

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ТРИБОЛОГІЧНІЙ МЕТРОЛОГІЇ

В статті розглянуто питання впровадження інформаційних технологій в трибологічній метрології в частині кількісної цифрової фотографії в практику вимірювань та наукових досліджень її, зокрема, трибологічних, що сприяє підвищенню рівня якості, наочності, інформативності та збереженості отриманих результатів, а наведені методологічні принципи формують необхідну базу для створення комп'ютерних фотомірювальних комплексів.

Ключові слова: метрологія, фотографія.

O.A. PASICHNYK
Khmelnytsky National University

INFORMATION TECHNOLOGIES IN TRIBOLOGICAL METROLOGY

In the article the question of information technology in tribological metrology in terms of quantitative digital photos into practice measures and research and, in particular, tribological, which will help increase the quality, visibility, informative and preservation of the results, and that the methodological principles forming the basis for the creation of computer information photo measuring complexes.

Keywords: metrology, photography.

Вступ

Сучасний етап розвитку людства характеризується величезними потоками інформації, які циркулюють в усіх сферах його діяльності [1]. Важливу роль серед різноманітних видів інформації відіграє вимірювальна інформація, яка несе кількісну оцінку результатів наукових досліджень, стану технологічних процесів, характеристик виробів, параметрів навколишнього середовища, фізіологічного стану людини, тощо [1]. Розвиток наукових досліджень загалом та трибологічних зокрема, потребує метрологічного забезпечення в частині вимірювання різноманітних фізичних величин, серед яких основну частку складають вимірювання неелектричних величин, сам процес має масовий характер, а ці тенденції будуть зберігатися й розвиватися в майбутньому [1].

В той же час машинобудування України потребує розробки сучасних методів підвищення довговічності вузлів тертя. Особливо актуальною ця проблема постає в зв'язку з тим, що на поточний момент 85–90% відмов механічних систем пов'язано зі зношуванням рухомих sprzęжень та руйнуваннями контактуючих поверхонь [2].

В наукових дослідженнях та у виробничій практиці широко застосовуються методи візуалізації в яких використовується фототехніка. Широке застосування фотографії пояснюється не лише можливістю об'єктивно документувати різні явища та процеси, але й головним чином в наслідок ряду суттєвих переваг у порівнянні з оком людини [3].

Значні досягнення в галузі цифрових технологій зробили можливим застосування в цих областях цифрової техніки (цифрових фотоапаратів) [3–7]. Переваги цифрової фототехніки пов'язане з використанням зручних, малогабаритних, відносно дешевих пристроїв, які надають можливості для швидкого отримання зображення, зручного його перегляду, оперативної передачі каналами зв'язку в зручній формі.

Основний розділ

Поточний стан техніки та технологій загалом, та наукових досліджень зокрема, характеризується масштабним застосуванням інформаційних технологій широкого спектру та застосування.

Одним із цікавих та перспективних підходів в цьому напрямку є застосування цифрової фотографії, що поєднує в собі відомі переваги класичної фотографії [8] та можливості комп'ютерної техніки в цьому напрямку [3–5].

Перераховані особливості фотографічних процесів реєстрації інформації свідчить про суттєві переваги цих методів й тим самим визначає їхнє величезне значення у багатосторонніх галузях діяльності людини [3].

Результати отримані в роботі є одним із початкових кроків в методології кількісної цифрової фотографії, що підґрунтям для розробки методів автоматизованих фотографічних вимірювань на основі методів цифрової фотографії у поєднанні зі спеціалізованим програмним забезпеченням для їх обробки.

Найбільш інформативними є кількісні фотоматеріали, оскільки дозволяють отримати як якісні та й кількісні характеристики об'єктів [5, 6, 9, 10]. Кількісну фотографію можливо безпосередньо отримати з використання цифрової фототехніки, оскільки фактично цифрова фотографія є набором скінченної кількості пікселів, що й створює безпосередні можливості для подальших вимірювань.

Кількісна фотографія фактично може розглядатися як непрямий метод вимірювання. Метод є непрямим оскільки на початку дослідник має справу з сукупністю об'єктів, що утворюють зону зйомки, яка фіксується у вигляді кадру й надалі відтворюється у вигляді фотовідбитку або зображення на екрані монітору. З технічної точки зору розміри цифрового знімку при фотографуванні визначаються у пікселях, й відповідно у таких одиницях можливо визначити розміри об'єктів, які на ньому присутні.

