

Метрологічне забезпечення засобів вимірювання великих лінійних розмірів

Представлені сучасні засоби вимірювальної техніки геодезичного призначення – тахеометри. Розглянуто процес метрологічного контролю тахеометрів. Наведені еталонні засоби вимірювальної техніки, необхідні для перевірки тахеометрів. Іл. 5. Бібліогр.: 4 найм.

Ключові слова: тахеометри, перевірка, метрологічний контроль

Modern means of measurement techniques of geodetic purpose – tacheometers – are presented. The process of metrology control of tacheometers is considered. Sample means of measuring technique necessary for tacheometer control are given.

Keywords: tacheometers, calibration test, metrology control

Тахеометр – багатофункціональний геодезичний засіб вимірювання, призначений для вимірювання відстаней, горизонтальних і вертикальних кутів (рис. 1) [1].

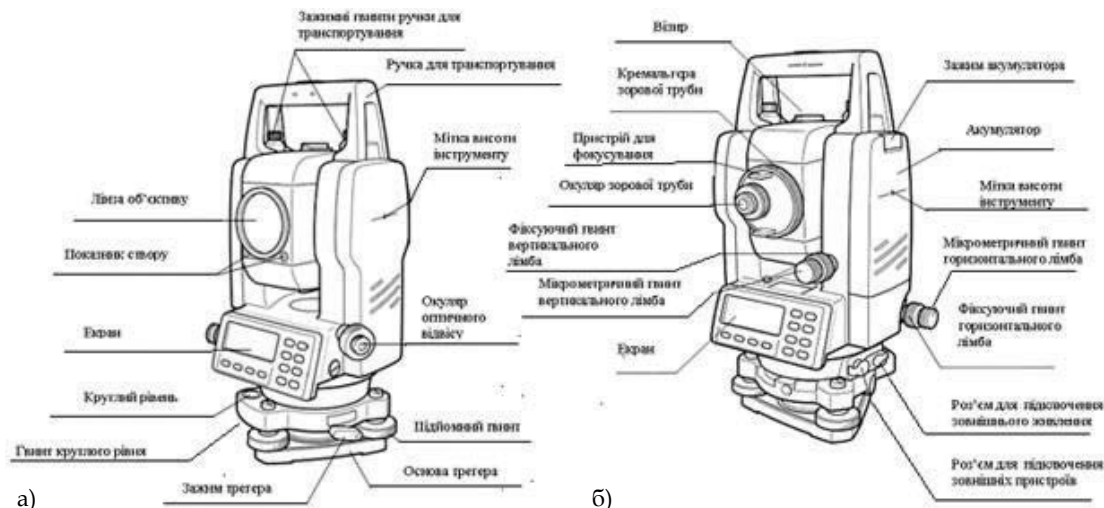


Рис. 1. Загальний вид сучасного тахеометра: а) вид спереду; б) вид ззаду

Точність визначення великих лінійних розмірів в значній мірі залежить від кваліфікації фахівців, які проводять вимірювання, та від засобів вимірювання (ЗВ). ЗВ, в свою чергу, мають потребу в своєчасному і якісному метрологічному забезпеченні.

Для здійснення вимірювань великих лінійних розмірів широко застосовують світловіддалеміри, тахеометри, іноді GPS-приймачі. Такі ЗВ підлягають метрологічному контролю: повірці (калібровці) чи державній метрологічній атестації.

Похибка вимірювання відстаней сучасних тахеометрів виражається формулою

$$\pm(a + b \cdot 10^{-6} \cdot D) \text{ мм, або } \pm(a + b \text{ ppm}) \text{ мм, (1)}$$

де a – постійна складова похибки, $a = 0,1-10$ мм; $b \cdot 10^{-6} \cdot D$ – змінна складова похибки, яка змінюється в залежності від вимірюваної відстані, $b = 0,2-20$ мм; D – виміряна відстань; ppm – з англійської «parts per million» – «мільйонна доля» (наприклад, вираз $(2+2 \text{ ppm})$ мм означає, що похибка тахеометра складає 2 мм та 2 мм

на кожний кілометр вимірюваної відстані, тобто похибка вимірювання відстані в 2 км складає 6 мм).

Метрологічний контроль тахеометрів включає в себе контроль як кутомірної, так і віддалемірної частини.

Метрологічний контроль кутомірної частини тахеометрів проводиться за допомогою спеціальних автоколімаційних установок, які розташовуються в повірочних лабораторіях (рис. 2) [2].



