



Всеукраїнська громадська організація
Асоціація технологів-машинобудівників України
Інститут надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля
НАН України

Академія технологічних наук України

ТОВ «ТМ.ВЕЛТЕК»

ТОВ «НПП РЕММАШ»

Український державний університет залізничного транспорту

Суспільство інженерів-механіків НТУ України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

ПАТ «Ільницький завод МЗО»

Машинобудівний факультет Белградського університету

ІНЖЕНЕРІЯ ПОВЕРХНІ ТА РЕНОВАЦІЯ ВИРОБІВ

**Матеріали 24-ї Міжнародної
науково-технічної конференції**

26–27 червня 2024 р.

Київ – 2024

Інженерія поверхні та реновація виробів: Матеріали 24-ї Міжнародної науково-технічної конференції, 26–27 червня 2024 р. – Київ: АТМ України, 2024. – 134 с.

Наукові напрямки конференції

- Наукові основи інженерії поверхні:
 - матеріалознавство
 - фізико-хімічна механіка матеріалів
 - фізико-хімія контактної взаємодії
 - зносо- та корозійна стійкість, міцність поверхневого шару
 - функціональні покриття поверхні
 - технологічне управління якістю деталей машин
 - питання трибології в машинобудуванні
- Технологія ремонту машин, відновлення і зміцнення деталей
- Впровадження стандартів ДСТУ ISO 9001 у промисловості, вищих навчальних закладах, медичних установах і органах державної влади
- Метрологічне забезпечення ремонтного виробництва
- Екологія ремонтно-відновлювальних робіт

Матеріали представлені в авторській редакції

© АТМ України,
2024 р.

вів та повітряних потоків на результати вимірювань. Такі підходи забезпечують високу точність та стабільність результатів, що є критично важливим для метрологічної практики.

Після завершення процесу калібрування результати повинні бути задокументовані відповідно до встановлених стандартів. Документування результатів включає оформлення сертифікату калібрування, який підтверджує точність та відповідність мікрометра вимогам стандартів. Сертифікат калібрування є важливим документом, що засвідчує точність вимірювального приладу та його відповідність вимогам метрологічних стандартів.

Калібрування субмікронних мікрометрів є складним та важливим процесом, що забезпечує точність вимірювань у різних галузях.

Література

1. Закон України № 1314-VII від 5 червня 2014 року «Про метрологію та метрологічну діяльність».
2. <https://www.vitalsource.com/products/the-fourth-industrial-revolution-klaus-schwab-v9781524758875>
3. Бромберг, Э.М. Тестовые методы повышения точности измерений / Э.М. Бромберг, К.Л. Куликовский. – М. : Энергия, 1978. –176 с.
4. Shi, D. An adaptive method for detection and correction of errors in PMU measurements / D. Shi, D. J. Tylavsky, N. Logic // IEEE Transact. on Smart Grid. – 2012. – 3(4). – P. 1575–1583.

*Тимофєєв С.С., Роценко О.В., Рукавішников П.В.,
Козловська І.П. Український державний університет
залізничного транспорту, Харків, Україна*

ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ВИМІРЮВАНЬ ЗА ДОПОМОГОЮ КОМПЕНСАЦІЇ ТЕМПЕРАТУРНИХ ВПЛИВІВ СУЧАСНИМИ КОМП'ЮТЕРНИМИ ВИМІРЮВАЛЬНИМИ ІНСТРУМЕНТАМИ

На сьогоднішній день постає питання підвищення точності вимірів при калібруванні, експлуатації та ремонті вимірювальних інструментів. Так як сучасне виробництво прагне до виготовлення більш якісної, конкурентноспроможної продукції в умовах сучасної конкуренції зі зменшенням витрат власних ресурсів. Тому сучасне вироб-

ництво потребує максимально точного, надійного та якісного вимірювального інструменту. Отже питання підвищення точності, а також повторюваності і стабільності отриманих результатів вимірювань є актуальним.

В процесі калібрування та використання вимірювальних інструментів з'являється вплив на достовірність отриманих результатів, таких чинників як: температурні умови, вологість, стан інструментів, точність калібрування, технологічні впливи, людський фактор, методи вимірювань, навколишнє середовище.

Фактор температурних змін є одним із основних факторів, що впливають на точність вимірювань, оскільки різні матеріали мають різні коефіцієнти температурного розширення (КТР). Це може призводити до значних похибок у вимірюваннях. Тому розробка методів компенсації температурних впливів за допомогою сучасних комп'ютерних вимірювальних інструментів є надзвичайно важливою для забезпечення високої точності вимірювань.

Майбутнє метрології пов'язане з розвитком інтелектуальних та мережевих технологій, які дозволяють враховувати та компенсувати температурні впливи під час вимірювань. Одним з перспективних напрямків компенсації температурних впливів є створення комп'ютерних вимірювальних інструментів, які можуть мати велику кількість можливостей та функціонал, що забезпечують високу точність вимірів та швидкість аналізу, обробки і передачі інформації. Основною перевагою комп'ютерних вимірювальних інструментів є можливість адаптації до індустрії 4.0. [1–3]

Основні методи компенсації температурних впливів:

1) Використання матеріалів з низьким коефіцієнтом температурного розширення (КТР). Інвар: Використання матеріалів, таких як інвар, які мають дуже низький КТР, допомагає мінімізувати температурні деформації вимірювальних інструментів і деталей. Це особливо важливо при виготовленні високоточних деталей.