В роботі [6] розглянуто питання про встановлення розмірів окремого пікселя в лінійних одиницях або оброзмірювання знімків. Основними напрямками вирішення питання про встановлення розмірів окремого пікселя в лінійних одиницях або оброзмірювання знімків є такі:

- використання даних про умови зйомки (рис. 1, а),
- використання даних про розміри зони зйомки (рис. 1, б),

- використання еталонних об'єктів (рис. 1, в).

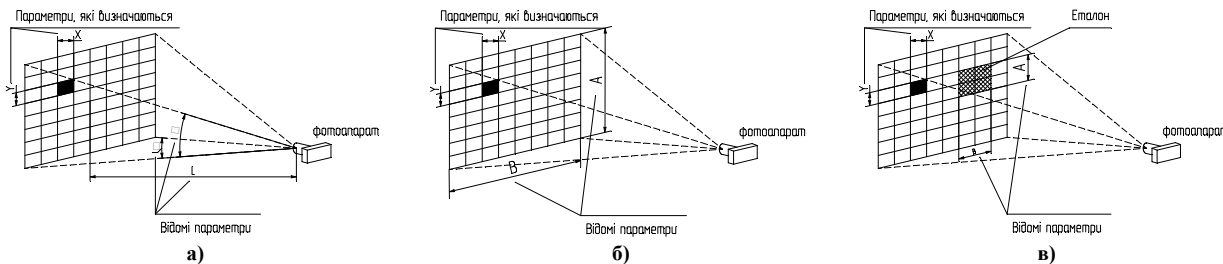


Рис. 1. Схеми встановлення розмірів окремого пікселя в лінійних одиницях:
а - використання даних про умови зйомки, б - використання даних про розміри зони зйомки,
в - використання еталонних об'єктів

Серед кількісним характеристик слід, в першу чергу, зазначити геометричні розміри самого об'єкту та його складових. Це створює принципові можливості застосування фотоматеріалів як початкових даних в різного роду математичних моделях, а використання інформаційних технологій на основі цифрових засобів у поєднанні з комп'ютерними технологіями надає можливість створення автоматизованих систем прогнозування динаміки протікання процесів для окремих, конкретних об'єктів (персональна ідентифікація процесів).

Для підвищення достовірності та інформативності метрологічної складової досліджень доцільним виявляється застосування інформаційних технологій, зокрема, комп'ютерних технологій візуалізації та реєстрації [7].

Широкому впровадженню інформаційних технологій в трибологічні дослідження в частині застосування комп'ютерної техніки при використанні саме кількісної та саме цифрової фотографії повинні сприяти, в першу чергу, такі обставини [5, 6, 9, 10]:

- для безрозмірювання фотографії потрібна невелика кількість додаткових даних про умови зйомки, а саме вимірювання може виконуватися потім через певний, навіть достатньо тривалий період часу;
- комп'ютеризація наукових досліджень, й у тому числі фотографії, дозволяє використовувати сучасні інформаційні технології для обробки зображень та автоматизації процесів визначення розмірів, розпізнавання образів тощо.

Сутність фотографічного методу вимірювань полягає в порівнянні послідовності фотографій та у відповідному визначенні положення досліджуваного об'єкту на цих фотографіях. В загальному випадку важко або практично неможливо встановити вимірювальне обладнання таким чином, щоб переміщення об'єкту відбувалося вздовж лише однієї осі й загальна схема такого вимірювання матиме вигляд наведений на рис. 2.

Для спрощення процедури автоматизації вимірювань доцільно проводити спостереження не за самим досліджуваним, а за деяким еталонним об'єктом – маркером. На наш погляд, найкращою формою маркеру є круг певного кольору. Колір маркеру визначається лише з умови отримання якісного зображення та можливості його простої та однозначної ідентифікації на тлі інших об'єктів. Також необхідно врахувати, що схема наведена на рис. 2, є лише принциповою, оскільки в дійсності маркер не може бути точною (рис. 3, а), а при формуванні цифрового зображення має місце дискретизація (рис. 3, б), що призводить до певного спотворення форми маркера (рис. 3, в).

