



УДК 389.14:006.015

- © О.Ф. Волков, канд. техн. наук, доцент, заст. зав. лабораторії,
- © Р.О. Волков, магістр зі спец. “Автомобілі та автогосподарство”,
- © К.С. Колобов, зав. сектору,
- © О.С. Лесик, провід. інж. з метрології,
- © С.О. Ричок, інж. 2 категорії, уповнов. з метролог. забезпечення сектора (ЛДВПЕ, ДП “ДержавтотрансНДІпроект”)

РОЗРАХУНОК МІЖКАЛІБРУВАЛЬНИХ ІНТЕРВАЛІВ ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

Вступ

Частина 3 статті 17 Закону України “Про метрологію та метрологічну діяльність” [1] зобов’язує суб’єкти господарювання своєчасно, з дотриманням встановлених міжповірочних інтервалів, надавати на періодичну повірку законодавчо регульовані засоби вимірювальної техніки (далі – ЗВТ), до яких необхідно віднести також і випробувальне обладнання з вимірювальними функціями (далі – ВУ), а калібрування ЗВТ/ВУ, що перебувають в експлуатації, здійснюється у добровільному порядку (частина 1 статті 27 зазначеного закону). Отже, повірка в Україні є обов’язковим видом держаного метрологічного контролю ЗВТ/ВУ, а калібрування – добровільним.

На відміну від України світова та європейська спільноти, Національне агентство з акредитації України (НААУ) і міжнародні стандарти, на відповідність яким НААУ акредитує випробувальні та калібрувальні лабораторії і центри – ДСТУ ISO/IEC 17025 [3], а також органи з інспектування – ISO/IEC 17020 [5] (далі – ООВ), визначають обов’язковим і визнають лише калібрування ЗВТ/ВУ.

Отже, для ООВ України обов’язковими видами держаного метрологічного контролю є і калібрування, і повірка їхніх ЗВТ/ВУ.

Примітка. *Повірки, що обов’язково проводяться між регулярним калібруванням ЗВТ/ВУ, за своєю суттю є проміжною перевіркою, а свідоцтва про повірку – документальним підтвердженням належного виконання ООВ вимог 5.5.10 ДСТУ ISO/IEC 17025 та 6.2.9 ISO/IEC 17020. На нашу думку, це мають враховувати експерти НААУ під час перевірок ООВ на місці.*

Якщо міжповірочні інтервали законодавчо регульованих ЗВТ/ВУ встановлюються центральним органом виконавчої влади, що забезпечує формування державної політики у сфері метрології та метрологічної діяльності (частина 2 статті 17 зазначеного вище закону), то з міжкалібрувальним інтервалом виникає проблема.

Здавалося би є міжнародний стандарт ДСТУ ІЛАС-G 24/OIML D 10, мета якого надати ООВ настанови щодо визначення міжкалібрувальних інтервалів своїх ЗВТ/ВУ. На жаль, цей стандарт містить лише загальний опис вимог до вибору можливих методів встановлення та коригування цих інтервалів і не дає простих та однозначних рекомендацій підкріплених прикладами їх розрахунку.

І хоча в тексті ДСТУ ІЛАС-G 24/OIML D 10 [4] однозначно вказано у передмові: “– органи з акредитування не повинні вчити лабораторії, як їм вести свої справи”, тобто НААУ не повинно ставити під сумнів міжкалібрувальні інтервали ЗВТ/ВУ визначені ООВ, але практика показує друге – більшість із 637 акредитованих лабораторій і центрів, а також більшість із 82 органів з інспектування, вже мали випадки і продовжують стикатися із фактами оформлення на них аудитором НААУ протоколів невідповідності стосовно відсутності визначення та/або обґрунтування термінів калібрування власних ЗВТ/ВУ.

Тому основна частина цієї статті дає обґрунтування і приклад розрахунку міжкалібрувальних інтервалів ЗВТ/ВУ, які застосовує Випробувальний центр колісних транспортних засобів та Орган з інспектування ДП “ДержавтотрансНДІпроект”.

Основна частина

Нормативна база щодо обґрунтування міжкалібрувальних інтервалів

У розділі 2 ДСТУ ІЛАС-G 24/OIML D 10 зазначено, що має бути зроблена оцінка часу, впродовж якого після калібрування похибка кожного ЗВТ/ВУ залишається в допустимих межах.

