

УДК 528

## ИЗУЧЕННОСТЬ И СТЕПЕНЬ ВЛИЯНИЯ ЦАПФ НА ИЗМЕРЕНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ УГЛОВ

### SCIENTIFIC KNOWLEDGE AND THE DEGREE OF INFLUENCE OF ZAPF ON THE MEASUREMENT OF HORIZONTAL ANGLES

**Пастухов Максим Андреевич**

ассистент кафедры кадастра и геоинженерии  
Кубанского государственного  
технологического университета  
set@id-yug.com

**Pastukhov Maksim Andreevich**  
assistant of the Department of  
cadastre and geo-engineering  
Kuban state technological University  
set@id-yug.com

**Аннотация.** Данная статья посвящена изученности отдельных конструктивных элементов геодезических приборов, а так же степени влияния этих элементов на точность производимых измерений.

**Annotation.** This article is devoted to the study of separate constructive elements of geodetic devices and degree of influence of these elements on the accuracy of measurements.

**Ключевые слова:** геодезические приборы, цапфы, лагера, погрешность.

**Keywords:** geodesic devices, studs, lagers, horizontal circle, horizontal axis.

В настоящее время при исследовании погрешностей измерений горизонтальных углов, большое внимание уделяется угломерным ошибкам связанных с горизонтальным кругом, осью вращения прибора и тому подобное, ряд таких исследований проводили к.т.н. Желтко Ч.Н, Гура Д.А. Шевченко (Аветисян) Г.Г [2, 3, 4]. Следует отметить что исследования проводимые в данных направления учитывают ошибки в измерениях горизонтального угла между объектами находящимися на одной визирной высоте. Но остаётся малоизученным такой вопрос как погрешность при измерении горизонтального угла между объектами находящимися на разном визирном расстоянии, а так же величину влияния этих ошибок, возникающих из-за неперпендикулярности горизонтальной оси к оси вращения прибора.

Горизонтальная ось геодезических инструментов соединяет зрительную трубу с подставками, укрепленными на алидадной части инструмента.

Направляющими вращение трубы вокруг горизонтальной оси являются цапфы, которыми горизонтальная ось опирается на лагера в подставках инструмента. По своему механическому назначению лагера представляют подшипники, в которых вращаются цапфы горизонтальной оси.[1]

К горизонтальной оси трубы предъявляют следующие основные требования:

- геометрическая ось горизонтальной оси не должна изменять своего положения при вращении трубы;
- вращение трубы вокруг зрительной оси должно быть достаточно лёгким и плавным.

Для обеспечения неизменности положения геометрической оси при вращении трубы цапфы горизонтальной оси должны иметь форму правильных круговых цилиндров, оси которых должны совпадать, образуя общую геометрическую ось вращения трубы.

Исследование цапф имеет целью определить отклонение формы поверхности цапф от круговых цилиндров и неравенство диаметров цапф.

Вследствие неправильности формы цапф горизонтальной оси прибора могут иметь место угловые перемещения горизонтальной оси при вращении зрительной трубы вокруг её оси. Отклонения формы цапф от цилиндра, например на 1 мкм приводит к погрешности при измерениях горизонтальных углов величиной порядка 1". Неправильности цапф могут быть вызваны двумя причинами: неточным их изготовлением на заводе и неравномерным износом цапф при эксплуатации.

Исследования цапф делают для приборов, предназначенных для азимутальных астрономических наблюдений звёзд, которые могут находиться на разных высотах, вплоть до наблюдений вблизи зенита.

Исследования довольно сложны. Требуется частично разобрать прибор, открыв доступ к поверхности цапф. Измерения выполняют точным прибором для линейных измерений, измерительный штифт которого касается поверхности цапф. Применяют миниметр, оптиметр, интерферометр и др. Измеряют колебания измеренных расстояний при поворотах зрительной трубы. Измерения делают для каждой цапфы отдельно.

Известны способы (способ А.А. Ильинича) исследований с помощью зеркала и вспомогательного точного теодолита с автоколлимационной зрительной трубой, которым измеряют горизонтальные и вертикальные углы при разных положениях по высоте зрительной трубы исследуемого прибора.

