

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ МЕТРОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНОЇ СЛУЖБИ УКРАЇНИ

В. Білаш, кандидат технічних наук, начальник лабораторії повірки приладів атмосферного тиску, Головний центр технічного забезпечення Українського гідрометеорологічного центру,

І. Попова, старший викладач,

В. Заїка, завідувач кафедри акредитації лабораторій механічних та геометричних вимірювань, Інститут підготовки фахівців ДП «УкрНДНЦ проблем стандартизації, сертифікації і якості», м. Київ

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ УКРАИНЫ

В. Биладш, кандидат технических наук, начальник лаборатории поверки приборов атмосферного давления,

Главный центр технического обеспечения Украинского гидрометеорологического центра,

И. Попова, старший преподаватель,

В. Заика, заведующий кафедрой аккредитации лабораторий механических и геометрических измерений,

Институт подготовки специалистов ГП «УкрНИУЦ проблем стандартизации, сертификации и качества», г. Киев

PROSPECTS OF DEVELOPMENT FOR METROLOGICAL SUPPORT OF UKRAINIAN HYDROMETEOROLOGICAL SERVICE

V. Bilash, Candidate of Technical Sciences, Head of Atmospheric Pressure Instruments Calibration Laboratory,

Leading Hardware Center of Ukrainian Hydrometeorological Center,

I. Popova, Senior Lecturer,

V. Zaika, Head of «Accreditation of Mechanical and Geometric Measurements Laboratories» Department,

Institute of Specialists Training, «Ukrainian Research and Training Centre of Standardization, Certification and Quality Problems» State Enterprise, Kyiv

Стаття присвячена необхідності змін у метрологічному забезпеченні гідрометеорологічної служби України, а саме збільшенню ефективності методик повірки приладів для вимірювання атмосферного тиску.

У зв'язку з очевидними змінами клімату на планеті синоптичним прогнозам повинно приділятися більше уваги. Своєчасність і точність цих прогнозів має важливе значення для попередження негативного впливу погодних катаклізмів. Значне місце в синоптичних прогнозах займає вимірювання атмосферного тиску. Залежно від типу атмосферних фронтів, тиск може бути підвищений, що вказує на вплив антициклону, чи знижений, що вказує на вплив циклону [1]. Від точності барометричних вимірювань залежить правильність метеопрогнозів, а в авіації це впливає ще й на безпеку польотів [2].

Мета статті — звернути увагу на проблему розроблення нової методики повірки засобів вимірювальної техніки (ЗВТ) гідрометеорологічного призначення, із урахуванням використання сучас-

них електронних приладів та нових методів вимірювання.

На метеостанціях України, підпорядкованих Гідрометеорологічному центру України (УкрГМЦ), барометричні вимірювання здійснюються за допомогою різних типів ЗВТ — ртутних барометрів, барометрів-анероїдів та сучасних електронних барометрів. Під час аналізу стану метрологічного забезпечення в галузі вимірювань атмосферного тиску з'ясувалось:

- повірка ЗВТ проводиться за методикою 1938 року (перезатверджено практично без змін у 1987 році як МИ 1802-87 [3]), яка не враховує використання сучасних електронних приладів, побудованих на інших принципах дії, що мають межі допустимих похибок на кілька порядків менше, на відміну від приладів, які використовуються як еталонні;

- під час повірки, значення атмосферного тиску приводиться до середньої висоти регіону над рівнем моря, хоча різновисотність регіону може дуже різнитися, що призводить до відмінностей у показаннях барометрів;
- виникає необхідність переходу до нових метрологічних показників — невизначеності вимірювань, в зв'язку з трансформацією метрологічних правил і наближення їх до міжнародних стандартів.

Таким чином, назріла необхідність розроблення перспективніших методів, заснованих на проведенні дослідних робіт з урахуванням завдань і умов використання апаратури у цій галузі вимірювань. Кількість публікацій на цю тему в Україні обмежена, хоча вона дуже актуальна.

Слід зазначити, що у різних типах приладів використовуються різні принципи вимірювань атмосферного тиску. В найстаріших, ртутних ЗВТ, атмосферний тиск визначається як еквівалент висоти ртутного стовпа. У 70-х роках минулого століття з'явилися грузопоршневі ЗВТ, побудовані на принципі врівноваження атмосферного тиску гирями, які відкалібровано в мм рт. ст. В електронних ЗВТ вимірювання атмо-

сферного тиску здійснюється на основі зміни фізичних властивостей повітря. Усі ЗВТ атмосферного тиску, які використовуються у метеоспостереженнях, розраховані, в основному, на вимірювання тиску від 600 до 1100 гПа, але деякі, наприклад, М-110 (морського виконання), мають розширений діапазон вимірювання: від 5 до 810 мм рт. ст. (6,65 гПа — 1064 гПа).

