

**VIII ВСЕУКРАЇНЬСЬКА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА
КОНФЕРЕНЦІЯ СТУДЕНТІВ ТА АСПІРАНТІВ**

**ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ
МАШИН І ОБЛАДНАННЯ**



**ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ
Частина II**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КІРОВОГРАДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ПРОЕКТУВАННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ МАШИН
КАФЕДРА ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА РЕМОНТУ МАШИН

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ
Частина II

VIII ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ СТУДЕНТІВ ТА АСПІРАНТІВ

“ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ МАШИН І ОБЛАДНАННЯ”

16-18 квітня 2014 року

Тези доповідей надруковано в авторській редакції.

Відповідальна за випуск: Кава Т.В.

Підписано до друку 15.04.2014
Ум друк.арк. 2,4375. Тираж 50 прим.

©МОВ КНТУ, м.Кіровоград, пр.Університетський, 8.
Тел. 55-10-49

ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ
Частина II

VIII ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ СТУДЕНТІВ ТА АСПІРАНТІВ

“ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ МАШИН І ОБЛАДНАННЯ”

16-18 квітня 2014 року

м. Кіровоград

Збірник тез доповідей VIII Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів та аспірантів “Підвищення надійності машин і обладнання”, ч.ІІ. – Кіровоград: КНТУ, 2014. – 39 с.

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

Голова – Левченко О.М., д-р техн. наук, проф., проректор з наукової роботи Кіровоградського національного технічного університету;

Заступник голови – Аулін В.В., канд. фіз.-мат. наук, проф. кафедри експлуатації та ремонту машин Кіровоградського національного технічного університету.

Секретар – Лисенко С.В., канд. техн. наук, доц. кафедри експлуатації та ремонту машин Кіровоградського національного технічного університету.

Члени оргкомітету:

Яцун В.В., канд. техн. наук, доц., декан факультету “Проектування та експлуатації машин”;
 Магопець С.О., канд. техн. наук, доц., заст. завідувача кафедри експлуатації та ремонту машин Кіровоградського національного технічного університету;
 Ішуніна Н.М., керівник МОВ Кіровоградського національного технічного університету;
 Кава Т.В., фахівець I категорії відділу МОВ Кіровоградського національного технічного університету;
 Доренський О.П., науковий керівник СНТ Кіровоградського національного технічного університету;
 Даркіна В.О., голова СНТ Кіровоградського національного технічного університету.

Редакційна колегія: Черновол М.І., д.т.н., проф. (відповідальний редактор); Аулін В.В., к.ф.м.н., проф. (заст. відп. редактора); Лисенко С.В., к.т.н., доц. (відповідальний секретар); Кулешков Ю.В., к.т.н., проф.; Солових Є.К., к.т.н., проф.; Мажейка О.Й., к.т.н., проф.

Адреса редакційної колегії: 25030, м. Кіровоград, пр. Університетський, 8, Кіровоградський національний технічний університет, тел.: (0522) 390-473, 551-049.

Відповідальна за випуск: Кава Т.В.

Збірник містить тези доповідей за матеріалами VIII Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів та аспірантів “Підвищення надійності машин і обладнання”, що відбулась 16-18 квітня 2014 року на базі кафедри експлуатації та ремонту машин Кіровоградського національного технічного університету.

Матеріали збірника публікуються у авторській редакції.

© Колектив авторів, 2014
 © МОВ КНТУ, 2014

ЗМІСТ

<i>С.М. Чепіленко, С.О. Магопець</i> АНАЛІЗ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА НАДІЙНІСТЬ ТА РЕСУРС АВТОМОБІЛЬНИХ ШИН ЛЕГКОВИХ АВТОМОБІЛІВ В ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ УМОВАХ.....	4
<i>І.О. Врадій, С.О. Магопець</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЗМІНИ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ НЕСУЧОЇ СИСТЕМИ ЛЕГКОВОГО АВТОМОБІЛЯ НА ПОКАЗНИКИ ПОВОРОТНОСТІ І СТІЙКОСТІ.....	6
<i>Д.О. Дяченко, С.О. Магопець</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЛЕГКОВИХ АВТОМОБІЛІВ.....	8
<i>А.С. Самойлов, О.В. Кузик</i> ВРАХУВАННЯ ДИНАМІЧНОГО МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА ПРИ РОЗРОБЦІ МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ТРИБОСПРЯЖЕНЬ ДЕТАЛЕЙ МАШИН.....	10
<i>І.В. Бень, О.В. Бевз</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ І КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ АВТОМОБІЛЬНИХ ШИН НА РІВЕНЬ СТІЙКОСТІ АВТОМОБІЛЯ НА ДОРОЖНЬОМУ ПОКРИТТІ.....	12
<i>В.А. Ніколаєнко, О.В. Бевз</i> ДОСЛІДЖЕННЯ СПРАЦЮВАННЯ ШИН ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ НА РІЗНОМУ ДОРОЖНЬОМУ ПОКРИТТІ.....	16
<i>С.Р. Трач, О.В. Бевз</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ДОРОЖНЬОЇ БЕЗПЕКИ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ ПІД ЧАС ЕКСПЛУАТАЦІЇ В МІСЬКИХ УМОВАХ.....	19
<i>О.О. Коркоценко, О.В. Бевз</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЯКОСТІ ПАЛЬНОГО НА РОБОТУ ДВИГУНІВ АВТОМОБІЛІВ RENAULT.....	22
<i>О.В. Дмитренко</i> ПІДВИЩЕННЯ МІЦНОСТІ ЗЧЕПЛЕННЯ З ОСНОВОЮ ЕЛЕКТРОДУГОВИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ ПОКРИТТІВ З ЗАСТОСУВАННЯМ МІКРОПЛАЗМОВОЇ ОБРОБКИ.....	24
<i>В.А. Король</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ЗМІЦНЕННЯ ПРОУШИН КАРДАННОГО ВАЛА ЕЛЕКТРОЛІТИЧНИМ ЗАЛІЗНЕННЯМ ПРОТОЧНИМ МЕТОДОМ В ПРАТ КАТП “АГРОБУДАВТОСЕРВІС” М. КІРОВОГРАДА.....	27
<i>О. А. Бірко</i> ЗМІЦНЕННЯ ТА ВІДНОВЛЕННЯ ОТВОРІВ В ВЕЛИКОГАБАРИТНИХ КОРПУСНИХ ДЕТАЛЯХ ЕЛЕКТРОКОНТАКТНИМ НАВАРЮВАННЯМ З ЗАСТОСУВАННЯМ ВЕРТИКАЛЬНО-РОЗТОЧНОГО ВЕРСТАТУ ЗІ ЗМІННИМ ШПІНДЕЛЕМ.....	29
<i>С.А. Чуприна, О.Й. Мажейка</i> ЗМІЦНЕННЯ ДЕТАЛЕЙ АВТОМОБІЛІВ КОМБІНОВАНИМ МЕТОДОМ ЕІЛ+ЛАЗЕР.....	30
<i>В.П. Поліщук</i> ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ОТВОРІВ КОРПУСНИХ ДЕТАЛЕЙ ПРОТОЧНИМ ЗАЛІЗНЕННЯ В УМОВАХ ТУРБУЛЕНТНОГО СТРУМЕНЮ.....	32
<i>С.В. Печений, Ф.М. Капелюшній</i> ВІДНОВЛЕННЯ ГІДРОЦИЛІНДРІВ ДОРОЖНИХ МАШИН НАНЕСЕННЯМ ПОЛІМЕРНИХ ПОКРИТЬ НА ВНУТРІШНЮ ПОВЕРХНЮ ЦИЛІНДРА.....	34
<i>В.М. Пісний, Ф.М. Капелюшній</i> ПОДОВЖЕННЯ МІЖРЕМОНТНОГО РЕСУРСУ ДВИГУНІВ АВТОМОБІЛІВ СІМЕЙСТВА ВАЗ ШЛЯХОМ ЗАСТОСУВАННЯ ПРОГРЕСИВНИХ МЕТОДІВ ВІДНОВЛЕННЯ КОЛІНЧАСТИХ ВАЛІВ.....	36
<i>О.С. Пічкур, Ф.М. Капелюшній</i> АНАЛІЗ СПОСОБІВ ВІДНОВЛЕННЯ ВЕДУЧОЇ ВАЛ-ШЕСТЕРНІ ЗАДНЬОГО МОСТУ НА ПРИКЛАДІ АВТОМОБІЛЯ МАЗ-5335.....	38

УДК 629.3.027.5

АНАЛІЗ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА НАДІЙНІСТЬ ТА РЕСУРС АВТОМОБІЛЬНИХ ШИН ЛЕГКОВИХ АВТОМОБІЛІВ В ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ УМОВАХ

С.М. Чепіленко, магістрант гр. АТ-13М,

С.О. Магопець, доц., канд. техн. наук

Кіровоградський національний технічний університет

Основні задачі, що стоять перед автомобільним транспортом, - це збільшення пробігу автомобіля, зниження собівартості автомобільних перевезень, підвищення комфортабельності й безпеки руху.

За даними Державтоінспекції України доля дорожньо-транспортних пригод (ДТП) спричинена експлуатацією технічно несправних транспортних засобів складає близько 15% від загальної кількості ДТП. Серед несправностей транспортних засобів відмічаються: несправності гальмівної системи - 31,2%, несправності коліс - 10,6%, несправності рульового керування - 6,4%, несправності приладів освітлення - 6,4% та, в тому числі - несправності автомобільних шин – близько 17%. Саме автомобільні шини в першу чергу здійснюють безпосередній зв'язок автомобіля з дорожнім покриттям та дозволяють реалізувати всі динамічні властивості автомобіля; забезпечують такі його експлуатаційні показники як керованість і стійкість, й безпосередньо впливають на рівень ДТП.

За статистичними даними, вартість експлуатації автомобілів в нашій країні у порівнянні з європейськими країнами вища у 2,5 – 4,0 рази при зменшеному строку служби автомобіля в працездатному стані на 30%. При цьому строк служби автомобільних шин є меншим у 1,5...2,0 рази, що обумовлює збільшення витрат на придбання та ремонт шин в середньому на 7...18% (в залежності від умов експлуатації, якості та своєчасності обслуговування) в загальному об'ємі витрат на автомобіль в процесі експлуатації. За результатами аналізу рекламаций, що поступають на заводи-виробники, близько 30% шин виходять з ладу до досягнення встановлених норм пробігу з-за дефектів, не пов'язаних із граничним зносом протектора.

У відповідності до правил СЕК ООН №30, шина вважається придатною до експлуатації, якщо після випробувань на ній не спостерігаються відшарування протектора від каркасу, відшарування один від одного сусідніх шарів каркасу, відокремлення кордуну від його гумового покриття, розрив кордуну тощо. Разом з тим, значна частина цих дефектів є скритою та не діагностується в процесі експлуатації шин [1].

Основними причинами погіршення технічних характеристик автомобільних шин є три групи факторів: конструктивні, виробничі та експлуатаційні [2]. До конструктивних факторів в першу чергу відносяться помилки на етапі проектування конструкції шин заводом-виробником – невірні обрані вихідні експлуатаційні навантаження та температурні режими руху, матеріали структурних елементів шини тощо; група виробничих факторів охоплює недоліки шин, що були сформовані в процесі їх виробництва, знову ж таки на заводі-виробнику – використання матеріалів із ненормованими фізико-механічними властивостями, порушення режимів технологічних операцій виробничого процесу та ін. Група експлуатаційних факторів є більш широкою та здійснює найбільший вплив з огляду на підвищення вимог до якості вироблених шин, що останнім часом істотно зменшило кількість нових шин із заводським браком. Серед експлуатаційних факторів превалюючими є: недотримання показників тиску робочого середовища в шині, що спричиняє її перегрів та зменшує здатність до поглинання ударних навантажень з боку дороги; перевантаження

автомобіля, що збільшує навантаження на колесо і шину; відсутність балансування шини або неякісне балансування; неправильно відрегульовані кути розвалу-сходження керованих коліс; багатократні ударні навантаження під час руху на підвищених швидкостях по дорогах з покриттям низької якості тощо.

Підвисити ефективність експлуатації автомобільних шин, знизити травматизм на дорогах та зекономити значні матеріальні й фінансові ресурси можливо за рахунок своєчасного та доступного діагностування технічного стану шин за точними оціночними критеріями, пошук яких і є основною метою магістерського дослідження.

Так, однією із найважливіших характеристик пневматичних шин, яка може бути прийнята за оціночний параметр в експлуатаційних умовах є її температура [1]. Тепловий стан шини в експлуатації здійснює суттєвий вплив на її працездатність, так як впливає на механічні властивості гумових матеріалів, їх міцнісні характеристики, створює додатковий термонапружено-деформований стан, призводить до зміни внутрішнього тиску, формує процеси деградації матеріалу (старіння). Так, при збільшенні температури шини до 100 °С міцність капронового кордуну знижується на 20%, а міцність гуми та її зв'язок із кордом зменшується в 2 рази.

Нагрів автомобільної шини формується в результаті перетворення в тепло частини механічної енергії при перемінній деформації полімерних матеріалів конструкції, та терті о дорожнє покриття. Дослідження температурного стану шин проводять експериментально та теоретично. Експериментально визначають температуру наповнювача (газу) в середині шини і температуру на поверхні шини, або вимірюють її між шарами. Разом із тим, температура газового середовища в шині є похідним ефектом та лише інтегрально дозволяє судити про температурне поле в самому тілі, та не дозволяють побудувати повноцінної картини формування температурного поля в шині, яке дозволило б встановити пружні й дисипативні властивості матеріалів шини, характеристики її міцності та встановити наявність місць розташування скритих дефектів та їх характер [3].

Визначення дієвих критеріїв оцінки та розробка методики застосування їх до оцінки технічного стану шини є актуальною задачею, вирішення якої дозволить в експлуатаційних умовах не тільки визначити ступінь технічного стану конструктивних елементів, а й визначити можливість подальшої експлуатації шини та здійснювати прогноз її залишкового ресурсу.

Список літератури

1. Ларін О.М. Теоретичні основи оцінки працездатності шин легкового автомобіля в експлуатації: Дисертація доктора технічних наук: 05.22.20. – Харків, 2001. – 312 с.
2. Кнороз В.И. Работа автомобильной шины / В.И. Кнороз. – М.: Транспорт, 1978. – 238 с.
3. Дмитриченко М.Ф. Неруйнівний тепловий контроль автомобільних шин /М.Ф. Дмитриченко, М.М. Дмитрієв, О.Б. Деркачов, Є.Б. Долгов. – К.: Знання України, Нац. Транспортний університет, 2007. – 151 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЗМІНИ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ НЕСУЧОЇ СИСТЕМИ ЛЕГКОВОГО АВТОМОБІЛЯ НА ПОКАЗНИКИ ПОВОРОТНОСТІ І СТІЙКОСТІ

**І.О. Врадій, магістрант гр. АТ-13М,
С.О. Магопець, доц., канд. техн. наук
Кіровоградський національний технічний університет**

Актуальною проблемою на автомобільному транспорті є забезпечення безпеки руху. Активна безпека, як одна з головних складових експлуатаційних властивостей автомобіля, істотно залежить від його керованості й стійкості.