2) Температурне стабілізування:

- Кліматичні камери: Проведення вимірювань у спеціальних кліматичних камерах з контрольованою температурою дозволяє уникнути впливу зовнішніх температурних коливань і забезпечити стабільні умови для вимірювань.
- Стабілізація температури інструменту і деталі: Інструмент та деталь перед вимірюванням стабілізуються при однаковій температурі протягом певного часу, що знижує температурні впливи.

3) Математична компенсація:

- Корекція результатів вимірювань: Використання формул для корекції вимірюваних величин з урахуванням температурних змін. Це враховує КТР матеріалу деталі та інструменту і дозволяє компенсувати температурні коливання.
- Алгоритми компенсації: Використання спеціального програмного забезпечення для автоматичної корекції вимірювань з урахуванням температурних змін.

4) Вбудовані температурні датчики:

- Інтегровані датчики температури: Використання вимірювальних приладів з вбудованими датчиками температури дозволяє автоматично коригувати результати вимірювань у режимі реального часу.
- Багатоточкові вимірювання: Вимірювання температури у кількох точках деталі та використання середнього значення для корекції.

5) Системи зворотного зв'язку.

Активні системи контролю температури: Використання активних систем, що забезпечують стабільну температуру робочого середовища та вимірювальних інструментів, наприклад, шляхом нагрівання або охолодження.

6) Пасивні методи:

- Теплоізоляція: Використання ізоляційних матеріалів для зменшення впливу зовнішніх температурних коливань на вимірювальні прилади.
- Захисні кожухи: Використання кожухів або корпусів для захисту вимірювальних приладів від зовнішніх температурних змін.

7) Калібрування:

- Регулярне калібрування: Регулярне калібрування вимірювальних приладів з урахуванням температурних умов експлуатації дозволяє підтримувати їх точність.
- Тестові вимірювання: Проведення тестових вимірювань у контрольованих умовах для визначення температурних впливів і подальшої корекції основних вимірювань. [4, 5]

Найважливішими та найнеобхіднішими функціями для найпоширеніших вимірювальних інструментів таких, як штангенциркулі, мікрометри є температурна та математична компенсації похибок при вимірюванні. Вони забезпечують високу точність та швидкість вимірювань, при калібруванні та використанні у змінних температурних умовах. Ці методи компенсації мають переваги в порівнянні зі старими методами такими, як витримка інструменту 2–3 години на робо-

чому місці для стабілізації температурного впливу на виміри під час калібрування. А при використанні стає можливим процес вимірювання деталі відразу після обробки, без необхідності чекати поки її температура стабілізується.

Висновок. Дослідження та впровадження методів компенсації температурних впливів за допомогою сучасних комп'ютерних вимірювальних інструментів є важливим кроком до підвищення точності вимірювань, універсальності використання вимірювальних інструментів, скорочення часу на виміри, можливість корекції вимірювальних параметрів, адаптація до індустрії 4.0 у сучасних умовах виробництва. Використання матеріалів з низьким КТР, температурне стабілізування, математична компенсація, вбудовані температурні датчики та інші методи дозволяють значно знизити вплив температурних змін на результати вимірювань. Таким чином це сприяє підвищенню якості продукції та зниженню витрат на її виготовлення.

Література

1. Закон України № 1314-VII від 5 червня 2014 року «Про метрологію та метрологічну діяльність».
2. http://content.lappgroup.com/fileadmin/DAM/Lapp_Ukraine/Kabelniy_myr/UA_Kabelwelt_01_/2015_small.pdf.
3. Рукавішников. П.В. Підвищення точності вимірів під час калібрування інструменту / П.В. Рукавішников, О.В. Роценко, О.С. Гарбуз, В.В. Оразалієв // Сучасні питання виробництва та ремонту в промисловості і на транспорті : мат. Міжнарод. наук.-техн. семінару, 26–27 березня 2024 р. – К. : АТМ України, 2024. – С 127–129:14:38
4. Garcia, M. Advanced Thermal Compensation Techniques for Industrial Metrology / M. Garcia, R. Lopez // Inter. J. of Industr. Eng. – 2019. – 29(2). – P. 98–112.
5. Liu, Y.S. Моделювання надійної компенсації термічної похибки верстатного інструменту на основі технології сегментації інтервалів, чутливої до температури / Y.S. Liu, E.M. Miao, H. Liu, Y.Y. Chen // Inter J Advans. Manuf. Technol. – 2020. – 106:655–669.

ІНЖЕНЕРІЯ ПОВЕРХНІ ТА РЕНОВАЦІЯ ВИРОБІВ

Матеріали 24-ї Міжнародної науково-технічної конференції,
26–27 червня 2024 р., Київ

Мови конференції: українська, англійська

Комп'ютерна верстка
Копейкіна М.Ю.

Підписано 25.06.2024
Формат 60×84×1/16
Умч. вид. арк. 12,0.

Асоціація технологів-машинобудівників України
04074, м. Київ, вул. Автозаводська, 2