

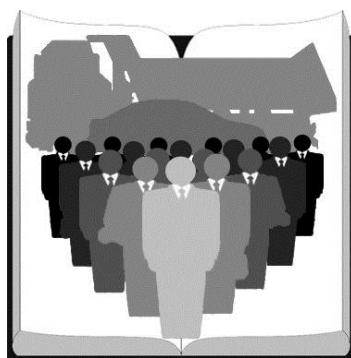
**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-
ДОРОЖНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

МАТЕРІАЛИ

всеукраїнського науково-практичного семінару

**”Забезпечення функціональної стабільності
автомобілів та тракторів”**

22 травня 2019 р., м. Харків



Харків, 2019

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

КЕРІВНИКИ ОРГКОМІТЕТУ

Туренко Анатолій Миколайович – ректор ХНАДУ, д.т.н., професор, Заслужений діяч науки і техніки України, академік Транспортної академії України, голова організаційного комітету семінару;

Богомолів Віктор Олександрович – проректор ХНАДУ з наукової роботи, д.т.н., професор, академік Транспортної академії України, заступник голови організаційного комітету семінару;

Сараєв Олексій Вікторович – декан автомобільного факультету ХНАДУ, д.т.н., професор, академік Транспортної академії України, заступник голови організаційного комітету семінару;

Подригало Михайло Абович – зав. кафедри технології машинобудування і ремонту машин ХНАДУ, д.т.н., професор, академік Транспортної академії України, заступник голови організаційного комітету семінару.

ЧЛЕНИ ОРГКОМІТЕТУ

Бажинов Олексій Васильович – зав. кафедри автомобільної електроніки ХНАДУ, д.т.н., професор, академік Транспортної академії України;

Тернюк Микола Еммануїлович – професор-консультант кафедри технології машинобудування і ремонту машин ХНАДУ, д.т.н., професор;

Лебедев Анатолій Тихонович – зав. кафедри тракторів і автомобілів Харківського національного університету сільського господарства імені Петра Василенка, д.т.н., професор;

Полянський Олександр Сергійович – професор кафедри технології машинобудування і ремонту машин ХНАДУ, д.т.н., професор, академік Транспортної академії України;

Сахно Володимир Прохорович – зав. кафедри автомобілів Національного транспортного університету, м. Київ, д.т.н., професор, академік Транспортної академії України;

Клец Дмитро Михайлович – проектний менеджер реформи дорожнього сектору команди підтримки реформ Міністерства інфраструктури

ри України, д.т.н., професор;

Гецович Євген Мойсейович – професор кафедри Трактори і сільгоспмашини Сумського національного аграрного університету, д.т.н., професор, член-кореспондент Транспортної академії України;

Мурований Ігор Сергійович – доцент кафедри автомобілів і транспортних технологій Луцького національного технічного університету, к.т.н.;

Лебедєв Сергій Анатолійович – директор Харківської філії державної установи "Український науково-дослідний інститут прогнозування та випробування техніки і технологій для сільськогосподарського виробництва імені Леоніда Погорілого", к.т.н.

СЕКРЕТАРІАТ КОНФЕРЕНЦІЇ ТА КОНТАКТИ

Абрамов Дмитрій Володимирович – відповідальний секретар семінару, доцент кафедри технології машинобудування і ремонту машин ХНАДУ, д.т.н., доцент;

Дубінін Євген Олександрович – відповідальний секретар семінару, доцент кафедри технології машинобудування і ремонту машин ХНАДУ, д.т.н., доцент;

Молодан Андрій Олександрович – відповідальний секретар семінару, доцент кафедри технології машинобудування і ремонту машин ХНАДУ, к.т.н., доцент;

Тесля Володимир Олегович – відповідальний секретар семінару, докторант кафедри технології машинобудування і ремонту машин ХНАДУ, к.т.н.

