющей стали шлифовальной бумажной шкуркой, промывкой горячей водой и просушкой в термостате или сушильном шкафу при температуре (150 ± 20) °С,

2) проводить чистку деталей арматуры из алюминиевых сплавов травлением в водном растворе с массовой долей гидрата окиси калия или гидрата окиси натрия от 10 % до 20 %, промывкой водопроводной водой, нейтрализацией в водном растворе с массовой долей азотной х. ч. кислоты по ГОСТ 4461 или соляной кислоты по ГОСТ 3118 от 20 % до 30 %, промывкой горячей водой и просушкой в термостате или сушильном шкафу при температуре (150 ± 20) °С.

Примечание — Допускаются другие способы чистки деталей арматуры в соответствии с требованиями к конкретному ТТП;

г) перед сборкой арматуры проводить протирку плиты, стен камеры, несъемных частей арматуры, а также экранов бязевой салфеткой, смоченной спиртом;

д) проводить сборку арматуры, размещенной внутри камеры, проверку работы механизмов вращения держателей деталей, смену образцов для контроля толщины слоев покрытий, установку заслонки испарителей;

е) откачивать воздух из камеры после сборки арматуры до давления $1 \cdot 10^{-5}$ мм рт. ст., проводить обезгаживание арматуры путем нагрева ее до температуры от 250 °С до 300 °С с последующей выдержкой при этой температуре не менее 1 ч;

ж) проводить откачку вакуумной установки в соответствии с ЭД и паспортом, проверять предельное значение давления в вакуумной камере на соответствие паспортным данным;

и) для покрытий с высокими требованиями по лучевой прочности после полной чистки камеры и смены пленкообразующих материалов проводить контрольное нанесение покрытия и проверять его на соответствие техническим требованиям.

Примечание — В случае отрицательного результата следует проводить повторную чистку камеры или использовать пленкообразующий материал из другой партии.

5 Требования безопасности и охраны окружающей среды

5.1 Требования безопасности — по ГОСТ 12.3.043. На предприятии устанавливают требования безопасности:

- при проведении ТТП нанесения покрытий вакуумным способом по операциям с указанием требований к ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны и методических указаний по их контролю;
- в аварийных ситуациях;
- к производственным и вспомогательным помещениям (в частности, к гигиене, отделке, отоплению, вентиляции, кондиционированию, водоснабжению и др.);
- к исходным материалам и деталям с указанием характеристики воздействия на организм человека и мер по оказанию первой помощи;
- к размещению производственного оборудования и организации рабочих мест;
- к персоналу и применению средств защиты работающих.

На предприятии должны быть установлены методы контроля выполнения требований безопасности по ГОСТ 12.3.043.

5.2 Требования по охране окружающей среды — по [2] и ГОСТ 12.3.043. На предприятии устанавливают требования по охране окружающей среды:

- к вентиляционным выбросам в атмосферу;
- сбору, хранению, транспортированию исходных материалов и отходов производства;
- способам временного хранения отходов производства;
- определению класса опасности отходов производства;
- утилизации и захоронению;
- лицам, занятым сбором, хранением, транспортированием и сдачей токсичных отходов.

На предприятии должны быть установлены методы контроля за соблюдением требований по охране окружающей среды по ГОСТ Р 56062 и ГОСТ 12.3.043.

6 Требования к типовым технологическим процессам

6.1 ТТП нанесения покрытий вакуумным способом состоят из следующих основных технологических операций:

- подготовка материалов и оборудования;
- подготовка поверхности детали;
- нанесение покрытий и технологический контроль;
- термообработка покрытия (при необходимости).

6.2 При подготовке к выполнению ТТП нанесения покрытий следует проводить подбор режимов нанесения покрытий (скорости конденсации слоев и температуры нагрева деталей) на конкретном оборудовании путем нанесения на детали одиночных слоев из пленкообразующих материалов, образующих покрытия, заданной оптической толщины.

Скорость конденсации слоев следует определять по времени нанесения слоя оптической толщиной $\lambda/4$.

6.3 При подготовке поверхности детали к нанесению покрытия деталь следует чистить по 4.2 или в соответствии с требованиями к конкретному ТТП этиловым ректификованным или абсолютированным спиртом в зависимости от химической устойчивости материала детали и вида покрытия.

Примечание — Допускается при необходимости применять спиртоэфирную смесь с концентрацией 90 объемной доли спирта этилового ректифицированного высшего сорта по ГОСТ Р 55878 и 10 объемной доли эфира этилового очищенного по ГОСТ 22300.