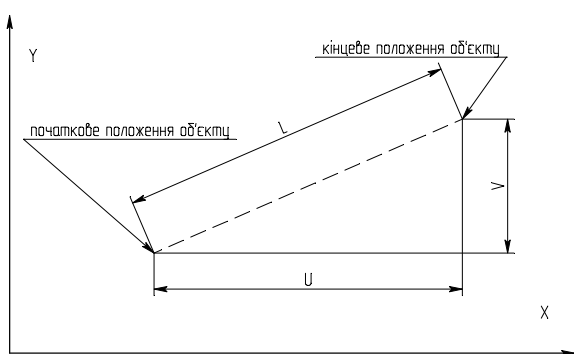


Рис. 2. Загальна схема вимірювання

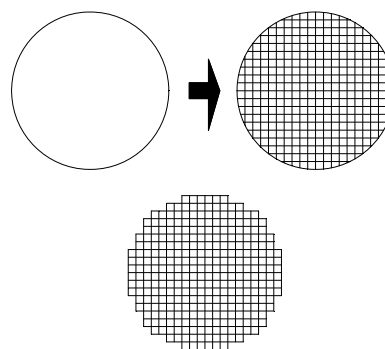


Рис. 3. Форма маркера: реальна, дискретна, на цифровій фотографії.

Таким чином, питання визначення переміщення при фотографічних вимірюваннях з використанням цифрових методів полягає у визначенні переміщення дискретизованого зображення маркера.

В ідеальному випадку при вимірюваннях контур маркера має форму круга й при переміщеннях це форма не спотворюється й розміри маркера не змінюються (рис. 4). В такому випадку переміщення маркера й, відповідно, досліджуваного об'єкту будуть ідентичними переміщенням будь-якої точки на цифровому зображенні маркера.

В загальному випадку може мати спотворення форми маркера (рис. 5). Тому доцільно визначити переміщення маркера через зміну положення його геометричного центру згідно такого співвідношення:

$$L = \sqrt{(X_{цк} - X_{цп})^2 + (Y_{цк} - Y_{цп})^2}, \quad (1)$$

де $X_{цк}, Y_{цк}$ – кінцеві координати геометричного центру маркера; $X_{цп}, Y_{цп}$ – початкові координати геометричного центру маркера.

Початкові та кінцеві координати геометричного центру маркера визначаються як середнє арифметичне відповідних координат у відповідному положенні маркера.

Застосування розглянутого способу вимірювання вважається достатньо високоефективним при трибологічних дослідженнях, оскільки дозволяють отримати інформацію одночасно якісного та кількісного характеру та відрізняються достатньо високою точністю.

Для покращення якості фотографічного зображення застосовуються різноманітні пристосування (струбцини, штативи, тощо) для фіксації камери. З іншого боку це також дозволяє точно визначити умови отримання зображення, що створює передумови для його подальшого аналізу. Слід також згадати про можливість отримання збільшених зображень малорозмірних об'єктів, що є достатньо актуальним при трибологічних дослідженнях враховуючи особливості протікання процесів тертя та зношування. Для вирішення таких задач можуть використовуватися: можливості самого фотоапарату, якщо він використовується з об'єктивом, що має змінну фокусні відстань – варіо-об'єктиви, або зі спеціальними подовжувальними кільцями чи механізмами, фотоапарат з додатковим об'єктивом, фотоапарат в комплексі з мікроскопом [6].

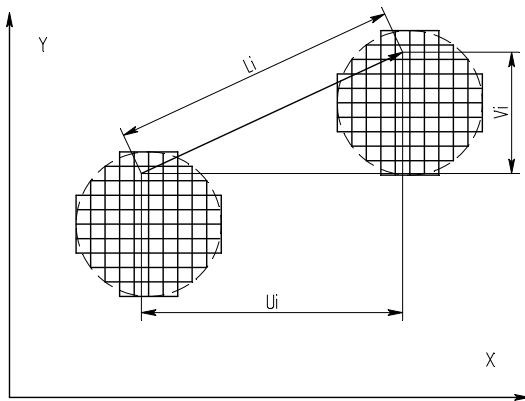


Рис. 4. Переміщення маркера (ідеальний випадок)