Для теодолитов и тахеометров, предназначенных для измерения горизонтальных углов, подобные исследования не предусмотрены даже для самых высокоточных приборов. По существу приходится полагаться на гарантии завода изготовителя. И даже организации, выдающие свидетельства о поверке прибора, не делают этих исследований или делают не в полном объёме. Но где гарантия того, что у данного прибора этих погрешностей нет. Более того, эти погрешности всегда есть, но какова их величина?

Очевидно, что погрешности за неправильность цапф могут проявляться не только при наблюдениях звёзд, но и при измерениях горизонтальных углов между направлениями, находящимися на разных зенитных расстояниях, даже если их разность небольшая, например 10–20°.

Был разработан и применен способ исследования погрешности за неправильность формы цапф при измерении горизонтальных углов. На объективном конце зрительной трубы закреплялась зеркальная насадка так, чтобы визирная ось отклонялась на 90° в направлении приблизительно параллельном оси вращения зрительной трубы. В этом случае при вращении трубы визирная цель не будет выходить из поля зрения.

Были выполнены пробные измерения для электронного тахеометра Spectra (рис. 1). 12 приёмов измерений показаны тонкими линиями. Штриховой линией показаны средние значения, вычисленные по 12 приёмам. Исследования показали, что максимальная погрешность за неправильность формы цапф у этого прибора составляет 1", что вполне допустимо для 5-ти секундного тахеометра.

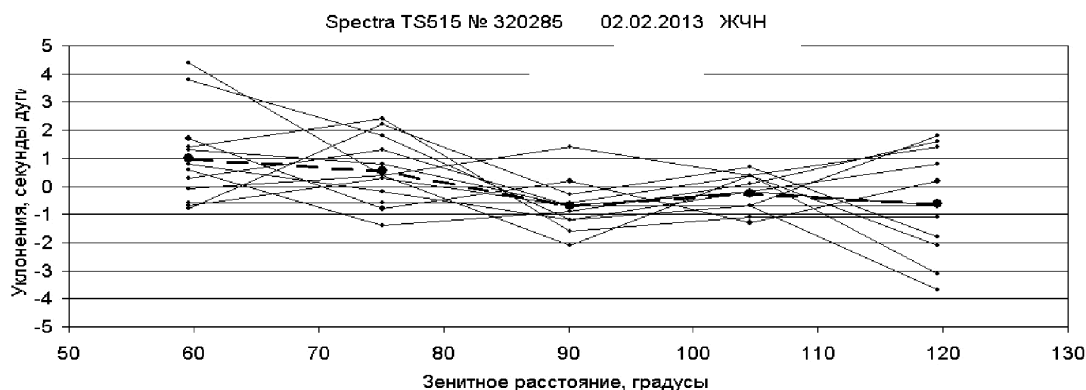


Рисунок 1 – Результаты исследований влияния неправильности цапф

#### Литература:

1. Литвинов Б.А., Лобачев В.М., Воронков Н.Н. Геодезическое инструментоведение. – М. : Недра, 1971. – 328 с.
2. Гура Д.А., Желтко С.Ч., Аветисян Г.Г. Об исследованиях угломерных ошибок электронных тахеометров // ГиК. – 2011. – № 4. – С. 64–67.
3. Гура Д.А., Желтко С.Ч., Аветисян Г.Г. Исследования упругих деформаций электронных тахеометров // ГиА. – 2011. – № 5. – С. 63–66.

4. Гура Д.А., Желтко Ч.Н., Аветисян Г.Г. Об исследованиях угломерных ошибок горизонтального круга электронных тахеометров разложением в ряды Фурье // ГиА. – 2011. – № 4. – С. 112–116.

**References:**

1. Litvinov B.A., Lobachyov V.M., Voronkov N. Surveying instrumentovedeniya. – М. : Nedra, 1971. – 328 p.

2. Gura D.A., Jeltko S.C., Avetisyan G. On the research of goniometric error total station // GIK. – 2011. – № 4. – P. 64–67.

3. Gura D.A., Jeltko CH.N., Avetisyan G. Studies of the elastic deformation of electronic total station // GIA. – 2011. – № 5. – P. 63–66.

4. Gura D.A., Jeltko CH.N., Avetisyan G. On the research of the horizontal circle goniometer error total station expansion in Fourier series // GIA. – 2011. – № 4. – P. 112–116.