Основними показниками експлуатаційної надійності автомобіля є його керованість та стійкість. Під керованістю розуміють експлуатаційну властивість автомобіля зберігати заданий напрямок руху або змінювати траєкторію руху у відповідності з впливом на рульове керування. Стійкість же – це експлуатаційна властивість автомобіля зберігати заданий напрямок руху при впливі зовнішніх сил, які прагнуть відхилити його від цього напрямку при зафіксованих колесах [1].

Керованість і стійкість - це дві експлуатаційні властивості автомобіля, вимоги до яких вступають у протиріччя один до одного. Ідеально стійкий автомобіль, напрям руху якого ніякими силами неможливо змінити, буде некерованим; та навпаки - автомобіль, що легко керується, напрям руху якого змінюється будь-якою збурюючою силою, буде нестійким.

Керованість автомобіля прийнято оцінювати за такими показниками як:

- співвідношення кутів повороту керованих коліс;
- критичною швидкістю за умовами керованості;
- поворотність;
- кутовим коливанням;
- стабілізацією керованих коліс тощо.

Суттєво впливають на керованість і стійкість конструктивні особливості й технічний стан рульового керування, гальмівної системи й підвіски. Однак, ряд досліджень показав, що зміну технічного стану й жорсткості несучої системи в процесі експлуатації легкового автомобіля також варто віднести до факторів, що впливають на показники керованості та стійкості.

В процесі експлуатації легкового автомобіля відбувається зміна технічного стану його кузова. Причинами цього можуть бути uszkodження при дорожньо-транспортних пригодах (ДТП), втомлювальне руйнування елементів кузова, порушення умов експлуатації автомобіля (рух по нерівностях на великій швидкості, неправильне паркування, підвищення допустимої вантажопідйомності автомобіля). Все це приводить до порушення нормативних розмірів перерізів і зазорів між деталями кузова, що з'єднуються, а також зміщенню контрольних точок основи кузова щодо їх номінального положення.

По зміні розмірів прорізів і зазорів кузова можна судити про пробіг і режими експлуатації автомобіля, про стан і ступінь зношування кузова.

Крім лінійних розмірів прорізів і зазорів важливе місце в оцінці технічного стану кузова легкового автомобіля займає правильне положення точок кріплення двигуна й підвіски. Так, зміщення точок кріплення двигуна до кузова порушує розподіл мас автомобіля та приводить до збільшення навантажень на елементи кузова; зміщення же точок кріплення підвіски до кузова легкового автомобіля - порушує паралельність розташування осей, кути

установки коліс, що приводить до погіршення керованості автомобілем, інтенсивного зношування шин і підвищеної витрати палива.

Порушення понад припустимі межі геометричних параметрів прорізів (вікон, дверей, капоту, кришки багажника тощо), а також місць розташування базових точок кріплення силового агрегату, підвіски й вузлів трансмісії до основи кузова називається перекосом кузова.

Всі перекоси кузовів можна розділити на наступні групи [2]:

- перекося прорізів – бічних дверей або вітрового вікна, або заднього вікна – це ушкодження кузова з порушенням понад допустимі межі геометричних параметрів прорізів;

- нескладний перекося кузова – ушкодження кузова із зміною понад допустимі межі геометричних параметрів прорізу капоту або кришки багажника без порушення геометрії основи й каркасу кузова, дверних і віконних прорізів, за винятком зміни зазорів дверей із передніми або задніми крилами;

- перекося кузова середньої складності – одночасне порушення геометричних параметрів прорізу капоту й кришки багажника, або ушкодження кузова з порушенням понад допустимі межі геометричних параметрів передніх і задніх лонжеронів без порушення геометрії каркаса кузова;

- складний перекося кузова – одночасне порушення понад припустимі межі геометричних параметрів передніх і задніх лонжеронів або ушкодження кузова з порушенням геометричних параметрів передніх або задніх лонжеронів і каркаса кузова, або тільки передніх лонжеронів для автомобілів, у конструкції яких відсутня поперечка передньої підвіски;

- перекося кузова особливої складності – ушкодження кузова з порушенням понад припустимі межі геометричних параметрів передніх і задніх лонжеронів і каркаса кузова, або тільки передніх лонжеронів і каркаса кузова для автомобілів, у конструкції яких відсутня поперечка передньої підвіски.

Перевірку геометрії кузова і його силових (несучих) деталей виробниками автомобілів рекомендується проводити не рідше одного разу на рік або через 30 тис. км. пробігу.

Основними ознаками необхідності непланової перевірки кузова є втрата керованості і стійкості автомобіля під час руху при допустимих значеннях кутів встановлення керованих коліс. У більшості автомобілів підвіска має діапазон регулювання розвалу, сходження і інших параметрів, зміна значень яких компенсує знос деталей підвіски, зміна характеристик пружин і амортизаторів, і навіть незначні деформації важелів. Деформацію стакану, гнучий лонжерон, криву передню або задню балку або перекручену раму виправити або компенсувати жодними регулюваннями неможливо. Геометрію кузова потрібно перевірити, виправити і тільки тоді проводити установку кутів коліс і регулювання підвіски.

У кожен момент часу при русі автомобіля, колеса, огинаючи нерівності дороги, змінюють своє позовжне і поперечне положення в тривимірній площині. Точність проходження заданої траєкторії забезпечують важелі, пружини, амортизатори, траверси, поворотні кулаки, сайлент-блоки тощо. Таким чином несправність хоча - б одного з перерахованих елементів підвіски впливає на положення коліс на дорозі і відзначається на поведінці автомобіля при проїзді нерівностей.

Разом з тим, причинами порушення кінематики роботи підвіски виступає не тільки деформація її деталей або знос, але й порушення точок кріплення деталей до кузова [3].

Експлуатація автомобіля з порушеною геометрією кузова або несучих конструкцій, таких як стакани, лонжерони, балки, рама призводить не тільки до підвищення вартості кожного кілометра шляху, але й істотно впливає на безпеку руху. Крім підвищеного зносу покриття, істотного скорочення терміну служби деталей підвіски, значного підвищення витрат палива, машина погано керується, схильна до заносів при поворотах, збільшується гальмівний шлях, нерідкі вібрації всього кузова; на мокрій або слизькій дорозі така машина

сильна до розворотів при гальмуванні; навіть під час руху по ділянці дороги без поздовжнього та поперечного ухилів траєкторію руху машини з порушеною геометрією кріплення механізмів підвіски та керування доводиться постійно контролювати і відновлювати.

Саме тому, дослідження спрямовані на визначення впливу зміни геометричних параметрів несучої системи легкового автомобіля на показники поворотності і стійкості є актуальними, та дозволять при їх реалізації, визначити гранично допустимі відхилення в геометричних параметрах несучих кузовів легкових автомобілів при дотриманні нормативних значень показників керуваності і стійкості автомобіля, що в свою чергу забезпечить підвищення його експлуатаційної надійності.

Список літератури

1. Подригалю М.А., Волков В.П., Бобошко А.А., Павленко В.А., Файст В.Л., Клец Д.М., Редько В.В. Динамика автомобіля. – Харків: Изд-во ХНАДУ, 2008. – 426 с.
2. Кудрявцев С.М., Пачурин Г.В., Соловьев Д.В., Власов В.А. Основы проектирования, производства и материалы кузова современного автомобиля: монография / С.М. Кудрявцев [и др.]; под общей редакцией С.М. Кудрявцева. – Н. Новгород, 2010. – 236 с.
3. Торяник С.І. Обґрунтування граничних відхилень геометричних параметрів несівної системи легкового автомобіля: Автореферат дисертації кандидата технічних наук: 05.22.20 / Харьк. нац. автом. дорожн. ун-т. – Харків, 2013. – 20 с.

УДК 629.113.012

ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЛЕГКОВИХ АВТОМОБІЛІВ

Д.О. Дяченко, магістрант гр. АТ-13М,
С.О. Магопєць, доц., канд. техн. наук

Кіровоградський національний технічний університет

Автомобіль є частиною системи "автомобіль – водій – дорога – середовище", тому його експлуатаційні властивості проявляються в комплексній взаємодії всіх елементів цієї системи. Однією з основних експлуатаційних властивостей автомобіля, за допомогою якої реалізуються середні швидкості транспортування; визначається витрата палива, безпека руху автомобіля тощо є динамічність.

Динамічні властивості автомобіля виражаються у можливості досягнення максимальних швидкостей прямолінійного руху автомобіля в різних дорожніх умовах, здатністю швидко збільшувати або зменшувати швидкість руху [1].

Дослідженню питань поліпшення динамічних властивостей автомобілів присвячено роботи Є.С. Александрова, В.В. Бекмана, П.І. Бортницького, В.П. Волкова, Д.О. Волонцевича, В.І. Задорожного, В.О. Іларіонова, В.О. Карпенка, Л.В. Крайника, А.Т. Лебедева, М.І. Лур'є, Е.І. Наркевича, М.А. Подригалю, А.М. Туренка, Є.О. Чудакова, А.Г. Шмідта та ін.

Загальновідомо, що динамічні властивості автомобіля формуються на стадії його проектування і в першу чергу визначаються показниками потужності його двигуна та величиною опору руху з боку дороги. Найбільш об'єктивну оцінку динамічних властивостей автомобільного двигуна можна отримати при аналізі його зовнішньої швидкісної характеристики (ЗШХ). Вона представляє собою залежність показників роботи двигуна

(потужності, крутного моменту, коефіцієнта наповнення циліндрів, питомої ефективної витрати палива та ін.) від частоти обертання колінчастого валу (КВ) при незмінному положенні органу керування, що забезпечує максимальну подачу палива в циліндри.

Важливим параметром автомобільного двигуна, що дозволяє оцінити стійкість його режиму при роботі по ЗШХ, є коефіцієнт пристосованості k , значення якого визначається відношенням максимального крутного моменту до номінального крутного моменту, що розвивається двигуном на номінальній потужності при номінальній частоті обертання КВ. Особливо помітно значимість цього параметру проявляється у випадку подолання автомобілем крутих підйомів. Чим більше значення, тим більший опір руху може подолати автомобіль без переключення коробки передач на понижену передачу. Важливе значення при цьому має й діапазон зміни частоти обертання КВ, в якому двигун стійко працює: чим більший цей діапазон, тим кращими динамічними якостями володіє автомобіль, тим легше керування двигуном [2].

Швидкісний діапазон стійкої роботи двигуна оцінюється швидкісним коефіцієнтом k_c , що представляє собою відношення частоти обертання КВ при максимальному крутному моменті до номінальної частоти обертання. Звідси витікає, що чим більший діапазон стійкої роботи двигуна, тим менше значення k_c . Це означає, що при інших рівних параметрах автомобілів, що порівнюються, перевагу слід віддати автомобілю, двигун якого характеризується меншим значенням k_c .

Слід назвати й ще один важливий показник, який достатньо часто застосовується для оцінки динамічних властивостей легкових автомобілів, - це прийомистість. Під прийомистістю як правило розуміють час розгону автомобіля з місця до швидкості 100 км/год. Цей показник багато в чому визначається значеннями k та k_c , але, крім того, він залежить від співвідношення номінальної потужності двигуна і маси автомобіля. Чим менша маса автомобіля, що приходиться на одиницю номінальної потужності двигуна, тим менше часу необхідно автомобілю для досягнення зазначеної швидкості. Очевидно, що прийомистість автомобіля з дизельним двигуном тієї ж потужності, що й у бензинового, буде декілька гірша, так як питома маса такого автомобіля більша [2].

Аналіз показує, що за останні два десятиріччя коефіцієнт пристосованості k в середньому на зменшився на 20...25% і для більшості сучасних бензинових двигунів легкових автомобілів закордонного виробництва складає $k = 1,028... 1,333$, а для дизельних двигунів - $k = 1,100... 1,344$. Це можна пояснити тим, що сучасні легкові автомобілі призначені переважно для руху із високими швидкостями, й їх двигуни мають відповідні налаштування, що до речі дозволяє застосовувати в цих автомобілях автоматичні коробки передач та нівелює для водія проблему своєчасного переключення передач при збільшенні опору руху.

Значення швидкісного коефіцієнту для сучасних бензинових двигунів знаходиться у діапазоні $k_c = 0,345... 0,800$, а для дизельних відповідно $k_c = 0,364... 0,620$. Можна констатувати, що як для бензинових, так і для дизельних двигунів за останні роки вдалося добитися майже однакового розширення швидкісного діапазону стійкої роботи: сучасні дизельні двигуни легкових автомобілів за своїми динамічними якостями фактично не поступаються бензиновим.

Разом з тим, в експлуатаційних умовах, в наслідок дії низки негативних факторів відбувається суттєве погіршення динамічних характеристик автомобілів. Саме тому, визначення експлуатаційних факторів, що оказують максимальний вплив на зниження показників динамічності двигунів і автомобілів та розробка заходів і практичних рекомендацій щодо підвищення динамічності автомобілів є актуальною задачею сьогодення.

Так, серед всіх інших, найбільш вагомим фактором можна признати низьку якість палива на АЗС нашої країни, яка викликає:

– у бензинових двигунах - значне погіршення умов роботи систем запалення двигунів і особливо вкрай негативний вплив на роботу свічок запалення; порушення в роботі елементів системи паливоподачі (паливних насосів та форсунок); перегрів двигуна при підвищенні температур згорання робочих сумішей; підвищення внутрішнього тиску у випускних системах та частковий або повний вихід з ладу каталітичних нейтралізаторів;

– у дизелях – підвищення димності відпрацьованих газів, інтенсифікацію нагароутворення та закоксованості; вихід з ладу прецизійних пар паливних насосів високого тиску та форсунок; підвищений знос деталей циліндро-поршневої групи тощо.

Список літератури

1. Тарасик В.П. Теория движения автомобиля. – СПб.: БХВ-Петербург, 2006. – 478 с.
2. В.Н. Степанов Тюнинг автомобильных двигателей. - СПб.: ЗАО "Алфамер Паблшинг", 2002. - 82 с.

УДК 621

ВРАХУВАННЯ ДИНАМІЧНОГО МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА ПРИ РОЗРОБЦІ МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ТРИБОСПРЯЖЕНЬ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

**А.С. Самойлов, ст. гр. АТ-12,
О.В. Кузник, ст. викл., канд. техн. наук**
Кіровоградський національний технічний університет

Проблема підвищення надійності транспортної та мобільної сільськогосподарської техніки подовженням ресурсу їх спряжень деталей дизелів з часом не тільки не знижується, а навпаки неухильно зростає.

В процесі тертя деталей машин виникають суттєві зміни в матеріалах їх поверхневих робочих шарів під впливом пружно-пластичної деформації і теплоти в процесі роботи сил тертя і переході механічної енергії в теплову, а також протіканні ряду інших процесів. Ці зміни можна розглядати як на макроскопічному (мікрогеометрія, утворені нарости, викришування частинок та знос матеріалу зон тертя та ін.) , так і мікроскопічному (зміна структури і субструктури) рівнях.

Зміна стану поверхонь тертя матеріалів ТЕ істотно залежить від динаміки зміни комплексу властивостей і структури, тобто визначається закономірностями динамічного трибоматеріалознавства поверхневих шарів деталей машин. Ефективне виявлення цих закономірностей можна здійснити на основі фізичного підходу у цій проблемі, який вимагає вивчення процесу тертя на мікроскопічному рівні.

