

УДК 621.9.02

М.А. Зенкін, д.т.н., проф.
А.В. Долженко

СУЧАСНІ МЕТОДИ МЕТРОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОНТРОЛЮ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ЗМІЦНЮЮЧИХ ПОКРИТТІВ

Київський національний університет технологій та дизайну, м. Київ, ms.anhelinka@mail.ru

У роботі розглянуто найбільш поширені способи зміцнення поверхневих шарів і покриття, а також методи оцінки їх ефективного використання. Проаналізовано сучасний стан метрологічного забезпечення вимірів зносостійкості в умовах абразивного зношування при терті об закріпленій абразив. Класифіковано методи оцінки зносостійкості, вказано нормативні документи на методики випробувань матеріалів в умовах абразивного зношування, засновані на різних методах. Детально описано метод оцінки зносостійкості в умовах тертя об закріпленій абразив.

Ключові слова: метрологічне забезпечення, контроль, покриття, зміцнення, зносостійкість.

Постановка проблеми у загальному вигляді. Дослідження триботехнічних і механічних властивостей з використанням сучасних методів контролю - наукова задача, без вирішення якої неможливе створення нових матеріалів. Важливою експлуатаційною характеристикою матеріалів є їх зносостійкість. Як правило, скорочення терміну служби деталей обумовлено руйнуванням поверхневих шарів робочих поверхонь [1-3]. На практиці збільшення зносостійкості конструкційних матеріалів досягається за рахунок використання захисних (зносостійких) покриттів і різних способів зміцнення та модифікації поверхневих шарів [4, 5]. Однак, на даний час, відсутність загальноприйнятої методики вимірювань, яка дозволить контролювати відносну зносостійкість з єдиних методичних позицій, обмежує ефективне використання накопиченого досвіду різних авторів для вирішення проблем підвищення зносостійкості [6, 7]. Таким чином, дуже важливим є вирішення питань методичного та метрологічного забезпечення вимірювань відносної зносостійкості зміцнених шарів і покриттів, що визначається необхідністю отримання об'єктивної та достовірної інформації безпосередньо при вимірах, а також вимогами забезпечення коректної порівняльності результатів, отриманих при вирішенні завдань контролю якості матеріалів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз літературних джерел показав, що переважна кількість існуючих методів триботехнічних випробувань призначені для монолітних матеріалів [5, 8 - 10]. Випробування зразків зі зміцненими шарами і, особливо, з покриттями розглядаються без урахування їх специфічних особливостей. Оскільки очевидно, що покриття і тонкі поверхневі шари відрізняються за своїми характеристиками від монолітного матеріалу, то питання про можливість реалізації методів, які пропонуються для контролю їх зносостійкості вимагає подальшого дослідження. Грунтуючись на ряді переваг, які властиві методам випробувань на зношування при терті об закріплені абразивні частки, сформульована актуальна **мета даної роботи** – дослідження сучасного методичного забезпечення контролю зносостійкості зміцнених шарів і покриттів при абразивному зношуванні.

Виклад основного матеріалу дослідження. Однією з найчастіше оцінюваних триботехнічних властивостей є зносостійкість – здатність чинити опір зношуванню в певних умовах тертя, оцінюване величиною, зворотній швидкості зношування або інтенсивності зношування [11]. Практично за будь-яких умов експлуатації деталей, вузлів машин і устаткування різного призначення присутнє абразивне зношування.

Відомо, що характер і інтенсивність зносу, в основному, обумовлені властивостями поверхневих шарів матеріалів [12]. З метою збільшення терміну служби деталей і механізмів на сьогоднішній день широко застосовуються різні способи зміцнення поверхні зносостійкими покриттями [13]. Достовірний вимір зносостійкості в умовах абразивного зношування має велике значення при оцінці якості матеріалів зміцнених шарів (покриттів). Слід зазначити, що ні в нормативному документі на методику вимірів, ні в способі, не обговорюється можливість випробування покриттів, хоча масивні покриття (до декількох міліметрів) можна

випробовувати відповідно до цих документів без внесення істотних коректувань.

