

ти МС в той області температур і напружень на кривій «напруження-деформація», котра традиційно считалась абсолютно пружою. Установлено, що характер мікроповзучості визначається кількістю кристалічних фаз в аморфному сплаві. Збільшення об'ємної частки центрів кристалізації в аморфній матриці всього до 5 до 10 % зменшує швидкість мікроповзучості при кімнатній температурі свіжезакалених образців МС на порядок.

Ключеві слова: металічне скло, пластичне формозмінення, аморфний сплав, центр кристалізації, кристалічна фаза, аморфна матриця.

В. В. Новіков, к.т.н.

МІКРОПОВЗУЧИТЬ МЕТАЛЕВИХ СТЕКОЛ ПРИ КІМНАТНІЙ ТЕМПЕРАТУРІ

Виявлено пластичне формозмінення (мікроповзучість) широкого класу свіжезакалених металевих стекол (МС) при кімнатній температурі і під дією розтягуючої напруги, величина якої на порядок менше межі міцності. Вивчено основні закономірності мікроповзучості МС в тій області температур і напруг на кривій «напруження-деформація», яка традиційно вважалась абсолютно пружою. Установлено, що характер мікроповзучості визначається кількістю кристалічних фаз в аморфному сплаві. Збільшення об'ємної частки центрів кристалізації в аморфній матриці всього до 5 до 10 % зменшує швидкість мікроповзучості при кімнатній температурі свіжезакалених зразків МС на порядок.

Ключові слова: металеве скло, пластична формозміна, аморфний сплав, центр кристалізації, кристалічна фаза, аморфна матриця.

УДК 531.7

Л. В. Коломієць, д.т.н., **К. О. Подостроєць**

Одеська державна академія технічного регулювання та якості, м. Одеса

НОРМАТИВНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СПОСОБУ МЕТРОЛОГІЧНОГО КОНТРОЛЮ ТАХЕОМЕТРІВ

Наведено існуючі еталонні та нормативні бази метрологічного контролю тахеометрів. Розглянуті недоліки існуючих еталонних та нормативних баз метрологічного контролю тахеометрів. Наведені методики метрологічного контролю віддалемірної частини тахеометрів. Запропонована методика метрологічного контролю віддалемірної частини тахеометрів у разі використання нового способу метрологічного контролю тахеометрів.

Ключові слова: тахеометри, нормативне забезпечення, метрологічний контроль.

Вступ

Метрологічний контроль тахеометрів сьогодні має виняткове значення для ефективного розвитку економіки нашої країни. Під поняттям метрологічний контроль тахеометрів слід розуміти такі законодавчо-регульовані процедури як державна метрологічна атестація та перевірка геодезичних засобів вимірювальної техніки для вимірювання переважно великих відстаней, горизонтальних і вертикальних кутів. Конструктивно тахеометр об'єднує в собі такі геодезичні засоби вимірювальної техніки як електронний теодоліт і світловіддалемір, а також невеликий комп'ютер [1, 2].

Для проведення належного метрологічного контролю тахеометрів необхідні:

відповідна еталонна база,
відповідна нормативна база,

кваліфіковані спеціалісти.

В зв'язку з тим, що тахеометр складається з принципово різних за функціональністю засобів вимірювання: світловіддалемір та електронний теодоліт, тому їх метрологічний контроль необхідно проводити з використанням різних еталонів.

Еталонна база.

В якості еталона для контролю кутомірної частини тахеометра (електронний теодоліт) використовуються спеціальні автоколімаційні установки, які знаходяться виключно в лабораторіях.

В якості еталона для контролю віддалемірної частини тахеометра (світловіддалемір) сьогодні використовуються спеціальні базисні

лінійні геодезичні полігони, які знаходяться виключно на відкритій місцевості [3].

