

### **Перелік посилань**

1. Пат. 51031 Україна, МПК G 01 P 3/00. G 01 P 15/00. Система для визначення параметрів руху автотранспортних засобів при динамічних (кваліметричних) випробуваннях / Подригало М. А., Коробко А. І., Клец Д.М., Файст В. Л.; заявник Харківський національний автомобільно-дорожній університет. – № u 2010 01136; заявл. 04.02.10; опубл. 25.06.10, Бюл. № 12.

2. Коробко А. Підвищення точності вимірювання параметрів руху автомобіля у процесі динамічних випробувань / М. Подригало, А. Коробко, Д. Клец, О. Назарько, В. Гацько // Метрологія та прилади. Науково-виробничий журнал. – 2010. – № 3. – С. 49 - 52.

Полянський Олександр Сергійович, д-р техн. наук, професор, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, khadi.pas@gmail.com

Стрельнік Руслан Іванович, бакалавр, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

### **ВІЗУАЛЬНИЙ КОНТРОЛЬ ДЕФЕКТІВ ДЕТАЛЕЙ ПРИ НАДХОДЖЕННІ В РЕМОНТ**

Дефектація призначена для оцінки технічного стану деталей та їх придатності до подальшої експлуатації шляхом виявлення дефектів деталей та їх з'єднань, а також вивчення та аналізу причин їх появи. Дефектацію виконують методами дефектоскопії після очищення, знежирення та миття деталей. Під дефектоскопією розуміється сукупність фізико-технічних і хімічних методів неруйнівного та руйнівного контролю матеріалів та виробів на відсутність у них дефектів.

Великі деталі машин зазвичай дефектують у розбірному відділенні, використовуючи необхідні переносні та пересувні прилади та обладнання. При ремонті вузлів на спеціалізованих ділянках дефектацію деталей виконують на тому ж місці. Інші деталі дефектують у спеціальному відділенні, оснащеному відповідними інструментами, приладами та стендами.

Дефектація деталей проводиться відповідно до технічними умовами на перевірку та сортування деталей, що відображають їх можливі дефекти, способи їх встановлення та необхідні для цього технічні засоби. У технічних умовах вказуються значення зносів, що допускаються, розміри деталей, придатних до використання без відновлення і підлягають відновленню, і граничні розміри деталей для вибракування.

За результатами дефектації деталі поділяють на 3 групи.

Придатні деталі, знос яких перебуває у межах допусків, передбачених браковочними картами. На кожній придатній деталі, що пройшла контроль, ставлять умовний знак зазвичай зеленою фарбою або тавро контролера. Придатні деталі направляють на складання або склад придатних деталей.

Деталі, що підлягають відновленню, знос та пошкодження яких можуть бути усунені технологічними методами, що застосовуються на підприємстві. Такі деталі маркують умовними знаками (цифрами або фарбою різних кольорів в залежності від способу відновлення) і направляють у виробництво або на склад заготовок ремонту.

Деталі, не придатні для відновлення з техніко-економічних міркувань. Їх маркують зазвичай червоною фарбою і направляють на склад як брухт із зазначенням марки металу, з якого виготовлено деталь.

Такий розподіл деталей за групами придатності не є стійким, оскільки з розвитком матеріалознавства, методів та засобів відновлення, технічного оснащення підприємства стає економічно вигідним відновлювати деталі, які раніше належали до непридатних.

Придатність деталі до експлуатації визначають за її залишковим ресурсом, який не повинен бути меншим за міжремонтний. Його встановлюють на основі зносу, що допускається. При цій умові, наприклад, для з'єднання вал – втулка допустимий розмір деталі становить:

- для вала:  $d_{\text{доп}} = d_{\text{н}} - Z_{\text{доп}}$ ;
- для отвора:  $d_{\text{доп}} = d_{\text{н}} + Z_{\text{доп}}$ ,

де  $d_{\text{н}}$  – номінальний діаметр валу (отвору), мм;  $Z_{\text{доп}}$  – знос, що допускається, валу (отвору), мм.

Деталь вибраковують, якщо її розмір більше (для отвору) або менше (для вала).

Для встановлення величини допустимого зносу деталі слід знати її граничне зношування  $I_{\text{пр}}$ , який визначають на основі економічного та технічного критеріїв. Економічний критерій обумовлюється граничним зменшенням економічних показників, таких як втрата потужності, зниження продуктивності, збільшення витрати палива, мастила і т.д., а технічний характеризується різким збільшенням темпів зношування, що може призвести до аварії. При зносі  $I = I_{\text{пр}}$  розмір деталі вважається граничним, по ньому встановлюють граничний стан деталі.

Таким чином, величина допустимого зношування повинна задовольняти умові:

$Z_{\text{доп}} = Z_{\text{пр}} - Z_{\text{м}}$ , де  $Z_{\text{м}}$  – величина зносу деталі за міжремонтний строк служби.