Для випробувань матеріалів на зносостійкість на сьогоднішній день застосовуються натурні і лабораторні методи [8, 9]. Натурні методи мають безперечну перевагу, оскільки випробування деталі проводяться безпосередньо на машині в умовах експлуатації. Результати в цьому випадку можуть оцінюватися за зміною службових властивостей машини (наприклад, за зменшенням точності обробки виробу), за зміною розмірів деталей, а також непрямим шляхом (наприклад, за збільшенням витoku масла між плунжером і циліндром) [2]. Найчастіше величину зносу визначають шляхом виміру лінійних і масових розмірів деталей до і після випробування. Застосовується також метод штучних баз - вимір зміни форми і глибини лунки, вирізаної на поверхні тертя діамантовим різцем в процесі зношування. Відомі методи, засновані на визначенні вмісту заліза в маслі, за мірою зношування випробовуваної деталі вміст заліза в мастилі збільшується або вимірюють інтенсивність радіоактивного випромінювання продуктів зносу що потрапляють в масло в процесі зношування поверхні деталі, якій повідомлена радіоактивність. Проте тривалість практичної реалізації натурних випробувань, а також необхідність демонтажу машини для встановлення величини зносу привели до поширення на практиці лабораторних методів, класифікація яких приведена на рис. 1. Слід зазначити, що в основі багатьох методів випробувань на зносостійкість лежить оцінювання інтенсивності зношування в умовах взаємодії досліджуваного матеріалу з абразивними частками. При цьому прямим і найбільш точним визначенням слід вважати втрату лінійних розмірів деталей.

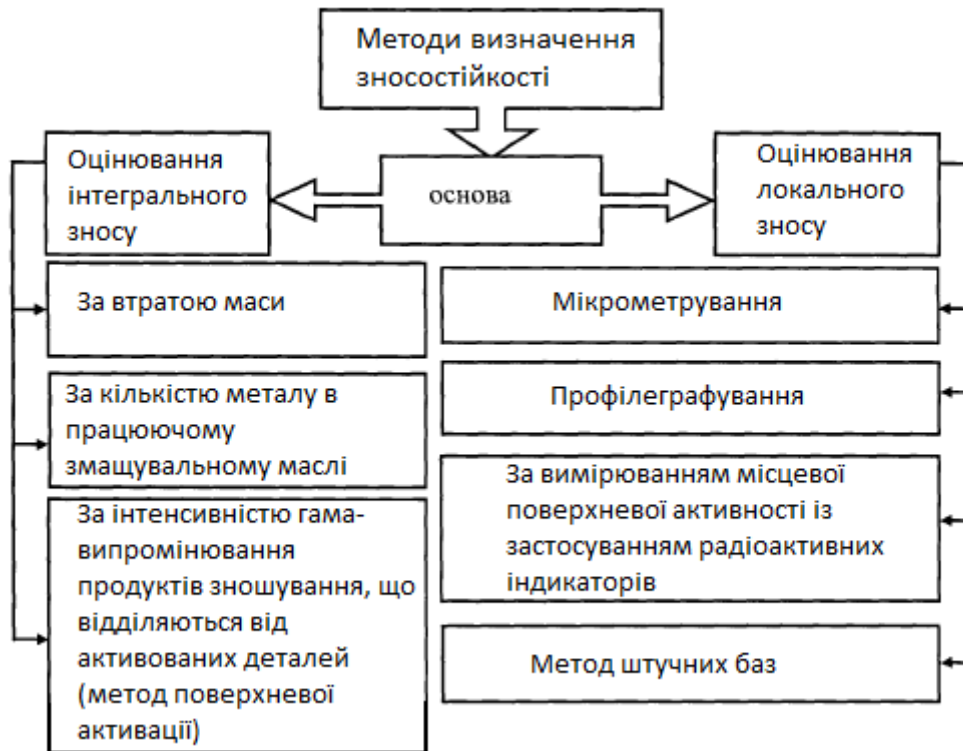


Рис . 1 Класифікація методів визначення зносостійкості

Незважаючи на велику кількість схем і умов проведення випробувань на зносостійкість при дії абразивних часток, найбільше поширення отримав метод реалізації тертя об закріпленій на диску абразив, що обертається, завдяки своїй безперечній перевазі по можливості точного оцінювання шляху тертя зразка і встановлення впливу навантаження і властивостей одного матеріалу на зношування.