Контактний телефон: (057) 707-37-33

E-mail: tmirm@ukr.net

ЗМІСТ

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СТАБІЛЬНОСТІ АВТОМОБІЛІВ ТА ТРАКТОРІВ

Абрамов Д.В., Секеда М.С.	6
Фактори, що впливають на функціональну стабільність автомобіля	
Артьомов М.П.	8
Вплив парціальних прискорень на зміну вертикальних сил в процесі руху мобільної машини	
Байцур М.В., Подригало Н.М.	9
Розподіл елементів механічної передачі за співвідношенням кінетичної та потенційної енергії	
Дубінін Є.О., Клец Д.М., Полянський О.С.	10
Моделювання руху шарнірно-зчленованої колісної машини нерівностями	
Дудукалов Ю.В., Грібов О.О.	11
Підвищення ефективності виробничо-транспортних модулів кузовного ремонту автомобілів	
Дубінін Є.О., Полянський О.С., Хворост О.Г.	13
Визначення вертикального навантаження гусеничного трактора імовірнісним методом	
Клендій В.М., Заверуха Р.Р., Сіправська М.Д.	15
Лабораторний стенд для визначення робочих характеристик системи вприскування палива легкового автомобіля	
Молодан А.О., Власенко О.В., Булавін В.Д.	16
Ефективність нейронно-мережевих моделей в системах діагностики технічного стану двигунів на основі функціональної адаптації	
Коробко А.І., Гапоненко О.І., Козлов Ю.Ю.	18
Ефективність гальмування причепу за дорожнього методу випробувань	
Молодан А.О., Устінов А.С., Гончаров В.В.	19
Використання нейронно-мережевих моделей при діагностиці ДВЗ	
Назаров О.І., Шпінда Є.М.	21
Підвищення стабільності динамічних характеристик гальмівних механізмів	

Молодан А.О., Вязеленко В.К., Шульга М.Ю.	23
Контроль і діагностика технічного стану двигунів на основі інтелектуального аналізу даних	
Подригало М.А., Кайдалов Р.О., Кудімов С.А.	24
Підвищення експлуатаційних властивостей броньованих автомобілів Національної Гвардії України	
Потапов М.М.	25
Вплив кінематичного розузгодження в трансмісії повнопривідних тягово-транспортних засобів на їх паливно-економічні показники	
Подригало М.А., Тарасов Ю.В., Шеїн В.С., Радченко І.А.	27
Динамічні властивості автотранспортних засобів та їх показники	
Постернак І.М., Постернак С.О.	29
Оптимізація режиму роботи баштових кранів	
Рибалко І.В., Чистюхіна Н.О.	31
Застосування статистичних методів при управлінні якістю продукції на машинобудівних підприємствах	
Рубан Д.П., Крайник Ю.Л., Дзьоба В.В.	33
Нові технології у виробництві кузовів автобусів з умов корозії	
Савченков Б.В., Гончаров В.Г., Леоненко О.М.	35
Ефективний спосіб підвищення зносостійкості деталей автомобілів – дискретна обробка	
Тесля В.О., Босюк П.В.	36
Запобігання виникнення дорожньо-транспортних пригод, пов'язаних із несправністю автотранспортних засобів	
Цибульська Е.І., Цибульський В.А.	37
Щодо питання оцінки ефективності логістичного обслуговування промислового підприємства	
Худяков І.В., Грицук І.В., Манжелей В.С., Погорлецкій Д.С.	39
Морфологічна структура інформаційної системи моніторингу транспортних засобів в умовах експлуатації	
Цибульський В.А., Круковська А.В.	41
Забезпечення якості поверхонь виробів	

Абрамов Дмитрій Володимирович, докт. техн. наук, доцент каф. ТМ і РМ,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
Varan_mail@ukr.net

Секеда Марина Сергіївна, студентка гр. АПМ-21-17, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

ФАКТОРИ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ФУНКЦІОНАЛЬНУ СТАБІЛЬНІСТЬ АВТОМОБІЛЯ

Для забезпечення функціональної стабільності експлуатаційної властивості автомобіля необхідно домогтися стабільності параметрів автомобіля, що впливають на цю експлуатаційну властивість. На кожну експлуатаційну властивість автомобіля буде впливати цілий ряд параметрів. Разом з тим, один параметр автомобіля може впливати на кілька експлуатаційних властивостей.