Для цього було використано ДСТУ 6044 [2], пункт 1.3 якого надає таке право користувачам ЗВТ, акредитованим лабораторіям та іншим організаціям, а пункт 1.2 дає змогу використовувати його для встановлення та коригування міжкалібрувальних інтервалів ЗВТ, на які не поширюється державний метрологічний нагляд. Запис щодо поширення дії ДСТУ 6044 (нагадаємо, що для ЗВТ/ВУ, на які цей нагляд поширюється, законом встановлена обов’язкова повірка, а не калібрування) зроблено тому, що цей стандарт призначений для встановлення міжповірочного інтервалу, але принципи і підходи до його визначення залишаються однаковими і для міжкалібрувальних інтервалів. Зокрема пункт 6.5 цього стандарту рекомендує враховувати вимоги РМГ 74 [6] під час встановлення значення і коригування таких інтервалів. У останньому абзаці пункту 5.5 РМГ 74 прямо вказано, що числові значення критеріїв встановлення міжкалібрувальних інтервалів призначає підприємство, користувач чи організація-користувач ЗВТ/ВУ.



Процедура розрахунку та обґрунтування міжкалібрувальних інтервалів

Такий інтервал розраховують та коригують за методикою викладеною в А.5 РМГ 74 за унормованими показниками надійності ЗВТ/ВУ.

1. Розраховують інтервали T_1 (віяловий) за формулою (1) та T_2 (лінійний) за формулою (2) як випадковий процес симетричного розподілення дрейфу похибки/невизначеності відносно нуля.

$$T_1 = t \cdot \frac{\ln\left(\frac{\Delta_e}{\lambda_p \cdot \sigma_0}\right)}{\ln\left(\frac{\Delta}{\lambda_{p(t)} \cdot \sigma_0}\right)} \quad (1)$$

$$T_2 = t \cdot \frac{\Delta_e - \lambda_p \cdot \sigma_0}{\Delta - \lambda_{p(t)} \cdot \sigma_0} \quad (2)$$

де Δ – межа допустимої похибки ЗВТ/ВУ, встановлена підприємством-виробником в експлуатаційній документації або за результатами попередніх калібрувань чи повірок;

Δ_e – межа допустимої похибки ЗВТ/ВУ, встановлена нормативними документами на метод випробування/інспектування. За відсутності – числове значення Δ_e встановлює користувач ЗВТ/ВУ, з урахуванням реальних умов його експлуатації та впливу усіх інших факторів;

σ_0 – середнє квадратичне відхилення розподілу похибки градування ЗВТ/ВУ під час його виготовлення на виробництві. Приймають 0,1 цінні поділки або індикації шкали ЗВТ/ВУ;

$\lambda_{p(t)}$ – коефіцієнт нормального розподілу, який відповідає 90% імовірності справного стану ЗВТ/ВУ на момент калібрування. Квантиль нормального розподілу для $\lambda_{0,9} = 1,654$;

λ_p – коефіцієнт нормального розподілу, який відповідає 95% імовірності безвідмовної роботи ЗВТ/ВУ за час наробітку на відмову. Квантиль нормального розподілу для $\lambda_{0,95} = 2$;

t – напрацювання на відмову. Вибирають і встановлюють із врахуванням економічної доцільності в межах можливих значень (див. пункти 2...4).

2. Напрацювання на відмову t встановлюють у роках. Можливі такі випадки:

– значення встановлене виробником ЗВТ/ВУ в експлуатаційній документації t_x .

Примітка. Якщо t_x встановлено в одиницях часу, то $t = t_x$ (років). Якщо t_x встановлено в мотогодинах, то це число ділять на використаний за рік моторесурс, тобто $t = t_x/t_e$ (років) або можуть бути застосовані інші варіанти встановлення числового значення t_x із експлуатаційної документації виробника ЗВТ/ВУ.

– фактична тривалість експлуатації t_ϕ без метрологічних відмов наявного ЗВТ/ВУ;

– відсутня будь-яка інформація щодо надійності та напрацювання на відмову певного, наприклад, нового ЗВТ/ВУ.