У розвитку випробувань на зносостійкість різних покриттів використовується широко вживаний метод випробування на абразивне зношування при терті об закріпленій абразив, запропонований Хрущовим М.М і Бабічевим М.А. [5]. Найбільш трудомісткою операцією, що реалізується в ході проведення випробувань матеріалів покриттів відповідно до методу, є визначення товщини зміцненого шару. Точність отримуваних результатів визначення відносної

зносостійкості залежить, у тому числі, і від якості виконання вказаної виміральної процедури. Основні етапи проведення випробувань:

I етап - зношування матеріалу зміцненого шару (покриття) з гарантованим перевищенням його товщини (за шлях S1),

II етап - зношування матеріалу основи (за шлях S2).

$$\varepsilon = \frac{S_1 \cdot (m_1 - m_2) - S_2 \cdot (m_0 - m_1)}{S_2 \cdot m_n} \cdot \frac{\rho_n}{\rho_0} \quad (1)$$

$$\varepsilon = \frac{S_1 \cdot (L_1 - L_2) - S_2 \cdot (L_0 - L_1 - h_{уп})}{S_2 \cdot h_{уп}} \cdot \frac{\rho_n}{\rho_0} \quad (2)$$

Розрахункові формули, що використовуються для встановлення відносної зносостійкості відповідно скоректовані з врахуванням привнесених відмінностей.

У зв'язку з вищевикладеним, впровадження в сучасну практику методів вимагає розробки метрологічного забезпечення випробувань відносної зносостійкості в умовах абразивного зношування, яке дозволило б об'єктивно оцінювати і порівнювати між собою результати випробувань. Тому на основі запропонованих методів розроблено методики вимірювань зносостійкості матеріалів покриттів [12]. Наступним етапом роботи є оцінка метрологічних характеристик та атестація методик вимірювань відповідно, а також атестація випробувального обладнання відповідно. Для оцінки показників якості розроблених методик вимірювань обрано метод із застосуванням набору однорідних і стабільних за складом зразків. В якості останніх використовувалися зразки сталі 45 з гальванічними покриттями (хром, нікель і цинк) малої товщини (від 9 до 12 мкм) і зразках сталі 45 з зміцненими різними способами поверхневими шарами. Отримано масив експериментальних даних. На першому етапі обробки експериментальних даних проведено виключення промахів із сукупності результатів вимірювань, отриманих в умовах повторюваності за критерієм Кохрена, з результатів, отриманих в умовах внутрішньолaboratorної прецизійності - за критерієм Манделя (рис.2).

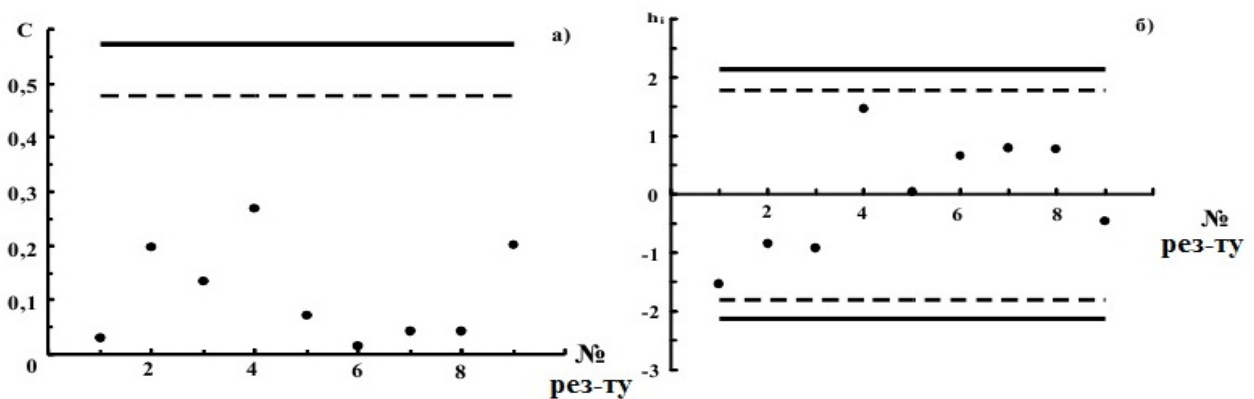


Рис. 2. Графічне представлення результатів, отриманих з виключенням промахів з величин ε нікелевого покриття на сталі 45: 5%-ве; 1%-ве критичні значення

Після виключення промахів проведена оцінка показників прецизійності (повторюваності і відтворюваності) відповідно до алгоритму. У ході обробки експериментальних даних встановлено, що значення показника повторюваності в 1,5 рази перевищують показник всередині лабораторної прецизійності, що вказує на великий внесок у похибку пропонованих методик випадкової складової. Отримані значення показника повторюваності та показника внутрішньолaboratorної прецизійності узгоджуються з результатами робіт авторів, що проводили випробування металопродукції. Наступним етапом роботи планується оцінка показника правильності (невиключеної систематичної похибки) та показника точності методик вимірювань.

