

СКЛЕИВАНИЕ ОПТИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ, ИМЕЮЩИХ НУЛЕВЫЕ КЛАССЫ ЧИСТОТЫ ПОЛИРОВАННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

© 2011 г. Д. Ю. Кручинин, канд. техн. наук; О. Б. Яковлев, канд. хим. наук;
М. П. Андронов, канд. физ.-мат. наук

Производственное объединение “Уральский оптико-механический завод им. Э.С. Яламова”,
Екатеринбург

E-mail: krudu@planet-a.ru

Рассмотрены проблемные вопросы, возникающие в процессе склеивания оптических деталей, имеющих нулевые классы чистоты полированных поверхностей.

Ключевые слова: склеивание, склеенная оптическая сборка, поверхность склейки, класс чистоты поверхности, чистое помещение, гидромеханический способ.

Коды OCIS: 220.4610

Поступила в редакцию 29.12.2010

Понятие “поверхность склейки” объединяет обе склеенные поверхности и слой клея [1]. Под чистотой поверхности склейки понимают отсутствие механических включений, воздушных пузырьков, расклеек, царапин и других видимых дефектов. Чистота поверхности склейки имеет особенно большое значение для оптических шкал, расположенных в плоскости действительного изображения. Чистота таких склеиваемых полированных поверхностей устанавливается 0–10, 0–20 или 0–40 [2]. Аналогичные высокие требования по чистоте предъявляются и к поверхности склейки. Примером может быть склеенная оптическая сборка, состоящая из геодезического (штрихового) лимба и покровной пластины.

Чистота поверхности склейки зависит от качества применяемого клея, чистоты полированных поверхностей склеиваемых деталей, технологического процесса склеивания, видов и чистоты применяемых материалов, а также чистоты воздушной среды. Если клей не имеет пузырей и механических включений, а полированные поверхности соответствуют требуемым классам чистоты и имеют допустимые отклонения от формы [1, 3], то чистота поверхности склейки обусловлена остальными факторами, связанными с технологическим процессом, начиная от чистки поверхностей до момента соединения деталей с помощью клея.

Условно их можно разделить на факторы, связанные с чисткой склеиваемых поверхностей, и факторы, определяющие сохранность очищенных поверхностей от загрязнений.

Традиционно в оптической промышленности для чистки деталей применяются вата, батист и другие материалы, оставляющие на поверхности следы своего воздействия [1, 4]. Использование таких материалов, которые являются источниками загрязнений, значительно усложняет процесс чистки, делает его непредсказуемым, приводит к значительному количеству брака. Сама чистка является плохо контролируемым процессом, в котором применяется ручной труд. Использование для чистки органических растворителей в большом количестве также имеет недостатки, так как в них могут содержаться механические и органические примеси, кроме того, их испарения вредны.

Главным фактором, определяющим сохранность очищенных поверхностей, является чистота воздушной среды. Отраслевым стандартом для технологии склеивания в 1 литре воздуха допускается не более одной тысячи частиц размером 1 мкм и более [5]. С учетом требований, предъявляемых к полированным поверхностям, соответствующим нулевым классам чистоты [2], указанная чистота воздушной среды является недостаточной. Другими факторами могут быть непрофессиональные дейст-

вия персонала, недостаточная технологическая гигиена и др.

Таким образом, технологии, применяемые для склеивания оптических деталей, имеющих нулевые классы чистоты полированных поверхностей, и условия, в которых они осуществляются, не позволяют получить предсказуемый высокий выход годных оптических сборок. Как правило, выход соответствующей продукции не превышает 30%, а часто бывает равным нулю.

С целью увеличения выхода годных оптических сборок была проведена работа по изменению действующей технологии склеивания, для чего был организован участок склейки, расположенный в чистых помещениях классов 5 и 6 ИСО [6]. В чистом помещении класса 5 ИСО осуществлялась чистка полированных поверхностей, а в помещении класса 6 ИСО проводилось склеивание оптических деталей. Чистота воздушной среды в помещениях указанных классов обеспечивала сохранность от загрязнений очищенных поверхностей. Также были разработаны правила поведения персонала при работе в чистых помещениях, технологии стирки рабочей одежды для них, регламент уборки, инструкции чистки оснастки, тары, оборудования и др.

Наибольшие трудности встретились при разработке технологии чистки склеиваемых поверхностей деталей. На их поверхностях могут находиться остатки органических веществ, в том числе от пальцев, остатки полирующих материалов и другие загрязнения различного происхождения. Операция чистки должна полностью удалить все разнообразные загрязнения как из рабочей зоны, так и с остальной поверхности детали, независимо от того, попадает эта часть поверхности в зону склейки или нет. При этом не должно быть ухудшения класса чистоты полированных поверхностей. И, конечно, процесс чистки должен быть автоматизированным и высокопроизводительным.

Ранее была разработана технология чистки поверхностей деталей для изготовления оптических шкал способом обратной фотолитографии [7]. Эту технологию можно назвать гидромеханическим способом, который заключается в подаче на вращающуюся деталь чистящего раствора при одновременном механическом воздействии безворсового материала с последующей промывкой детали очищенной водой и сушкой. Следует отметить, что чист-

ка деталей перед склеиванием является более критичным процессом, чем чистка поверхности перед нанесением фоторезиста в технологии обратной фотолитографии, так как в последнем случае на поверхности могут оставаться некоторые загрязнения, не попадающие на элементы топологии. Указанный способ был применен и для чистки поверхностей оптических деталей перед склеиванием. Сначала детали предварительно чистились безворсовыми салфетками, смоченными органическими растворителями высокой чистоты. Затем проводилась гидромеханическая чистка. Для склеивания использовались оптические детали, изготовленные из стекол К8, БК10 и др. Безворсовый материал для гидромеханического способа чистки был подобран таким образом, чтобы при высоком ее качестве не снижался класс чистоты полированных поверхностей и не происходило образование дефектов маскирующего покрытия, с помощью которого сформированы элементы топологии лимбов. Контроль поверхности деталей после чистки проводился в проходящем и отраженном свете на микроскопе *Latimet (Leitz)*. По сравнению со способом [7] в технологию чистки были внесены изменения, позволяющие чистить всю поверхность детали. На поверхности детали после чистки не обнаруживаются загрязнения при увеличении $50\times$. В результате выход годных оптических сборок составил более 90%.

Заключение

Разработана технология склеивания оптических деталей, имеющих нулевые классы чистоты полированных поверхностей, основой которой являются применение гидромеханического способа чистки, безворсовых материалов и веществ высокой чистоты, использование чистых помещений, а также специальные мероприятия для поддержания чистоты воздушной среды. Повысилась производительность труда, уменьшился расход органических растворителей и других материалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Справочник технолога-оптика / Под ред. Окатова М.А. СПб., 2004. 686 с.
2. ГОСТ 11141-84. Классы чистоты поверхностей. Методы контроля.

3. *Потелов В.В.* Исследование возможностей повышения прочностных характеристик оптических склеенных сборок с высокой разностью коэффициентов линейного температурного расширения // *Оптический журнал*. 2009. Т. 76. № 6. С. 68–69.
 4. ОСТЗ-6420-88. Детали оптические. Типовые технологические процессы чистки.
 5. ОСТЗ-5757-84. Помещения со специальными условиями производства на предприятиях оптического приборостроения. Требования к проектированию.
 6. ГОСТ ИСО 14644-1-2002. Чистые помещения и связанные с ними контролируемые среды. Часть 1. Классификация чистоты воздуха.
 7. *Кручинин Д.Ю.* Способ изготовления оптических шкал обратной фотолитографией // Патент России № 2370799. 2009.
-