В процесі експлуатації деталей, при терті і зношуванні, завдяки спільній дії нормальних і дотичних напружень в поверхневому шарі матеріалу ТЕ, створюється об'ємний напружений стан, при якому навіть високоміцні матеріали виявляють достатню пластичність. У поверхневому шарі дотичне напруження включає напруження опору руху дислокацій від внутрішніх перешкод і від поверхневого шару. Якщо зняти навантаження, то внутрішнє напруження в поверхневих шарах матеріалу ТЕ повністю не знімаються. Однією з головних причин зміни фізико-механічних властивостей поверхневого шару при терті є нерівномірна пластична деформація, енергія якої витрачається на формуванні залишкових

напружень.

Розглядаючи напружений стан поверхневих шарів матеріалу необхідно при терті враховувати внутрішні структурні залишкові напруження, які часто більш інтенсивно впливають на процеси тертя і зношування, ніж створюване зовнішнє напруження. Тому цілком доцільно вимагати при зміцненні матеріалу ТЕ однорідність структури його поверхневого шару.

Фізико-хімічні процеси, що відбуваються при цьому, визначаються передачею енергії і її дисипацією при контактних взаємодіях. Це обумовлює те, що у локальних ділянках робочих поверхонь деталей розвиваються високі температури, які можуть привести до оплавлення тонких шарів. На терті і зношування матеріалів ТЕ, крім температури в зоні тертя, істотно впливають градієнт температур, здатність матеріалу акумулювати тепло (теплофізичні властивості матеріалу, конфігурація контакту), а також умови тепловіддачі.

Дослідження показують, що істотними факторами, що впливають на механічні та триботехнічні характеристики матеріалів ТЕ, є об'ємні і поверхневі температури та температурні градієнти. Зі зміною температури змінюється субструктура, мікроструктура і фізико-хімічні властивості матеріалів ТЕ, і, як наслідок, їх зносостійкість.

Виявлено, що стан поверхні і результат роботи сил тертя залежать від багатьох фізико-технологічних параметрів: швидкості ковзання; величини навантаження; температури поверхні тертя; шорсткості поверхні; властивостей матеріалу; характеру і режиму тертя; конструкції трибоспряжень деталей; наявності або відсутності мастильного шару в трибосистемі (ТС) або покриттів на ТЕ та ін.

Усю сукупність параметрів, що впливають на працездатність ТС, можна розділити на внутрішні параметри, які визначають стан матеріалу та зовнішні, які можуть вплинути на значення внутрішніх параметрів.

В процесах тертя і зношування та в динамічному матеріалознавстві особливе місце займає кінетичний параметр τ – час контактування або час життя плями контакту, що визначає тимчасову можливість ряду протікаючих процесів, а отже і ступінь реалізації різних структурних перетворень. Кожен із зовнішніх термодинамічних параметрів T , N , c_i повинен оцінюватися з урахуванням того, якою мірою цей параметр може вплинути на внутрішні параметри.

У випадку, коли температура в зоні тертя перевершує критичні точки структурних перетворень матеріалів ТЕ (наприклад, A_c для сталі), процес тертя супроводжується локальними структурними перетвореннями матеріалу ТЕ. Якщо температура нижча критичної, то в малих локальних об'ємах загартованого матеріалу можуть відбуватися процеси відпускання. Відмітимо, що в реальних умовах тертя, окрім температури, на фазові і структурні перетворення одночасно впливають ще і високий тиск в мікроконтактах, а також характер і типи взаємодії ТЕ із зовнішнім середовищем.

Якщо розглядати тертя як сукупність різноефективних актів контактування, то основні процеси і зміна характеристик матеріалу при цьому можна описати у рамках одиничного акту контактування. Зносостійкість поверхні тертя при цьому розглядається як здатність опору проти зварювання і руйнування мікронерівностей матеріалів ТЕ, що беруть участь в кожному одиничному акті контактування.

З іншого боку, базуючись на позиціях динамічного матеріалознавства, в даному випадку, відповідальним в процесі експлуатації ТС є не стільки матеріал з початковою структурою, скільки його структура і властивості, що формуються безпосередньо в процесі тертя. При цьому тертя розглядається як складний процес, що складається з трьох послідовних етапів: взаємодії спряжених поверхонь деталей; змін, що відбуваються на них в процесі тертя; самоорганізація або руйнування зон тертя.

У загальному випадку процес тертя слід розглядати як накопичення умов, що призводять до зміни структури, складу, фізико-механічних властивостей матеріалу ТЕ, а

також переходу його з одного стану в інший. Зносостійкість матеріалу ТЕ в таких випадках визначається структурою, що формується при терті в результаті сукупності одиничних процесів контактування. Отже цими процесами бажано керувати і встановлювати взаємозв'язок між початковою і вторинними структурами матеріалу ТЕ, що отримуються в процесі експлуатації ТС. Процеси, що призводять до зміни структури і властивостей матеріалу ТЕ, можуть відбуватися як в результаті фазових перетворень, так і без них.

Виявлено, що при оцінці ресурсу деталей сільськогосподарських машин слід врахувати зміну структури матеріалів та характер протікання процесів в зоні тертя. З трибофізичної точки зору розглянуті процеси, що обумовлюють зміни структури матеріалу в зоні тертя. Відмінності в структурах вторинного гартування можна пояснити тим, що при одночасній дії не дуже високих тисків і температур відбувається додаткова трансформація кристалічної решітки і створення високотемпературної γ - фази.

УДК:629.017

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ І КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ АВТОМОБІЛЬНИХ ШИН НА РІВЕНЬ СТІЙКОСТІ АВТОМОБІЛЯ НА ДОРОЖНЬОМУ ПОКРИТТІ

І.В. Бень, ст. гр. АТ-13М,

О.В. Бевз, доц., канд. техн. наук

Кіровоградський національний технічний університет

Оскільки головним параметром при оцінці транспортно-експлуатаційних показників автомобільної дороги є стан дорожнього покриття, необхідно встановлювати зціпні якості доріг. Недостатнє зчеплення протектора шини колеса з покриттям є головною причиною різних дорожньо-транспортних подій з важкими наслідками.

Шинам притаманна неоднорідність жорсткісних характеристик. Ця неоднорідність проявляється при коченні шин виникненням додаткових сил, які погіршують курсову стійкість руху (КСР). Найбільше впливає на КСР неоднорідність бічної сили, причому вона властива навіть новим шинам і носить назву кутового ефекту. Кутовий ефект пояснюється анізотропністю шарів брекеру і призводить до того, що шина при коченні буде відхилятися від прямолінійного руху без дії бічної сили. Отже, величину кутового ефекту потрібно враховувати при дослідженні курсової стійкості [1].

Для дослідження КСР треба скласти математичну модель руху легкового автомобіля з урахуванням жорсткісної неоднорідності шин, що досягається врахуванням в моделі характеристик кожної з чотирьох шин, що встановлені на автомобіль.

Для створення математичної моделі прийнято низку спрощень, які не порушують уявлення про реальні процеси, що відбуваються при русі автомобіля та дозволяють понизити рівень диференціальних рівнянь з метою полегшення їх аналізу: не враховуються гіроскопічні моменти на керованих колесах; відсутня підвіска; тягове зусилля достатнє для подолання опору руху, при повороті розподіляється порівну між задніми ведучими колесами, не змінюється за величиною, не впливає на опір відведенню; кути повороту керованих коліс рівні між собою; кути розвалу дорівнюють нулю; рульове керування закріплене; бічна сила описується, як функція від кута відведення; стабілізуючий момент не враховується.

Розрахункову схему легкового автомобіля представлено на рис. 1. Траєкторія руху моделі автомобіля розглядається відносно нерухомої декартової системи координат XY.

Рівняння плоскопаралельного руху моделі розглядаються в рухомій декартовій системі координат x_0y_0 , що незмінно пов'язана з автомобілем. Кут γ – курсовий кут. Схема являє собою одномасову плоску модель автомобіля, який має дві осі – ведучу та керовану. До ведучих коліс прикладені тягові сили та сили бічного відведення, до керованих – сили опору кочення та, також, сили бічного відведення. Центр мас знаходиться в т. С, відстань від якої до передньої та задньої осей а і b. Автомобіль має колію КОЛ [2].

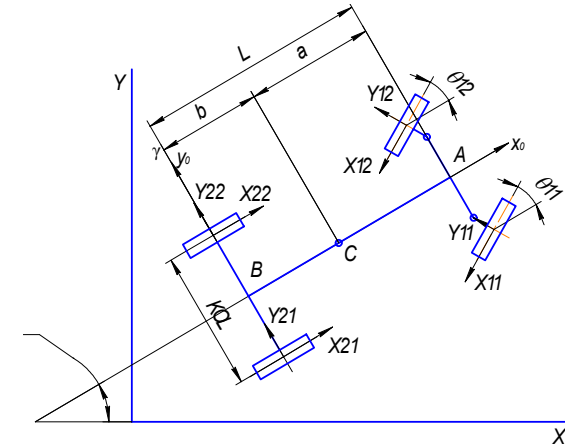


Рисунок 1 – Схема легкового автомобіля

При отриманні рівнянь руху автомобіля використовувалась кінематика плоскопаралельного руху твердого тіла.

Отримано рівняння руху автомобіля

$$\theta = -m(\dot{u} + \omega v) + Y11 \cos \theta11 + Y12 \cos \theta12 + Y21 \cos \theta21 + Y22 \cos \theta22; \quad (1)$$

$$\theta = -J\ddot{\omega} + aY11 \cos \theta11 + aY12 \cos \theta12 + bY21 + bY22, \quad (2)$$

де m – маса автомобіля;

\dot{u} – бічне прискорення центру мас;

v – повздовжня складова швидкості центру мас;

$\ddot{\omega}$ – кутове прискорення автомобіля;

$Y11, Y12, Y21, Y22$ – бічні сили, що діють між колесом та дорогою;

$\theta11, \theta12$ – кути повороту передніх правого та лівого коліс;

$\theta21, \theta22$ – кути повороту задніх правого та лівого коліс;

J – центральний момент інерції.

Рівняння (1) характеризує ступінь свободи по поперечній вісі, рівняння (2) – навколо вертикальної вісі, що проходить крізь центр мас.

Бічні сили, що входять до рівнянь руху визначаються моделлю Рокара:

$$Y = k\delta, \quad (3)$$

де k – коефіцієнт бічного відведення, що визначається тангенсом кута нахилу лінії, що характеризує залежність бічної сили від кута відведення;

δ – кут відведення.

Оскільки шинам властива силова неоднорідність, необхідно застосувати додаткові коректувальні параметри, що дозволять більш детально визначити характер взаємодії шини з дорогою.

Жорсткісну неоднорідність шин пропонується врахувати шляхом введення в формулу (3) додаткових величин δ_0 та Y_0 :

$$Y = k(\delta \pm \delta_0) \pm Y_0, \quad (4)$$

де δ_0 – кут відведення, що обумовлений наявністю в шині кутового ефекту;

Y_0 – складова бічної сили, що обумовлена наявністю в шині конічного ефекту.

Оскільки в даній роботі досліджується вплив на курсову стійкість нових шин, які мають тільки кутовий ефект, то рівняння, що буде введено до математичної моделі для дослідження КСР, приймає вигляд:

$$Y = k(\delta \pm \delta_0) \quad (5)$$

Характер впливу кутового ефекту на графік бічного відведення зображено на рис. 2.

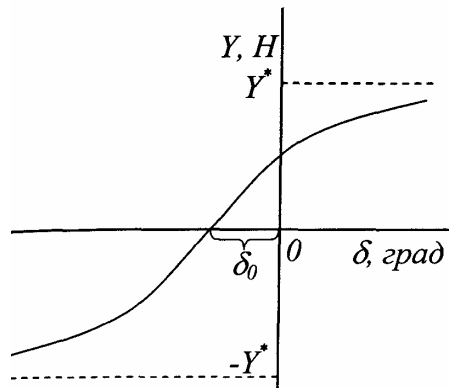
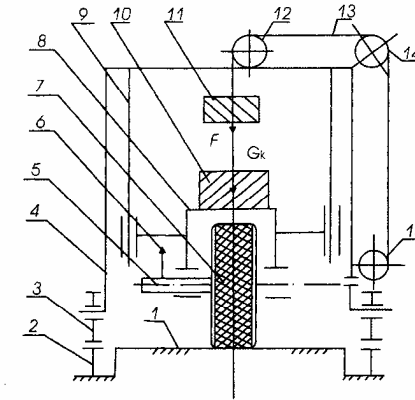


Рисунок 2 – Залежність бічної сили від кута відведення при наявності в шині кутового ефекту

Рівняння (1) і (2) описують рух легкового автомобіля, дозволяють дослідити вплив режимів руху і жорсткісних характеристик кожної шини, що встановлені на автомобілі, на показники курсової стійкості.

Врахування кутового ефекту в характеристиці бічного відведення дозволяє дослідити вплив неоднорідної жорсткісної характеристики кожної шини на курсову стійкість руху легкового автомобіля.

Для експериментальних досліджень по визначенню характеристик бічного відведення пневматичних шин легкового автомобіля була розроблена установка, схема якого представлена на рис. 3.



1 – опорна поверхня; 2 – напрямні установки; 3 – опорні котки; 4 – рама; 5 – рухома вісь; 6 – показник зміщення вісі; 7 – пневматичне колесо; 8 – рухома рама колеса; 9 – напрямна рухомої рами колеса; 10, 11 – вантажі; 12, 14, 15 – блоки; 13 – сталевий канат

Рисунок 3 – Схема установки для визначення бічного відведення

Було досліджено вплив на критичну швидкість таких експлуатаційних факторів, як тиск повітря в шинах та вертикального навантаження.

Експериментальне дослідження бічного відведення досліджуваних шин, що є поширеними на легкових автомобілях (175/70R13), дозволили отримати величини кутових ефектів, що являють собою жорсткісну неоднорідність, а також величини коефіцієнтів опору відведення.

Розроблено методику та програмне забезпечення, що дозволяють розраховувати показники курсової стійкості руху легкового автомобіля з урахуванням жорсткісних характеристик шин та різних значень вертикального навантаження та тиску повітря в шинах.

Список літератури

1. Костенко А.В. К вопросу о влиянии жесткой неоднородности асимметричных шин на курсовую устойчивость автомобиля // Системні методи керування, технології та організація виробництва, ремонту і експлуатації автомобілів: Зб. наук. пр. – К.: НТУ, ТAU. – 2002. – Вип. 15. – С. 116 – 118.
2. Костенко А.В. Результати експериментального дослідження бічного відведення автомобільних шин легкових автомобілів // Вісник НТУ. – 2006. - №13. – С. 41 - 48.
3. Макаров В.А., Костенко А.В., Петров О.В. До питання про забезпечення стійкості руху автомобіля шляхом використання шин з перемінною або різною жорсткістю// Управління проектами, системний аналіз і логістика. Науковий журнал. – 2005. – №2. – С. 83 – 87.