Рис. 2. Автоколімаційна установка типу АУПНТ

Для метрологічного контролю робочих ЗВ, які застосовуються при визначенні лінійних розмірів в діапазоні 24-75000 м, використовуються еталонні лінійні бази, які входять до складу геодезичних полігонів 2 розряду [3]. Еталонні лінійні бази знаходяться на відкритих ділянках довжиною не менше ніж 1,5 км, і представляють собою пряму, без перешкод, пливунів, потужних вітрів, розташовані подалі від автотрас і ділянок з сейсмічною активністю. На рис. 3 зображено пункти еталонного лінійного полігону на Львівщині.



Рис. 3. Еталонний лінійний базис на Львівщині

Базисний лінійний геодезичний полігон складається з базисних центрів спеціальної конструкції та відстаней між базисними центрами, що виміряні з установленою точністю.

В Україні такі полігони існують не в достатній кількості в наслідок існування ряду проблем по споруді і застосуванню полігонів. Однією з самих серйозних проблем є пошук вдалого місця їх розташування. Також існує проблема значних фінансових витрат при побудові полігонів і оренді земельної ділянки для розташування полігону, що в результаті не дозволяє їх розташовувати в кожному обласному центрі. При експлуатації полігону виникають додаткові транспортні витрати для доставки тахеометрів на полігон і назад в лабораторію. Неможливе проведення якісного метрологічного контролю за поганих погодних умов.

Через недостатню кількість геодезичних полігонів для проведення метрологічного контролю тахеометри необхідно транспортувати в область, де є полігон. Це доставляє масу незручностей і додаткових витрат, ставить під загрозу стабільність метрологічних характеристик в результаті транспортування на тривалі відстані. Методика метрологічного контролю тахеометрів, яка заснована на використанні лінійних базисів, є найбільш успішною і дозволяє практично повністю оцінити необхідні метрологічні характеристики тахеометрів. Однак перераховані об'єктивні фактори змушують шукати альтернативні методи і способи контролю.

Авторами пропонується новий спосіб проведення метрологічного контролю тахеометрів. Головною метою способу є об'єднання процедур метрологічного контролю кутомірної частини тахеометрів і всіх необхідних метрологічних робіт, пов'язаних з повіркою (калібруванням), атестацією, контролем якісних показників ЗВ великих лінійних розмірів віддалемірної частини, обмежившись тільки приміщенням лабораторії, без якої-небудь необхідності виїзду на спеціальні геодезичні полігони. Спосіб дозволяє якісно та оперативно виконувати метрологічний контроль тахеометрів, які досі не піддавалися процедурі повірки, атестації (калібрування) або існували значні перешкоди для здійснення такої процедури.

В основі запропонованого авторами способу лежать закони розповсюдження світла:

- закон відбиття світла: кут відбивання рівняється куту падіння;
- відношення синусу кута падіння α к синусу кута переломлення β є величина постійна для даної довжини хвилі:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n \quad (2)$$

де n - відносний показник заломлення другого середовища відносно першого;

- відносний показник заломлення дорівнює відношенню швидкостей світла у відповідних середовищах:

$$n = \frac{c_1}{c_2} \quad (3)$$

На підставі вказаних постулатів був запропонований новий спосіб передачі фізичної величини - метра - від еталонних ЗВ до робочих ЗВ.

У класичному варіанті спосіб метрологічного контролю тахеометрів заснований на тому, що промінь лазера від тахеометра направляється до відбивача, проходячи відстань L , і відбиваючись, прямує назад, проходячи ту ж відстань L . В результаті цих операцій отримуємо результати вимірювання відстані L .

Якщо встановити на місці відбивача дзеркало у вертикальне положення, під деяким кутом рівним 108° щодо променя лазера в горизонтальній площині, промінь продовжить свій рух, відбившись від дзеркала. Якщо провести перпендикуляр в точці падіння променя лазера (рис. 4), то отримаємо:

$$\alpha = \gamma = 108^\circ - 90^\circ = 18^\circ \quad (4)$$

Якщо помістити відбивач на відстані L від дзеркала, під кутом $(90^\circ - \gamma)$ відносно дзеркала в горизонтальній площині, то провівши вимірювання, на екрані тахеометра ми отримаємо відстань, рівну значенню довжини $2L$.