У сфері вимірювання атмосферного тиску розроблено і впроваджено принципово нові сучасні прилади. Порівняльні характеристики основних типів ЗВТ, які застосовуються для метеоспостережень, подано у таблиці.

Кожному з барометрів притаманна інструментальна похибка, причина якої полягає у властивостях цих ЗВТ. Ця похибка не може бути врахована теоретичними розрахунками і тому для забезпечення принципу єдності вимірювань здійснюється повірка / калібрування ЗВТ [4]. У пункті 2 [3] рекомендовано використовувати наступні засоби повірки: зразковий грузопоршневий манометр, манометр ртутний та установка для підтримки абсолютного тиску, яка складається з барокамери, вакуумного насосу і компресору.

Основні параметри ЗВТ атмосферного тиску

Типи ЗВТ	Діапазон вимірювання тиску	Робочий температурний інтервал	Гранично допустима похибка	Точність відліку по приладу	Температурна похибка	Додаткова похибка	Компенсаційний тиск	Міжповітряний інтервал
М-67 (контрольний) анероїд	610—790 мм рт. ст.	-10 +50 °С	±0,8 мм рт. ст.	≤ 0,1 мм рт. ст.	≤0,12 мм рт. ст.	-2,0 +0,9 мм рт. ст.	732 мм рт. ст.	24 місяці
МД-49-2 анероїд	610—790 мм рт. ст.	-10 +50 °С	±0,8 мм рт. ст.	±0,1 мм рт. ст.	-0,05 мм рт. ст.	+0,7 мм рт. ст.	—	12 місяців
БАММ-1 анероїд	80—106 КПа	0 +40 °С	±0,2 КПа	0,05 КПа	±0,01 КПа	±0,5 КПа	97,6 КПа	12 місяців
БАММ анероїд	600—800 мм рт. ст.	-10 +40 °С	±1,5 мм рт. ст.	±0,1 мм рт. ст.	-0,05 мм рт. ст.	+0,7 мм рт. ст.	—	12 місяців
М-98 анероїд	300—810 мм рт. ст.	-20 +50 °С	±1,0 мм рт. ст.	≤0,1 мм рт. ст.	—	±2,0 мм рт. ст.	75 мм рт. ст.	24 місяці
М-110 анероїд	5—800 мм рт. ст.	+5 +50 °С	±2,5 мм рт. ст.	≤0,1 мм рт. ст.	—	—	—	24 місяці
СР-А ртутний	810—1070 гПа	+10 +40 °С	±0,5 гПа	—	—	+0,05 гПа	—	5 років
СР-Б ртутний	680—1070 гПа	+10 +40 °С	±0,5 гПа	—	—	+0,05 гПа	—	5 років
БОП-1 електронний	300—1100 гПа	+5 +50 °С	±0,0010 гПа	—	—	—	—	12 місяців
СТРАТОСФЕРА електронний	13—1100 гПа	+15 +30 °С	±0,0008 гПа	—	—	—	—	12 місяців
БАР електронний	650—1080 гПа	+5 +40 °С	±0,3 гПа	—	—	—	—	24 місяці
МПА-15 грузопоршневий	1—3000 мм рт. ст.	+15 +25 °С	±0,1 мм рт. ст.	—	—	—	—	24 місяці

Згідно з [3] дозволяється використання інших засобів повірки точності й діапазону вимірювань відповідних замінюваним, але [3] не має схем і роз'яснень щодо використання нових сучасних приладів побудованих на інших принципах дії та доступних широкому колу користувачів.

Лабораторією повірки приладів атмосферного тиску Головного центру технічного забезпечення УкрГМЦ впроваджено в свою діяльність декілька принципово нових схем використання приладів під час повірки. Вимірювання тиску реалізується за допомогою різних технічних рішень. Але офіційно використовувати нові прилади як еталони в повірочній схемі неможливо, бо їх не занесено до державної повірочної схеми, вони не описані в методиці та недоступні для загального користування.