ДОСЛІДЖЕННЯ СПРАЦЮВАННЯ ШИН ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ НА РІЗНОМУ ДОРОЖНЬОМУ ПОКРИТТІ

В.А. Ніколасенко, ст. гр. АТ-13М,
О.В. Бевз, доц., канд. техн. наук
Кіровоградський національний технічний університет

Причиною зношення покриття є тертя протектора об поверхню покриття дороги в процесі кочення колеса. При вході і виході із зони контакту відбувається зміна форми бігової доріжки покриття з кільцевої форми до плоскої. При цьому виникають дотичні напруження і напруження стиску q , викликані навантаженням. Напруження стиску в плямі контакту зростають від «0» на кордоні до максимального значення в центрі плями. На краях плями контакту, де дотичні напруження більше сили зчеплення елементів протектора, відбувається ковзання, що супроводжується зносом. Разом з тим, тертя і деформація супроводжуються підвищенням температури елементів бігової доріжки. Відомо, що гума є термопластичним матеріалом. Підвищення температури з 0 до 100 °С знижує міцність міжмолекулярних зв'язків у 2-3 рази.

Переважає кількість факторів, що впливають на інтенсивність зносу покриття, пов'язане з перерозподілом і зміною величин вищезазначених причин.

Поперечні дотичні напруження в зоні контакту пропорційні кутку бічного відведення, бічної жорсткості K_y і по довжині контакту лінійно зростають від нуля до максимального значення.

При навантаженні колеса обертовим або гальмівним моментом M_k можна прийняти, що подовжнє дотичне напруження на контакті розподілено по довжині контакту за законом трикутника ($\square=0$ на вході і $\square=\square$ на виході з контакту), а величина прослизання:

$$l_T = K_x \cdot \frac{2 \cdot P_k}{k_x \cdot l_k} = K_x \cdot \frac{2 \cdot M_k}{k_x \cdot R \cdot l_k},$$

де K_x – конструктивний коефіцієнт в окружному напрямку;

k_x – жорсткість в окружному напрямку;

R – радіус кочення.

Отже, під дією дотичних напружень виникає прослизання, що викликає знос. Тому необхідно розглянути механізм зношування гуми в умовах прослизання.

За існуючими уявленнями знос високоеластичних полімерних матеріалів може бути втомним допомогою «скочування» і абразивним.

При втомному зносі руйнування поверхневого шару гуми відбувається після багаторазових деформацій його виступами стираючи поверхні. Втомний знос є основним видом зносу автомобільних шин, при цьому на поверхні протектора не утворюється видимих слідів стирання.

Так як поверхні реальних тіл завжди шорсткі, то контакт між ними завжди дискретний, тобто відбувається в окремих плямах торкання. Плями торкання, що виникають внаслідок спільної дії нормальній і позовжньої навантажень, носять назву фрикційних зв'язків.

Процес тертя і зношування можна представити тим, що відбувається за трьома послідовним етапам:

- освіта фрикційних зв'язків при змінних деформаціях і розвиваються температурах;

- порушення фрикційних зв'язків;

- руйнування поверхні.

У загальному випадку розрізняють п'ять видів порушення фрикційних зв'язків:

1. Мікрорізання і дряпання, які проявляються при наявності гострих виступів на спряцьовуючій поверхні і великих контактних тисках, коли легко досягається межа міцності матеріалу. Відділення матеріалу відбувається в результаті однократного впливу.

2. Пластичне відтискування, яке характеризується наявністю тупих виступів при середніх навантаженнях. Відділення матеріалу відбувається в результаті великого числа циклів деформації.

3. Пружне відтискування, при якому матеріал обтікає рухомий виступ, а потім відновлює свою первинну форму. Число циклів до руйнування може бути велике. Це найбільш типовий випадок при стиранні гуми.

4. Адгезійний відрив, який зумовлює молекулярну складову сили тертя на поверхні зіткнення. Адгезія завжди супроводжує будь-який вид взаємодії, але, як правило, невелика в порівнянні з об'ємною міцністю матеріалу.

5. Когезійний відрив, тобто скоплювання поверхонь, що супроводжується глибинним вивинанням матеріалу.

Нормальний знос протектора автомобільних шин відбувається при третьому вигляді порушення фрикційних зв'язків, тобто при пружному відтискуванні.

У результаті багаторазово повторюваних впливів відбувається руйнування і відділення частинок зносу з поверхні тертя. Такий процес руйнування поверхні тертя розглядається як фрикційно-контактна втома матеріалу.

Основні закономірності інтенсивності зносу при пружному контакті наступні [2]:

1. Інтенсивність зносу залежить від навантаження та ступеня, більшою одиниці.

2. Інтенсивність зносу зростає із збільшенням коефіцієнта тертя.

3. Збільшення модуля пружності матеріалу приводить до збільшення інтенсивності зносу.

4. Інтенсивність зносу знижується при поліпшенні характеристик міцності матеріалу.

Схильність до зносу допомогою скочування спостерігається у м'яких гум, особливо при підвищених навантаженнях.

Типовий малюнок стирання являє собою систему паралельно чергуються гребенів та западин, розташованих перпендикулярно до напрямку стирання.

Спочатку з'являються роздираючі і тріщини, що виникають в результаті дії сил тертя, коли напруження зсуву перевищують міцність гуми. Поява малюнка стирання відбувається через підвищення температури нагріву і розм'якшення гуми. Руйнування починаються зазвичай там, де поверхня гуми знаходиться в стані найбільшої відстані.

Якщо виникла тріщина, то подальше руйнування відбувається під дією вже меншого зусилля. Стирання за допомогою скочування може відбуватися лише в певному поєднанні зовнішніх умов і властивостей гуми.

Інтенсивність зносу шин на дорогах зі щебнієвим покриттям внаслідок зрізу поверхні шашок, подряпин, надривів і т.д. значно вище, ніж на дорогах з асфальтобетонним покриттям, тому що має місце абразивний знос.

У реальних умовах експлуатації стирання протекторних гум відбувається за змішаним механізмом зносу. Сумарна інтенсивність зносу визначається співвідношенням окремих видів зносу.

Температура на поверхні тертя є основним чинником, що визначає інтенсивність зношування гуми і її руйнування.

У процесі експлуатації температура шини підвищується під дією сили тертя і з-за деформації. З диференціального рівняння балансу теплоти, яка виділилася при терті шини про дорогу і пішла на нагрівання шини і навколишнього середовища [5]:

$$F_{d_t} = C_u \cdot d_{t_0} \cdot \alpha_T \cdot F_u \cdot (t - t_o) \cdot d_t,$$

де d_{t_0} – час роботи;

F – сила тертя в місці контакту шини з дорогою;

F_u – площа охолодження шини;

t_o – температура навколишнього середовища;

t – температура шини;

C_u – теплосмність шини;

T – коефіцієнт тепловіддачі від шини в навколишнє середовище.

Вивчення та попередження причин передчасного зносу і руйнування шин пов'язано з необхідністю уміння визначити їх види зносу і руйнувань, безпомилково виявляти причину, що викликала кожне конкретне руйнування або вид зносу шин або визначити основну причину, що викликала дане руйнування або вид зносу.

Верхній шар покриття під впливом коліс автомобіля поступово стирається. Зниження коефіцієнта зчеплення відбувається за одним законом, незалежно від технології будівництва.

Досліджували покриття з щільної дрібнозернистої суміші типу «А», у якій 68 % щебеню, 22 % гранітного відсіву і 10 % гідрофобного мінерального порошку з бітумом БНД 60/90 у кількості 4,9 %. Ущільнення робили одночасно декількома видами котків: віброкотками, пневмокотками і жорсткобарабанними котками.

Максимальний ефект було отримано при ущільненні вібраційним котком ДУ-99 при 6-8 проходах по одному сліду з частотою вібрації до 100 Гц. При збільшенні числа проходів суміш ущільненню не піддавалася, з'являлися мікротріщини і подовжні зрушення які впливають на знос шин.

Ущільнюючи пневматичним котком ДУ-101 при 13-14 проходах по одному сліду, одержали коефіцієнт зчеплення 0,7-0,69. Суміш формувалася в гарних умовах, ущільнення проводили за високих температур, зі спадом температури близько 1,2 °С у хвилину. При цьому одержали висоту мікропрофілю покриття 3,5 мм.

При ущільненні жорсткобарабанними котками статичної дії одержали коефіцієнт зчеплення 0,65 - 0,68 тільки після 16 - 18 проходів по одному сліду. Висота мікропрофілю покриття, у порівнянні з віброкотками і пневмокотками, була мінімальною - 2,5 мм.

Швидкісні характеристики ущільнювачів відіграють немаловажну роль у формуванні верхніх шарів дорожнього шару.

Зміна коефіцієнта зчеплення також відбувається на вражених шкідливими викидами ділянках доріг та вулиць. Вже через 1 рік експлуатації на таких ділянках з'являються дефекти і руйнування дорожнього покриття, дорога стає аварійно небезпечною.

Знос покриття дуже помітний, якщо шкідливі окисли постійно накопичуються на поверхні асфальтобетонного шару, а потім під час зволоження перетворюється на розчин сірчистої та азотної кислоти. Ці утворення на дорожньому покритті різко знижують зчепні властивості і приводять до частих аварійних випадків.

На зчепні якості дорожнього покриття впливає сукупність різних чинників: стан покриття, період року, застосування місцевих матеріалів, стан транспортного засобу та вміння водія. Вплив цих несприятливих чинників відбувається по всій ширині проїзної частини, особливо на смузі накату, яка працює з більшим навантаженням, ніж зони розташовані поруч. Недооцінка встановлених факторів приводить до різкого зниження транспортно-експлуатаційного стану доріг та спрацювання шин в різні періоди року.

Список літератури

1. Заворицький В.Й., Аленіч М.Д., Кизима С.С. Транспортно-експлуатаційні якості автомобільних доріг. - К.: ІСЛО, 2005. - 136 с.

2. Немчинов М.В. Сцепные качества дорожных покрытий и безопасность движения автомобилей. - М.: Транспорт, 2001. - 231 с.
3. Карпенко В.А. Влияние условий эксплуатации и конструктивных параметров шины на ее ресурс: Дис. канд. техн наук: 05.22.10 – Харьков, 1999 – 160 с.

УДК:629.113.01

ДОСЛІДЖЕННЯ ДОРОЖНЬОЇ БЕЗПЕКИ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ ПІД ЧАС ЕКСПЛУАТАЦІЇ В МІСЬКИХ УМОВАХ

С.Р. Трач, ст. гр. АТ-13М,
О.В. Бевз, доц., канд. техн. наук
Кіровоградський національний технічний університет

Однією з найважливіших проблем, які стоять перед автомобільним транспортом, є підвищення експлуатаційної надійності автомобілів. Вирішення цієї проблеми, з одного боку, забезпечується автомобільною промисловістю за рахунок випуску надійніших автомобілів, з іншої – вдосконаленням методів технічної експлуатації автомобілів [1].

У складних міських умовах руху зростає вимога до технічного стану рухомого складу, насамперед до систем, що впливають на безпеку руху, а також до систем, що визначають надійність транспортного процесу. Кожна деталь автомобіля має свою частку відповідальності за безпеку руху. Несправності одних деталей можна вважати незначними, а інших деталей, більш відповідальних за безпеку руху, що можуть призвести до дорожньо-транспортної пригоди.

Аналізуючи данні причин дорожньо-транспортних пригод, приходимо до висновку, що найчастіше аварійні ситуації на дорозі з'являються через несправності гальмівної системи.

В роботі запропоновано методи досліджень різних гальмівних колодок автомобіля Renault Symbol на їхні експлуатаційні характеристики під час гальмування. Була складена програма дослідження.

Перед початком випробувань проводимо припрацювання колодок, для чого здійснюється від 50 до 100 гальмувань.

Гальмівна ефективність визначалася виходячи з сукупності ефективності окремих гальмувань, ефективності повторних гальмувань (FADE) і відновлення. Для здобуття точніших результатів весь цикл випробувань проводився двічі (кожного разу з новим комплектом колодок і новим гальмівним диском) [3].

1. Ефективність окремих гальмувань. Даний етап складається з трьох випробувань.

Випробування 1. Цим випробуванням імітуються різні режими одиничних гальмувань (від слабкого до екстреного) на швидкості 100 км/год. до повної зупинки автомобіля. Початкова швидкість 100 км/год., температура колодки на початку гальмування менше 50 °С. Тиск в гальмівному циліндрі змінюється від 2 до 8 МПа з інтервалом 2 МПа.

Випробування 2. Цим випробуванням імітуються різні режими одиничних гальмувань при різних початкових швидкостях гальмування. Тиск в гальмівному циліндрі 5 МПа, температура колодки на початку гальмування менше 50 °С. Початкова швидкість змінюється від 40 до 120 км/год. з кроком 20 км/год. Вимірюється уповільнення.

Випробування 3. Мета даного випробування - оцінка ефективності гальмування при різних значеннях температури колодки. Початкова швидкість гальмування 100 км/год., тиск

в гальмівному циліндрі 5 МПа. Вимірюється уповільнення при різних значеннях температури колодки (від 50 до 250 °С, з кроком 50 °С).

2. Ефективність повторних гальмувань (FADE).

На даному етапі імітується рух автомобіля по гірському серпантину. Випробування складається з двох однакових циклів, між якими колодки охолоджуються до початкової температури (менше 50 °С). Гальмівне зусилля підтримується рівним 5 МПа, початкова швидкість гальмування 100 км/год., кінцева швидкість 50 км/год., гальмування проводиться з інтервалом 45 секунд, вимірюється уповільнення і температура колодки в кінці кожного циклу.

3. Відновлення.

Програма випробувань на даному етапі повністю повторює випробування 1 (визначення ефективності окремих гальмувань). Метою даного етапу є прогнозування стабільності робочих характеристик колодки впродовж всього терміну служби.

4. Межа міцності з'єднання гальмівної накладки з каркасом. У даному випробуванні визначалося те зусилля, при якому відбувався відрив фрикційного матеріалу від каркаса колодок, по нормах ECE R-90 ця величина повинна складати не менше - 5 МПа.

Температура накладки вимірювалася за допомогою термопари, в масі, на відстані 2 мм від каркаса колодки. Відповідно в парі тертя температура вище приблизно на 200 °С.

Таблиця 1 – Результати тестування передніх гальмівних колодок для автомобіля Renault «Symbol».

Середні коефіцієнти тертя	Модель колодок					
	EBC	Ferodo	Remsa	TRW – LUCAS	Brembo	TEXTAR
Випробування 1 V _{поч} - 100 км/год T _{поч} - 50 °С P - var	0,47	0,43	0,46	0,45	0,42	0,42
Випробування 2 P - 5 МПа T _{поч} - 50 °С V _{поч} - var	0,47	0,46	0,5	0,47	0,47	0,41
Випробування 3 (температурні випробування) T - 250 °С	0,4	0,36	0,35	0,33	0,36	0,31
Випробування «гірський серпантин» (fade)	0,43	0,36	0,4	0,39	0,44	0,33
Температура колодки на останньому гальмуванні «гірського серпантину», °С	262	255	216	256	239	276
Випробування відновлення	0,49	0,42	0,46	0,47	0,54	0,44
Питоме спрацювання, см ³ /10 ⁶ кгм	1,5	1,9	1,39	1,87	14,45	3,42
Зусилля відриву фрикційного матеріалу від каркаса, МПа	7,52	5,3	5,9	9,02	6,31	9,88

За даними таблиці 2.1 було побудовано порівнювальні графіки значень під час дослідження гальмівних колодок на стенді.