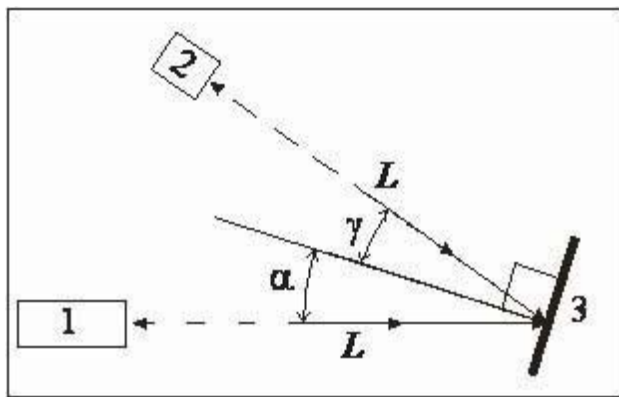


Рис. 4. Схема вимірювання відстані (вид зверху): 1 – тахеометр; 2 – відбивач; 3 – дзеркало

Використовуючи ці властивості сформулюємо модель метрологічного контролю тахеометрів і світловіддалемірів в повірочній лабораторії. Для установки тахеометра в лабораторії використано предметний стіл установки типу АУПНТ для перевірки нівелірів і кутової частини тахеометрів. Це, в свою чергу, дуже зручно для проведення метрологічного контролю тахеометрів, так як немає необхідності знімати тахеометр зі столу при проведенні метрологічного контролю віддалемірної чи кутомірної частини.

За допомогою системи дзеркал відтворимо базисну відстань у зигзагоподібному вигляді. Слід зазначити, що для даного способу може бути реалізована практично будь-яка конфігурація дзеркал. У зазначений спосіб можна встановити кілька різних наборів дзеркал з різними відстанями між ними, так і складні інженерні рішення для «збирання» необхідної відстані з представленого набору регульованих дзеркал безпосередньо під час проведення метрологічного контролю.

На рис. 5 зображена приблизна схема лабораторії.

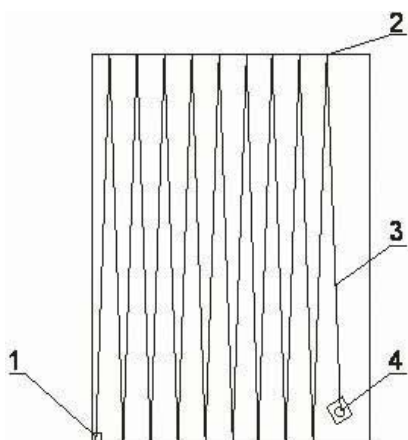


Рис. 5. схема повір очної лабораторії

Очевидно, що якщо направити візирну трубу тахеометра 4, який розташований на предметному столі установки типу АУПНТ, на дзеркало 2, то лазерний промінь 3 від світловіддалеміра до тахеометра, відбившись від дзеркала під кутом,

який рівний куту падіння, продовжить свій шлях до наступного дзеркала і т. д. до відбивача 1. Зменшивши кут падіння променя лазера, можливо зменшити кут його відображення, тим самим зекономити простір.

Для відтворення запропонованої моделі метрологічного контролю тахеометрів, в ході експерименту, на базі існуючої повірочної лабораторії змодельовані дві зигзагоподібні базисні відстані довжиною 95,9605 м і 23,9575 м, до складу яких входить 13 дзеркал. Використовуючи еталонний світловіддалемір 1 розряду проводиться визначення довжини отриманої зигзагоподібної базисної лінії. Після отримання відповідних даних, таким же способом цієї ж відстані, але з допомогою робочого засобу вимірювання, виконується розрахунок різниці показів обох ЗВ і визначення похибки робочого ЗВ.

Похибка вимірювання відстаней сучасних тахеометрів розраховується за формулою

$$m_{s_j} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n_j} (S_{0j} - S_{ij})^2}{n_j}} \quad (5)$$

де m_{s_j} – середньоквадратична похибка вимірювання j-ої відстані, мм; S_{0j} – еталонне значення j-ої відстані, мм; S_{ij} – вимірне значення j-ої відстані i-м прийомом, мм; n_j – кількість прийомів виміру j-ої відстані.

Середньоквадратична похибка вимірювання відстаней визначається шляхом багаторазового (не менше 10 разів) вимірювання еталонних базисних ліній, в даному випадку зигзагоподібної базисної лінії.

Використання середньоквадратичної похибки для характеристики точності вимірювання відстаней тахеометром не випадкове. Середньоквадратична похибка дуже чутлива до більших за абсолютною величиною похибок, оскільки кожна складова похибки зводиться у квадрат. У той же час вона є стійким критерієм для оцінки точності навіть при невеликій кількості вимірювань.

