

УДК 681.786.3

## ИССЛЕДОВАНИЕ КОНТРОЛЬНОГО ЭЛЕМЕНТА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ПОВОРОТА ОБЪЕКТА

Бененсон. Е. А. (Университет ИТМО),  
Научный руководитель – д.т.н., профессор Коняхин И. А.  
(Университет ИТМО)

Во многих практических задачах требуется определение пространственного поворота объекта контроля, что определяет необходимость трёхкоординатных угловых измерений. Из-за инвариантности к углу скручивания используемого в серийных автоколлиматорах плоского зеркала, при необходимости контроля угловых перемещений по трём углам, появляется потребность в более сложном отражателе. В настоящей работе исследован специальный отражатель, позволяющий контролировать коллимационные углы и угол скручивания.

### Введение

Во многих практических задачах требуется определение пространственного поворота объекта контроля, что определяет необходимость трёхкоординатных угловых измерений. К таким задачам относятся контроль угловых деформаций нагруженных объектов, а именно опор, колонн, несущих балок вследствие разнонаправленных силовых воздействий. Оптический бесконтактный неразрушающий метод контроля с использованием автоколлиматоров имеет преимущество перед остальными, поскольку позволяет выполнять измерения без размещения активных электронных элементов на объекте контроля. Серийные автоколлиматоры используют контрольный элемент в виде плоского зеркала, недостатком которого при измерениях пространственных поворотов является нечувствительность к измерению угла скручивания. Это обстоятельство определяет актуальность создания нового типа отражателя, который наряду с высокой чувствительностью к коллимационным углам позволял бы выполнить измерение и угла скручивания.

### Исследование

Исследуемый отражатель представляет собой четырёхгранную пирамиду и является усовершенствованным вариантом пирамидального отражателя, образованного в результате пересечения двух призм с ортогональными ребрами и углом между отражающими гранями, равным  $60^\circ$ . В усовершенствованном отражателе двугранный угол между отражающими гранями одной образующей призмы равен  $54^\circ 43'$ , величина двугранного угла ортогональной образующей призмы равен  $54^\circ 37'$ . В результате такого отклонения от типовой конфигурации отражатель обладает чувствительностью к поворотам относительно всех трёх пространственных осей.

В настоящей статье исследованы действие отражателя при его пространственном повороте, получены алгоритмы измерения коллимационных углов и угла скручивания. На основе анализа хода лучей отражённого пучка были получены матрицы действия исследуемого отражателя. Результаты эксперименты на математической модели, основанной на матрицах действия отражателя подтвердили возможность измерения угла скручивания наряду с измерением коллимационных углов.

Также были получены зависимости, величины углов поворота с изменением координат изображений на матричном анализаторе автоколлиматора, позволяющие разработать алгоритмы измерения пространственных углов

## **Выводы**

В результате исследования была подтверждена возможность пространственных угловых измерений при использовании автоколлиматором предложенного контрольного элемента. Исследование алгоритмов измерений углов, полученных при экспериментах с математической моделью отражателя показали относительно меньшую чувствительность измерения угла скручивания по сравнению с коллимационными углами. Указанное неравенство чувствительности может быть скомпенсировано измерением схемы автоколлиматора.