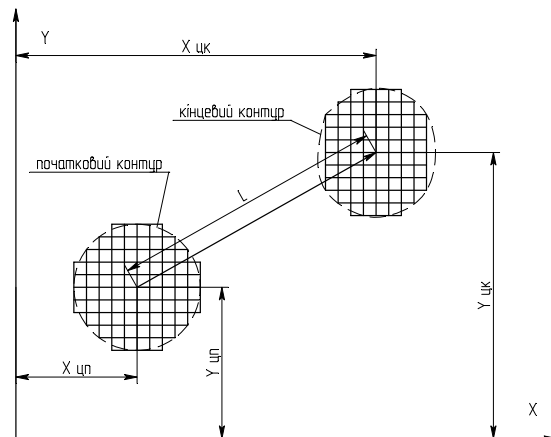


Рис. 5. Переміщення маркера (загальний випадок)

Сучасний стан розвитку технічного забезпечення кількісної фотографії характеризується такими рисами. По-перше, надзвичайно великою є кількість різноманітних дешевих цифрових фотоапаратів з широким спектром службових характеристик та ціновим діапазоном. По-друге, дуже широке розповсюдження комп'ютерної техніки, що примокла та продовжує проникати у практично всі сфери життя та діяльності людини. По-третє, несуттєва спрямованість зазначених вище засобів для використання в сфері метрології, й, відповідно, практична відсутність таких засобів промислового виготовлення.

Особливо незрозумілим є та обставина, що потенційні можливості такого методу вимірювання навіть на сучасному етапі є вражаючими. Так в роботі [6] описана розроблена автором устаткування, що використовувало цифровий фотоапарат з досить посередніми характеристиками, але все одно дозволило отримати непогані кінцеві значення стосовно точності вимірювання. Тобто створюються величезні можливості для отримання інформаційно містких результатів, що безумовно є важливим при проведенні трибологічних досліджень для відтворення якісної та кількісної картини протікання процесів тертя та зношування.

При проведенні трибологічних досліджень із застосуванням цифрових фотоапаратів доцільно їхнє використання в комплексі з комп'ютером та програмним забезпеченням, що забезпечує дистанційне керування фотоапаратом.

Можливість застосування запропонованого підходу щодо інформатизації трибологічних досліджень на основі сучасних засобів цифрової фотографії та комп'ютерної техніки вивчалася при проведенні досліджень з метою отримання кількісних характеристик процесу руху мастильного матеріалу [11–14]. Оскільки такі вимірювання необхідно було виконувати в динамічному режимі, слід було забезпечити відповідні засоби реєстрації. Для вирішення цієї проблеми було застосовано засоби та методи цифрової фотографії [9, 10]. Застосування саме таких апаратно-програмних засобів створило необхідні умови, як для самого отримання результатів з необхідною якістю та у необхідній кількості, так й для подальшого вимірювання, аналізу й інтерпретації.

Використання запропонованих засобів та методів цифрової фотографії дозволило дослідити динаміку мастильної краплі по плоскій поверхні та отримати якісні та кількісні результати руху мастильного матеріалу по поверхням декількох класів металевих матеріалів, визначити відповідні показники динаміки мастильної краплі, побудувати необхідні номограми, які дозволяють визначити область ефективної дії відцентрових сил, як механізму подачі мастильного матеріалу в зону тертя з масло утримуючих канавок [11–14].

Серед наведених раніше проблем в частині ефективного використання кількісної цифрової фотографії відзначалася відсутність промислових зразків такого типу обладнання, що, безумовно, відрізняються високою метрологічною якістю. Але ця обставина стосується лише інструментальної складової методики вимірювання, яка дозволяє отримати фактично лише початкові, дискретні, відокремлені

та статичні дані. Тобто, фактично, набору первинних даних, що потребують подальшого опрацювання.

Для створення високоефективної системи отримання та обробки великого обсягу даних в режимі реального часу або пост обробки необхідним є поєднання технічних засобів з відповідним програмним забезпеченням. На сучасному етапі проводяться роботи щодо створення відповідного програмного забезпечення. Отримані результати представлено в роботах [15, 16]. Створене програмне забезпечення відзначається відносною простотою, але, поки що, працює лише в режимі постобробки. Доцільним є створення вимірювальної системи, яка працює в режимі реального часу та має зручні інструменти візуалізації досліджуваного процесу та поточних даних, а також включає потужні засоби обробки первинних даних з можливістю автоматичного формування бази даних трибологічних характеристик матеріалів.