Для розрахунку допустимого значення середньоквадратичної похибки тахеометра на відстані 95,9605 м необхідно в (1) підставити відоме еталонне значення зигзагоподібної базисної лінії у вираз, де D – еталонне значення відстані в мілі метрах.

$$m_{s_{95}} = 2 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot 95960,5 = 2 + 0,000002 \cdot 95960,5 \approx 2,2 \text{ мкм}$$

Важливим фактором є те, що запропонований спосіб дозволяє проводити метрологічні роботи силами одного спеціаліста, що в свою чергу

знижує трудовитрати в порівнянні з метрологічним контролем тахеометрів в умовах геодезичного полігону, де необхідні трудовитрати як мінімум двох фахівців.

На представлений вище спосіб передачі одиниці фізичної величини – метра – від еталонних засобів вимірювання до робочих засобів вимірювання для визначення великих лінійних розмірів отримано патент [4].

Висновки

Аналіз використання існуючих еталонних засобів метрологічного контролю тахеометрів показує, що використання базисних полігонів недостатньо ефективно через необхідність великих фінансових вкладень, труднощів з транспортуванням тахеометрів і зайвих трудовитрат на виконання метрологічного контролю.

Для удосконалення процедури метрологічного контролю тахеометрів авторами запропоновано новий спосіб, який об'єднує процедури контролю кутомірної і віддалемірної частини в єдину процедуру. Це дозволяє якісно та оперативно виконувати повірку (калібровку) або метрологічну атестацію тахеометрів в територіально віддалених від полігонів місцях.

Бібліографічний список

1. Дементьев В. Е. Современная геодезическая техника и ее применение. – М.: GAUDEAMUS. – 2008. – 591 с.

2. МПУ 164/01-2003. Інструкція. Метрологія. Нівеліри, теодоліти, тахеометри (кутомірна частина). – Введ. 2003–05–23. – К.: Укрметртестстандарт, 2003. – 31 с.

3. Тревого И. С. Геодезический полигон для метрологической аттестации приборов и апробации технологий // Геопрофи. – 2009. – Вып. 1. – С. 6-11.

4. Патент України на корисну модель. Спосіб передачі одиниці фізичної величини - метра від еталонних засобів вимірювальної техніки до робочих засобів вимірювальної техніки для визначення великих лінійних розмірів: патент 57280 Україна, МПК8 G01C 25/00, МПК8 G01C 3/00; Бюллетень № 4; Заяв. 23.04.2010; Публ. 25.02.2011.

Поступила 26.05.2014



УДК 389.14:621.317

Гордієнко Т. Б. /к. т. н./

ДНУ «УкрНДІспиртбіопрод»

Наука

Діяльність українських технічних комітетів стандартизації металургійної та гірничодобувної промисловості

Проведено аналіз діяльності національних технічних комітетів стандартизації (ТК) України, що працюють у сфері металургійної та гірничодобувної промисловості. Розглянуто проблеми удосконалення їх структури, стан виконання функцій, передбачених законодавчими і нормативними документами. Проведено оцінювання ефективності діяльності ТК металургійної та гірничодобувної промисловості із застосуванням узагальненого критерію. Запропонований підхід дає можливість об'єктивно оцінити ефективність діяльності ТК, незважаючи на тривалість його роботи і абсолютне значення кількості розроблених НД. Іл. 2 Табл. 4 Бібліогр.: 5 найм.

Ключові слова: технічні комітети стандартизації, нормативні документи, стандарти, оцінка ефективності діяльності

The analysis of activity of National Technical Committees of Standardization (TC) of Ukraine, working in the field of metallurgical and mining industry, is conducted. The problems of improvement of their structure, state of implementation of the functions, envisaged by operating legislative and normative documents, are considered. The efficiency evaluation of activity of TC of metallurgical and mining industry is conducted with the use of generalized criterion. Offered approach gives an opportunity to estimate objectively the efficiency of activity of TC, without regard to duration of its work and absolute value of amount of worked out normative documents.

Keywords: Technical Committees of Standardization, normative documents, Standards, estimate efficiency of activity

Однією з основних галузей народного господарства в Україні є металургійна та гірничодобувна промисловість. Чорна та кольорова металургія

належить до основних галузей промисловості з експортною орієнтацією. Чорна металургія пов'язана із видобутком руд чорних металів (залізних, манганових, хромітів), виплавкою