

Д.А. Безуглов, Е.Н. Мищенко, В.Л. Тюриков

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СЕГМЕНТИРОВАННОГО КОРРЕКТОРА ФАЗОВОГО ФРОНТА ДЛЯ АДАПТИВНЫХ ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

В сообщении приводятся результаты экспериментальных исследований динамических характеристик сегментированного корректора фазового фронта. Получены значения резонансных частот при коррекции наклонов и фазовых искажений нулевого порядка. Исследованы характеристики пьезоэлектрических актюаторов из керамики ПКР-6. Показано, что такие актюаторы могут быть использованы при создании адаптивных оптических систем с максимальной частотой пробных сигналов до 60 кГц.

Управление волновым фронтом оптического излучения с целью устранения нестационарных фазовых искажений, которые возникают при его распространении в оптически неоднородной среде, реализуется адаптивной оптической системой с помощью различных исполнительных устройств. В последнее время интерес к созданию таких устройств значительно возрос. Так, например, в работах [1, 2] исследованы характеристики биморфных пьезоэлектрических зеркал. Работа [3] посвящена исследованию мембранного зеркала.

Несмотря на то, что корректоры фазового фронта со сплошной деформируемой поверхностью позволяют лучше аппроксимировать искаженный фазовый фронт, они не лишены недостатков. Так, например, в работе [4] показано, что перекрестные связи, существующие в корректорах со сплошной деформируемой поверхностью, снижают быстродействие адаптивных оптических систем. На практике такое явление полностью компенсировать, как правило, не удается.

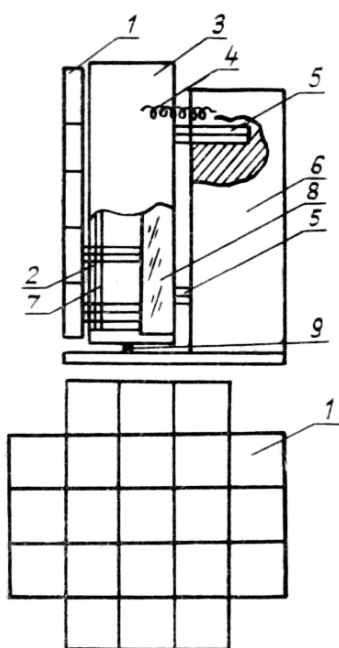


Рис. 1. Внешний вид сегментированного корректора: 1 — стеклянные субапертуры размером 20×20 мм с нанесенным на внешнюю сторону серебряным покрытием; 2 — пьезоэлектрические актюаторы; 3 — корпус; 4 — пружина; 5 — пьезоэлектрические актюаторы для управления общим наклоном; 6 — основание; 7 — печатная плата с контактами питания; 8 — стеклянная подложка; 9 — шаровая опора

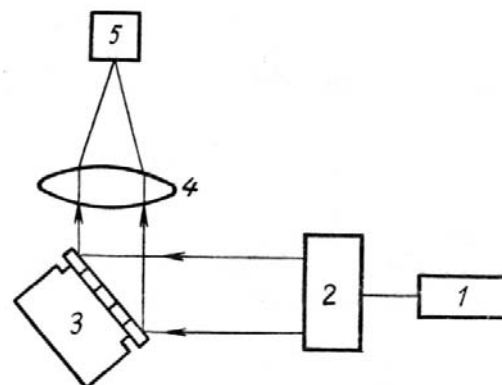


Рис. 2. Структурная схема экспериментальной установки: 1 — ОКГ типа ЛГН-106; 2 — коллиматор; 3 — адаптивный корректор фазового фронта; 4 — линза; 5 — точечный фотодетектор

Настоящая работа посвящена исследованию динамических характеристик сегментированного корректора фазового фронта, созданного для работы в составе адаптивной оптической системы. В качестве активных элементов в корректоре использованы пьезоэлектрические актюаторы из пьезокерамики ПКР-6 [5] в виде крестообразных в поперечном сечении стержней (6,5×6,5 мм) длиной 47 мм. В каче-

стве отражающей поверхности использованы сегменты из оптического стекла размером 20×20 мм и толщиной 7 мм с нанесенным на них серебряным покрытием. Сегменты приклеены к актюаторам эпоксидной смолой. Актюаторы, в свою очередь, приклеены к основанию из оптического стекла толщиной 30 мм также с помощью эпоксидной смолы. Внешний вид корректора приведен на рис. 1. Всего для коррекции фазовых искажений нулевого порядка (сдвиг) используется 21 актюатор. Еще 3 актюатора 5 (рис. 1), вклеенные в основание 6, используются для коррекции общих наклонов.