Зазначені еталони знаходяться переважно в метрологічних лабораторіях регіональних центрів стандартизації, метрології та сертифікації. Але слід зазначити, що якщо автоколімаційні установки знаходяться практично у кожному центрі стандартизації, метрології та сертифікації, що дозволяє проводити якісний метрологічний контроль таких засобів вимірювання як теодоліти, нівеліри, прилади вертикального проектування, то атестовані базисні лінійні геодезичні полігони є лише в Одесі, Києві, Харкові, Вінниці, в Криму і в Львівській області [4]. Таким чином, метрологічний контроль тахеометрів проводиться тільки у цих містах. Тому саме нестача в кількості геодезичних полігонів в Україні впливає на проведення процедури метрологічного контролю, що, в свою чергу, впливає на якість геодезичних вимірювань в країні. Міжнародний досвід показує, що в Україні доцільно мати не менше 1–2 геодезичних полігона на область [5, 6].

Такий дефіцит в кількості базисних лінійних геодезичних полігонів не випадковий. На це впливає значна кількість факторів, серед яких і складність створення, і складність експлуатації геодезичних полігонів. Перерахуємо деякі з таких:

- для розташування полігону необхідна площадка на якій відсутня сейсмічна активність; яка представляє собою пряму, без перешкод, пливунів, ярів з довжиною не менш 1,5 км; повинно бути забезпечене збереження складових частин полігону та організований вільний під'їзд на полігон в будь-яку пору року;

- створення полігонів тягне за собою великі фінансові витрати на виготовлення спеціальних складових частин полігону, роботи по будівництву та геодезичному супроводженню будівельних робіт;

- при експлуатації полігонів необхідні постійні профілактичні заходи з метою запобігання псування складових частин полігону під дією атмосферних факторів у різну пору року;

- необхідно витратити додаткові кошти на оренду землі, що використовується під розташування полігону, полігон займає багато місця;

- при експлуатації полігонів необхідні постійні профілактичні заходи з метою запобігання псування складових частин полігону під дією атмосферних факторів у різну пору року;

- необхідно витратити додаткові кошти на оренду землі, що використовується під розташування полігону, полігон займає багато місця;

- необхідно витратити додаткові кошти для доставки тахеометра на полігони, які як правило знаходяться за межами міста;

- неможливо проводити метрологічний контроль тахеометрів при відсутності сприятливих атмосферних умов.

Існування всіх зазначених факторів стимулює пошук в створенні більш зручного способу метрологічного контролю тахеометрів [7].

Для створення такого способу метрологічного контролю необхідно створити нову еталонну базу метрологічного контролю віддалемірної частини тахеометра, яка б відрізнялась від існуючої меншими витратами на створення та експлуатацію.

Це можливо при об'єднанні еталонних засобів для метрологічного контролю кутомірної і віддалемірної частини в єдиний вимірювальний комплекс шляхом розташування геодезичного полігону у межах лабораторії, відтворивши його характеристики [8].

Нормативна база.

Для проведення метрологічного контролю тахеометрів необхідна нормативна база, на відповідність і за допомогою якої треба проводити їх метрологічний контроль. Йдеться про технічні умови та стандартизовані методики повірки або державної метрологічної атестації на тахеометри. На сьогоднішній день в Україні немає затверджених загальних технічних умов на тахеометри, а метрологічні характеристики нормуються заводом-виробником у експлуатаційній документації. Методика повірки кутомірної частини регламентується методикою МПУ 164/01-2003 або розділом «Повірка» керівництва з експлуатації конкретного типу тахеометра.

Метрологічний контроль віддалемірної частини тахеометра регламентується діючим відомчим документом СРСР: ГКИНП 17-198-85 «Інструкція на методи и средства поверки тахеометров и кипрегелей в эксплуатации», або розділом «Повірка» керівництва з експлуатації конкретного типу тахеометра.

Важливо зазначити, що з моменту створення ГКИНП 17-198-85 конструкція і функціональні можливості тахеометрів зазнали змін. Прогрес в приладобудуванні тахеометрів дав можливість отримати високотехнологічний засіб вимірювання з багатозадачним програмним забезпеченням.

