

УДК 528:681.2

ИССЛЕДОВАНИЕ И ПОВЕРКИ ЭЛЕКТРОННОГО ТЕОДОЛИТА-ТАХЕОМЕТРА LEICA-TS06

Кряжевских А. Е., студент гр. ГМс–171,
Пименов З. Г., студент гр. ГМс–171,
Научный руководитель: Корецкая Г. А.
Кузбасский государственный технический университет
имени Т. Ф. Горбачева
г. Кемерово

Геодезические средства измерений в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений до ввода в эксплуатацию, а также после ремонта подлежат первичной поверке, а в процессе эксплуатации – периодической поверке в соответствии с инструкцией [1]. За последние десятилетия появились новые геодезические приборы, возросли темпы модернизации геодезического оборудования, расширились их функциональные особенности и многократно улучшились технические характеристики.

Согласно действующему законодательству каждый новый прибор, который будет использоваться для измерений на территории Российской Федерации, требует контроля метрологических характеристик. Первичные поверки выполняются для всех без исключения приборов, внесенных в государственный реестр средств измерений. Услуги по производству первичных поверок осуществляются на заводах-изготовителях и в специальных метрологических организациях. Все эти процедуры выполняются высококлассными специалистами в сертифицированной лаборатории с использованием эталонных вспомогательных средств поверки, после чего на прибор выписывается свидетельство государственного образца, подтверждающее соответствие лазерного дальномера указанным в паспорте техническим характеристикам. Периодическую поверку необходимо выполнять на предприятии в зависимости от вида прибора и решаемых задач.

Вместе с тем действующая в настоящее время инструкция 1999 г. [1] устарела, в ней не приводятся поверочные схемы и методики выполнения поверок современных геодезических электронно-оптических приборов. Нами предложена методика определения постоянной поправки дальномера электронного тахеометра Leica-TS06 (Швейцария) [2], а также выполнена текущая поверка MO (место нуля) и C (коллимационная ошибка). Результаты поверки C и MO приведены в табл. 1, 2. Расчётные формулы для определения C (отсчёты по горизонтальному кругу) и MO (отсчёты по вертикальному кругу):

$$C = \frac{KП - КЛ \pm 180}{2}; \quad MO = \frac{КЛ + КП \pm 360}{2}.$$

Технические характеристики прибора приведены на рис. 1.



Дальность определения	до 5000 м
Дальность без отражателя	до 500 м
Точность измерения углов	±5"
Компенсатор	электронный
Увеличение визирной трубы	30-кратное
Объем оперативной памяти	128 Мб
Объем постоянной памяти	1 Гб
Питание	от двух аккумуляторных элементов
Длительность работы	7,5-20 часов
Рабочий диапазон температур	-35 ... +50°C
Интерфейсы передачи данных	USB/mini USB, Bluetooth
Габаритные размеры	173×225×316 мм
Вес с аккумуляторной батареей	около 5 кг

Рис. 1. Технические характеристики электронного тахеометра Leica-TS06

Таблица 1

Результаты поверки коллимационной ошибки (C)

Измерение	Отсчеты по горизонтальному кругу						Коллимационная ошибка C, сек.		
	КЛ			КП					
	°	'	"	°	'	"	°	'	"
1	72	30	50	252	30	54	0	00	02
2	104	56	25	284	56	23	0	00	01
$C_{cp} =$							0	00	01,5

Таблица 2

Результаты поверки места нуля (MO)

Измерение	Отсчет по вертикальному кругу						Место нуля MO, сек.		
	КЛ			КП					
	°	'	"	°	'	"	°	'	"
1	89	59	07	270	01	02	0	00	04,5
2	89	59	07	270	01	01	0	00	04
$MO_{cp} =$							0	00	04,3

Полученные результаты показывают, что коллимационная ошибка и место нуля не превышают двойную точность прибора ($\pm 10''$).

Поверка постоянной дальномера проводится с целью проверки ее заводской установки. Как правило, она устанавливается в нулевое положение, то есть она равна нулевому значению. Соответствие постоянной поправки важно для линейных измерений лазерным дальномером тахеометра.

Сервисные центры по обслуживанию и ремонту геодезических приборов эту поверку рекомендуют периодически проводить в течение календарного года и, особенно, в тех случаях, когда возникают подозрения в отклонениях измеряемых расстояний.