После подготовки поверхности к нанесению покрытия следует провести контроль детали по 7.1.

При выполнении требований, указанных в 7.1, подготовленная деталь допускается к нанесению покрытия.

6.4 Перед нанесением покрытия следует:

а) установить образцы для контроля оптической толщины (при использовании фотометрического устройства) или кристаллы кварца (при использовании кварцевого измерителя толщины) в необходимом количестве в держатель контрольных образцов;

б) установить монохроматизирующий элемент фотометрического устройства в положение, соответствующее значению длины волны, выбранной для контроля оптической толщины наносимого слоя;

в) поместить в испарители необходимое количество пленкообразующих материалов с помощью пинцета. Таблетки или гранулы следует распределять равномерно в объеме испарителя;

г) разместить очищенные детали и контрольные образцы на держателе деталей;

д) перед закрытием камеры удалить пылинки с деталей и контрольных образцов беличьей кистью или струей воздуха из спринцовки.

6.5 Нанесение покрытий следует проводить при подобранных по 6.2 режимах по НД на конкретный ТТП.

6.5.1 Нанесение на поверхность деталей равномерного по толщине покрытия достигают вращением держателя деталей вокруг центральной оси и взаимным расположением держателя и испарителя.

6.5.2 Высоту держателя плоской формы по отношению к испарителю и расстояние от центра вращения до испарителя следует выбирать таким образом, чтобы угол α, образуемый направлением из центра вращения держателя к испарителю и осью вращения держателя, составлял от 32° до 34° при применении электронно-лучевого испарителя или от 39° до 40° при применении резистивного испарителя.

Для держателя асферической формы угол α должен составлять от 18° до 20° при применении электронно-лучевого испарителя или от 22° до 23° при применении резистивного испарителя.

6.5.3 На вакуумных установках с камерой диаметром от 600 до 700 мм детали размером до 200 мм следует располагать на держателе асферической формы, а размером от 200 до 300 мм — в центре держателя плоской формы.

На вакуумных установках с камерой диаметром более 900 мм детали размером до 300 мм следует располагать на держателе асферической формы, размером от 300 до 500 мм — в центре держателя плоской формы.

6.6 Открывать камеру после нанесения покрытия следует после остывания деталей до температуры не более 45 °С.

7 Методы контроля

7.1 Контроль подготовки поверхности детали к нанесению покрытия

Качество подготовки поверхности детали следует контролировать визуально в отраженном или проходящем свете на фоне черного экрана.

Допускается применять лупу с увеличением не менее 6×.

Мазки и разводы от загрязнений на поверхности детали после чистки не допускаются.

Загрязненные детали должны быть очищены повторно по 6.3.

7.2 Контроль толщины слоев в процессе нанесения покрытий

Контроль толщины слоев в процессе нанесения покрытий следует проводить с помощью фотометрического устройства по изменению спектрального коэффициента отражения $\rho(\lambda)$ или пропускания $\tau(\lambda)$ контрольного образца для проверки оптической толщины слоев или непосредственно по детали, а также с помощью кварцевого измерителя толщины в соответствии с требованиями НД на конкретный ТТП.

7.3 Контроль после нанесения покрытия

7.3.1 Качество поверхности деталей с покрытиями на соответствие требованиям чертежа контролируют по ГОСТ 11141.

7.3.2 Интегральный коэффициент отражения ρ_{tot} измеряют с помощью фотометров или других приборов, обеспечивающих погрешность измерений не более ±1 %. Измерения проводят в соответствии с ГОСТ Р 56709.

7.3.3 Соответствие оптических характеристик детали с покрытий требованиям чертежа, указанным по ГОСТ Р ИСО 9211-2, проводят на спектрофотометрах.

Контроль проводится по спектральному коэффициенту отражения $\rho(\lambda)$ или пропускания $\tau(\lambda)$ в соответствии с требованиями, указанными на чертеже.

Погрешность определения спектрального коэффициента отражения $\rho(\lambda)$ или пропускания $\tau(\lambda)$ света принимают равной погрешности спектрофотометра, установленной при его метрологической аттестации или поверке, при условии, что случайная погрешность измерения в несколько раз меньше приборной.

7.3.3.1 Если на чертеже не указана погрешность измерений или не приведен перечень приборов, обеспечивающих необходимую точность измерений, то для контроля спектрального коэффициента отражения $\rho(\lambda)$ применяют средства измерений с допустимой погрешностью измерений спектрального коэффициента отражения $\rho(\lambda)$ или пропускания $\tau(\lambda)$, обеспечивающей относительную погрешность измерения не более 10 %.