Висновки

Таким чином, широке впровадження інформаційних технологій в частині кількісної цифрової фотографії в практику наукових досліджень й, зокрема, трибологічних, в частині метрологічного забезпечення безумовно сприяє підвищенню рівня якості, наочності, інформативності та збереженості отриманих наукових результатів, а наведені методологічні принципи формують необхідну базу для запровадження інформаційних технологій шляхом створення комп'ютеризованих фотовимірювальних апаратно-програмних комплексів. Застосування фотовимірювального методу є високоефективним методом метрологічного забезпечення трибологічних досліджень. В роботі проаналізовано можливості покращення інформативності, якості, точності та достовірності трибологічних досліджень. Як один з напрямків вирішення цієї проблеми запропоновано застосування інформаційних технологій щодо метрологічного забезпечення досліджень на основі засобів цифрової фотографії, комп'ютерної техніки та відповідного програмного забезпечення. Наведено результати застосування запропонованого підходу при проведенні конкретних трибологічних досліджень та підтверджена його ефективність. Відзначено існуючі недоліки та запропоновано напрямки подальших досліджень.

Література

1. Куликовский К.Л. Методы и средства измерений / К.Л. Куликовский, В.Я. Купер. – М. : Энергоатомиздат, 1986. – 448 с.
2. Гаркунов Д.Н. Триботехника / Гаркунов Д.Н. – М. : Машиностроение, 1989. – 328 с.
3. 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.
4. 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.
5. Пасічник О.А. Деякі методологічні аспекти застосування кількісної цифрової фотографії в наукових дослідженнях / О.А. Пасічник // Матеріали II міжнародної науково-практичної конференції "Дні науки 2006". Том 30. – Дніпропетровськ : Наука і освіта, 2006. – С. 10–12.
6. Пасічник О.А. Кількісна цифрова фотографія при трибологічних дослідженнях / О.А. Пасічник // Вісник Хмельницького національного університету. – 2007. – № 5(96). – С. 45–49.
7. Пасічник О.А. 3D візуалізація та проблеми комп'ютерного моделювання в трибологічних дослідженнях / О.А. Пасічник // Матеріали VIII Міжнародної науково-практичної конференції "Наука і освіта 2005". Том 56. Сучасні інформаційні технології. – Дніпропетровськ : Наука і освіта, 2005. – С. 24–26.
8. Чибисов К.В. Общая фотография / Чибисов К.В. – М. : Искусство, 1984. – 446 с.
9. Пасічник О.А. Фотографічний метод вимірювань при трибологічних дослідженнях / О.А. Пасічник // Вісник Хмельницького національного університету. – 2008. – № 2(108). – С. 173–175.
10. 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.
11. Бабак О.П. Повышение износостойкости трибосопряжений путем формирования маслоудерживающего профиля / О.П. Бабак, А.Г. Кузьменко, А.А. Пасечник // Вісник Технологічного університету Поділля. – 2002. – № 4. – Ч. 1. – С. 7–12.
12. Кузьменко А.Г. Дослідження динаміки руху мастильної краплі по пласкій поверхні / А.Г. Кузьменко, О.П. Бабак, О.А. Пасічник // Проблеми трибології. – 2007. – № 2. – С. 91–94.
13. Кузьменко А.Г. Дослідження ефективності профілю змащувальної канавки / А.Г. Кузьменко, О.П. Бабак, О.А. Пасічник // Проблеми трибології. – 2007. – № 3. – С. 3–5.
14. Кузьменко А.Г. Центробежная смазка поверхности / А.Г. Кузьменко, О.П. Бабак, О.А. Пасічник // Вісник Хмельницького національного університету. – 2007. – № 5(96). – С. 49–52.
15. Кузьменко А.Г. Експериментальні дослідження руху мастильного матеріалу із застосуванням комп'ютерних технологій візуалізації та реєстрації / А.Г. Кузьменко, О.П. Бабак, О.А. Пасічник, А.Б. Даньков // Проблеми трибології. – 2007. – № 1. – С. 135–139.
16. Пасічник О. А. Автоматизація трибологічних досліджень на основі комп'ютеризованої фотовимірювальної системи / О.А. Пасічник, О.П. Бабак, В.М. Алешко // Проблеми трибології. – 2009. – № 3. – С. 101–103.

Рецензія/Peer review : 9.7.2016 р. Надрукована/Printed : 25.8.2016 р.

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