Для этого рекомендуют заложить на ровной поверхности с расстоянием до 100 метров так называемый линейный базис, состоящий из трех закрепленных в створе точек. Измерения длины между ними можно производить с применением отражателей или в безотражательном режиме. Таких измерений нужно провести не менее десяти при замерах расстояний между крайними точками. И столько же при определении двух других расстояний между соответственно крайними точками и средней точкой между ними, в которой лучше всего и стоит установить тахеометр для измерений. По их результатам определяют средние значения горизонтальных проложений этих трех расстояний. А разность горизонтальных проложений длиной стороны и суммы двух коротких сторон дает величину постоянной поправки дальномера.

После этого необходимо провести такие же измерения и вычисления еще два, три раза. И если постоянная поправка дальномера в каждом из этих вычислений не будет отличаться более, чем на 3 мм, то никаких исправлений и юстировок проводить не нужно. В противоположном случае для исправления значения поправки требуется обратиться в сервисный центр.

Недостатком этой методики является то, что она может быть выполнена в полевых условиях при наличии базиса более 100 м.

Нами предложена методика определения постоянной поправки дальномера в лабораторных условиях в длинном коридоре (базис 40-50 м)

Методика выполнения работ заключается в следующем.

1. Разбивается базисная линия, на которой в створе выставляется 4 точки (3 интервала) на расстоянии 15-20 м друг от друга (рис. 2).

2. На первой из этих точек на штативе или консоли устанавливается электронный теодолит-тахеометр, на второй *мишень-отражатель*.

3. Измеряется расстояние интервала 1-2 в серии из 5-ти измерений. Затем мишень-отражатель переносится в точку 3, определяется расстояние 1-3.

4. Так же выполняются измерения расстояний и на отрезке 1-4. Затем прибор переносится в точку 2 и определяются расстояния 2-1, 2-3, 2-4.

5. Далее измерения выполняются с установкой тахеометра на точках 3 и 4 с измерением расстояний 3-1, 3-2, 3-4, 4-1, 4-2, 4-3.

6. По результатам многократных измерений вычисляются средние значения всех измеряемых отрезков в прямом и обратном направлениях.

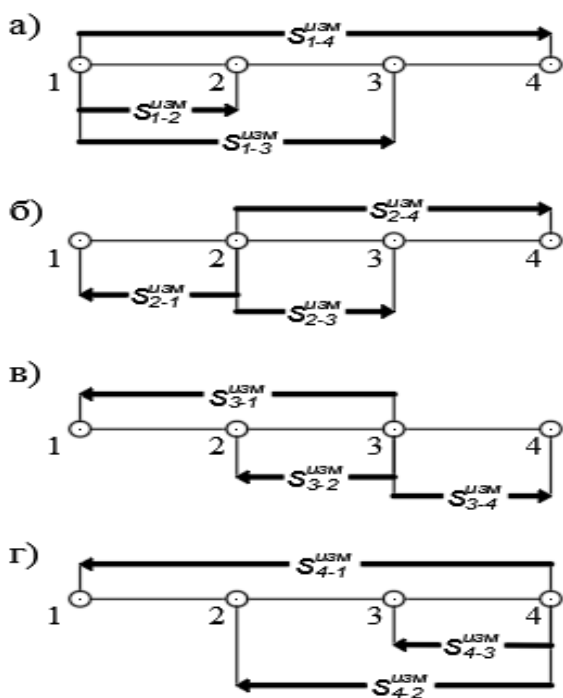


Рис. 2. Схема проверки постоянной поправки дальномера:

- а) тахеометр в точке 1, марки-отражатели в точках 2, 3 и 4;
- б) тахеометр в точке 2, марки-отражатели в точках 1, 3 и 4;
- в) тахеометр в точке 3, марки-отражатели в точках 1, 2 и 4;
- г) тахеометр в точке 4, марки-отражатели в точках 1, 2 и 3.

