

## МЕТОДОЛОГІЯ ОЦІНКИ ХАРАКТЕРИСТИК ВИМІРЮВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ, РЕАЛІЗОВАНОЇ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

*На основі аналізу сучасного розвитку методів та засобів трибологічних вимірювань як найбільш досконалих визначено вимірювальні комплекси, реалізовані з використанням інформаційних технологій. Проаналізовано основні параметри вимірювальних систем трибологічного призначення та наведено загальну методологію їх отримання із зазначенням головних обмежувальних чинників.*

*Ключові слова: трибологічні вимірювання, інформаційні технології, методологія вимірювань.*

O.A. PASICHNYK

Khmelnytsky National University

### ASSESSMENT METHODOLOGY OF IMPLEMENTED CHARACTERISTICS OF MEASUREMENT SYSTEM USING INFORMATION TECHNOLOGY

*Based on the analysis of modern development methods and tools for measuring tribological the most perfect objectified cheno measuring systems implemented using information technology. The basic parameters of tribological test purpose and some general methodology to obtain specifying them head-limiting factors.*

*Keywords: tribological measurement, information technology, measurement methodology.*

#### Вступ

Сучасний стан розвитку техніки характеризується зростанням навантаженості машин, вузлів, агрегатів та окремих деталей. Досягнення науки та технологій практично виключило відмови технічних систем за критерієм міцності в умовах нормальної експлуатації. Складність та недостатня вивченість впливу процесів тертя та зношування на працездатність та довговічність машин й апаратів обумовлює суттєву частку відмов за трибологічними критеріями.

Об'єктивною обставиною, що сприяє підвищенню трибологічної надійності вузлів та агрегатів машин та апаратів, є вивчення відповідних властивостей матеріалів та систем з поглибленим рівнем інформативності та збереження з накопиченням та структуризацією.

Перед науковцями та дослідниками завжди стояло питання отримання максимально повної та правдивої інформації про явища і процеси, які мають місце під час проведення кожного дослідження. Проблему збільшення обсягів отриманої дослідної інформації та її достовірності можливо поділити на декілька таких складових: 1) зменшення часових інтервалів між вимірюваннями, 2) вимірювання параметрів процесів без їх зупинки або (та) без розбирання вузлів, 3) використання засобів реєстрації вимірюваних параметрів, які мала спотворюють досліджувані закономірності, 4) застосування засобів візуалізації досліджуваних процесів, 5) використання нових методів вимірювання, що ґрунтуються на принципово інших фізичних явищах або процесах [1].

В роботах [2, 3] викладені основні загальні принципи побудови розрахунково-експериментальних методик оцінки довговічності вузлів тертя. Найбільш доцільним вважається розробка таких методик для типових вузлів тертя. На основі системного підходу розроблена структурна схема функціонування трибологічної системи з подальшою конкретизацією змісту окремих її елементів. Сформульовані вимоги до умов проведення лабораторних трибологічних випробувань на стадії оцінки ресурсу рухомих спряжень за критерієм зношування, коли вже обраний варіант конструктивного рішення вузла тертя.

Загальноприйнятим перспективним напрямком розвитку методології експериментальних випробувань є впровадження різного роду систем автоматичної реєстрації параметрів процесів [4, 5]. Необхідність застосування таких систем для трибологічних досліджень обумовлена, перш за все, двома чинниками: найбільш коректними є випробування, що проводяться без зупинки процесу та їх довготривалість.

Серед основних параметрів, які реєструються при випробуваннях на тертя та зношування найчастіше вимірюються: величина зносу; момент або сила тертя; температура; частота обертання рухомого елемента; час випробувань. Серед зазначених величин останні чотири автоматично вимірюються штатним обладнанням більшості сучасних машин тертя. Вимірювання величини зносу є більш складною задачею. Більшість методів визначення величини зносу вимагають не лише зупинки обладнання, але й розбирання спряження.

Поточний стан техніки та технологій загалом, та наукових досліджень зокрема, характеризується масштабним застосуванням інформаційних технологій широкого спектру та застосування [6–8].