Не дивлячись на велику кількість схем і умов проведення випробувань на зносостійкість при

дії абразивних часток, найбільшого поширення набув метод реалізації тертя об закріпленій на диску, що обертається, абразив, завдяки своїй безперечній перевазі по можливості точного оцінювання дороги тертя зразка і встановлення впливу навантаження і властивостей одного матеріалу на зношування.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Отже, за наявності великої кількості методів, що передбачають різні схеми зношування і умови проведення випробувань, а також досить широкого спектру випробувального устаткування і засобів вимірів, внесених до Державного Реєстру, результати оцінки зносостійкості, отримані різними авторами, не завжди можливо зіставити з точки зору єдності вимірів. Причиною тому є відсутність метрологічних характеристик в нормативних документах на методики вимірів зносостійкості, що робить їх невідповідними вимогам нормативних документів Державної системи забезпечення єдності вимірів. Тому, на сьогоднішній день залишається відкритим питання про метрологічне забезпечення методик вимірів зносостійкості в умовах абразивного зношування, одним з можливих вирішень якого є їх атестація.

Список літературних джерел

1. Хрущов М.М., Бабичев М.А. Абразивное изнашивание. - М.: Наука, 1970. - 251 с.
2. Зенкін М.А., Здельнік З.А. Розробка системи управління якістю виробництва насосного обладнання. // Вісник Сумського державного університету, Серія: Технічні науки, №2, 2010. – С.168-173.
3. Зенкін М.А. Системний підхід до вибору захисних покриттів при виготовленні та відновленні деталей. // Вісник Інженерної академії України – № 3-4 - 2007. - С.230-232 .
4. Ляшенко Б.А. Від банку даних до баз знань у технології відновлення деталей машин. / Б.А. Ляшенко, М.А. Зенкін, К.І. Скрипка // Вісник Технологічного університету Поділля, 2001. - №3. – С.217-220.
5. Хрущов М.М. и др. Износостойкость и структура твердых наплавов. Монография. / М.М. Хрущов, М.А. Бабичев, Е.С. Беркович, С.П. Козырев, Л.Б. Крапошина, Л.Ю. Пружанский/ - М.: Машиностроение, 1971. - 96 с.
6. Зенкін М.А., Несхозієвський А.В. Створення нормативно-технічної бази для здійснення контролю якості зміцнюючих покриттів. // Технологія і техніка друкарства. Збірник наукових праць. Випуск 3 (37) – К.: ВПІ НТУУ «КПІ».- 2012. – С.27 - 35.
7. Вернидуб О.Д., Назарова И.Г. Оценка качества результатов испытаний металлопродукции// Партнеры и конкуренты. Методы оценки соответствия. 2005 г., №8, с. 28 – 33.
8. ГОСТ 17367-71 Металлы. Методы испытания на абразивное изнашивание о закрепленные абразивные частицы.
9. ГОСТ 30480-97 «Обеспечение износостойкости изделий. Методы испытаний на износостойкость. Общие требования»
10. ГОСТ 27674-88 - Трение, изнашивание и смазка. Термины и определения.
11. Куксенова Л.И. и др. Методы испытаний на трение и износ /Л. И. Куксенова, В. Г. Лаптева, А. Г. Колмаков, Л. М. Рыбакова// - М.: ИНТЕРМЕТ ИНЖИНИРИНГ , 2001. – 152 с.
12. Тарасов В.В. Новые способы определения износостойкости покрытий//Трение и износ. 1993 г. Том 14, №6, С. 1087 – 1091.
13. Зенкін М.А., Василенко І.Ю. Обґрунтування вибору зміцнюючих покриттів відповідальних деталей машин. // Вісник КНУТД. –К., КНУТД. – 2012.-№6(68).- С.69-76.