Результати дефектації деталей заносять у відомість дефектів, на підставі якої визначають потребу в нових деталях та обсяг ремонтних робіт для відібраних деталей. Статистична обробка дефектувальних відомостей дозволяє визначити по кожній деталі машини співвідношення деталей, що підлягають відновленню, придатних деталей і деталей, що підлягають заміні на нові. Ці співвідношення визначаються трьома коефіцієнтами: коефіцієнтом ремонту  $\eta_{\text{р}} = n_{\text{р}}/n$ , коефіцієнтом придатності  $\eta_{\text{г}} = n_{\text{г}}/n$  і коефіцієнтом змінності  $\eta_{\text{с}} = n_{\text{з}}/n$ , де  $n_{\text{р}}$  – число однойменних деталей, що вимагають відновлення;  $n_{\text{г}}$  – число однойменних придатних деталей;  $n_{\text{з}}$  – число однойменних непридатних (замінних) деталей;  $n$  – загальна кількість однойменних деталей в обстежених машинах.

Для дефектації деталей використовуються такі основні методи:

- зовнішній огляд (зовнішній стан деталі, наявність деформацій, тріщин, задирів, фарбувань, сколів та ін. поверхневих дефектів);
- контроль форми і розмірів деталей безшкальними (повірочними) мерительними засобами (лінійки, калібри, рівні, шаблони і т.п.);
- контроль універсальними вимірювальними інструментами (лінійки, штангенінструменти, мікрометри, індикаторні прилади та ін) і спеціальними контрольними пристроями для вимірювання лінійних і кутових розмірів, визначення форми і взаємного розташування поверхонь деталей.
- контроль за допомогою технічних засобів, що дозволяють виявляти приховані дефекти деталей засобами неруйнівного контролю, а також негерметичність окремих деталей та їх з'єднань та ін.

Методи неруйнівного контролю ґрунтуються на взаємодії різноманітних фізичних полів або речовин з контрольованим об'єктом. Наприклад, для виявлення тріщин та інших дефектів використовуються неруйнівні методи: магнітно-порошковий, електромагнітний, ультразвуковий, звуковий, течешукання (для наскрізних тріщин). Вони здійснюються за допомогою відповідних засобів дефектоскопічного контролю, до яких відносяться: дефектоскопи, дефектоскопічні матеріали, допоміжні прилади, пристосування, контрольні зразки і т.д.

Методи дефектоскопії вибирають виходячи з конструкції та технічного стану виробу, виду дефектів і наявних засобів контролю. Основні методи розглянуті нижче.

Визначення дефектів зовнішнім оглядом.

Зовнішнім оглядом, включаючи візуально-оптичні методи, перевіряють загальний технічний стан деталі і виявляють поверхневі дефекти, наприклад, тріщини, вм'ятини, вибоїни, задіраки, короблення корпусних деталей, деформації вигину і кручення валів, раковини, корозійні, ерозійні та інші.

Спочатку перевіряють наявність дефектів, вибракування за якими може бути однозначною. Корпусні деталі зі сталевого лиття остаточно бракують, якщо у них виявлені наскрізні тріщини, вигини та злами, що порушують міцність і впливають на монтажні розміри.

Осі та вали не підлягають відновленню за наявності тріщин, зламів або залишкових деформацій від скручування. Допускаються залишкові деформації від вигину в межах, передбачених картками бракувань.

Зубчасті колеса не підлягають відновленню за наявності поламаних зубів, тріщин, піттингу на великій кількості зубів, відшарування поверхневого шару на робочій поверхні цементованих зубів.

Підшипники кочення бракують за наявності тріщин, фарбувань, чешуйчатості і відшарувань поверхні бігових доріжок кілець, кульок чи роликів, при пошкодженні буртиків внутрішнього кільця, за наявності на кільцях кольорів втечі, і навіть радіального зазору, перевищує допустиме значення.

Вузли і деталі електроустаткування бракуються, якщо не відповідають вимогам, що пред'являються до них інструкціями з електро- та вибухобезпеки.

Електродвигуни всіх типів незалежно від технічного стану підлягають перевірці для визначення їх придатності до подальшої експлуатації або ремонту.

Пружинні кільця, пружини, стопорні шайби бракують за наявності тріщин та залишкових деформацій.

Болти, гайки, шпильки, пробки бракують при зношуванні та зриві більше двох ниток різьблення на робочій частині. Бракуються деформовані шпонки всіх видів.