Лабораторією УкрГМЦ для повірки робочих ЗВТ атмосферного тиску використовуються різні типи еталонів. Грузопоршневі еталони типу МПА-15; електронні — барометр зразковий переносний БОП (виробництва РФ), барометричний повірочний комплекс «Стратосфера» та комплект повірочний барометричний інспекційний БАР-И (виробництва України).

Лабораторія розробила пневмоелектричні схеми для повірки / калібрування інспекторських електронних барометрів типу БАР-И за цими еталонами. Вони мають свою особливість підтримання заданого тиску. Ця особливість базується на другому законі термодинаміки [1]:

$$PV = RT,$$

де P — тиск, що задається; V — об'єм повітря в системі; R — універсальна газова стала; T — абсолютна температура.

У лабораторії під час повірки використовуються такі схеми:

- 1) У схемі використання для повірки БАР-И по БОП долучено прилад УИДС — сильфонний вимірювальний пристрій, що має вид герметичного циліндра з пересувним поршнем. Тобто в цій схемі, за постійної температури оточуючого середовища необхідний тиск підтримується збільшенням чи зменшенням об'єму « V » в УИДС.
- 2) У схемі використання для повірки БАР-И по грузопоршневому манометру МПА-15 тиск задається грузами відкаліброваними в мм рт. ст. і залишається незмінним.
- 3) У схемі використання для повірки БАР-И за барометричним повірочним комплексом «Стратосфера», який розроблено в Україні, закладено принципово новий спосіб підтримання заданого тиску. За незмінного об'єму « V » пневмосхеми, необхідний тиск у системі підтримується спеціальним термокомпенсуючим пристроєм.
- 4) У ході повірки електронного барометра БАР за інспекторським комплектом БАР-И необхідний тиск

підтримується зміною об'єму повітря в магістралі за допомогою насоса / компресора.

- 5) Повірка барометрів-анероїдів здійснюється за іншими принципами. Під час повірки використовується герметична камера з барометром, що повіряється, насос / компресор та еталонний ЗВТ. Як еталон також можуть бути застосовані різні типи ЗВТ. Проаналізуємо методики повірки ЗВТ атмосферного тиску. Перші методики повірки анероїдів з'явилися у 20—30-их роках минулого століття і практично без змін дійшли до нашого часу. За методикою 1938 року, яка перезатверджена практично без змін у 1987 році, показання барометра перед повіркою приводять до показань еталона за формулою [3]:

$$P_{АН} = P_{ЕТ} - P_T,$$

де $P_{АН}$ — показання барометра-анероїда, $P_{ЕТ}$ — показання атмосферного тиску за еталоном, P_T — табульована температурна поправка.

Після цього анероїд переміщують в герметичну камеру. Проводять дві серії спостережень за підвищення тиску до максимальних значень, а потім — за зниження до мінімальних значень усього діапазону вимірювань через кожні 20 поділок шкали. Окремо повіряється точка 1013 гПа (760 мм рт. ст.) для барометрів М-98, М-110, БАММ-1. Похибку для кожної поділки шкали барометра за підвищення й зниження тиску розраховують за формулою [3]:

$$S = (S_{пв} + S_{пн}) / 2,$$

де $S_{пв}$ — похибка за підвищення тиску, $S_{пн}$ — похибка за зниження тиску.

Відмінність методики повірки приладів для вимірювання атмосферного тиску 1938 року видання від методики 1947 року (Кедроливанський В.Н.) і методики 1975 року (Фатеев Н.В.) полягає в тому, що за еталон, замість зразкового ртутного застосовано грузопоршневий манометр МПА 15 [5]. Крім того, для розрахунку похибки шкали застосовано графо-аналітичний метод, сутність якого полягає в тому, що на підставі повірочних даних будують дві криві: одна — значення похибок за підвищення тиску, друга — за зниження. Графічно знаходять середню лінію, і всі точки цієї кривої переміщують так, щоб в точці 1013 ГПа (або 760 мм рт. ст.) похибка була нульовою. Із цього графіка знімають значення похибок для всієї шкали і заносять їх у свідоцтво про повірку. Усі методики повірки, які використовуються на сьогоднішній день, не містять у собі посилань на нові електронні, досконаліші прилади, впроваджені у практику сучасних вимірювань у цій галузі.

У 2001 році російські метрологи пішли торованим шляхом. У новій методиці повірки анероїдів (МІ 2705-2001 [6]) додали пункт, у якому як робочий еталон дозволяється застосовувати електронний барометр БОП, або БРС-1М. Але і ця методика не є коректною, має помилки та практично запозичена з методики [3].