Застосуванням інформаційних технологій в наукових дослідженнях полягає у реалізації апаратно-програмних комплексів, що можуть мати різну структуру та використовувати різноманітні методики вимірювань.

В роботах [4, 5, 9–11] розроблено апаратно-програмний комплекс автоматичного вимірювання і реєстрації величини зносу (КАВіРВЗ), який дозволяє автоматично реєструвати величину зносу та її зміну. В

роботах [4, 5] вимірювальний комплекс реалізований на базі оригінального механічного датчика переміщень, що використовує стандартний інтерфейс персонального комп'ютера. В роботах [9–11] створено комп'ютеризований комплекс для вимірювання лінійних переміщень та зносу на основі індуктивного датчика, який є більш чутливим, ніж згаданий вище механічний, але потребує наявності додаткового аналого-цифрового перетворювача.

В роботах [12–16] реалізовано програмно-апаратні комплекси для трибологічних вимірювань які ґрунтуються на засобах й методах цифрової фотографії з подальшим використанням алгоритмів обробки зображень.

Невід'ємною складовою застосування інформаційних технологій у практику трибологічних досліджень та вимірювань є розробка відповідного програмного забезпечення. Цього потребують як апаратно-програмні системи [17], так й програмно-апаратні [18, 19]. Програмне забезпечення таких вимірювальних систем є спеціалізованим внаслідок специфічності застосування.

### Основна частина

Основними складовими сучасних автоматичних й автоматизованих систем вимірювання є датчик та персональний комп'ютер. З точки зору інформаційних технологій функціонування таких систем полягає у послідовному виконанні наступних дій (рис. 1):

- сприйняття первинної інформації,
- початкове перетворення первинної інформації,
- остаточне перетворення інформації,
- збереження інформації.

Вимірювальні системи можливо умовно поділити на апаратно-програмні та програмно-апаратні в залежності від домінуючої складової. Різниця полягає у функціях згаданих компонент. В апаратно-програмному комплексі датчик сприймає первинну інформацію та виконує її початкове перетворення, а в програмно-апаратному комплексі датчик лише сприймає первинну інформацію, а всі інші завдання виконує програмне забезпечення персонального комп'ютера (рис. 2).

Під час реалізації програмного забезпечення необхідні зазначені особливості.

Після реалізації всіх компонент вимірювальної системи обов'язковим є оцінка її характеристик, тобто метрологічне забезпечення, що обумовлює сфери та можливості застосування, точність та достовірність отриманих результатів.

Розглянемо загальний підхід до метрологічної оцінки вимірювального комплексу, технічна реалізація якого наведена у роботах [4, 5], а програмне забезпечення – в роботі [17].



Рис. 1. Схема інформаційного потоку

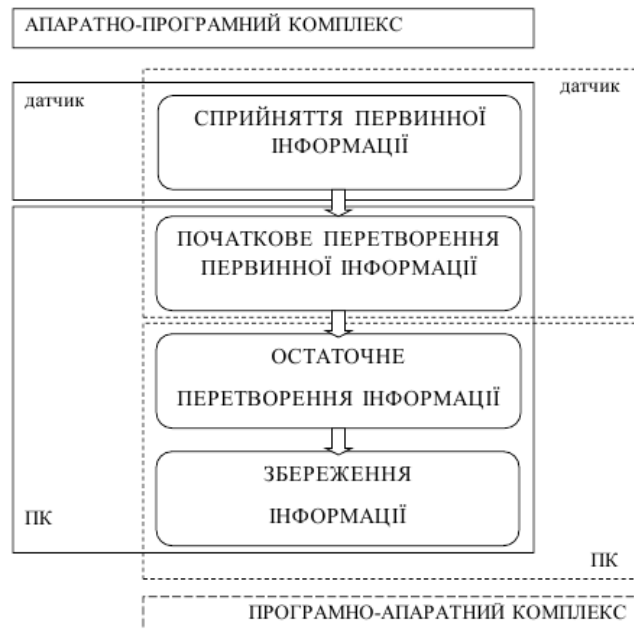


Рис. 2. Функції апаратно-програмних та програмно-апаратних комплексів

Практичне застосування згаданого вимірювального комплексу в трибологічних дослідженнях потребує визначення характеристик точності вимірювань лінійного переміщення та динамічного діапазону вимірювань.

