

Технологические особенности применения лазерных трекеров при геодезическом обеспечении в самолетостроении

*Н. А. Кирилов¹**

¹ Сибирский государственный университет геосистем и технологий, Новосибирск,
Российская Федерация
* e-mail: kirilov-na@mail.ru

Аннотация. На предприятиях для выверки деталей используются контрольно-измерительные машины, которые по своим массово-габаритным параметрам стационарны, что доставляет массу неудобств, связанных с выездными поверками. Проблему мобильности решили, введя в процесс поверки высокоточные приборы типа тахеометр и нивелир, но скорость ведения измерительных работ и точность приборов стимулировали искать альтернативные варианты. Альтернативой стали высокотехнологические приборы под названием лазерные трекеры.

Ключевые слова: контрольно-измерительная машина, лазерный трекер, способ съемки, повышение точности, мобильные высокоточные системы

Features of application of laser trackers for geodetic provision of aircraft assembly

*N. A. Kirillov¹**

¹ Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation
* e-mail: kirilov-na@mail.ru

Abstract. Control and measuring machines and are used in enterprises to check parts for assembly accuracy. But these machines are stationary in terms of their mass-dimensional parameters, which causes a lot of inconvenience associated with on-site verification. The problem of mobility was solved by introducing high-precision instruments such as a total station and a level into the verification process, but the speed of measuring work and the accuracy of the instruments stimulated the search for alternative options. The alternative is high-tech devices called laser trackers.

Keywords: control and measuring machine, laser tracker, survey method, accuracy improvement, mobile high-precision systems

На производстве использовались и до сих пор используются контрольно-измерительные машины, которые по своим массогабаритным характеристикам сравнимы со столом для пинг-понга, то есть они являются стационарными, к мобильным приборам на тот момент можно было отнести тахеометры, но они не обладали достаточной точностью измерения расстояний, минимальная погрешность, которую можно было получить, работая с тахеометром была равна 0.5 мм, что было не достаточно для производственной съемки, которая требовала результатов варьирующихся в сотых долях миллиметров. Лазерный трекер смог решить эту проблему.

Целью доклада служит определение особенностей путем анализа главных составляющих лазерного трекера, выделяющих его среди стандартных геодезических приборов. Для достижения данной цели необходимо решить серию задач:

- анализ функций лазерного трекера, сравнение его с другими геодезическими приборами;
- особенности применения лазерного трекера на примере выставления стапеля в рабочее положение.

Лазерный трекер это прибор в основе которого лежит принцип слежения за отражателем с помощью лазерного луча. Единственными мировыми фирмами-производителями являются Leica (Швейцария), API (США) и FARO (США).

Принцип действия лазерного трекера заключается в вычислении трехмерных координат с помощью измерения двух углов и расстояния.

Так как среднеквадратическая ошибка измерение углов лазерного трекера сопоставима с высокоточными тахеометрами и равна 0.5 - 0.7 угловой секунды, сравнение для данного критерия не требуется, в отличие от отличительной особенностью лазерного трекера по сравнению с тем же тахеометром, которое дает исключительное преимущества для использования его в местах, где необходимо получить координаты с точностью не менее одной сотой миллиметра. Это способ измерения расстояний.

Измеритель расстояний, встроенный в лазерный трекер, может быть двух типов, интерферометр или измеритель абсолютных расстояний (absolute distance meter, ADM).

Интерферометр, основанный на принципе инкрементного измерения расстояний, позволяет получить точность в десятитысячных долях миллиметра, однако существенным недостатком служит момент прерывания лазерного луча из-за какого-либо препятствия будь то рабочий на предприятии или балка. И если луч обрывается, то показания счетчика теряют связь с положением отражателя и расстояние до него неизвестно. Когда это случается, трекер выдает сигнал об ошибке. Оператор должен затем вернуть отражатель в опорную точку, такую как исходная позиция на корпусе трекера. Это существенно тормозило процесс ведения измерений.

Поэтому в лазерный трекер был введен еще один измеритель расстояний, основанный на измерении времени прохождения луча от лазерного трекера до отражателя и обратно, получивший название абсолютный измеритель расстояний (ADM). Преимущество метода измерения абсолютных расстояний в том, что он позволяет просто направить луч на отражатель в любой точке. Система ADM измеряет расстояние до цели автоматически, даже если луч перед этим был разорван.

Если сравнивать погрешности при использовании интерферометра и абсолютного измерителя расстояний. То на примере лазерного трекера API Radian R20 они будут следующими: 0.0005 мм/м против 0.0007 мм/м. В том время, как высокоточный тахеометр Leica TS60 0.5" измеряет расстояние с погрешностью 0.6 мм + 0.001 мм/м.

Еще одним преимуществом, непосредственно касающимся использования лазерного трекера для геодезического обеспечения монтажа самолета и стапелей, является использование сферических отражателей, которые компактны относи-

тельно отражателей для тахеометра, вследствие чего сценарий их использования значительно расширяется.

Программное обеспечение Spatial Analyzer позволяет просматривать отклонение какого-либо интересующего участка стапеля в режиме реального времени, то есть ПО непосредственно сравнивает отклонения по всем трем плоскостям и выдает разницу между измеренными координатами и номинальными. Остается только выставить нужную деталь стапеля в базовое положение. После этого программой ведется запись контрольных точек, для будущего составления отчета, в который будет входить изображение цифровой модели стапеля с разницей между координатами контрольных точек [1,2].

В заключении доклада приводится список особенностей лазерного трекера ставших его достоинствами, которые были выделены из вышеописанного текста.

1. высокая точность определения координат (за счет более точного определения расстояний);

2. время, затраченное на калибровку прибора в 2 раза ниже, чем проведение проверок тахеометра;

3. благодаря сферическому отражателю, за счет его малого размера, можно вести измерения в труднодоступных местах;

4. съемка и обработка результатов измерений проводится в одном программном комплексе (к примеру, Spatial Analyzer);

5. ведение «онлайн» измерений для выставления стапелей в номинальное положение. Данный пункт возможен благодаря симбиозу ПО, цифровой модели детали и лазерному трекеру, с его удобным для использования сферическим отражателем.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Программный пакет Spatial Analyzer [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://promgeo.com/products/sa> – Загл. с экрана

2. Spatial Analyzer [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – Режим доступа: http://www.gfkleica.ru/katalog/promyshlennye_izmereniia_i_metrologiia/programmnoe_obespechenie/spatial_analyzer – Загл. с экрана

© Н. А. Кирилов, 2023