ВИСНОВКИ

1. Наявні на даний момент методики повірки приладів для вимірювання атмосферного тиску застарілі.
2. Розроблення і використання нових систем для вимірювання атмосферного тиску і повірки приладів зумовлює потребу перегляду наявних в Україні методик повірки у цій галузі. Лабораторією повірки приладів атмосферного тиску Головного центру технічного забезпечення УкрГМЦ зроблені перші кроки у цьому напрямку.

3. За умов використання сучасних приладів модель вимірювань стане адекватнішою реальному процесу вимірювання. Буде можливо оптимізувати склад ЗВТ, який використовують під час повірки за рахунок менших границь допустимої похибки, більш широких діапазонів вимірювань, збільшення кількості параметрів, що вимірюються сучасними приладами. Для цього необхідно провести ряд досліджень, які мають бути основою створення нової методики повірки приладів для вимірювання атмосферного тиску.

ЛІТЕРАТУРА

1. Карпуша В. Е. Измерение атмосферного давления / В. Е. Карпуша, Б. С. Чернов. — Л. : Гидрометеоздат, 1973. — 277 с.
2. Шпінь О. П. Прикладна метрологія : Навч. посіб. / О. П. Шпінь. — Національний технічний ун-т України «Київський політехнічний ін-т». — К. : НТУУ «КПІ», 2007. — 140 с.
3. Государственная система обеспечения единства измерений. Барометры мембранные метеорологические. Методика поверки : МИ 1802-87 [Введен 1988-01-01]. — М. : ВНИИМС, 1988. — 18 с. (Рекомендация)
4. Рубичев Н. А. Методы и средства поверки и метрологической аттестации средств измерений / Н. А. Рубичев, В. Д. Фрумкин; Центр. правл. НТО приборостроит. пром-сти им. С. И. Вавилова, Заоч. ин-т, Курсы повышения квалификации ИТР по метрол. обеспечению и современ. методам измерений (II концентр). — М. : Машиностроение, 1986. — 39 с.
5. Кедроліванський В. Н. Метеорологічні прилади / В. Н. Кедроліванський. — М. : Гидрометеорологическое, 1947. — 342 с.
6. Государственная система обеспечения единства измерений. Барометры мембранные метеорологические. Методика поверки : МИ 2705-2001 [Введен 2001-12-01]. — М. : ФГУП ВНИИМС, 2001. — 18 с. (Рекомендация). ■

НОВИНИ ISO

ВИКИДИ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ В ЕНЕРГОЄМНИХ ГАЛУЗЯХ ПРОМИСЛОВОСТІ

24 листопада 2014 у Брюсселі (Бельгія) пройшла конференція «*Викиди парникових газів в енергоємних галузях промисловості*».

У ній взяли участь експерти з промисловості, представники наукових кіл та органів влади, залучені до кількісного оцінювання викидів парникових газів (ПГ) у п'яти енергоємних галузях промисловості: сталь і залізо, цемент, алюміній, виробництво вапна та феросплавів у контексті питань клімату ЄС та промислової політики.

Розроблення методології оцінювання прямих і непрямих викидів ПГ підприємствами енергетичних галузей промисловості матиме міжнародний вплив, що стимулюватиме зацікавлені сторони сприяти вирішенню глобальної проблеми зміни клімату.

Надано інформацію щодо процесу стандартизації, особливо стосовно початку процедури запиту і основні результати процесу перевірення (польові випробування) для проектів стандартів. Ухвалення стандартів на міжнародному рівні (ISO) буде також заохочу-

ватися. Стандарти містять узгоджені методи вимірювання, тестування та кількісне оцінювання викидів ПГ від специфічних секторів. Оцінювання рівня викидів ПГ, їх наслідки, визначення та надання надійної, точної та якісної інформації для звітності й здійснення контролю також є частиною стандартів. Стандарти, підготовлені відповідно до мандату Європейської комісії (M/478), охоплюватимуть сферу усіх ПГ та широкий спектр енергоємних галузей. Отже, мандат, як і раніше, відкритий для інших енергоємних галузей промисловості.

Теми для обговорення на конференції представляли інтерес і для міжнародних учасників: зміцнення конкурентоспроможності промисловості у кліматичній галузі та галузі енергетики, тестування й оцінювання продуктивності за допомогою стандартів ПГ, міжнародні аспекти, енергоефективність, заходи енергоємних виробництв у рамках майбутньої міжнародної угоди з питань зміни клімату та міжнародних секторальних угод. ■