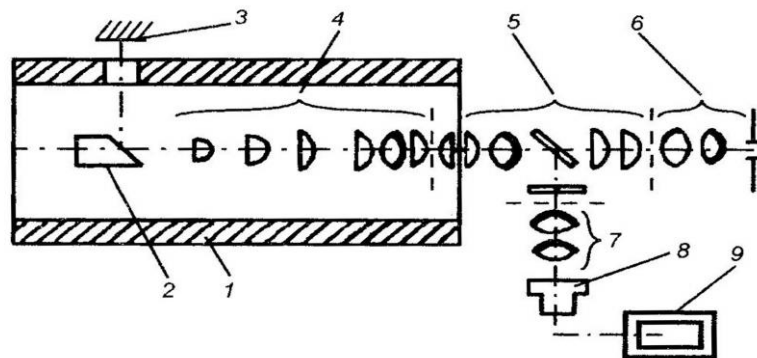
Не використовуються повторно прокладки з неметалічних матеріалів.

Металеві прокладки бракують при поломках, а вигнуті виправляють правкою.

Візуальний контроль є суб'єктивним і дозволяє виявляти досить великі поверхневі дефекти, наприклад, тріщини з розкриттям більше 0,1 мм. Для виявлення дрібніших тріщин застосовують візуально-оптичний контроль за допомогою спеціальних приладів. Він характеризується високою продуктивністю, застосуванням порівняно нескладних приладів, досить високою роздільною здатністю. Наприклад, при 20-30-кратному збільшенні виявляються тріщини з розкриттям 0,02 мм.

Для виявлення дефектів з відстані 250 мм і менше застосовуються монокулярні і бінокулярні лупи (Польді – ЛП, складні – ЛАЗ; вимірювальні – ЛІЗ; штативні – ЛГІ, ЛГІ, ЛПШ та ін) і мікроскопи відлікові типу СВІТ і бінокулярні типу БМІ та ін.

Для виявлення поверхневих дефектів в отворах і закритих порожнинах деталей служать ендоскопи, перископічні дефектоскопи та ін. Контроль за допомогою лінзового ендоскопа (рис. 1) здійснюється через змонтовану в корпусі 1 спеціальну оптичну систему 2,4-6, що забезпечує передачу зображення за допомогою телевізійної трубки 8 відеоконтрольний пристрій 9.



- 1 – корпус; 2 – призма; 3 – контрольована деталь; 4 – об'єктив;  
5 – передавальна система; 6 – окуляр; 7 – об'єктив;  
8 – телевізійна трубка, що передає; 9 – відеоконтрольний пристрій

Рисунок 1 – Схема ендоскопа

Перспективними є конструкції ендоскопів з оптоволоконними світловодами, що дозволяють передавати зображення без спотворення на значні відстані.

## Перелік посилань

1. Закалов, О.В. Основи тертя і зношування в машинах: Навчальний посібник / О.В. Закалов, І.О. Закалов. – Тернопіль: Видавництво ТНТУ ім. І.Пулюя, 2011. – 322 с.

Дубінін Євген Олександрович, д.т.н., професор, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, dubinin-rmn@ukr.net

Литвин Віталій Анатолійович, аспірант кафедри технології машинобудування і ремонту машин, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Аксютін Дмитро Сергійович, студент, ТПТ-31-22, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

### **СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ОЦІНЮВАННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ЯКОСТЕЙ ТА СЕРТИФІКАЦІЇ КОЛІСНИХ МАШИН ПІСЛЯ РЕМОНТІВ З МОДЕРНІЗАЦІЄЮ**

У процесі виконання ремонтно-модернізаційних робіт, спрямованих на удосконалення конструкцій колісних машин або розширення їх експлуатаційних можливостей шляхом модифікації конструктивних елементів, постає питання забезпечення відповідності таких машин вимогам безпеки подальшої експлуатації. Особливої актуальності це набуває при оцінюванні експлуатаційно-динамічних характеристик імпортованих колісних машин в умовах сучасних експлуатаційних реалій.

У зв'язку з цим актуальними залишаються дослідження, спрямовані на визначення динамічних параметрів колісних транспортних засобів, зокрема після проведення ремонтів з елементами модернізації. Нині для реалізації таких оцінок застосовується широкий спектр сучасних вимірювальних приладів від різних виробників, які відрізняються між собою за рівнем точності, функціональними можливостями та вартісними характеристиками. Методичні підходи до оцінювання повинні бути орієнтовані на досягнення високої точності вимірювань при мінімальних витратах, а також забезпечувати оперативне отримання інформативних результатів у режимі реального часу.

Одним із ключових аспектів підвищення надійності та безпеки колісних машин після модернізаційного втручання є аналіз їх параметрів в умовах реальної експлуатації. Зокрема, доцільним є проведення натурних випробувань із фіксацією параметрів прискорення, коливань, навантажень на опорні елементи та інших характеристик, що безпосередньо впливають на комфорт, стійкість і керованість транспортного засобу. У цьому контексті особливе значення має застосування інерційних вимірювальних систем, акселерометрів, гіроскопів та GPS-модулів, які забезпечують комплексний підхід до збору та обробки даних.