3. Оскільки у А5 РМГ 74 відсутній приклад розрахунку напрацювання на відмову t_p його числове значення

розраховують за формулою (3) згідно з положеннями теорії надійності та технічної експлуатації техніки з урахуванням фактичної тривалості роботи цього ЗВТ/ВУ протягом року:

$$t_p = k \cdot t_0 \quad (3)$$

де $k = 0,499...0,999$ – коефіцієнт, що враховує сукупність впливу основних експлуатаційних та усіх інших факторів на тривалість безвідмовної роботи (чим важчі умови експлуатації – тим менше числове значення k , яке самостійно встановлює користувач ЗВТ/ВУ на підставі реальних умов їх експлуатації).

t_0 – напрацювання на відмову за ідеальних умов експлуатації певного ЗВТ/ВУ з урахуванням лише часу його фактичної роботи протягом календарного року. Розраховують за формулою (4):

$$t_0 = -\frac{1}{\left(1 - \frac{8760 - t_e}{8760}\right)} \ln(P_T) \quad (4)$$

де $P_T = 0,85...0,99$ – допустима імовірність безвідмовної роботи (приймають за експлуатаційною документацією). За відсутності – числове значення P_T (чим важливіший параметр чи показник, тим більше має бути число P_T) самостійно встановлює користувач ЗВТ/ВУ;

t_e – час використання ЗВТ/ВУ протягом року, год. Значення даного показника визначають як добуток середнього часу використання ЗВТ/ВУ під час одного випробування/інспектування на кількість таких дій протягом року;

8760 – кількість годин у тривалості року (365 днів * 24 години = 8760 годин).

4. Для розрахунків T_1 та T_2 за формулами (1) та (2) користувач ЗВТ/ВУ вибирає і встановлює прийнятне за економічною доцільністю числове значення t , яке не повинно перевищувати найбільше значення із відомих t_x, t_ϕ, t_p .

Обґрунтований міжкалібрувальний інтервал, який не повинен перевищувати мінімальне із числових значень T_1 (віялове розсіювання) та T_2 (лінійне розсіювання), розрахованих для певного ЗВТ/ВУ, встановлюють у роках чи місяцях.

Примітка. Для ЗВТ/ВУ, які забезпечують вимірювання більше одного параметра, міжкалібрувальні інтервали розраховують за одним основним параметром, або за усіма рівноцінними параметрами і обґрунтованим вважають найменший міжкалібрувальний інтервал.

Приклад розрахунку та обґрунтування міжкалібрувального інтервалу

Для недопущення появи помилок й прискорення проведення розрахунків у ДП “ДержавтотрансНДІпроект” розроблено та використовують програму в Microsoft Office Excel розрахунку міжкалібрувального інтервалу. Ця програма виконана як електронний “Журнал метрологічного контролю” ЗВТ/ВУ і розміщена на сервері в автоматизованій електронно-обчислювальній системі інституту для забезпечення доступу до неї відповідним співробітникам із персонального комп’ютера на своєму робочому місці.

Уповноваженому з метрологічного забезпечення підрозділу достатньо лише ввести вхідні дані щодо певного ЗВТ/ВУ, основна частина яких є у паспорті ООВ, і програма самостійно проведе необхідні розрахунки та



Ф ЗВ-М-001 (редакція № 1 від 18.05.2015)		
Звіт із обґрунтування міжкалібрувального інтервалу (МКІ)		
Стенд AVL Zöllner V		
інв. №5184		
1	Вхідні дані:	
1.1	Умовне позначення параметра X та одиниця вимірювання, X(?):	V (км/год)
1.2	Тривалість одноразового використання, t_f :	90 хв.
1.3	Річна тривалість використання, t_c :	8 год
1.4	Річний фонд календарного часу, F:	8760 год
1.5	Межа допустимої похибки встановлена виробником, Δ :	0,02 км/год
1.6	Межа допустимої похибки встановлена користувачем, Δ_c :	0,02 км/год
1.7	Середнє квадратичне відхилення розподілу градування виробником, σ_0 :	0,001
1.8	Квантили нормального розподілу: $\lambda_{p(t)} = \lambda_{0,9} = 1,654$ та $\lambda_p = \lambda_{0,95} = 2$.	
1.9	Імовірність безвідмовної роботи, P_r :	0,99
1.10	Коефіцієнт впливу експлуатаційних факторів, k:	0,95
1.11	Напрацювання на відмову встановлене виробником, t_x :	10 р.
1.12	Фактична тривалість експлуатації без метрологічної відмови, t_ϕ :	7 р.
2	Розрахунки:	
2.1	Визначаємо (формула 4 ВРІ-ВЦ-5.6) напрацювання на відмову за ідеальних умов t_0 : $t_0 = \left[\frac{-1}{1 - (F - t_c)/F} \right] * (\ln P_r) = \left[\frac{-1}{1 - 8752/8760} \right] * (\ln 0,99) = 11,005 \text{ р.}$	
2.2	Знаходимо (формула 3 ВРІ-ВЦ-5.6) напрацювання на відмову за реальних умов t_p : $t_p = k * t_0 = 0,95 * 11,005 = 10,455 \text{ р.}$	
2.3	На підставі вхідних даних (t_x , t_ϕ) та розрахунку t_p , приймаємо $t = 6$ р. що не перевищує максимального значення, яке має найбільший із цих трьох показників.	
2.4	Розраховуємо МКІ (лінійний процес) T_2 (формула 2 ВРІ-ВЦ-5.6): $T_2 = t * \left\{ \frac{\Delta_c - \lambda_{0,95} * \sigma_0}{\Delta - \lambda_{0,9} * \sigma_0} \right\} = 6 * \left\{ \frac{0,02 - 2 * 0,001}{0,02 - 1,654 * 0,001} \right\} = 5,887 \text{ р.}$	
2.5	Розраховуємо МКІ (віяловий процес) T_1 (формула 1 ВРІ-ВЦ-5.6): $T_1 = t * \left\{ \frac{\ln(\Delta_c / (\lambda_{0,95} * \sigma_0))}{\ln(\Delta / (\lambda_{0,9} * \sigma_0))} \right\} = 6 * \left\{ \frac{\ln(0,02 / (2 * 0,001))}{\ln(0,02 / (1,654 * 0,001))} \right\} = 5,543 \text{ р.}$	
2.6	Вибираємо значення МКІ, T: $T = \min(T_1; T_2) = \min(5,543; 5,887) = 5,543 \text{ р.}$	
3	ВИСНОВОК. За результатами розрахунків приймаємо, що Стенд AVL Zöllner інв. № 5184 за фактичних умов використання за параметром швидкості V (км/год) потребує повторного калібрування через кожні 5 р., тобто обґрунтований МКІ = 5 р.	
	Завідувач сектору Відповідальний за метрологічне забезпечення	