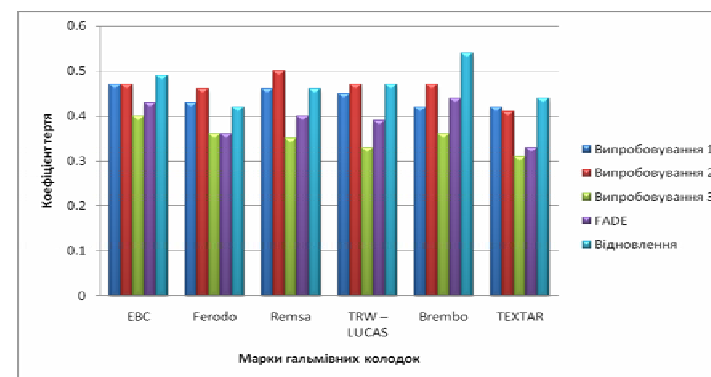


Рисунок 1 – Порівняльні графіки визначення коефіцієнта тертя гальмівних колодок при різних етапах дослідження

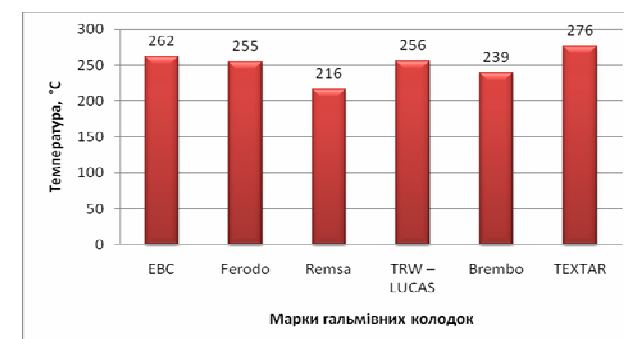


Рисунок 2 – Порівняльні графіки втримання температурного режиму колодки на останньому гальмуванні «гірського серпантину»

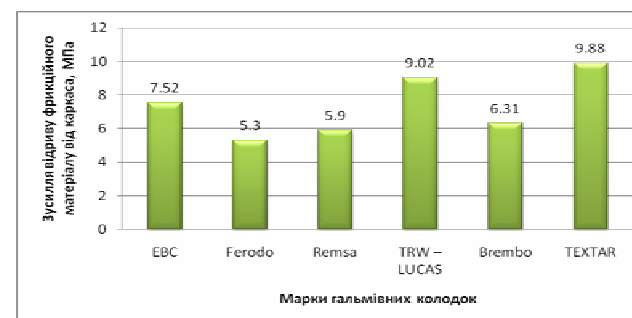


Рисунок 3 – Графік визначення межі міцності з'єднання гальмівної накладки з каркасом

Проводячи підсумок даних досліджень можна зробити висновок що всі колодки показали нормальний результат, але на нашу думку кращими виявилися колодки фірми EBC (Англія) та кожен водій в праві вирішувати які колодки він встановлює на свій автомобіль.

Список літератури

1. Оцінка експлуатаційних гальмових властивостей автомобілів в умовах неточності вихідних даних: монографія / А. А. Кашканов, В. М. Ребедаєло, В. А. Кашканов. – Вінниця: ВНТУ, 2010. – 148 с.
2. Подрігало М. А. Устойчивость колесных машин при торможении / М. А. Подрігало, В. П. Волков, В. И. Кирчатый – Харьков: ХГАДГУ, 2000. – 180 с.
3. Проектирование тормозных систем автомобиля. В 2 ч. Ч. 1. Тормозная динамика автомобилей. Тормозные механизмы: Учебно-методическое пособие по курсовому и дипломному проектированию для студентов специальности "Автомобили" / сост. В. М. Беляев, сост. В. Г. Иванов, сост. Л. А. Молибошко. - Минск: БГПА, 2000. - 47 с.

УДК:621.436

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЯКОСТІ ПАЛЬНОГО НА РОБОТУ ДВИГУНІВ АВТОМОБІЛІВ RENAULT

О.О. Коркоценко, ст. гр. АТ-13М,
О.В. Бевз, доц., канд. техн. наук

Кіровоградський національний технічний університет

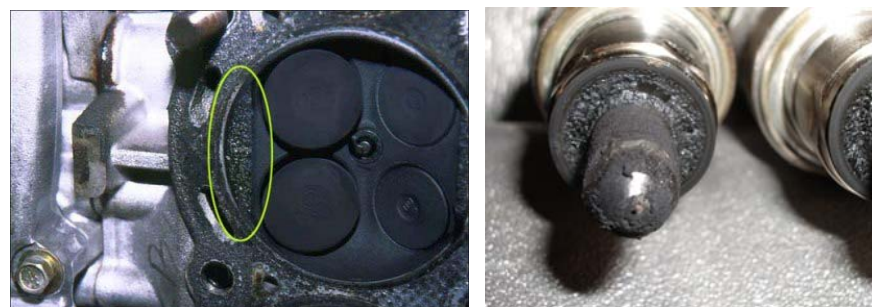
Двигун сучасного автомобіля досить надійний і довговічний, щоб при грамотній експлуатації і своєчасному техобслуговуванні відпрацювати 300-400 тис. км і навіть більше.

Звичайно, за цей час дуже вірогідні поломки і відмови окремих деталей і вузлів, тобто різкі, стрибкоподібні зміни стану двигуна [1].

Процеси утворення відкладень і їх хімічний склад дуже різні в різних системах і пристроях. Наприклад, утворення відкладень на розпилюючій частині форсунок відбувається в основному впродовж перших 10-20 хвилин після зупинки гарячого двигуна, коли форсунок знаходяться під залишковим тиском палива. Суть процесу полягає в наступному: плівка палива, що неминуче залишається в зоні сідла розпилювача, починає випаровуватися під дією високої температури. Легкі фракції бензину випаровуються, а важчі утворюють шар твердих відкладень. Їх основним компонентом є вуглець [2].

Відкладення на тарілках впускних клапанів мають складніший склад. Так, низькоякісне паливо - причина смолянистих відкладень.

Якщо в бак заправили неякісний бензин, це дасться взнаки на поведінці автомобіля. Внаслідок заправки неякісним паливом, знижується також розгінна динаміка та потужність автомобіля. Двигун може працювати з перебоями, оберти «стрибають» на холостому ходу. На деталях циліндро-поршневої групи, системи запалення та системи живлення утворюється нагар (рис. 1).



а) б)

а – головка блоку циліндрів, б – паливна форсунка

Рисунок 1 – Наслідки впливу неякісного пального на деталі ДВЗ

Нещодавня зміна цін на стелах українських АЗС викликало не тільки нарікання автолюбителів, але і зіграло на руку виробникам не якісного палива. Адже не секрет, що чим більше ціна палива, тим більше спокуса продавати «контрафакт». Ми провели рейд по заправках міста Кіровоград з метою перевірити якість найбільш популярного «дев'яносто п'ятого» бензину в період підвищення цін.

Відбір проб стався на АЗС компаній, які, і формують ринок, а саме, ОККО, Лукойл, ТНК, Shell, ANP, БРСМ. На деяких станціях ми придбали «просто 95-й», а на АЗС ОККО і БРСМ - паливо з приставкою «ЄВРО». При цьому ціна цих зразків відрізнялася від конкурентів лише на кілька копійок. Тобто ці АЗС пропонують А-95 ЄВРО в тому ж сегменті, що і звичайний А-95-го інших мереж.

Проби були відправлені в сертифіковану лабораторію, де їх досліджували на відповідність нормативам старого ДСТУ4063-2001. Справа в тому, що в Україні в даний момент паралельно діють два стандарти якості бензину. Старий ДСТУ 4063-2001 «Бензини автомобільні» і новий ДСТУ 4839:2007 «Бензини автомобільні підвищеної якості» [3].

Найголовніший висновок, отриманий в лабораторії - всі зразки вклялися в норматив старого ДСТУ, а деякі підтвердили свою відповідність новому стандарту. Ніхто з випробовуваних не порушив нехай і «м'який» старий ДСТУ, хоча результати виявилися різноманітними. При цьому АЗС «ОККО» підтвердили своє право вказувати на стелах нову марку палива «А-95 ЄВРО». Паливо цих заправок вклялися у вимоги нового ДСТУ, цей факт, до речі, підтверджено сертифікатом відповідності. А ось АЗС БРСМ, як виявилось, продає звичайний А-95, цей бензин з запасом помістився в норми старого ДСТУ, але не дотягнув до нового.

Першим ділом був перевірений самий головний для роботи двигуна параметр - **октанове число**, яке характеризує стійкість палива до детонації - передчасного згорання бензину в камері згорання. Детонація шкідлива для двигуна не тільки підвищеною витратою палива і зниженням потужності, але і передчасним зносом двигуна із-за зайвих навантажень. Октанове число вимірювали за моторним методом.

Далі ми перевірили ще один важливий показник - **вміст сірки**. Якщо її в паливі занадто багато, це призводить до утворення нагару, забруднення паливних форсунок і «вбиває» каталізатори. До того ж стає «брудніше» вихлоп і повітря, яким ми дихаємо, потрапляють дуже небезпечні окисли.

Ще один важливий параметр - **вміст бензолу**. Підвищена концентрація бензолу завдає великої шкоди як доквіллю, так і автомобілю. Не випаровуючись цілком бензол здатний змивати масляну плівку, що призводить до підвищеного зносу циліндрів двигуна.

Масова частка ароматичних вуглеводнів сюрпризів також не виявилася. Для довідки - при збільшенні вмісту «ароматики» зростає токсичність вихлопу, а в камері згорання утворюється більше нагару. Всі показники - у межах допуску.

Що до дизельного палива сьогодні АЗС рекламують навіть «арктичне» дизельне паливо, яке витримує дуже низькі температури. Це дуже важлива характеристика, оскільки відомо, що дизельне паливо має властивість загустіти при низьких температурах

Головний «екологічний» показник дизпалива - **вміст сірки**, продукти згорання якої при взаємодії з водою утворюють сірчану і сірчисту кислоти, які у свою чергу провокують корозію металу. При збільшенні концентрації сірки в паливі з 2000 мг/кг (0,2%) до 6000 мг/кг (0,6%) циліндропоршнева група зношується на 15-20% швидше, а якщо частка сірки досягає 10000 мг/кг (1%), то двигун вийде з ладу в два рази швидше. На щастя, всі випробовувані показали хороші результати, ніхто не вийшов за рамки нормативів - ні «старих», ні «нових».

Найменша кількість сірки виявилася в зразках ОККО «ДП СВРО» і ОККО «Pulls Diesel Арктика», WOG ДП Mustang - 10 мг/кг (що дорівнює 0,001%). Це відповідає самому вимогливому нормативу ДСТУ 4840:2007 до палива виду I. У «еврозону» (ДСТУ 4840:2007 до палива виду II) також потрапили і всі інші зразки, крім ANP та Укрнафти. Останні вквалися в український ДСТУ 3868-99, але цифри перевищують в 6-30 разів результати решти учасників.

Крім вмісту сірки, зразки були перевірені за такими параметрами, як вміст води, температура спалаху в закритому тиглі та гранична температура фільтрованості.

Результати перевірки показали, що в цілому заправлятися дизелем можна без особливого побоювання навіть у хрещенські морози. Але стверджувати це з повною впевненістю можна тільки по відношенню до великих мереж АЗС.

Список літератури

1. Гурев А.А., Азеев В.С., Камфер Г.М. Паливо для дизелів. Властивості і застосування.-М.: Хімія, 1993
2. Т.М. Мігусова, С.В. Поліна, М.В. Калініна. Сучасні дизельні палива й присадки до них - М.: Видавництво «Техніка». ТОВ «Туман ГРУП», 2002. - 64 с.
3. <http://www.newchemistry.ru>

УДК 621.793.72

ПІДВИЩЕННЯ МІЦНОСТІ ЗЧЕПЛЕННЯ З ОСНОВОЮ ЕЛЕКТРОДУГОВИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ ПОКРИТТІВ З ЗАСТОСУВАННЯМ МІКРОПЛАЗМОВОЇ ОБРОБКИ

О.В. Дмитренко, ст. гр. АТ-10

Кіровоградський національний технічний університет

Проблема підвищення адгезії електродугових покриттів є досить актуальною [1,2]. Аналіз останніх досліджень і публікацій з цієї проблеми показав, що для усунення цього недоліку застосовуються методи регулювання взаємодії матеріалів в процесі напильнення. При цьому найбільш інтенсивно розвиваються різноманітні технологічні методи підготовки поверхні основи: струменева обробка абразивом, механічна обробка (із зняттям або без зняття стружки), хімічне травлення і електропідготовка. Крім очищення поверхні, ці види підготовки сприяють підвищенню температури в контактній ділянці частинки з основою при попаданні їх на гострі виступи і покращують умови термічної взаємодії. Вищий рівень термічної активації в місці контакту прискорює розвиток хімічної взаємодії при нижчій

температурі підкладки і приводить до збільшення площі ділянок, на яких розвиваються хімічні зв'язки між частинками і основою. В результаті підвищується міцність їх зчеплення [3,4].

Разом з тим напрямок термічної активації зони контакту не знайшов широкого застосування на практиці. Він може досягатися попереднім або супутнім підгрівом основи в процесі напильнення. Попередній нагрів застосовується у край рідко через технологічні складнощі та значні втрати енергії. Супутній підгрів, як правило, реалізується за рахунок дугового процесу шляхом регулювання відстані між виробом і розпилюючою головкою. Звичайна ця відстань складає 50—400 мм і залежить від властивостей струменя і розпилюючого газу. Із зменшенням відстані міцність зчеплення зростає, що пояснюється істотним підгрівом поверхні підкладки струменем нагрітого газу. Збільшується також і коефіцієнт використання матеріалу. Разом з тим виникають значні напруження [5,6].

Для реалізації ідеї термічного впливу на процес напильнення застосовувалась установка електродугового напильника в комплекті з установкою мікроплазмової обробки МПУ-4 з пальником УС.ДСР – 45 - 002. Пальник установки кріпився з протилежної сторони відносно електродугового розпилювача на кронштейні. Кронштейн кінематично пов'язаний з ходовим гвинтом, який має привід від двигуна постійного струму. Переміщення пальника регулюється тиристорним приводом ходового вала, що надає можливість безступінчастого регулювання швидкості переміщення мікроплазмового пальника відносно електродугового розпилювача.

Для усунення несплавів з матеріалом основи, або перегріву поверхневої зони та вибору оптимальних параметрів режиму мікроплазмової обробки, розраховували термічні цикли і температурні поля в приповерхневому шарі циліндрових деталей. Для цього визначали режими, які сприяли нагріву в необхідному температурному інтервалі, а також товщину оплавленого шару і встановлювали аналітичну залежність між основними параметрами дії плазмової дуги і температурним полем оброблюваної поверхні. При розрахунках температурних полів застосовували метод суперпозиції - накладення в часі процесів вирівнювання температури від дії миттєвих зосереджених джерел, прикладених в певні моменти часу у відповідних точках тіла.