Розглянемо методику повірки ГКИНП 17-198-85 детальніше.

Пункт 1 представляє собою загальну частину, із зазначенням сфер застосування даної методики.

Пункт 2 методики встановлює умови проведення повірки та підготовку до неї.

Пункт 2.1 методики зобов'язує попередньо акліматизувати тахеометр в умовах повірки на полігоні. Для цього вимагається встановити тахеометр на полігоні і витримати його в атмосферних умовах полігону деякий час перед початком безпосередньо повірки. Це дуже актуальне питання, тому що зазвичай тахеометр перед проведенням повірки на полігоні, знаходиться в умовах лабораторії з іншим температурним режимом.

Пункт 2.2 методики регламентує температурний режим та допустиму вологість повітря при проведенні повірки. Також, регламентується параметр освітленості візирних цілей та недопустимість попадання на тахеометр прямих сонячних променів, атмосферних опадів та сильного вітру. Слід зазначити, що сучасні тахеометри для точного вимірювання відстаней використовують значення параметрів температури та атмосферного тиску, які вводяться безпосередньо у меню тахеометра і автоматично враховуються при визначенні вимірюваної відстані, але в даній методиці немає вимог щодо визначення атмосферного тиску. Згідно цього пункту повірка неможлива при атмосферних опадах, сильному вітрі або попаданні прямих сонячних променів.

Пункт 2.3 встановлює необхідність підготовки тахеометра к роботі згідно з вимогами експлуатаційної документації та техніки безпеки.

Пункт 5.1 встановлює операції повірки електронних тахеометрів.

Зовнішній огляд та перевірку комплектності тахеометру виконують згідно пункту 5.2.1 методики. В зв'язку з тим, що комплектність та конструкція сучасних тахеометрів відрізняється від тахеометрів часів розробки методики, пункти, на відповідність яких повинен перевірятись тахеометр, не відповідають вимогам сучасності.

Опробування тахеометрів виконують згідно пункту 5.2.2, але вимоги цього пункту застарілі по аналогічній з попереднім пунктом причині.

Пункти 5.2.3 – 5.2.6 регламентують методику повірки кутомірної частини електронного тахеометру, але також не завжди підходять для контролю метрологічних характеристик сучасних тахеометрів.

Важливо, що на момент створення методики ГКИНП 17-198-85, окрім електронних тахеометрів, існували прості тахеометри, на які також діяли відповідні вимоги. Так, наприклад, пункт 3.2.10 встановлює порядок визначення коефіцієнта віддалемірного пристрою тахеометрів типів ТД і ТВ. Для цього тахеометром виконують ви-

мірювання кожного з мінімум шести лінійних базисів геодезичного полігону шість разів.

Середнє значення коефіцієнта K_{cp} знаходять по формулі

$$K_{cp} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n K_i, \quad (1)$$

де коефіцієнт K_i для кожного вимірюваного інтервалу обчислюють за формулою

$$K_i = \frac{S_0}{S_i} K_0, \quad (2)$$

де коефіцієнт S_0 – контрольне значення довжини кожного інтервалу базиса,

S_i – виміряне тахеометром значення довжини того ж інтервалу з урахуванням величини постійного доданка C з паспорту на тахеометр,

K_0 – номінальне значення коефіцієнта.

Пункт 3.2.11 встановлює порядок визначення коефіцієнта номограми відстаней K_S тахеометрів типу ТаН. Для цього тахеометром виконують вимірювання кожного з мінімум шести лінійних базисів геодезичного полігону шість раз.

Коефіцієнт K_S розраховують по формулі

$$K_S = \frac{S_0}{S} K_{0S}, \quad (3)$$

де коефіцієнт S_0 – контрольне значення довжини кожного інтервалу базиса,

S – виміряне тахеометром значення довжини того ж інтервалу,

K_{0S} – номінальне значення коефіцієнта.

