

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет залізничного транспорту

ІТТ | ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ
ТРАНСПОРТНІ
ТЕХНОЛОГІЇ



ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ

V МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ

ПРОГРАМА КОНФЕРЕНЦІЇ



ІТТ2024

УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО
ТРАНСПОРТУ

**Тези доповідей 5-ої міжнародної
науково-технічної конференції**

«ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ»

Харків 2024

5-а міжнародна науково-технічна конференція «Інтелектуальні транспортні технології», Харків, 25–27 листопада 2024 р.: Тези доповідей. – Харків: УкрДУЗТ, 2024. – 339 с.

Збірник містить тези доповідей науковців вищих навчальних закладів України та інших країн, підприємств транспортної та машинобудівної галузей за чотирма напрямками: розвиток інтелектуальних технологій при управлінні транспортними системами; транспортні системи та логістика; інтелектуальне проектування та сервіс на транспорті; функціональні матеріали та технології при виготовленні та відновленні деталей транспортного призначення.

© Український державний університет
залізничного транспорту, 2024

Шліфування зубчастих коліс кругом рубін-корунду характеризується потужністю в середньому значенні $P_{\text{ср}} = 1100$ Вт при напівчистовому (2) етапі і $P_{\text{ср}} = 900$ Вт при чистовому (3) етапі. Точність обробки зубчастого колеса також відповідає 2 ступені точності.

Високопористі шліфувальні круги з монокристалічного корунду дозволяють зменшити ефективну потужність зубошліфування в 3 рази у порівнянні з кругами з білого електрокорунду. Правка перших проводиться через 7–8 западин заготовки, в той час як для других – через 4–5 западини.

Застосування високопористих шліфувальних кругів з монокристалічного корунду на машинобудівних підприємствах України, які виробляють зубчасті редуктори, показали високу ефективність створених інструментів в процесах шліфування зубчастих коліс високої якості.

УДК:531.1

МЕТОД БРИНЕЛЛЯ: СУЧАСНИЙ ПІДХІД ДО ВИМІРЮВАННЯ ТВЕРДОСТІ ЗА ДОПОМОГОЮ МІКРОСКОПІВ, КАМЕР І ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

THE BRINELL METHOD: A MODERN APPROACH TO MEASURING HARDNESS USING MICROSCOPES, CAMERAS, AND SOFTWARE

О.В. Сергеев, д.т.н., професор С.С. Тимофеев

Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)

O.V. Serhieiev, Dr. Sci. in Engineering, Professor S.S. Tymofeev

Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)

Метод Бринелля більше століття використовується для визначення твердості матеріалів завдяки його простоті та надійності. Суть методу полягає у вдавлюванні кульки зі сталі або карбиду вольфраму у поверхню зразка під контрольованим навантаженням. Відбиток, який залишається, має розмір, пропорційний твердості матеріалу. Для точного визначення діаметра відбитка в сучасних умовах використовуються мікроскопи, цифрові камери та спеціалізоване програмне забезпечення.

Спочатку відбитки вимірювали вручну, що вимагало високої точності й досвіду від оператора. Це створювало ризик помилок через суб'єктивність сприйняття. З розвитком технологій цей процес автоматизувався, що значно підвищило точність вимірювань і зменшило час їх проведення.

Сучасне обладнання для методу Бринелля включає використання мікроскопів для збільшення зображення відбитка і цифрових камер для його фіксації. Після створення відбитка мікроскоп дозволяє детально розглянути контури, зокрема в місцях із нерівною поверхнею або мікротріщинами. Цифрова камера робить знімок цього відбитка, який передається на комп'ютер для обробки.

Програмне забезпечення автоматично розпізнає контури відбитка та обчислює його діаметри. Зазвичай вимірюють два перпендикулярні діаметри, і отримані значення усереднюють для підвищення точності. Цей процес автоматизований, що мінімізує людські помилки і дозволяє отримати більш надійні результати.

Програмне забезпечення також здатне коригувати можливі спотворення зображення через нерівності зразка або недостатнє освітлення. Це робить метод придатним для аналізу навіть складних зразків із шорсткою поверхнею або неоднорідною текстурою.

Цифрові камери є ключовим компонентом сучасної системи вимірювання твердості. Для лабораторій, де важлива висока точність, оптимальним варіантом є ССD-камери. Вони забезпечують високу роздільну здатність і точну передачу кольорів, що дозволяє отримати чітке зображення навіть на складних матеріалах.

ССD-камери особливо добре підходять для роботи з матеріалами з неоднорідною текстурою або складною поверхнею.

СMOS-камери мають нижчу вартість і високу швидкість зйомки, що робить їх ідеальними для аналізу великої кількості зразків на виробництві. Камери з роздільною здатністю не менше 5 мегапікселів дозволяють отримати достатньо деталізоване зображення для точних вимірювань.

Калібрування мікроскопа й камери — це критично важливий процес для точності вимірювань. Для цього використовують об'єкт-мікрометр — пластину зі шкалою, нанесеною з високою точністю. Мікроскоп налаштовується на шкалу об'єкт-мікрометра, після чого камера фіксує зображення, яке порівнюється з номінальними значеннями. Це дозволяє усунути можливі похибки в налаштуваннях обладнання.

Калібрування рекомендується проводити перед початком кожної нової серії вимірювань, а також після тривалого простою обладнання для забезпечення високої точності.

Інтеграція сучасних мікроскопів, цифрових камер і програмного забезпечення робить метод Бринелля значно ефективнішим. Використання камер із високою роздільною здатністю і автоматизація процесу дозволяють виключити вплив людського фактора, що значно підвищує точність і надійність вимірювань. Завдяки цьому метод Бринелля залишається одним із найнадійніших способів оцінки твердості матеріалів у сучасних умовах.

[1] Filho, P. P. R., Cavalcante, T. D. S., de Albuquerque, V. H. C., & Tavares, J. M. R. S. (2010). Brinell and Vickers Hardness Measurement Using Image Processing and Analysis Techniques. *ASTM International, Journal of Testing and Evaluation*.

[2] Stevens, R. (2024). *Hardness Testing of Metals: Rockwell, Brinell, Vickers, Knoop, and Leeb Tests*.

[3] Brinell Hardness Test – 124 Years of Material Testing. *NextGen Material Testing*.

[4] Сергеев Олексій Валерійович, Роценко Олексій Вікторович, Тимофеева Лариса Андріївна ТВЕРДОМІРИ БРИНЕЛЛЯ ТА ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ: ПРОРИВ У ВИМІРЮВАННІ ТВЕРДОСТІ *Proceedings of the X International Scientific and Practical Conference. Hamburg, Germany. 2024. Pp.350-352.*