Истинные значения измеряемых интервалов могут быть найдены, как разности измеренных значений соответствующих интервалов, например, для интервала 1-2

$$S_{1-2}^{ист} = S_{1-4}^{изм} - S_{2-4}^{изм}; \quad S_{1-2}^{ист} = S_{1-3}^{изм} - S_{2-3}^{изм};$$

для интервала 2-3

$$S_{2-3}^{ист} = S_{2-4}^{изм} - S_{3-4}^{изм}; \quad S_{2-3}^{ист} = S_{2-4}^{изм} - S_{1-3}^{изм}.$$

для интервала 3-4

$$S_{3-4}^{ист} = S_{1-4}^{изм} - S_{1-3}^{изм}; \quad S_{3-4}^{ист} = S_{1-3}^{изм} - S_{2-3}^{изм};$$

для интервала 1-3

$$S_{1-3}^{ист} = S_{1-4}^{изм} - S_{3-4}^{изм};$$

для интервала 2-4

$$S_{2-4}^{ист} = S_{1-4}^{изм} - S_{1-2}^{изм},$$

где $S^{изм}$ – измеренное значение соответствующего интервала с помощью электронного теодолита-тахеометра; $S^{ист}$ – истинное значение измеряемой величины.

Разность измеренного значения интервала и его истинного значения представляет собой абсолютную погрешность измерения

$$K = S_{cp}^{изм} - S_{cp}^{ист}.$$

7. Постоянная поправка лазерного дальномера K^{cp} может быть вычислена, как среднее значение по интервалам (табл. 3, 4)

Таблица 3

Поверка постоянной поправки дальномера электронного тахеометра
 Leica-TS06 с применением отражателем

№ точки	Измеряемая линия	Измеренные значения интервалов		Истинные значения интервалов, м	Постоянная поправка по интервалам К, м
		Среднее значение из 5-и определений, м	Среднее значение из прямого и обратного направлений, м		
1	S ₁₋₂	13,896	13,895	13,891/13,892	0,003
	S ₁₋₃	24,741	24,722	24,716	0,006
	S ₁₋₄	47,097	47,099		
2	S ₂₋₁	13,894			
	S ₂₋₃	10,854	10,830	10,825/10,827	0,004
	S ₂₋₄	33,207	33,208	33,204	0,004
3	S ₃₋₁	24,703			
	S ₃₋₂	10,806			
	S ₃₋₄	22,397	22,383	22,375/22,378	0,006
4	S ₄₋₁	47,100			
	S ₄₋₂	33,208			
	S ₄₋₃	22,369			

Среднее значение K^{cp} составляет 4,6 мм.

Таблица 4

Поверка постоянной поправки дальномера электронного тахеометра
 Leica-TS06 в безотражательном режиме

№ точки	Измеряемая линия	Измеренные значения интервалов		Истинные значения интервалов, м	Постоянная поправка по интервалам К, м
		Среднее значение из 5-и определений, м	Среднее значение из прямого и обратного направлений, м		
1	S ₁₋₂	13,890	13,892	13,893/13,895	0,002
	S ₁₋₃	24,742	24,722	24,732	0,010
	S ₁₋₄	47,101	47,102		
2	S ₂₋₁	13,894			
	S ₂₋₃	10,855	10,827	10,839/10,830	0,007
	S ₂₋₄	33,211	33,209	33,210	0,001
3	S ₃₋₁	24,702			
	S ₃₋₂	10,798			
	S ₃₋₄	22,401	22,370	22,380/22,382	0,011
4	S ₄₋₁	47,102			
	S ₄₋₂	33,206			
	S ₄₋₃	22,369			

Среднее значение K^{cp} составляет 6,2 мм.

Полученные результаты показывают, что среднее значение поправки K^{cp} с применением отражателя – 4,6 мм и без отражателя – 6,2 мм, что практически не превышает двойное допустимое значение (± 3 мм).

Следовательно, никаких исправлений, юстировок и обращений в сервисный центр не требуется.

Прибор Leica-TS06 подготовлен к работе и может быть использован для контроля маркшейдерско-геодезических измерений, выполняемых студентами при прохождении учебных маркшейдерских и геодезических практик.

Предложенная методика определения постоянной поправки позволяет выполнять периодические поверки лазерного дальномера электронно-оптических приборов в производственных и лабораторных условиях и может быть рекомендована для включения в новую редакцию инструкции по проведению текущих технологических проверок современных электронно-оптических приборов.

Список литературы:

1. ГКИНП (ГНТА) 17-195-99. Инструкция по проведению технологической поверки геодезических приборов, г. Москва: [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://www.tehlit.ru/1lib_norma_doc/49/49470/ – Загл. с экрана. – Яз. Рус.

2. Leica FlexLine plus. Руководство пользователя: <http://leica-ts06.ru/downloads> – Загл. с экрана. – Яз. Рус.