Коефіцієнти номограми перевищень K_h у тахеометрах типу ТаН визначають по пункту 3.2.12.

Але, в зазначених пунктах 3.2.10 – 3.2.12 методики ГКИНП 17-198-85, ні типів тахеометрів, ні параметрів коефіцієнта номограми сьогодні не існує, що, в свою чергу, унеможливило проведення повірки сучасних тахеометрів згідно вимог цих пунктів.

Пункт 5.2.7 регламентує порядок визначення постійної поправки тахеометру по результатам вимірювання інтервалів базису довжиною 50, 100, 200, 300, 800 і 1000 м. Кожний інтервал ви-

мірюють 2 серіями по 6 прийомів; проміжок часу між серіями не менш 4 годин. Постійна поправка K визначається за формулою $K = D_0 - D_{вим}$, де D_0 – відоме значення довжини інтервалу базиса, $D_{вим}$ – середнє вимірне значення з 6 прийомів того ж інтервалу. В більшості сучасних тахеометрів дана поправка не доступна простому користувачу, а змінити її може тільки сервісна служба при виконанні ремонту або юстування тахеометру.

Визначення середньої квадратичної похибки вимірювання відстаней одним прийомом проводять по результатам вимірювання тахеометром інтервалів базису згідно пункту 5.2.8. Кожний інтервал вимірюють шістьма прийомами в 2 серії. Похибку m_D обчислюють за формулою

$$m_D = \sqrt{\frac{\sum_k \sum_i^n \Delta_i^2}{kn}}, \quad (4)$$

де Δ_i – відхилення вимірних значень довжин інтервалів базиса від еталонів,
 k – число інтервалів базису,
 n – число прийомів вимірювання.

Перевірку значення основної масштабної частоти проводять частотоміром по пункту 5.2.9. Частотомір підключають к контрольному гнізду тахеометра через конденсатор. В сучасних тахеометрах виконання такого пункту перевірки при періодичному контролі тахеометрів недоцільно.

Розглянемо пункти, які необхідно контролювати при повірці віддалемірної частини тахеометрів у разі використанні нового способу метрологічного контролю тахеометрів, та зробимо необхідні висновки [8].

Пункт 1 повинен встановлювати умови проведення повірки та підготовку до неї. У зв'язку з проведенням повірки віддалемірної частини тахеометра в таких же умовах, що і кутомірної частини, можна встановити аналогічні вимоги для повірки віддалемірної частини щодо атмосферних умов.

Пункт 2 повинен встановлювати необхідність підготовки тахеометра к роботі згідно з вимогами експлуатаційної документації, техніки безпеки та встановлення тахеометру відповідно до вимог експлуатаційної документації на модернізований автоколімаційний стенд.

Пункт 3 повинен встановлювати операції повірки тахеометрів.

Згідно пункту 3.1 необхідно проводити зовнішній огляд. При зовнішньому огляді повинна

бути встановлена відповідність тахеометра наступним вимогам:

відсутність корозії, механічних пошкоджень та інших дефектів, які можуть впливати на експлуатаційні і метрологічні характеристики тахеометра, наявність маркування і комплектності згідно експлуатаційної документації фірми-виробника;

оптичні системи повинні мати чисте та рівномірно освітлене поле зору.

Пункт 3.2 повинен встановлювати вимоги щодо опробування тахеометра. При опробуванні повинна бути встановлена відповідність тахеометра таким вимогам:

плавність і рівномірність руху рухомих частин тахеометра;

відсутність зміщення та качки нерухомо з'єднаних деталей і елементів тахеометра;

правильність встановлення рівнів.

Пункт 3.3 повинен встановлювати порядок визначення метрологічних характеристик, а саме визначення середньоквадратичної похибки вимірювання відстаней. Середньоквадратична похибка вимірювання відстаней визначається шляхом десятикратного вимірювання еталонних відстаней, що утворюються у зигзагоподібний спосіб, дійсні значення довжин яких рівномірно розташовані в діапазоні вимірювання тахеометра.

