

тів: блоку фазифікації, блоку нечіткого логічного висновку і блоку дефазифікації.

Таким чином, метод нечіткого моделювання дозволяє аналізувати повну безліч показників якості відновлення деталей, включаючи такі, які описуються лінгвістичними змінними. Отримані нечіткі моделі можуть бути використані в інформаційних системах управління якістю, забезпечуючи ефективність процесів відновлення і контролю згідно з вимогами ДСТУ ISO 9001:2015.

Список літератури

1. Дудукалов Ю.В., Тернюк М.Е., Калашніков Є.Є., Савченков Б.В., Костюк О.О., Дранев С.В. «Спосіб інформаційно-орієнтованого ремонтного виробництва», заявник і патентовласник Харківський нац. автом.-дорожній ун-т, Патент України № 121008 від 27.11.2017 р.

2. Тернюк М.Е. Системно-процесне моделювання технічних систем в CALS-технологіях/ М.Е. Тернюк, Ю.В. Дудукалов, В.В. Федченко // Збірник наукових праць «Відкриті інформаційні і комп'ютерні інтегровані технології», Вип. 49 - X.: Нац. аерокосм. ун-т «ХАІ». 2010 – С. 124-133.

Рибалко Ірина Вільгельмівна, канд. техн. наук, доцент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, rybalko_irina@ukr.net

МЕТОДИ ВИМІРЮВАННЯ ЗНОШУВАННЯ РІЖУЧИХ ЕЛЕМЕНТІВ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ЗЕМЛЕРІЙНО-ТРАНСПОРТНИХ МАШИН

Як показує досвід експлуатації землерійно-транспортних машин (ЗТМ), надмірне зношування ріжучих елементів робочих органів збільшує енергоємність різання ґрунту в 1,4-3 рази, знижує продуктивність на 10-40%, що призводить до економічної недоцільності їх подальшої експлуатації. Тому визначення величини зносу ріжучих елементів ЗТМ для подальшої заміни або відновлення має велике значення.

Для визначення величини зношування можуть використовуватися різні методи. Застосування тих чи інших методів залежить від мети досліджень, необхідної точності вимірювань, можливості вимірювання зношування в умовах експлуатації, від часу, необхідного на вимірювання і інших чинників

Визначити знос ріжучих елементів робочих органів землерійно-транспортних машин можна, використовуючи наступні методи.

Інтегральний метод припускає визначення зношування по зміні службових властивостей: наприклад, падіння продуктивності скреперів й екскаваторів по мірі зношування ріжучої крайки ковша або зміна гранулометричного складу матеріалу, що видає дробарка в міру зношування плит, що дроблять.

Інтегральний метод по поверхні містить у собі способи зважування й виміру зношування за допомогою радіоактивних ізотопів.

Спосіб зважування полягає в послідовному визначенні ваги деталі до й після випробування на зношування.

Спосіб радіоактивних ізотопів полягає у визначенні інтенсивності радіоактивного випромінювання проби середовища, у якій відбувається зношування, або у вимірі радіоактивності самої деталі. З цією метою в першому випадку у випробовувану деталь запресовується радіоактивна вставка, а в другому випадку до матеріалу, з якого виготовляють досліджувану деталь, додають невелику кількість радіоактивної речовини.

У першому випадку в процесі зношування проба середовища збагачується радіоактивними ізотопами. Інтенсивність випромінювання визначається спеціальними лічильниками. Перевагою даного методу є його висока точність, а також можливість безперервного визначення швидкості зношування тієї деталі, у яку уведений радіоактивний ізотоп. У другому випадку в міру зношування тонкого радіоактивного поверхневого шару деталі відбувається зменшення інтенсивності радіоактивного випромінювання самої деталі. Основним недоліком цього способу є необхідність у спеціальній і складній підготовці деталей до випробувань, а також у спеціальних апаратурі й у відповідних запобіжних заходах.

Сутність методу мікрометражу полягає у вимірі розмірів деталей до постановки їх у роботу і після зношування. Точність його залежить від точності інструментів. Цей метод набув широкого поширення у практиці експлуатації машин. Головні недоліки цього методу – необхідність зупинки машини на тривалий час для вимірів і тривалі проміжки між вимірами.

Метод профілографування полягає в послідовному знятті профілограм з поверхні, що зношується, і зіставлення їх для визначення величини зношування. До переваг методу слід віднести можливість визначення дуже малих величин зносу з великою точністю. А основним недоліком є надзвичайна складність операції.

Метод штучних баз. Для визначення зношування заданого місця досліджуваної поверхні групою вчених був запропонований метод, що полягав в наступному. На досліджуваній частині поверхні вирізується за допомогою обертового алмазного різця поглиблення у формі конічної лунки. Знаючи радіус обертання вершини різця R і вимірявши довжину лунки l , можна обчислити її глибину h по формулі

$$h = \frac{l^2}{8R}. \quad (1)$$

У міру зношування поверхні довжина вирізаної лунки зменшується. Після деякого часу роботи деталі проводиться повторний вимір довжини лунки. По різниці обчислених висот лунки визначається величина зношування.

