

УДК 681.586.57

## **РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ МНОГОПОЗИЦИОННОГО КОНТРОЛЯ РАЗМЕРОВ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ИЗДЕЛИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЛАЗЕРНОГО ТРЕКЕРА**

© **Иванов А.А., Сазонникова Н.А.**

*Самарский национальный исследовательский университет  
имени академика С.П. Королева, г. Самара, Российская Федерация*

e-mail: nirs@ssau.ru

В настоящее время лазерные трекеры по всему миру широко используются в различных отраслях производства, там, где требуются высокоточные измерения, контроль геометрических параметров, позиционирование рабочих органов манипуляторов. В основном их используют на предприятиях, связанных с аэрокосмической/автомобильной/ энергетической промышленностью.

Измерение крупногабаритных объектов на производстве всегда занимает большое количество времени и зачастую тормозит процесс сборки узлов. Лазерные трекеры позволяют за минимальное время определить размеры объекта и в режиме реального времени, сравнив полученные измерения с готовой САД моделью, с высокой точностью выявить все недочеты допущенные при изготовлении детали [1]. Универсальная функциональность трекера выдвигает его на первое место там, где требуются геометрический контроль, выверка узлов, выполнение сборочных или же полностью автоматизированных операций, связанных с позиционированием или интеграцией. В отличие от контактных координатно-измерительных машин, лазерные измерительные системы не требуют много места и особых поддержаний условий окружающей среды, не требуют размещения измеряемого объекта в рабочей зоне стола прибора. Они компактные и мобильные, их легко можно разместить в сборочном цехе и производить измерения с выгодных положений. Эти системы сочетают в себе высокую точность, производительность, бесконтактность измерений и получение результата в цифровой форме. И именно лазерные трекеры обладают следящей системой, которая позволяет контролировать разнообразные поверхности целиком, а не поточечно.

Принцип работы лазерного трекера состоит в измерении горизонтального и вертикального углов и расстояния до снимаемого объекта. Трекер посылает лазерный луч к световозвращающему отражателю, который приводится в соприкосновение с поверхностью измеряемого объекта. Луч, отраженный от цели, возвращается по тому же пути и принимается трекером в той самой точке, откуда он был испущен. Значений углов, полученных от энкодеров (датчиков углов поворота трекера) и расстояния от измерителя расстояний (интерферометра IFM или измерителя рабочих расстояний ADM), достаточно для точного определения положения центра уголкового отражателя [2].

Очень часто возникает задача контроля крупногабаритных изделий, например, в авиационной и космической отраслях промышленности. В этом случае лазерный трекер не может провести контроль геометрии всего изделия. Для решения такой задачи требуется, как правило, 3–4 лазерных трекера, каждый из которых занимает определенную позицию относительно контролируемого изделия. Для снижения стоимости проводимых измерений возможно использовать один лазерный трекер, поочередно проводя измерения с различных позиций вместо использования нескольких

дорогостоящих приборов – многопозиционный контроль [3]. Здесь возникает задача установления взаимосвязи между результатами измерений с различных стоянок, т. е. установления взаимосвязи между системами координат, соответствующих различным положением трекера. С этой целью создаются дополнительные опорные точки в измерительной системе с использованием отражателей, расположенных неподвижно вне объекта контроля. Измерение координат опорных точек, а также для части точек, расположенных на объекте контроля, проводится с различных стоянок лазерного трекера.

В результате измерений координат одних и тех же точек с различных стоянок лазерного трекера образуется избыточная информация, которая используется для создания привязки между системами координат, соответствующих различным стоянкам лазерного трекера и повышения точности измерений координат.

В качестве объекта контроля в данной работе рассматривается цилиндрическая обечайка диаметром 4100 мм, высотой 1560 мм и с толщиной 24 мм, свариваемая из трех сегментов. Масса объекта составляет не более 110 кг.

Цель работы – разработка автоматизированной измерительной системы контроля геометрических параметров крупногабаритного изделия (обечайки) методом многопозиционного контроля.

Задачи работы:

- анализ объекта измерений;
- выбор элементной базы и структурной схемы автоматизированного измерительного комплекса для контроля геометрических параметров объекта;
- создание математической модели измерительной системы;
- анализ влияния параметров измерительной системы на погрешность измерений;
- рекомендации по оптимальной конфигурации автоматизированного измерительного комплекса для контроля геометрических параметров объекта.

### **Библиографический список**

1. Sergio Aguado, Pablo Pérez, José Antonio Albajez, Jorge Santolaria, Jesús Velázquez, Design and Manufacturing Engineering Department // Configuration Optimisation of Laser Tracker Location on Verification Process. 2019. P. 4–5.
2. URL: [https://www.promgeo.com/equipment/trackers/?yclid=241754725747\\_2387982](https://www.promgeo.com/equipment/trackers/?yclid=241754725747_2387982) (дата обращения: 25.04.2021).
3. Bala Muralikrishnan, Steve Phillips, Daniel Sawyer, Engineering Physics Division National Institute of Standards and Technology / Laser Trackers for Large Scale Dimensional Metrology. P. 2–13.