

УДК 681.786.4

ИССЛЕДОВАНИЕ АВТОКОЛЛИМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ УГЛОВЫХ ДЕФОРМАЦИЙ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ОБЪЕКТОВ**Т.В. Тургалиева, И.А. Коняхин**

В лабораторных условиях исследованы характеристики системы определения угловых деформаций крупногабаритных объектов типа основного зеркала радиотелескопов. Результаты исследований подтвердили эффективность предложенной системы.

Ключевые слова: автоколлиматор, тетраэдрический отражатель, угол скручивания, коллимационные углы, деформации элементов радиотелескопа.

Для определения пространственного углового положения крупногабаритных объектов относительно некоторой базы широко используются автоколлимационные системы. В частности, исправление негомологических деформаций основного зеркала радиотелескопа миллиметрового диапазона длин волн подстройкой всей поверхности основного зеркала к положению идеальной параболы можно осуществить после измерения автоколлимационным методом отклонения нормали к поверхности зеркала от номинального положения в контролируемых точках. При этом затрагивается задача измерения взаимного положения объектов, под которыми понимаются два объекта, один из которых принимается за базовый (неподвижный), а второй – контролируемый – перемещается относительно него.

Для решения указанной задачи оптико-электронными измерительными средствами предлагается использовать трехкоординатный автоколлиматор с увеличенной чувствительностью измерения угла скручивания [Л], в котором в качестве контрольного элемента используется тетраэдрический отражатель (ТО), с заданными отступлениями δ от 90° двух двугранных углов между отражающими гранями. При отражении такой ТО разделяет падающий по оси пучок автоколлиматора на две пары пучков, одна из которых может использоваться для измерения угла скручивания. Каждый из пучков пары для измерения угла скручивания Θ_3 , составляет с осью объектива автоколлиматора угол Δ , который численно равен коэффициенту передачи между углом поворота ТО на угол скручивания и отклонением отраженного пучка от первоначального направления и определяет чувствительность измерения скручивания. Увеличение чувствительности Δ при использовании типового автоколлиматора с малым угловым полем обеспечивается переотражением пучка, реализуемым дополнительным плоским зеркалом. Коллимационные углы измеряются по части пучка, отраженной от фронтальной грани ТО, как от автоколлимационного зеркала.

В лаборатории кафедры оптико-электронных приборов и систем НИУ ИТМО по схеме трехкоординатного автоколлиматора [Л] изготовлен макет системы контроля угловых деформаций крупногабаритных объектов и собран экспериментальный стенд.

В состав стенда входят (рисунок): автоколлиматор 1; ТО, установленный на поворотный столик (ПС) 2 (ПС позволяет задавать повороты относительно коллимационных осей OX , OY на углы Θ_1 , Θ_2 и оси скручивания OZ на угол Θ_3); персональный компьютер 3; блок питания источника излучения автоколлиматора 4; миллиамперметр 5; оптическая скамья ОСК-2. 6; визуальный автоколлиматор АКТ-15 с отражателем в виде плоского зеркала 7 для контроля углового положения ПС; блок питания источника излучения 8 автоколлиматора АКТ-15.

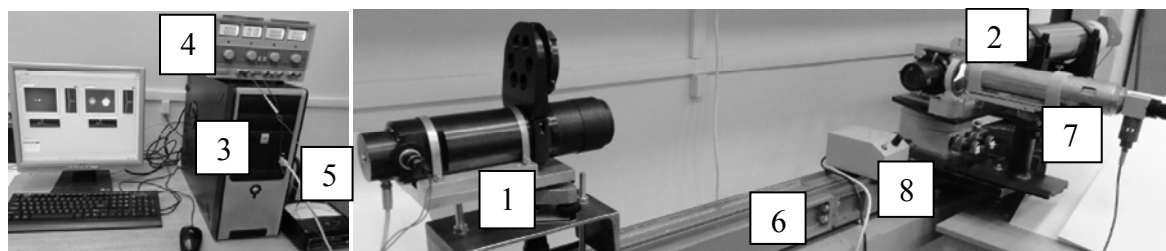


Рисунок. Стенд для испытания автоколлимационной системы измерения угловых деформаций крупногабаритных объектов

В ходе экспериментальных исследований доказана линейность статической характеристики автоколлимационной системы, при этом оценка среднеквадратического значения погрешности σ составила $20''$ при измерении угла скручивания в диапазоне $\pm 25'$ и $3''$ и при измерении коллимационных углов в диапазоне $\pm 10'$. Полученные метрологические характеристики соответствуют требуемым для систем измерения угловых деформаций элементов конструкции крупногабаритных объектов, в частности, зеркал современных радиотелескопов.

Работа проводилась при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 годы.

[Л]. Коняхин И.А., Копылова Т.В. Трехкоординатный оптико-электронный автоколлиматор с увеличенной чувствительностью измерения угла скручивания // Научно-технический вестник СПбГУ ИТМО. – 2010. – № 6 (70). – С. 9–11.

Тургалиева Татьяна Валерьевна – Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, аспирант, kopylova_tv@mail.ru

Коняхин Игорь Алексеевич – Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, доктор технических наук, профессор, igog@grv.ifmo.ru