Однак цей спосіб вимагає застосування спеціальних пристосувань для вирізання лунки й точних оптичних приладів для її виміру. При вирізанні лунок на поверхні, що піддається інтенсивному абразивному зношуванню, границі

лунки дуже важко виявити, а потрібну в цьому випадку глибину лунки (1-2 мм) одержати таким способом важко.

Вимір зношування за допомогою негативних відбитків. Ще за радянських часів колективом авторів для виміру величини зношування був запропонований метод негативних відбитків, що є деяким різновидом методу штучних баз. Сутність його полягає в тому, що на поверхні зношування вишліфовується лунка правильної геометричної форми висотою h , що шляхом впливу сили P через пуансон заповнюється пластичним матеріалом (наприклад, свинцем). Через якийсь час роботи деталі зі зношеної лунки знімається другий відбиток. Різниця висот h гребенів першого й другого відбитків дасть величину зношування.

При такому методі дослідження складається з двох етапів: зняття в польових умовах відбитка, що не потребує складного устаткування, і обмірювання відбитка на стандартних вимірювальних приладах, яке проводиться в лабораторії.

Результати вимірів підтверджуються фактичним матеріалом, а у випадку помилок виміри можуть бути повторені, що зовсім неможливо при інших способах дослідження зношування.

Необхідне поглиблення на поверхні деталі, що зношується, може бути отримане вирізанням лунки за допомогою алмазного різця, вдавненням спеціального пуансона, шліфуванням абразивним кругом, висвердлюванням отвору.

Спосіб вирізання лунок алмазним різцем складний, тому що вимагає використання пристосувань, що втримують різець у процесі різання.

Висвердлювання лунок у досліджуваних деталях свердлами вручну важко здійснити при роботі з деякими марками сталей, хоча форма лунки, отримана шляхом свердління цілком придатна для визначення величини зношування.

Спосіб вдавнення твердого пуансона можна застосовувати тільки для таких деталей, як робочі органи великих землерийних машин, і не може застосовуватися для лунок малого розміру. Пластична деформація металу навколо лунки й створюваний при цьому наклеп спотворює дійсну картину зношування.

Найбільш універсальним для одержання штучних лунок є спосіб шліфування лунки за допомогою абразивного круга. Для заповнення лунки й одержання відбитка рекомендуються пластинки зі свинцю.

При визначенні величини зношування робочих поверхонь деталей будівельних машин, що мають відносно невелику швидкість зношування ($\approx 0,2$ мкм/год.), лунку варто наносити глибиною $h = 0,2 - 0,3$ мм. Це дозволить вести спостереження за зношуванням деталі протягом 1000 - 1500 год. роботи. Величину зношування й швидкість зношування можна визначити після 100 год. роботи.

При визначенні зношування робочих поверхонь деталей, що працюють у тяжких умовах абразивного зношування, глибина лунки повинна бути 0,6 - 2 мм. При швидкості зношування 20 - 400 мкм/год це дозволить вести спостереження за поверхнею зношування протягом 5 - 30 год. Визначення швидкості зношування в цьому випадку можливе вже через 2 - 10 год. роботи.

Ще один спосіб, який застосовується для визначення зносу ріжучих елементів робочих органів ЗТМ – метод зліпків. Він передбачає нанесення на поверхню деталі спеціальної маси, що швидко твердіє і зняття зліпка з цієї поверхні. При цьому знос оцінюється за різницею у формі та розмірах зліпків, отриманих до і після зношування. Використовується такий спосіб у тих випадках, коли вимірювання відбитків лунок або рисок правильної геометричної форми на робочій поверхні деталі не може бути проведено безпосередньо. До недоліків цього способу належить застосування матеріалу, який має досить довгий термін застигання та відсутність можливості подальшого точного заміру розмірів деталі. Крім того, такий спосіб може використовуватися тільки для деталей правильної геометричної форми.

На кафедрі дорожніх і будівельних машин ХНАДУ вдосконалили спосіб визначення зносу за допомогою зліпків для різальних елементів ЗТМ, які мають неправильну криволінійну форму перерізу. Автори запропонованого способу проф. Венцель Є.С. та доц. Щукін О.В.

Спосіб полягає в тому, що різальні елементи встановлюються на спеціальні пластикові контейнери, у які додається суміш, що швидко твердіє, і це дозволяє отримати після застигання відбитки поперечного перерізу цих елементів. У контейнер додається суміш, яка складається з гіпсу, алебастру та пластифікаторів, що дає можливість за короткий термін отримати зліпки різальних елементів, а далі за допомогою комп'ютерних технологій встановити товщину перерізу до та після експлуатації різальних елементів. Потім на основі отриманих електронних відбитків перерізу встановлюється їх знос.

Пошук нових методів визначення зносу, зокрема ріжучих елементів робочих органів землерийно-транспортних машин триває, так само як і вдосконалення існуючих.

Список літератури

1. Закалов, О.В. Основи тертя і зношування в машинах: Навчальний посібник / О.В. Закалов, І.О. Закалов. – Тернопіль: Видавництво ТНТУ ім. І.Пуллюя, 2011. – 322 с.
2. Пат. 101455 Україна МПК G01B 7/06, (2006.01) Спосіб визначення зносу робочих органів землерийно-транспортних машин/ заявник: Венцель Є.С., Щукін О.В. – u201503139; заявл. 06.04.2015; опубл. 10.09.2015; бюл. №17