Рис. 1. Приклад розрахунку міжкалібрувального інтервалу та форма звіту з його обґрунтування

оформить звіт щодо обґрунтування міжкалібрувального інтервалу за формою наведеною на рис. 1.

Числові значення обґрунтованого міжкалібрувального інтервалу, визначене у цьому звіті, вносять надалі до програми калібрування ЗВТ/ВУ.

Висновки

ООВ під час перевірок на місці можуть вимагати від експертів НААУ вважати виконаними вимоги 5.5.10 ДСТУ ISO/IEC 17025 та 6.2.9 ISO/IEC 17020, оскільки повірки, які взагалі відсутні в країнах ЄС але обов'язково проводяться між регулярним калібруваннями в Україні, за своєю суттю є проміжним перевірянням ЗВТ/ВУ, яке проводиться не власними силами ООВ, а компетентними метрологічними організаціями, що здійснюють і калібрування тих же ЗВТ/ВУ.

Нормативною базою для обґрунтування міжкалібрувального інтервалу ЗВТ/ВУ окрім ДСТУ ІЛАС-G 24/OIML D 10 може бути також ДСТУ 6044 і РМГ 74.

Застосування електронної програми “Журнал метрологічного контролю” дає змогу швидко і правильно згідно з вимогами нормативних документів,

розрахувати міжкалібрувальний інтервал для кожного ЗВТ/ВУ, яке підлягає калібруванню, та оформити звіт із обґрунтування міжкалібрувального інтервалу.

Наявність звітів із результатами розрахунку та обґрунтування міжкалібрувальних інтервалів є документальним підтвердженням ведення ООВ належного контролю за метрологічним статусом кожного ЗВТ/ВУ.

ЛІТЕРАТУРА

1. Закон України від 05.06.2014 N 1314-VII “Про метрологію та метрологічну діяльність”.
2. ДСТУ 6044:2008 Метрологія. Міжповірочний інтервал засобів вимірювальної техніки. Основні положення і вимоги до установлення
3. ДСТУ ISO/IEC 17025:2006 Загальні вимоги до компетентності випробувальних та калібрувальних лабораторій (ISO/IEC 17025:2005, IDT)
4. ДСТУ ІЛАС-G 24/OIML D 10:2013 Метрологія. Наставови щодо визначення міжкалібрувальних інтервалів засобів вимірювальної техніки (ІЛАС-G 24/OIML D 10:2007, IDT)
5. ISO/IEC 17020:2012 Conformity assessment – Requirements for the operation of various types of bodies performing inspection (Оцінювання відповідності. Вимоги щодо діяльності різних типів органів, що здійснюють інспектування)
6. РМГ 74-2004 Методы определения межповерочных и межкалибровочных интервалов средств измерения.