На основі проведених розрахунків проводили попередню термічну мікроплазмову обробку дослідних зразків перед нанесенням покриття. Після нанесення покриття проводили дослідження адгезії покриття на основі штифтової методики, що полягає в визначенні відриву торця конічного штифта від напильного покриття і послідовного розрахунку міцності зчеплення. При виготовленні зразків враховувались рекомендації [7,8], що вимагають використовувати для виготовлення штифта та шайби один і той же матеріал з однаковою структурою, точність виготовлення не нижче 12-го квалітету, допуск діаметра конуса в будь-якій точці перетину шайби і штифта відповідно Н7 і h7. Кількість зразків для випробування однієї серії вимірювань складала 5 штук. Виміри діаметру штифтів проводились з точністю 0,01 мм. Штифт притирався до отвору за допомогою алмазної пасти до стану при якому він щільно входить в отвір. При підготовці до обробки штифт щільно вставлявся в отвір до повного контакту з'єднуваних поверхонь, однак під дією власної ваги шайба повинна вільно спадати з штифта. Перед обробкою штифт фіксується гвинтом, що відвинчується перед випробуванням на розрив. Відхилення товщин покриття, що напильвалось на шайбу не перевищували 0,01 мм. Кожне значення виміру усереднювалось не менше ніж по трьом зразкам. При проведенні випробування фіксувались значення Р1 - загальне зусилля, що необхідне для відриву штифта, Р5 - сила тертя між штифтом та стінками шайби. Для визначення Р2 штифт, після визначення Р1 знову вставляли в отвір шайби і повторювали випробування зразка по аналогічній схемі навантаження. Для того щоб врахувати дію на кінець штифта обробки чавунним дробом, яка викликає його розклепування, внаслідок чого виникають додаткові сили що утруднюють відрив його від шайби, вводилась поправка Р6.

Для її визначення брали партію пристосувань аналогічної схеми, але без покриття і визначали P_4 - зусилля, що необхідне для відриву штифта. Потім штифт знову вставляли в отвір і визначали силу тертя P_5 . Поправку P_6 визначали по формулі:

$$P_6 = P_4 - P_5$$

Значення підставляли в формулу

$$P = \frac{P_1 - P_2 - P_6}{\pi}$$

Крім того проводився огляд торця штифта після відриву його від покриття. Якщо на більш ніж на 10 % поверхні залишалось невідділене покриття то результат не враховувався. Реєстрація зусилля проводилась з похибкою менше ніж 0,5 %.

Проведені дослідження показали, що застосування попередньої мікроплазмової термічної обробки дозволе збільшити міцність зчеплення з основою електродугових покриттів на 17-20% і досягти значень 48-53 МПа. Разом з тим вимагають подальшого дослідження процесу формування напружень в покриттях, вплив супутньої обробки і т.п.

Список літератури

1. Хасуи А., Моригаки О. Наплавка и напыление. - М.: Машиностроение, 1985. 240 с.
2. Ивашко В.С., Куприянов И.Л., Шевцов А.И. Электротермическая технология нанесения защитных покрытий. Минск.: Наука і тэхніка. 1996. – 375.
3. Чачин А. Н., Кардаполова М. А., Спиридонов И. В. Использование лазерного нагрева для управления триботехническими свойствами газотермических покрытий // Технологическое управление триботехническими характеристиками узлов машин: Сборник. Кишинев, 1985. С. 18—19.
4. Борисов Ю. С., Коржик В. Н. Аморфные газотермические покрытия: теория и практика // Автомат, сварка. — 1995, —№4.— С. 3-12.
5. Влияние технологических параметров электродуговой металлизации на прочность сцепления и структуру покрытий из порошковых проволок на основе FeCr + Al /А. Л. Борисова, А. Ш. Клейман, В. К. Андрейчук и др. // Тез. докл. X Всесоюз. конф. «Теория и практика газотермического нанесения покрытий». — Димитров, 1989. — Т. 2, — С, 153-157.
6. Вплив абразивно-струминної обробки на адгезію протикорозійних і відновних електрометалізаційних покриттів /І. Й. Сидорак, М. М. Студент, В. М. Довгунік, Н. Павлик // Фіз.-хім. механіка матеріалів. — 2000. — № 1. — С. 458-460.
7. Тушинский Л.И., Плохов А. В. Исследование структуры и физико - химических свойств покрытий - Новосибирск. : Наука, 1986. - 200 с.
8. Трефилов В.И., Кадилов В.Ф. Эксплуатационные свойства детонационных покрытий. - К.: Знание. 1982. - 15 с.

УДК 621.357.77

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ЗМІЦНЕННЯ ПРОУШИН КАРДАННОГО ВАЛА ЕЛЕКТРОЛІТИЧНИМ ЗАЛІЗНЕННЯМ ПРОТОЧНИМ МЕТОДОМ В ПРАТ КАТП “АГРОБУДАВТОСЕРВІС” М. КІРОВОГРАДА

В.А. Король, ст. гр. АТ-13МБ

Кіровоградський національний технічний університет

Одним з найбільш ефективних методів відновлення та зміцнення деталей, що працюють в умовах дії фретінг-зношування і мають, як правило, незначне спрацювання поверхонь, що контактують з зовнішніми обоймами підшипників є нанесення електролітичних покриттів. При цьому застосування електролітичного залізнення має ряд переваг перед іншими процесами електролітичного осадження металів, оскільки застосовуються дешеві і поширені матеріали, вихід по струму досягає 80-90%, твердість покриття - до 6500 МПа, а також можливе отримання покриттів товщиною до 1,2 мм.

Широкому застосуванню цього методу заважає технологічна складність процесу, низька продуктивність, корозія устаткування і інструменту, високі вимоги до підготовки поверхні відновлюваної деталі і складу електроліту, труднощі з утилізацією відходів.

Економічна доцільність методу визначається величиною ремонтного фонду, при цьому сучасні реалії стану ремонтного виробництва, в умовах автотранспортних підприємств, вимагають створення високомобільних технологій, що швидко перелаштовуються для відновлення та зміцнення конкретних одиничних деталей.

Реалізувати поставлену задачу пропонується з застосуванням безванних проточних способів залізнення, які спрощують проблему з ізоляцією місць, що не підлягають покриттю, не вимагають складних за конфігурацією підвісних пристроїв, усувають необхідність мати ванни великих розмірів та дозволяють боротися з швидким забрудненням електроліту.

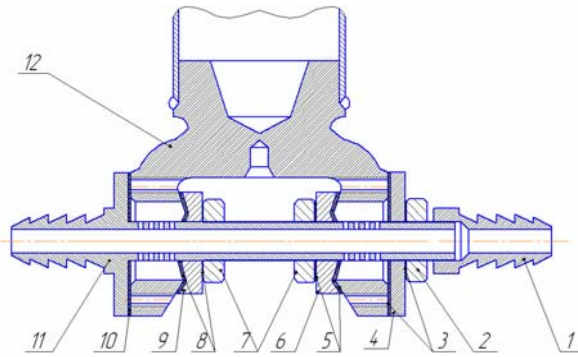
Проточне залізнення характеризується примусовою циркуляцією електроліту, що забезпечує підвищення продуктивності процесу, рівномірність покриття по всій поверхні і товщину його до 1 мм на сторону, знижує насиченість осаду і основного металу воднем, істотно поліпшує якість електролітичних шарів.

За останній час в ремонтному виробництві знайшли застосування технологічні прийоми нанесення залізних покриттів шляхом використання асиметричного змінного струму промислової частоти, що забезпечує можливість змінювати структуру і фізико-механічні властивості покриттів, а також забезпечити високу міцність зчеплення залізних покриттів з відновленими деталями.

Для реалізації зазначених технологій розроблена установка на основі кислотостійкого насоса Argal. Установка містить накопичувальну ємність, систему фільтрації шламів, систему зливу та заміни електроліту зварювальний трансформатор ТС-500, діоди В-200, баластні опори з ніхромового дроту, що перемикались рубльниками, системи керування процесом та пристосування для проточного залізнення отворів під підшипники карданних валів (рис.1).

В процесі застосовувався холодний електроліт з вмістом 150-200 г/л хлористого заліза та 200 г/л серчаноокислого заліза. Для періодичного контролю і коректування складу електроліту застосовувався індикаторний папір і рН-метр ГОСТ 8.027-89. Отвори деталі хонінгували до виведення слідів зносу, обробляли віденським вапном, промивали водою, встановлювали в пристосування, проводили анодне травлення в електроліті (30 г/л сірчаної кислоти і 15 г/л сірчаноокислого алюмінію) протягом 3-5 хв. при щільності струму 5-8 А/дм² і знов промивали водою. Після цього заливали холодний електроліт, включали струм і

проводили процеси залізнення асиметричним змінним струмом. При цьому враховували, що основний вплив на якість покриттів і фізико-механічні властивості надає відношення щільності катодного струму D_k до щільності анодного струму Da , тобто $p = D_k/Da$.



1 – штуцер; 2,7 – гайка; 3,5,8,10 – прокладка; 6,9 – фігурна шайба; 11 – анодний шток, 12 – карданный вал

Рисунок 1 – Пристосування для безванного проточного залізнення

Для забезпечення надійної міцності зчеплення покриттів з основним металом процес залізнення починали при $D_k = 2-3 \text{ A/дм}^2$ і катодно-анодному відношенні 1,3-1,5 і осаджували метал протягом 2-3 хв. Потім протягом 10 хв. плавно збільшували щільність катодного струму до 40-50 A/дм^2 , а співвідношення доводили до значення, рівного 8-10, і продовжували процес залізнення до отримання необхідних розмірів деталей. Температура електроліту знаходилась в межах 20-40 °С. При цих режимах середня швидкість осадження заклада складала 0,25-0,35 мм/год.

Твердість зразків з покриттями и визначали на твердомірі Роквелла (ТК-2М) при навантаженнях 588Н (шкала «А») і 1470Н (шкала «С»), а також на твердомірі Віккерса (ТП-2) при різних навантаженнях. Мікротвердість вимірювали за допомогою приладу ПМТ-3 при навантаженнях 0,49-1,96 Н.

Для випробувань на міцність зчеплення була використана методика відриву торця конічного штифта від покриття. Випробування на відрив проводилися на розривній машині ІР-М-авто.

Залишкові напруження в гальванічних покриттях визначала по методу тонких кілець з покриттям, на бічну поверхню яких наносили дві крапки на відстані приблизно 10 мм одна від одної. Відстань між крапками вимірювали індикаторним пристосуванням з точністю до 0,001 мм. Потім зразок розрізали тонким абразивним кругом між наміченими крапками і знову вимірювали відстань між ними. По зміні відстані визначали характер і величини напружень в покритті.

Зносостійкість гальванічних покриттів в названих умовах тертя досліджували на машині тертя СМЦ-2.

Стійкість зразків проти заїдання і схоплювання визначали на тих же зразках при терті без мастила.

Дослідження показали, що застосування розробленої технології дозволяє якісно відновити вказану деталь, при цьому підвищується продуктивність процесу в 2,8 рази в порівнянні з традиційними методами залізнення. Найвища продуктивність досягалася при катодно-анодному відношенні асиметричного змінного струму рівному 7-8. Відмічено також зростання величини зчеплення з основою та зниження внутрішніх напружень, що обумовлено впливом режимів нанесення на якість покриттів. Підвищується зносостійкість

поверхні за рахунок збільшення адгезії і когезії та підвищення твердості зовнішніх шарів, що забезпечується шляхом управління властивостями покриття завдяки зміні режимів процесу.

УДК 621.791.92

ЗМІЦНЕННЯ ТА ВІДНОВЛЕННЯ ОТВОРІВ В ВЕЛИКОГАБАРИТНИХ КОРПУСНИХ ДЕТАЛЯХ ЕЛЕКТРОКОНТАКТНИМ НАВАРЮВАННЯМ З ЗАСТОСУВАННЯМ ВЕРТИКАЛЬНО-РОЗТОЧНОГО ВЕРСТАТУ ЗІ ЗМІННИМ ШПІНДЕЛЕМ

О. А. Бірко, ст. гр. АТ-10

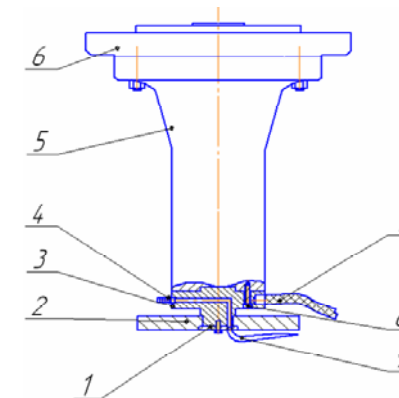
Кіровоградський національний технічний університет

Проблема відновлення та зміцнення внутрішніх робочих поверхонь великогабаритних чавунних корпусних деталей машин, які є високовартісними, металоемними і складними у виробництві є досить актуальною.

Основним видом спрацювання цих поверхонь, які слугують для базування зовнішніх обойм підшипників кочення є фретінг-зношення. Незначний рівень зносу дозволяє застосовувати для відновлення таких поверхонь електроконтактне наварювання сталевих стрічок. Перевага даного способу відновлення полягає в тому, що при приварюванні відбувається одночасно і гарт поверхневого шару.

Існуюче обладнання для електроконтактного наварювання в основному представлено установками 01.11-022 конструкції ГОСНИТИ, 011-1-02Н-Ремдеталь ТУ 10-16.0002.047-90 і т.п., яке здебільшого призначено для відновлення зовнішніх деталей типу «вал» та внутрішніх поверхонь деталей типу «полий циліндр». Відновлення великогабаритних корпусних деталей на такому устаткуванні неможливе.

Для відновлення отворів в корпусних деталях пропонується застосувати вертикально-розточний верстат типу 2А78П, зі спеціальним змінним шпінделем (рис. 1).



1 – шайба; 2 – електродний ролик; 3 – контактор; 4 – штуцер; 5 – корпус; 6 – планшайба, 7 – кабель подачі струму, 8 – кріпильні болти; 9 – система охолодження

Рисунок 1 – Шпіндель для електроконтактного наварювання

Шпіндель, що базується на планшайбі верстата 6, оснащено бронзовим контактором 3, на якому обертається мідний електродний ролик 2. Для охолодження електродного ролика 2 і гартування поверхні передбачена система охолодження 9.

Шпіндель здійснює рух подачі, а обертання деталі забезпечується горизонтальним поворотним столом, котрий оснащувався електроприводом. Притискання зварювального ролика забезпечувалося переміщенням стола верстата. Струмоподаючі поверхні ізолювалися прокладками.

Установка комплектувалась зварювальним трансформатором ТВК 75УХЛ4, переривником ПК-200 УХЛ4, джерелом зварювальних імпульсів (переривник ПСЛ-700) та електрошафою з панеллю управління.

Виробничі випробування показали, що установка забезпечує необхідну якість покриття та міцність зчеплення з основою.

УДК 621.791.22

ЗМІЦНЕННЯ ДЕТАЛЕЙ АВТОМОБІЛІВ КОМБІНОВАНИМ МЕТОДОМ ЕІЛ+ЛАЗЕР

**С.А. Чуприна, ст. гр. АТ-ІЗМБ,
О.Й. Мажейка, проф., канд. техн. наук**
Кіровоградський національний технічний університет

Як відомо, електроіскрова обробка металів і, зокрема, електроіскрове легування металічних поверхонь базується на використанні явищ, що супроводжують миттєве звільнення електричної енергії. Цей процес характеризується високою температурою накалу іскри і іонізацією міжелектродного простору.