Загальна методологія оцінки характеристик вимірювального комплексу полягає оцінці максимально можливих характеристик точності з одночасним визначенням обмежень на режими використання.

Характеристиками точності вимірювальної системи трибологічного спрямування є точність вимірювання лінійного переміщення та динамічний діапазон вимірювань.

Необхідність отримання характеристики точності вимірювань лінійного переміщення обумовлюється потребою визначення величини лінійного зносу, тобто зменшення розміру елемента тертя в певному напрямку, у значній кількості трибологічних випробувань.

Визначення динамічного діапазону вимірювань обумовлено потребою отримання значень величини лінійного переміщення (лінійного зносу) безпосередньо в процесі випробувань, тобто визначає швидкодію системи.

Обмеженнями на режими використання вимірювальної системи є умови використання персонального комп'ютера. Це пов'язано із тим, персональний комп'ютер завантажений окрім вимірювального ще й сторонніми, по відношенню до нього процесами, які знижують метрологічні характеристики вимірювального комплексу, але є невід'ємною частиною функціонування системного та прикладного програмного забезпечення.

Умови роботи персонального комп'ютера можливо охарактеризувати такими параметрами:

- загальне використання процесора на всіх ядрах,
- всієї зарезервованої фізичної пам'яті окремими процесами,
- загальне використання на всіх фізичних дисках,
- використання мережі на поточній мережі.

Оптимальним результатом оцінки характеристик вимірювальної системи є визначення величин:

- максимальної можливої точності,
- максимального можливого значення верхньої границі динамічного діапазону вимірювання,
- максимальних допустимих значень усіх параметрів умов роботи персонального комп'ютера, за

яких забезпечується максимальна можлива точність та максимальне можливе значення верхньої границі динамічного діапазону вимірювання.

Як інший варіант оцінки характеристик вимірювальної системи можливо розглядати отримання таблиць відповідності максимальної можливої точності та (або) максимального можливого значення верхньої границі динамічного діапазону вимірювання параметрам умов роботи персонального комп'ютера.

### Висновки

На основі аналізу сучасного розвитку методів та засобів трибологічних вимірювань як найбільш досконалі визначено програмно-апаратні комплекси, реалізовані з використанням інформаційних технологій. Проаналізовано основні чинники, що впливатимуть на характеристики таких вимірювальних систем та визначено загальну методологію їх проведення.

### Література

1. Пасічник О.А. Проблеми та перспективи комп'ютеризації наукових досліджень / О.А. Пасічник // Матеріали Першої МНПК "Науковий потенціал світу 2004". Том 58. "Сучасні інформаційні технології". – Дніпропетровськ : Наука і освіта, 2004. – С. 52–53.
2. Пасічник О.А. Методологічні аспекти лабораторних випробувань вузлів на тертя та зношування при розрахунково-експериментальній оцінці величини зносу / О.А. Пасічник // Проблеми трибології. – 2005. – № 1. – С. 80–83.
3. Пасічник О.А. Деякі аспекти лабораторних випробувань вузлів тертя на зношування / О.А. Пасічник // Матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції "Наука і освіта 2004". Том 61. Технічні науки. – Дніпропетровськ : Наука і освіта, 2004. – С. 62–64.
4. Пасічник О.А. Апаратно-програмний комплекс для автоматичного вимірювання і реєстрації величини зносу / О.А. Пасічник, А.Г. Кузьменко // Тези міжнародної науково-технічної конференції "Зносостійкість і надійність вузлів тертя машин (ЗНМ-2001)". – Хмельницький : ТУП, 2001. – С. 5–7.
5. Пасічник О.А. Комплекс для автоматичного вимірювання і реєстрації величини зносу / О.А. Пасічник, А.Г. Кузьменко // Проблеми трибології. – 2002. – № 1. – С. 156–159.
6. Пасічник О.А. Інформаційні технології в трибології / О.А. Пасічник // Матеріали Першої МНПК "Науковий потенціал світу 2004". Том 58. "Сучасні інформаційні технології". – Дніпропетровськ : Наука і освіта, 2004. – С. 27–29.
7. Пасічник О.А. Застосування інформаційних технологій при трибологічних дослідженнях / О.А. Пасічник, О.П. Бабак // Проблеми трибології (Problems of Tribology). – 2010. – № 4. – С. 82–84.
8. Пасічник О.А. Інформаційні технології в трибологічній метрології / О.А. Пасічник // Вісник Хмельницького національного університету. – 2016. – № 4 (239). – С. 28–31.
9. Пасічник О.А. Комп'ютеризований датчик для вимірювання зносу / О.А. Пасічник // Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції "Динаміка наукових досліджень 2004". Том 61. Технічні науки. – Дніпропетровськ : Наука і освіта, 2004. – С. 26–28.
10. Пасічник О.А. Комп'ютеризований комплекс для вимірювання лінійних переміщень та зносу на основі індуктивного датчика / О.А. Пасічник, О.П. Бабак // Проблеми трибології. – 2005. – № 3. – С. 110–113.
11. Пасічник О.А. Комп'ютеризований комплекс для вимірювання лінійних переміщень та зносу на основі індуктивного датчика / О.А. Пасічник, О.П. Бабак // Матеріали міжнародної науково-технічної і