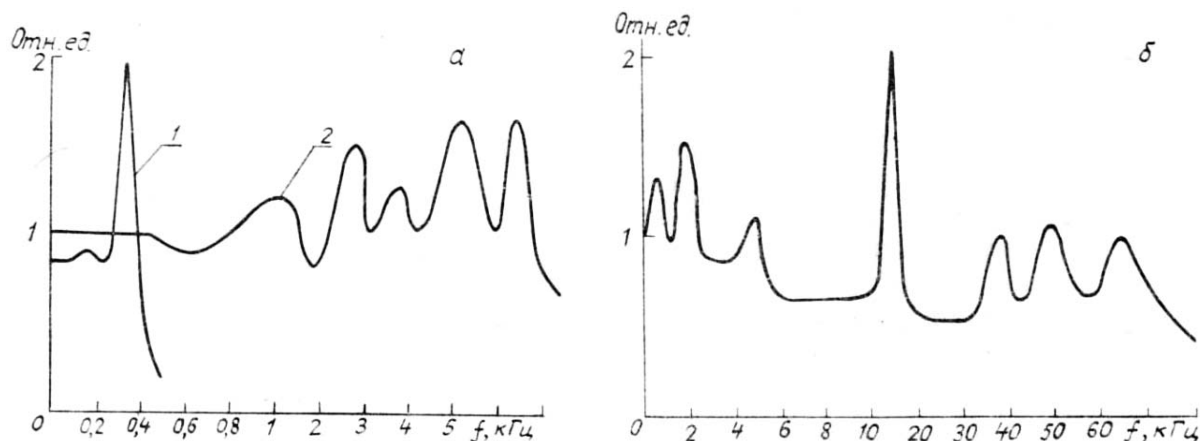


Рис. 3. Динамические характеристики: *a* — адаптивного корректора (1 — канал наклонов; 2 — характеристика одного сегмента); *б* — актюатора из пьезокерамики ПКР-6

Динамические характеристики корректора исследовались на экспериментальной установке, схема которой приведена на рис. 2.

Луч ОКГ типа ЛГН-105 коллимировался и после отражения от сегментированного зеркала фокусировался на точечном фотодетекторе. Нормированный управляющий сигнал $U_{вх} = 20$ В подавался на актюаторы с выхода НЧ-генератора. Динамические характеристики корректора приведены на рис. 3, *a, б*. Механический резонанс системы, корректирующей наклоны, наблюдался на частоте 350 Гц. При исследовании одного сегмента выявлена ее достаточно равномерная динамическая характеристика до частоты 7 кГц, однако на частотах 1,2; 2,7; 5,2; 6,3 кГц наблюдались небольшие всплески. Для сравнения на рис. 3, *б* приведена динамическая характеристика одного актюатора без отражающего сегмента. Собственный механический резонанс приходится на частоту 14 кГц. При дальнейшем повышении частоты также обнаружены неравномерности динамической характеристики на частотах 38; 49; 65 кГц. Очевидно, что сегменты с отражающим покрытием привели к сглаживанию динамической характеристики, при этом значительно уменьшился диапазон рабочих частот. По-видимому, для увеличения диапазона корректора в дальнейшем целесообразно использовать зеркала из легких сплавов, например титана. Наличие неравномерности динамической характеристики пьезокерамики ПКР-6 можно использовать в адаптивных оптических системах апертурного зондирования для создания на этих частотах пробных колебаний. Дополнительные исследования, проведенные авторами, показали линейную зависимость удлинения актюатора от приложенного управляющего напряжения вплоть до $U_{упр} = 1000$ В. При этом было зарегистрировано максимальное удлинение 7 мкм.

Таким образом, разработанный сегментированный корректор перспективен для использования в системах адаптивной оптики видимого и КК-диапазона. При оптимальном выборе размеров сегментов в зависимости от степени турбулентности атмосферы применение таких корректоров обеспечит повышение быстродействия адаптивных оптических систем за счет отсутствия перекрестных связей [7] на исполнительном устройстве.

В заключение авторы выражают признательность А.А. Безуглову за помощь при изготовлении сегментированного корректора фазового фронта.

1. Воронцов М.А., Кудряшов А.В., Самаркин В.В., Шмальгаузен В.И. // Оптика атмосферы. 1988. Т. 1. № 6. С. 118–121.
2. Кудряшов А.В., Тихонов В.А., Шмальгаузен В.И. // Оптика атмосферы. 1988. Т. 1. № 3. С. 61–66.
3. Апполонов В.В., Прохоров А.М., Темнов С.Н., Четкин С.А. // Квантовая электроника. 1988. Т. 15. № 12. С. 2578–2580.
4. Безуглов Д.А. Исследование оптимальных по быстродействию алгоритмов работы адаптивных оптических систем с гибкими зеркалами. // Квантовая электроника. 1990 (в печати).
5. Фесенко Е.Г., Данцигер А.Я., Разумовская О.М. Новые пьезокерамические материалы. Ростов-на-Дону, 1983.
6. Безуглов Д.А. Анализ сходимости алгоритмов апертурного зондирования в адаптивных оптических системах. // Квантовая электроника. 1989. № 8. С. 1612–1616.

Поступило в редакцию
14 августа 1989 г.

D. A. Bezuglov, E. N. Mishchenko, V. L. Tyurikov. Investigation of the Dynamic Characteristics of the Segmented Phase Front Corrector for Adaptive Optical Systems.

The results of the experimental investigations of the dynamic performance characteristics of the segmented phase front corrector are presented. Resonance frequency values at the correction of zero order slope and phase distortions have been obtained. Characteristics of the piezoelectric actuators made of ceramics PKR-6 have been investigated. It is shown that these actuators can be used in creating the adaptive optical systems with maximum frequency test signals up to 60 kHz.