Оскільки при ЕІЛ протікають короткі за часом імпульси електричного струму тривалістю від 10^{-3} до 10^{-6} секунд, то відвід тепла на електроді від місця розряду до периферії не забезпечується теплопровідністю металу і завдяки цьому малі об'єми поверхневого шару піддаються різким коливанням температури - від температури кипіння металу електроду до температури в декілька десятків градусів.

Як наслідок цього, по-перше, має місце зміна структури поверхневого шару металу; по-друге, наявність високої іонізації міжелектродного проміжку створює необхідні умови для протікання на металічній поверхні хімічних реакцій, що призводить до зміни складу поверхневого шару металу.

Питомий час легування (час в хвилинах, що затрачено на обробку квадратного сантиметра поверхні) тісно пов'язаний з електричними режимами.

На потужніших режимах в перші хвилини роботи нанесення металу здійснюється найбільш інтенсивно, відтак перенесення сповільнюється, припиняється. Подальша робота призводить до руйнування нанесеного шару, а інколи і матеріалу оброблюваного виробу. Таким чином, залишковий час обробки на потужних і середніх режимах не сприяє нанесенню нового шару, а руйнуванню вихідної поверхні.

Величина часу, при якому має місце максимум покриття, залежить від властивостей матеріалів, що наносяться і обробляються. Мінімальна границя часу обробки дозволяє отримати суцільне покриття всієї поверхні, максимальна границя призводить до зниження переносу металу на виріб, внаслідок чого поверхня дуже псується, з'являються горбики і припали.

В результаті численних випробувань процесу ЕІЛ евтектичним електродом на установці "Елітрон-20" з різними технологічними параметрами, були прийняті найоптимальніші режими нанесення електроіскрового покриття на ріжучі кромки різального інструменту: ємність накопичувальних конденсаторів $C = 470$ мкФ, амплітуда імпульсів напруги на конденсаторах $U = 42$ В, робочий струм $I_p = 5$ А, енергія одиночного розряду $W = 0,37$ Дж. Такі режимні параметри прийняті в результаті детального аналізу впливу описаних вище факторів на процес ЕІЛ.

Електроіскрове покриття, отримане на різальному інструменті, піддавали подальшій обробці ОКГ на установці "Квант-15". Технологічно процес лазерної обробки включав три етапи: підготовку оброблюваної поверхні, лазерне зміцнення, контроль зміцненого поверхневого шару.

Режими лазерної обробки були наступними: діаметр плями $d_p = 1,284$ мм, площа плями $S_p \approx 1 \text{ мм}^2$, частота 4 Гц, границя перекриття $K_p = 0,5$, щільність енергії $E_F = 1,5$ Дж/мм².

В результаті проведених експериментів встановлено наступне:

– структура і основні фізико-механічні властивості електродного сплаву і зносостійкого електроіскрового покриття

Ерозійна стійкість евтектичних сплавів в процесі ЕІЛ залежить від ряду фізичних і термічних констант легуючих елементів, які характеризують силу міжатомного зв'язку і жорсткість кристалічної будови сплаву, тобто тих факторів, які впливають на співвідношення рідкої і твердої фаз у продуктах ерозії. Зазначимо, що перенесення електродного матеріалу при ЕІЛ здійснюється власне у рідкій і твердій формах, що підвищує характеристики масопереносу і покращує якість поверхні. Наявність в структурі евтектичного сплаву легкоплавкої евтектики зумовлює підвищення в порівнянні з вольфрамовим сплавом ерозії аноду і приросту катоду в 2...3 рази. Коефіцієнт переносу при цьому збільшується до 93%. Спектроскопічні дослідження евтектичного електродного сплаву за допомогою методу ОЖЕ - електронної спектроскопії показали високу рівномірність розподілення хімічних елементів по площі частинок, що піддавалися аналізу.

За допомогою рентгенофазового аналізу в зразку електродного сплаву виявлено чотири фази:

a-Fe основна фаза - із періодом об'ємноцентрованої кубічної гратки.

Fe₃(C,B) друга фаза типу цементиту з ромбічною граткою.

Fe₂B - борид заліза, третя фаза була з тетрагональною граткою.

Fe₃(Si,B) вуглець заміщений кремнієм – має гратку ромбічної структури.

При дії лазерного імпульсу на нанесене ЕІП відбувається локальне плавлення ділянки покриття. В результаті термокапілярної конвекції, яка виникає внаслідок нерівномірності розподілу температури на поверхні ванни розплаву, та впливу тиску віддачі потоку плазми відбувається перенесення легуючої речовини в об'єм ванни. Після обробки ОКГ в покриттях зникають пори і мікротріщини, що позитивно впливає на експлуатаційні властивості покриттів.

Формування білого шару з рідкої фази після обробки ОКГ засвідчує наявність в структурі дрібнодисперсного мартенситу з дендритною орієнтацією частинок металу, максимальна твердість покриття досягається при обробці електроіскрового покриття методом ОКГ, коли щільність енергії становить $E_F = 1,5$ Дж/мм², що в 1,3 ...1,4 рази перевищує твердість відомого (Fe-Mn-C-B-Si-Cr) покриття і в 5,5 рази перевищує твердість основи.

Список літератури

1. Коваленко В.С., Головки Л.Ф., Безкорнов А.И. О напряженном состоянии поверхностных слоев материалов, упроченных излучением лазера. Электронная обработка материалов, 2, 1980, с.34-37.
2. Мажейка О.Й. Лазерна, плазмова і детонаційна технології зміцнення поверхонь. Монографія – Кіровоград: ЛИСЕНКО В.Ф. 2011-260 с.

УДК 621.357.77

ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ОТВОРІВ КОРПУСНИХ ДЕТАЛЕЙ ПРОТОЧНИМ ЗАЛІЗНЕННЯ В УМОВАХ ТУРБУЛЕНТНОГО СТРУМЕНЮ

В.П. Поліщук, ст. гр. АТ-10

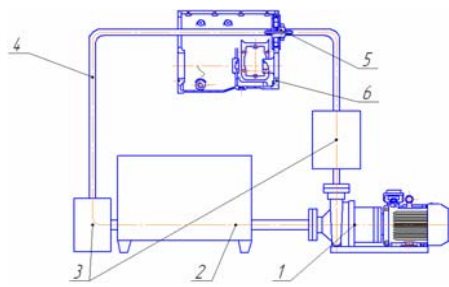
Кіровоградський національний технічний університет

Існує широка номенклатура деталей машин внутрішні поверхні яких в процесі експлуатації піддаються різноманітним видам зношування. Це корпуси коробок передач, роторних та гвинтових компресорів, різноманітні корпуси підшипників, редукторів, ведучих мостів, роздавальних коробок і т.п.

Ресурс роботи цих деталей обмежується спрацюванням контактуючих поверхонь в результаті розвитку фретинг - корозії (ФК), що виникає при коливальному відносному русі контактуючих поверхонь [1,2]. Такий рух може бути викликаний вібраціями, зворотно-поступальним переміщенням, періодичним вигином або скручуванням зв'язаних деталей і так далі. Дослідженню впливу ФК на зносостійкість деталей машин присвячені роботи [2,3], автори яких відзначають необхідність подальшого дослідження зносостійкості деталей зміцнених різноманітними покриттями при дії ФК.

Враховуючи величину зносу та розглянувши різноманітні методи захисту від ФК визначено найбільш економічно рентабельний та технологічно доцільний метод – електролітичне залізнення [3]. Широке розповсюдження в ремонтному виробництві має використання безванних методів [4,5]. Струменеві і проточні способи відновлення деталей характеризуються примусовою циркуляцією електроліту, що забезпечує підвищення продуктивності в 3,5-4 рази, високу рівномірність покриття до 1 мм на сторону. Проточні методи нанесення покриття, завдяки інтенсивному оновленню електроліту і рівномірному розподілу струму підвищеної щільності, сприяє отриманню мелкодисперсної структури, покриттів з підвищеною твердістю, зниженню в них залишкової напруги [6]. Найбільша продуктивність при проточному осадженні металів досягається коли створюється турбулентний режим перебігу електроліту, що досягається при швидкості протікання електроліту більше 1 м/с^{-1} [7].

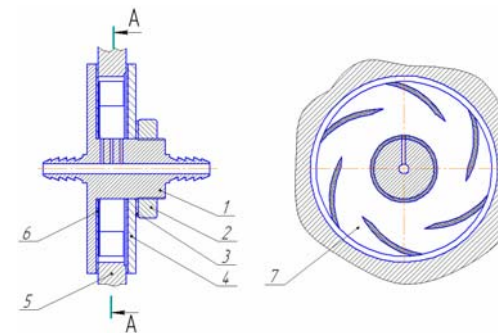
Проте забезпечити таку швидкість протікання електроліту складно через проблеми з ущільненням з'єднань. Для здійснення процесу безванного проточного залізнення в умовах турбулентного струменю розроблено установку зображену на рис. 1



1 – кислотостійкий центробіжний насос; 2 – акумулююча ємність; 3 – фільтри; 4 – трубопроводи;
5 – камера проточного залізнення; 6 – корпусна деталь

Рисунок 1 – Установка безванного залізнення

Залізнення проводили холодним електролітом. Для забезпечення турбулентного режиму перебігу електроліту в камері проточного залізнення застосували трубчастий анод з тангенціальними отворами по всій поверхні. Для інтенсифікації процесу на аноді монтується крильчатка, яка приводиться в рух струменями електроліту. При цьому забезпечується інтенсивне перемішування електроліту (рис.2).



1 – анод; 2 – гайка; 3, 6 – прокладка; 4 – шайба; 5 – деталь; 7 – крильчатка

Рисунок 2 – Камера проточного залізнення

Для дослідження впливу турбулізації електроліту на продуктивність процесу застосовувалась порівняльна методика дослідження приросту маси покриття за часом при ламінарному та турбулентному режимі протікання процесу електролізу. Кількісна оцінка здійснювалась методом зважування циліндричних дослідних зразків на аналітичних вагах впа-200м з точністю 0,1 міліграм.

Мікротвердість вимірювали за допомогою приладу ПМТ-3 при навантаженнях 0,49-1,96 н.

Кількісний мікроструктурний аналіз проводили на металографічному мікроскопі МІМ-8 з використанням окуляр-мікрометра.

Дослідження гальванічних покриттів на стійкість до фретинг-зношування проводили на установці МФК-1.

Проведенні дослідження показали, що застосування проточного залізнення в умовах турбулентного струменю дозволяє на 15% підвищити продуктивність процесу, отримати дрібнозернисте покриття з зниженою на 10% поруватістю та підвищити на 7- 12 % стійкість до фретинг-зношування.

Список літератури

1. Гоголю Н.Л. Фретинг-корозія металів/Н.Л. Гоголю, А.Я. Алябьев, В.В. Шевеля "Техніка", 1974, 272 стр.
2. Гаркунов Д. Н.Триботехника (Износ и безизносность): учеб./Д.Н. Гаркунов. -4-е издание,-М.: Изд-во «МСХА»,2001.-606с.
3. Вячеславов П. М. Электролитическое осаждение сплавов / П. М. Вячеславов. Л., 1971.- 140 с.
4. Восстановление наружных и внутренних цилиндрических поверхностей хромированием в саморегулирующемся скоростном электролите: РТМ 70.0009.020-84 / Госкомсельхозтехника СССР, ВНИО "Ремдеталь". М., 1985.-11 с.
5. Гальванические покрытия в машиностроении: справочник / под ред. М. А. Шлугера и др. М.: Машиностроение, 1985.- 385 с.
6. Коротин А. И. Технология нанесения гальванических покрытий / А. И. Коротин . М.: Высш. шк., 1984. - 200 с.
7. Мелков М. П. Восстановление автомобильных деталей твердым железом / М. П. Мелков, А. Н. Швецов, А. М. Мелкова. М.: Транспорт, 1982.- 198 с.

УДК 621.7.092

ВІДНОВЛЕННЯ ГІДРОЦИЛІНДРІВ ДОРОЖНІХ МАШИН НАНЕСЕННЯМ ПОЛІМЕРНИХ ПОКРИТЬ НА ВНУТРІШНЮ ПОВЕРХНЮ ЦИЛІНДРА

С.В. Печений, *ст. гр. ЗВ-13С,*
Ф.М. Капелюшний, *доц., канд. техн. наук*
 Кіровоградський національний технічний університет

Один з напрямів підвищення ефективності виробництва – це його переоснащення сучасною технікою, впровадження передових технологічних процесів і досягнень сучасної науки.

У будівельній промисловості і дорожньому господарстві таким напрямом разом зі збільшенням одиничної потужності техніки, що випускається, підвищенням її надійності і ефективності є масовий перехід на гідрофіковану техніку, що дозволяє підвищити продуктивність праці завдяки полегшенню управління машинами, скороченню часу робочого циклу, механізації допоміжних операцій. Широке впровадження машин з гідроприводом поставило перед механізаторами дорожньої промисловості і дорожнього господарства завдання забезпечення їх якісного технічного обслуговування і ремонту, а отже, і ефективного використання.

Основними перевагами гідроприводу є: незалежне розташування приводу і можливість будь-якого розгалуження потужності, простота кінематичних схем і створення великих передатних чисел, легкість реверсування виконавчого механізму, достатня швидкість виконання технологічних операцій, можливість оберігання від перевантажень, стандартизація і уніфікація деталей і складальних одиниць.

У гідроприводі дорожніх машин широко застосовуються гідроциліндри. Вони відрізняються порівняно малими габаритними розмірами і масою на одиницю передаваної потужності, безступінчатим регулюванням швидкості, зручністю експлуатації, високим коефіцієнтом корисної дії та іншими позитивними чинниками, які сприяють їх поширенню. Тому випуск гідроциліндрів набуває особливо важливого значення. Проте їх виготовлення і ремонт при існуючій технології – дуже трудомісткий і складний процес, що вимагає великих витрат праці і засобів.

До основних несправностей гідроциліндрів можна віднести: порушення ущільнення поршня, знос поверхні гільзи, зрив різьби, різне протікання через ущільнення, знос гільзи, поршня, штока та ін.

У гільзи циліндра зношується внутрішня поверхня, на якій можуть бути задирки, глибокі подряпини, а також забоїни і задирки по торцях. Слід зазначити, що знос гільзи гідроциліндра носить бочкоподібний характер. Це викликано тим, що для основних робітників операцій дорожніх і будівельних машин немає необхідності використати увесь можливий хід поршня. Таким чином гільза гідроциліндра зношується в основному у своїй центральній частині, в той час, як по краях знос має мінімальні значення.

Окремі забоїни або риски на дзеркалі циліндра можна зачищати шкіркою, зернистістю 80...120. При значному зносі робочої поверхні гільзи її розточують під ремонтний розмір. Після розточування дзеркало циліндра піддається обробним операціям, оскільки чистота поверхні дзеркала має бути не менш дев'ятого класу. Нині в якості обробних операцій застосовують хонінгування, розкочування, притирання, точне розточування, шліфування, поліровку і прошивку.