7.3.3.2 Если при измерениях получена относительная погрешность более 10 %, то в протоколе указывают, что проведено не измерение, а выполнена только оценка измеряемой величины.

7.3.4 Контроль спектральных коэффициентов отражения $\rho(\lambda)$ и пропускания $\tau(\lambda)$ допускается проводить не на детали, а на контрольном образце-свидетеле, представляющем собой плоскопараллельную или клиновидную (угол клиновидности от 10° до 12°) пластину из того же материала, что и деталь, или из материала с близким показателем преломления, покрытие на которую нанесено одновременно с деталями.

7.3.5 Механическую прочность, адгезию и влагостойкость покрытий проверяют по контрольному образцу по ГОСТ Р ИСО 9211-4 согласно указанным на чертеже требованиям по ГОСТ Р 59608.3.

7.3.6 Деталь с нанесенным покрытием считают годной, если все проверяемые параметры (характеристики) удовлетворяют требованиям, указанным на чертеже, и НД, утвержденным в установленном порядке.

Приложение А
(обязательное)

Требования к помещениям специализированного производственного участка

Требования к помещениям участка приведены в таблице А.1.

Таблица А.1

Назначение помещения	Вид помещения	Площадь, $м^2$	Класс чистоты воздуха по ГОСТ Р ИСО 14644-1	Категория работ в зависимости от показателей микроклимата по ГОСТ 12.1.005
Помещение для размещения вакуумных установок и ручной чистки деталей	Производственное	40*n*	7*	I
Помещение для размещения откачанных средств вакуумных установок, блоков питания, системы подачи жидкого азота и баллонов со сжатым газом	Производственное	20*n*	—	I
Помещение для измерения оптических характеристик	Производственное	80—100	8	I
Помещение для ультразвуковой чистки деталей	Производственное	6*n*	8	I
Помещение для термической обработки, склеивания и герметизации оптических деталей	Производственное	25—30	7	I
Помещение для ремонта и наладки вакуумного оборудования, механических деталей, узлов	Вспомогательное	60	—	II
Помещение для ремонта и наладки электротехнического и электронного оборудования	Вспомогательное	30	9	II
Помещение для снятия покрытий химическим способом	Вспомогательное	30	8	II
Помещение для чистки арматуры химическим способом, утилизации и нейтрализации вредных отходов производства	Вспомогательное	4*n*	9	II

Окончание таблицы А.1

Назначение помещения	Вид помещения	Площадь, $м^2$	Класс чистоты воздуха по ГОСТ Р ИСО 14644-1	Категория работ в зависимости от показателей микроклимата по ГОСТ 12.1.005
Помещение для чистки арматуры механическим способом	Вспомогательное	4,5*n*	9	II
Помещение для стирки и сушки салфеток	Вспомогательное	3*n*	7	II
Помещение для инфраструктуры	Вспомогательное	50*n*	—	II
Помещение для хранения кислот и щелочей	Вспомогательное	1,5*n*	—	II
Помещение для хранения технологической одежды и переодевания женщин	Вспомогательное	1,5*n*	9	II
Помещение для хранения технологической одежды и переодевания мужчин	Вспомогательное	1,5*n*	9	II
Помещение для ручной и вакуумной упаковки готовой продукции	Вспомогательное	3*n*	8	II
Помещение для хранения пленкообразующих и вспомогательных материалов	Вспомогательное	1,5*n*	9	II
Помещение для хранения легковоспламеняющихся жидкостей	Вспомогательное	1,5*n*	—	II
Помещение для хранения ЗИП и ТД	Служебное	3*n*	—	II

* В помещении, где наносят покрытия на детали силовой оптики и покрытия с уровнем рассеяния света 10^{-5}—10^{-6}, должны быть созданы специальные зоны или комнаты с чистотой воздушной среды выше 6-го класса по ГОСТ Р ИСО 14644-1.

Примечание — *n* — число вакуумных установок.

Библиография

[1] Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»

[2] Федеральный закон от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды»

УДК 681.7.026.6:006.354 ОКС 37.020

Ключевые слова: оптика и фотоника, детали оптические, типовые технологические процессы нанесения оптических покрытий, вакуумный способ, способ электронно-лучевого испарения, способ резистивного испарения

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

Сдано в набор 17.10.2024. Подписано в печать 31.10.2024. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,58.

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