методичної конференції "Актуальні проблеми математики, механіки і комп'ютерних технологій (АПМКТ-2005)". – Хмельницький : ХНУ, 2005. – С. 35.

12. Пасічник О.А. Деякі методологічні аспекти застосування кількісної цифрової фотографії в наукових дослідженнях / О.А. Пасічник // Матеріали ІІ міжнародної науково-практичної конференції "Дні науки 2006". Том 30. – Дніпропетровськ : Наука і освіта, 2006. – С. 10–12.

13. Пасічник О.А. Кількісна цифрова фотографія при трибологічних дослідженнях / О.А. Пасічник // Вісник Хмельницького національного університету. – 2007. – № 5(96). – С. 45–49.

14. Пасічник О.А. Фотографічний метод вимірювань при трибологічних дослідженнях / О.А. Пасічник // Вісник Хмельницького національного університету. – 2008. – № 2(108). – С. 173–175.

15. Пасічник О.А. Застосування кількісної цифрової фотографії при трибологічних дослідженнях / О.А. Пасічник // Тези доповідей VI-ї міжнародної конференції молодих науковців "Інформатика і механіка". – 2008. – С. 19–20.

16. Пасічник О. А. Автоматизація трибологічних досліджень на основі комп'ютеризованої фотовимірювальної системи / О.А. Пасічник // Проблеми трибології. – 2009. – № 3. – С. 101–103.

17. Пасічник О.А. Програмне забезпечення для системи автоматичної реєстрації параметрів процесів при вимірюваннях зносу та лінійних переміщень / О.А. Пасічник, А.Б. Даньков // Матеріали І міжнародної науково-практичної конференції "Наука и технологии: шаг в будущее – 2006". Том 26. – Белгород : Руснаучкнига, 2006. – С. 18–20.

18. Алешко В.М. Розробка програмного забезпечення фотовимірювальної системи для трибологічних досліджень / В.М. Алешко, О.А. Пасічник // Збірник наукових праць за матеріалами третьої всеукраїнської науково-технічної конференції "Актуальні проблеми комп'ютерних технологій 2009". – Хмельницький : ХНУ, 2009. – С. 8–12.

19. Вараниця О.А. Застосування об'єктно-орієнтованого програмування для автоматизації вимірювань на основі аналізу зображень / О.А. Вараниця, О.А. Пасічник // Збірник наукових праць факультету прикладної математики та комп'ютерних технологій Хмельницького національного університету. – Хмельницький : ХНУ, 2010. – С. 87–90.

Рецензія/Peer review : 28.1.2017 р.

Надрукована/Printed :7.2.2017 р.

Рецензент: д.т.н., проф. Сорокати́й Р.В.