Ремонт штоків можна проводити двома шляхами. Перший зводиться до обробки штоків по діаметру до ремонтного розміру з подальшим хромованням, з товщиною шару не

менше 0,021 мм. Другий спосіб зводиться до проточки зовнішньої поверхні на глибину 0,6...1 мм, нарощуванню металу віброконтактним наплавленням, обробці і хромованню. Погнуті штоки слід правити без нагріву, допустимий прогин, при довжині штока до 300 мм, не більше 0,15 мм на усій його довжині. Різьба на кінцях штока, у разі її забою, проганяється або напалюється, проточується і нарізується знову.

У поршня зношуються направляючі поверхні, канавки для поршневих кілець і самі кільця.

При великому зносі зазвичай поршні не відновлюють, а замінюють знову виготовленими. На сьогоднішній день є досвід відновлення поршнів наплавленням поліамідної смолою П-6110ЛІ на спеціальних леварних формах. Крім того, розроблений метод ремонту поршнів за допомогою поліамідних чохлам-манжет.

Гумові кільця ущільнювачів замінюються новими при їх зносі або втраті еластичності.

Зібрані гідроциліндри випробовують на стенді на герметичність і швидкість переміщення штока.

Найбільш відповідальна операція при ремонті гідроциліндрів полягає в остаточній обробці внутрішньої поверхні гільзи гідроциліндра. Вище були приведені обробні операції, що використовуються на сьогоднішній день. Жоден з цих способів не є універсальним. Усі вони трудомісткі, вимагають точних верстатів і високої кваліфікації робітника, що у свою чергу веде до значного збільшення вартості ремонту. Крім того сучасні умови експлуатації при недостатньому фінансуванні служб технічного обслуговування призводять до того, що машини не обслуговуються у встановлені терміни і фактично працюють на знос. Ці причини ведуть до того, що в деталях виникає позамежний знос, в наслідок чого вони не можуть бути відновлені звичайними способами і їх вимушені утилізувати.

Потрібні якісно нові технологічні процеси. До них передусім слід віднести нанесення полімерних покриттів на грубо оброблені внутрішні поверхні гідроциліндрів без механічної обробки, що дозволяють отримувати високу точність і необхідну шорсткість поверхні гідроциліндрів без механічної обробки. Перевагою цього способу також є можливість багатократного повторення цього процесу без додаткового зняття шару металу, оскільки є можливість виплавити шар зношеного полімеру при температурах, дещо більше 100°C.

Таким чином, ефективне підвищення продуктивності праці при ремонті циліндрів з використанням існуючих технологічних процесів практично неможливе. Потрібні якісно нові технологічні процеси. До них передусім слід віднести нанесення полімерних покриттів на грубо оброблені внутрішні поверхні циліндрів, що дозволяють отримувати високу точність і чистоту поверхні циліндрів без механічної обробки.

Список літератури

1. Н. М. Чесноков "Пневмо- і гідроциліндри з полімерними покриттями", Л.: ЛДНТП, 1982 р., 19 с.
2. М. Б. Черкез, Л. Я. Богоряд "Хромовання", видання 4-е, перероблене і доповнене, Л.: "Машинобудування" 1978 р., 102 с.
3. Б.И. Горбунов, "Обработка металів різанням", М.: "Машинобудування", 1981 р., 287 с.

**ПОДОВЖЕННЯ МІЖРЕМОНТНОГО РЕСУРСУ ДВИГУНІВ
АВТОМОБІЛІВ СІМЕЙСТВА ВАЗ ШЛЯХОМ ЗАСТОСУВАННЯ
ПРОГРЕСИВНИХ МЕТОДІВ ВІДНОВЛЕННЯ КОЛІНЧАСТИХ ВАЛІВ**

**В.М. Пісний, ст. гр. АТ-13С,
Ф.М. Капелюшний, доц., канд. техн. наук
Кіровоградський національний технічний університет**

Одним з найважливіших напрямів в переході народного господарства на ринкові стосунки є повсюдне, раціональне використання сировинних, паливно-енергетичних та інших матеріальних ресурсів. Посилення роботи в цьому напрямі розглядається як невід'ємна частина економічної стратегії, найбільший важіль підвищення ефективності виробництва в усіх ланках народного господарства.

Одним з найбільших резервів економії і заощадливості виступає відновлення зношених деталей. Відновлення зношених деталей машин забезпечує економію високоякісного матеріалу, палива, енергетичних і трудових ресурсів.

Для відновлення працездатності зношених деталей потрібно в 5-8 разів менше технологічних операцій в порівнянні з виготовленням нових деталей.

За даними ГОСНИТИ 85% деталей відновлюють при зносі не більше 0,3 мм., тобто їх працездатність відновлюється при нанесенні покриття незначної товщини [1].

Проте ресурс відновлених деталей в порівнянні з новими, у багатьох випадках, залишається низьким. У той же час є такі приклади, коли ресурс відновлених прогресивними способами, в кілька разів вище ресурсу нових деталей [2].

Основа підвищення якості – застосування передових технологій відновлення деталей.

При відновленні колінчастих валів двигунів виникає необхідність дослідження нових, прогресивніших способів відновлення, які змогли б підвищити ресурс деталей при порівняно низьких витратах.

Зроблений глибокий аналіз різних способів відновлення зміцнення поверхневою пластичною деформацією колінчастих валів.

Основний дефект колінчастих валів – знос корінних і шатунних шийок. Знос шийок усувають шліфуванням їх під ремонтний розмір. При відновленні колінчастих валів перешліфовуванням під ремонтний розмір шийок практично неможливо забезпечити їх 100% -й ресурс. Це пояснюється тим, що знімається загартований шар металу.

Корінні і шатунні шийки, що вийшли за ремонтні розміри, відновлюють нарощуванням різними методами: наплавленням (під флюсом, плазмовим, в середовищі захисних газів, широкошаровим та ін.); гальванічними покриттями (залізненням, хромуванням); металізацією; напиканням порошків; приварюванням електроконтактної стрічки; приварюванням або приклеюванням півкілець; пластинуванням та ін.

Найбільш поширеним вважають наплавлення пружинним дротом другого класу під шаром легованого флюсу, що є сумішшю, що складається з плавленого флюсу АН-348А (93,2%), ферохрому (2,2%), графіту (2,3%) і рідкого скла (2,5%). Цей метод різко знижує втомну міцність наплавлених колінчастих валів із-за наявності величезної кількості тріщин.

Для відновлення шийок валів використовують електроконтактне припаювання сталеві стрічки із сталі 50ХФА, дугову металізацію порошковим дротом ПП-ОМ-2.

Колінчасті вали деяких двигунів сімейства ВАЗ виготовляють з високоміцного магнієвого чавуну ВЧ450 і ВЧ445. Їх зносостійкість і втомна міцність приблизно однакові з відповідними показниками валів, виконаних із сталі 45, але собівартість отримання заготовок

відливанням в 2,0...2,5 рази нижче отримання поковок. В той же час чавун відноситься до важко-зварюваних матеріалів. Тому розглянуті вище способи наплавлення не дають добрих результатів при відновленні чавунних валів.

Для відновлення чавунних колінчастих валів розроблені і впроваджені два способи: постановка півкілець і пластинування. Межа витривалості методом постановкою півкілець колінчастого валу такий же, як і нового (рис. 2). Метод відновлення шийок валів пластинуванням полягає в установці з подальшим механічним кріпленням на шийках валів сталеві холоднокатані термооброблені поліровані стрічки, виготовлені з пружинистої сталі типу 65Г.

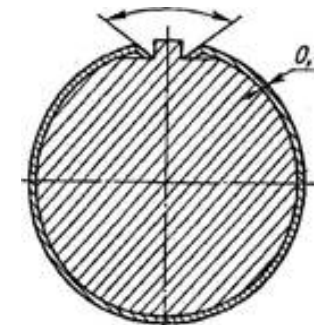


Рис. 1 – Схема відновлення шийок колінчастого валу пластинуванням

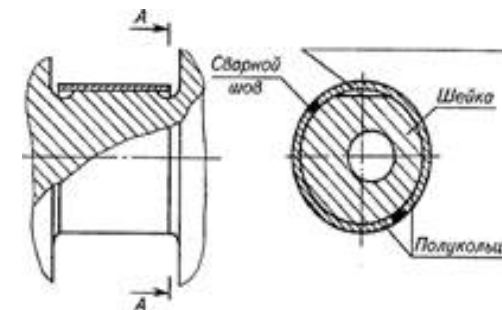


Рис. 2 – Схема відновлення шийок колінчастого валу двигуна автомобіля ВАЗ приварюванням сталевих півкілець

При використанні цього методу можна істотно спростити технологічний процес і оснащення для відновлення валів, повністю виключити зварюально-термічну дію на вал, відмовитися від шліфування і полірування відновлених валів, в 4...5 разів скоротити витрату металу і в 3 рази підвищити продуктивність процесу в порівнянні з наплавленням. Метод успішно апробований при відновленні чавунних валів двигунів автомобілів сімейства ВАЗ.

Список літератури

1. Воловик Е.Л. — Справочник по восстановлению деталей — М: Колос, 1991 г.
2. Молодык КВ., Зенкин АС. Восстановление деталей машин. - М.: Машиностроение, 1993 г.
3. Чернованов В.И. Организация и технология восстановления деталей машин. М.: ВО Агропромиздат, 1999 г.

АНАЛІЗ СПОСОБІВ ВІДНОВЛЕННЯ ВЕДУЧОЇ ВАЛ-ШЕСТЕРНІ ЗАДНЬОГО МОСТУ НА ПРИКЛАДІ АВТОМОБІЛЯ MA3-5335

О.С. Пічкур, *ст. гр. АТ-13С,*
Ф.М. Капелюшний, *доц., канд. техн. наук*
Кіровоградський національний технічний університет

В процесі експлуатації автомобілів надійність, закладена в них при виробництві, знижується внаслідок зношування деталей, корозії, втоми і старіння матеріалу та інших шкідливих процесів, що протікають в техніці. Шкідливі процеси викликають появу різних несправностей і дефектів, усунення яких стає необхідним для підтримки автомобіля в працездатному стані. Звідси виникає потреба в технічному обслуговуванні і ремонті.

Відновлювана деталь – ведуча вал-шестерня заднього мосту автомобіля MA3-5335, виготовлена зі сталі високого гатунку 30 ХГТ. Деталь представляє собою суцільнометалеву конструкцію, яка має три посадкові поверхні під підшипники, зубчастий конічний вінець зі спіральними зубами, шліцьову частину та різбовий кінець. Основними дефектами є знос поверхню під підшипники, знос шліців та пошкодження різби.

Електродугове наплавлення в середовищі вуглекислого газу забезпечує відновлення деталі з отриманням шару достатньої товщини. Механічні властивості наплавленого металу відповідають потрібним. Автоматичним і напівавтоматичним наплавленням зручно відновлювати деталі циліндричної форми, зокрема вали, і різбові поверхні.

З метою запобігти окислення металу, що наплавляється і забезпечити видалення оксидів наплавлення здійснюють в середовищі вуглекислого газу. Для розкислювання металу застосовується спеціальний зварювальний дріт. Наплавлення робиться по гвинтовій лінії. Для запобігання стіканню металу потрібні невелика сила струму і низька напруга. Щоб запобігти появі тріщин при наплавленні застосовується місцеве підігрівання деталі.

Перевагами цього методу є: менший нагрів деталей; можливість наплавлення у будь-якому положенні деталі; більш висока продуктивність; можливість наплавлення деталей невеликого діаметру (від 10 мм); не вимагається видаляти шлакову кірку; низька вартість.

Недоліки: підвищене розбризування металу; потрібний легований дріт; потрібний захист зварювальника від випромінювання дуги.

Автоматичне вібродугове наплавлення. Здійснюється вібрующим електродом за допомогою наплавлювальної головки в струмені рідини, вуглекислого газу або повітря для відновлення сталевих деталей.

Переваги: відновлення деталей малого діаметру; висока продуктивність для тонких шарів; не потрібна термічна обробка; фінішна обробка шліфуванням без точіння; невеликий нагрів деталей.

Недоліки: зниження втомної міцності; потрібні дроти з великим вмістом вуглецю (наплавлення на повітрі і в рідині).

Зварювання і наплавлення під шаром флюсу. Суть процесу зварювання і наплавки. Зварювання (наплавлення) під шаром флюсу є різновидом електродугового зварювання, при якому дуга горить під шаром зварювального флюсу, що забезпечує захист зварювальної ванни від повітря. Разом із захисними функціями флюс стабілізує горіння дуги, забезпечує розкислювання, легування і рафінування розплавленого сплаву зварювальної ванни.

До переваг зварювання (наплавлення) під шаром флюсу відноситься: висока продуктивність процесу, завдяки застосуванню великих струмів, великої глибини проплавлення, а також майже повної відсутності втрат металу на чад і розбризування;

можливість автоматизації процесу; висока якість наплавленого металу в результаті надійний захисту флюсом зварювальної ванни; поліпшення умов праці зварювальника.

До недоліків цього процесу зварювання слід віднести: значне нагрівання деталі; неможливість наплавлювання деталей діаметром менш 40 мм внаслідок стікання розплавленого металу, що наплавляється, і флюсу з поверхні відновлюваної деталі; необхідність в окремих випадках повторної термічної обробки деталі. При зварюванні під шаром флюсу продуктивність процесу по машинному часу підвищується в 6...12 разів в порівнянні з ручним дуговим зварюванням. Це досягається за рахунок використання великої щільності струму в електродному дроті.

Гальванічні покриття. Суть процесу гальванічного осадження металу на деталь полягає в отриманні покриття з електролітів, при проходженні через них постійного струму. Катодом є відновлювана деталь, анодом - металева пластина. При відновленні шийок під підшипники застосовують залізнення і хромування.

Залізнення - це процес отримання твердих зносостійких залізних покриттів з гарячих хлористих електролітів.

Переваги процесу: високий вихід по металу по струму – 85...90% (у 5-6 разів вище чим при хромуванні); велика швидкість нанесення покриття з великою твердістю; простий і дешевий електроліт; висока міцність зчеплення покриттів.

Недоліки: знижується втомна міцність деталей; шорсткість (бугристість) поверхні покриття (із-за наявності на поверхні покриття сторонніх часток і наявності гострих кромки і кути деталей).

Хромування.

Переваги: висока твердість покриття (у 1,5...2,0 разу вище чим при СВЧ); висока зносостійкість (у 3...5 разів вище чим загартована сталь); низький коефіцієнт тертя (на 50% нижче чим у сталі і чавуну); висока корозійна стійкість; висока міцність зчеплення з поверхнею деталі.

Недоліки: низький вихід металу по струму; невелика швидкість відкладення опадів; висока агресивність електроліту; велика кількість отруйних виділень; товщина покриття не більше 0,3 мм; погане утримання масла гладким хромом.

Усі приведені способи задовольняють критерію довговічності; найвищі значення коефіцієнта техніко-економічної ефективності мають осталовання (KE=0,637) і наплавлення в середовищі вуглекислого газу (KE=0,403).

Список літератури

1. Донецкий В. А. и др. Увеличение ресурса машин технологическими методами. — М.: „Машиностроение”, 1987 г.
2. Молодик М.В. "Відновлення деталей машин"
3. Ремонт автомобилей / Л. В. Дехтеринский, К. М. Акмаев, В. П. Алсин та ін.; Під ред. Л. В. Дехтеринского. - М., Транспорт, 1992. - 295 с.