

ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 533.317.2

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПОВЫШЕНИЯ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ОПТИЧЕСКИХ СКЛЕЕННЫХ СБОРОК С ВЫСОКОЙ РАЗНОСТЬЮ КОЭФФИЦИЕНТОВ ЛИНЕЙНОГО ТЕМПЕРАТУРНОГО РАСШИРЕНИЯ

© 2009 г. В. В. Потелов, канд. техн. наук

ОАО “Красногорский завод им. С.А. Зверева”, г. Красногорск, Московская область

В статье рассмотрены проблемные вопросы, возникающие в процессе изготовления клеенных блоков с высокой разностью коэффициентов линейного температурного расширения отдельных элементов для оптических систем, работающих в жестких эксплуатационных условиях, и пути оптимизации технологии склеивания вышеуказанных сборок.

Ключевые слова: оптические системы, клеенные блоки, коэффициент линейного температурного расширения, адгезия.

Коды OCIS: 160.4670

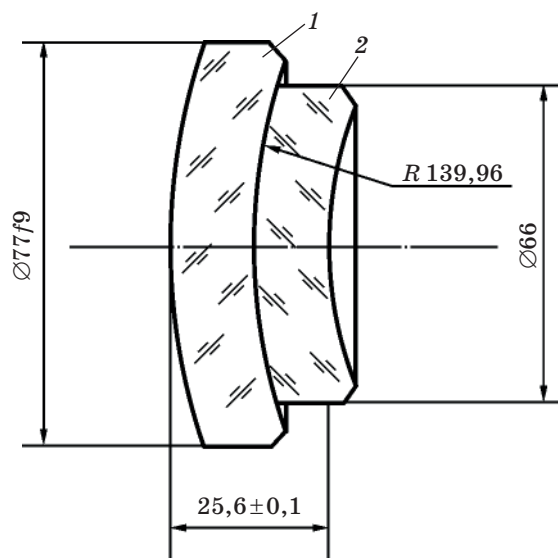
Поступила в редакцию 03.03.2008

В процессе разработки оптических систем с предельными выходными оптическими характеристиками для оптических и оптико-электронных приборов и комплексов, работающих в жестких эксплуатационных условиях, возникает необходимость использования блоков, клеенных из оптических элементов с высокой разностью коэффициентов линейного температурного расширения (КЛТР).

Как правило, клеенные блоки, изготовленные из оптических элементов с различными КЛТР по классической технологии склеивания, не выдерживают перепадов температур от $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+65\text{ }^{\circ}\text{C}$, вследствие чего в зоне склеивания возникают поверхностные разрушения.

На предприятии ОАО “Красногорский завод им. С.А. Зверева” для создания объектива с относительным отверстием 1:1,74 и фокусным расстоянием 135 мм с целью получения предельных оптических характеристик в составе оптической системы использован клеенный блок, состоящий из двух сферических элементов из стекол ТФ-104 и СТК-112 (рис. 1).

Адгезионная прочность на разрыв для оптических клеев [1] определяется для соединений образцов из марки стекла К-8 с высоким содержанием диоксида кремния в стекле [2]. С уменьшением содержания диоксида кремния в стекле снижается прочность соединения, что связано с



Эскиз клеенного блока, состоящего из двух сферических компонентов. 1 – стекло СТК-112 ($n_D = 1,6919$), КЛТР $_{-60\text{ }^{\circ}\text{C}...+20\text{ }^{\circ}\text{C}} = 57 \times 10^{-7}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$, группа химической устойчивости – 5, 2 – стекло ТФ-104 ($n_D = 1,7462$) КЛТР $_{-60\text{ }^{\circ}\text{C}...+20\text{ }^{\circ}\text{C}} = 78 \times 10^{-7}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$, группа химической устойчивости – 4. Разность коэффициентов линейного температурного расширения составляет $21 \times 10^{-7}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$.

уменьшением гидроксильных групп на поверхности стекла. Уменьшение содержания диоксида кремния в стекле ТФ-1 на 20% снижает предел

прочности клеевых соединений с 90 Кгс/см² для К-8 до 40 Кгс/см², а у СТК-9 – до 50 Кгс/см².

С целью исключения дефекта “расклейка” в оптической сборке в процессе эксплуатации изделий совместно со специалистами НПК “ГОИ им. С.И. Вавилова” проведена серия экспериментальных и исследовательских работ, позволивших оптимизировать технологию склеивания оптических элементов.

1. Экспериментально подтверждена необходимость подбора деталей для комплектации оптических поверхностей под склейку; суммарное отклонение формы поверхностей N не должно превышать 5 (“яма”), местная ошибка ΔN – не более 0,5.

2. Учитывая высокую степень химической неустойчивости применяемых марок стекол (образование налета в течение 5 ч после окончательного полирования), введена операция нанесения защитного покрытия, а ограничение промежутка времени перед склеиванием не должно превышать 5 ч.

3. Принципиальным вопросом для обеспечения прочности клеевого соединения оптических элементов являлся вопрос правильного подбора оптического клея, обеспечивающего не только прочность склеивания, но и минимизацию деформаций наружных поверхностей сборки вследствие температурных изменений. Наиболее адаптированными для решения вышеуказанной работы являются оптические клеи ОК-72ФТ₅ и ОК-72ФТ₁₅. Прочность клеевого соединения при равномерном отрыве для клея ОК-72ФТ₅ составляет не менее 95×10^5 Па, для клея ОК-72ФТ₁₅ – не менее 80×10^5 Па. Стойкость клеевого шва к термическому удару в интервале температур ± 60 °С для обоих клеев одинакова – не менее 65 циклов. Деформация наружных поверхностей сборок после непрерывно следующих друг за другом испытаний: для клея ОК-72ФТ₅ – 3,5

интерференционных кольца, для ОК-72ФТ₁₅ – 2,5–3. При приблизительно одинаковых физико-химических показателях клеев ОК-72ФТ₁₅ более предпочтителен для склеивания такого класса оптическихборок, как более эластичный и упругий по сравнению с ОК-72ФТ₅.

На адгезию клея ОК-72ФТ₁₅ существенно влияет избыток влаги в поверхностных слоях склеиваемых деталей, что характерно для стекол ТФ-104 и СТК-112. Поэтому перед нанесением защитного покрытия и склеиванием оптических деталей обязателен прогрев деталей в термошкафу при температуре 30–40 °С в течение 1 ч.

4. Склеенные блоки выдерживаются при температуре 20–25 °С в течение 5–6 суток.

5. С целью упрочнения клеевого соединения введена дополнительная термообработка по специально заданной программе нагрева и остывания.

6. Через 48 ч после окончания термообработки сборки передаются на финишные операции.

7. С целью подтверждения надежности склеенныхборок проводится термоудар в режимах –60 °С и +65 °С в течение 2 ч; время переноса из одной камеры в другую – не более 5 мин.

Оптимизация технологии склеивания оптических элементов из химически нестойких марок стекол, с высокой разностью коэффициентов линейного температурного расширения позволила обеспечить промышленное изготовление объектива и изделия в целом, тем самым исключив дефект возможной расклейкиборок в процессе эксплуатации изделий.

ЛИТЕРАТУРА

1. ОСТ 3-6894-97. Клеи оптические.
2. ГОСТ 13659-78. Стекло оптическое бесцветное. Физико-химические характеристики. Основные параметры.