Середньоквадратична похибка вимірювання відстаней m_{S_j} визначається для кожної лінії окремо і розраховується за формулою

$$m_{S_j} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n_j} (S_{0_j} - S_{i_j})^2}{10}}, \quad (5)$$

де m_{S_j} – середньоквадратична похибка j -ї лінії;

S_{0_j} – еталонне значення j -ї лінії;

S_{i_j} – вимірне значення j -ї лінії i -им прийомом.

Значення середньоквадратичної похибки не повинне перевищувати встановлене фірмою - виробником для кожної контрольованої відстані. Зазначені пункти метрологічного контролю відповідають сучасному рівню розвитку приладобудування тахеометрів та дозволяють робити висновки щодо придатності його до застосування в частині світловіддалеміра.

Список використаних джерел

1. Подостроець К. О. Аналіз засобів виміральної техніки геодезичного призначення та ме-

тодів їх метрологічного контролю // Науково-виробничий журнал «Метрологія та прилади». - 2013. – № 2 П (40). – С. 176-181.

2. Коломієць Л. В. Аналіз метрологічного забезпечення геодезичних засобів вимірювальної техніки / Л. В. Коломієць, К. О. Подостроець // Вісник інженерної академії України. – 2010. – № 1. – С. 253-255.

3. ГОСТ 8.503–84. Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений длины в диапазоне от 24 до 75000 м. – Введ. 1985–07–01. – М. : Изд-во стандартов, 1984. – 4 с.

4. Подостроець К. О. Базис лінійний полігону геодезичного / К. О. Подостроець // Збірник тез VI Міжнародної науково-практичної конференції „Інтегровані інтелектуальні роботехнічні комплекси ПРТК-2013”. – Київ: НАУ, 2013. – С. 103.

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

6. Друзюк В. Сучасні геодезичні прилади і технології: науково – технічне метрологічне забезпечення / В. Друзюк, А. Мазур, І. Тревого, І. Цюпак // Метрологія та прилади. – 2010. –

С. 19-26.

7. Коломієць Л. В. Альтернативний шлях розвитку метрологічного забезпечення геодезичних засобів вимірювальної техніки для визначення великих лінійних розмірів / Л. В. Коломієць, К. О. Подостроець // Збірник наукових праць 3-ої науково-практичної конференції ОДАТРЯ. – Одеса: ОДАТРЯ, 2013. – С. 131.

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

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

10. ГКИНП 17-198-85. Інструкція на методи і средства поверки тахеометров и кипрегелей в эксплуатации. – Введ. 1985–05–13. – М. : ГУГК при СМ СССР, 1985. – 19 с.

Надійшла до редакції 15.11.2013

Л. В. Коломиєць, д.т.н., К. А. Подостроець

НОРМАТИВНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СПОСОБА МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ТАХЕОМЕТРОВ

Приведены существующие эталонные и нормативные базы метрологического контроля тахеометров. Рассмотрены недостатки существующих эталонных и нормативных баз метрологического контроля тахеометров. Приведены методики метрологического контроля дальномерной части тахеометров. Предложена методика метрологического контроля дальномерной части тахеометров при использовании нового способа метрологического контроля тахеометров.

Ключевые слова: тахеометры, нормативное обеспечение, метрологический контроль.

L. V. Kolomiets, DSc, K. O. Podostroets

REGULATORY RULES OF THE METHOD OF METROLOGICAL CONTROL TOTAL STATIONS

The existing regulatory rules and etalons for metrological control total stations are presented. The shortcomings of the existing regulatory rules and etalons for metrological control of total stations are discussed. The techniques of metrological control EDM of total stations are presented. The technique of metrological control for EDM of total stations by using a new method of metrological control of total stations is proposed.

Keywords: total stations, EDM, regulatory rules, metrological control.