Параметри автомобіля в початковий період експлуатації мають номінальні значення. В ході експлуатації автомобіля значення параметрів змінюються під дією різних факторів, які можна розділити на зовнішні і внутрішні.

До зовнішніх факторів слід віднести параметри, що характеризують умови експлуатації автомобіля. до внутрішніх факторів належать процеси зношування деталей автомобіля, якість і кількість пально-мастильних матеріалів, якість гальмівних колодок та інших витратних матеріалів, ступінь завантаження автомобіля. У свою чергу зміна параметрів автомобіля впливає на стабільність експлуатаційних властивостей.

Всі параметри автомобіля можна розділити на ті, що впливають на конкретну експлуатаційну властивість і ті, що не роблять впливу (які не впливають). Управління параметрами, що впливають, під час експлуатації автомобіля дозволяє забезпечити стабільність експлуатаційної властивості або, при необхідності, її кероване змінення.

Реалізація забезпечення стабільності параметра автомобіля, що впливає на його експлуатаційні властивості може бути здійснене з різним ступенем участі людини. Залежно від ступеня участі людини в процесі забезпечення стабільності параметра автомобіля і можливості його здійснення під час руху автомобіля, можна виділити 8 рівнів його реалізації.

Першим і найменш ефективним рівнем забезпечення функціональної стабільності є випадок, коли водій самостійно під час зупинки автомобіля повинен вимірювати значення контрольованого параметра за допомогою додаткових (не бортових) засобів вимірювання, самостійно приймати рішення про необхідність зміни цього параметра (необхідність керуючого впливу) і самостійно здійснює коригування розглянутого параметра за допомогою додаткових (які не входять в конструкцію автомобіля) пристроїв

або механізмів.

Прийняття рішення про необхідність коригуючого впливу здійснюється людиною (4-й рівень реалізації управління) або автоматично бортовою системою (5-й рівень реалізації управління). Сам коригуючий вплив здійснюється людиною під час зупинки автомобіля за допомогою додаткових пристроїв або механізмів.

Для 6-го рівня реалізації забезпечення стабільності параметра автомобіля, що впливає на його експлуатаційні властивості, буде характерно автоматичне його визначення, прийняття рішення про необхідність коригуючого впливу і здійснення людиною під час руху коригуючого впливу вбудованими бортовими засобами.

Повністю виключити участь людини в забезпеченні стабільності параметра автомобіля, що виявляє на стабільність експлуатаційних властивостей, можливо при досягненні 7-го рівня реалізації управління. При такому підході визначення значення контрольованого параметра, прийняття рішення про необхідність коригуючого впливу і саме коригуючий вплив здійснюються бортовими засобами в автоматичному режимі.

Найвищий 8-ий рівень реалізації забезпечення стабільності параметра автомобіля, що впливає на його експлуатаційні властивості, досягається застосуванням елементів штучного інтелекту, що дозволить домогтися адаптивності системи з функцією самонавчання.

Важливо не тільки підтримувати на певному рівні значення окремих параметрів автомобіля, а й управляти їх зміною для поліпшення тих чи інших його властивостей в конкретних експлуатаційних умовах.

Реалізація такого адаптивного управління параметром автомобіля може бути здійснена різними способами з різним ступенем участі людини. Залежно від ступеня участі людини в процесі адаптивного управління і можливості його здійснення під час руху автомобіля, також можна виділити 8 рівнів реалізації.

Артьомов Микола Прокопович, докт. техн. наук., професор, Харківський національний технічний університет ім. П. Василенка

ВПЛИВ ПАРЦІАЛЬНИХ ПРИСКОРЕНЬ НА ЗМІНУ ВЕРТИКАЛЬНИХ СИЛ В ПРОЦЕСІ РУХУ МОБІЛЬНОЇ МАШИНИ

В багатьох випадках для розрахунку сил, що діють на механічну систему застосовувався дослідниками принцип Германа-Д'Аламбера-Ейлера, відомого у механіці як принцип кінетостатики, або принцип квазістатичної рівноваги. Ідея Д'Аламбера полягала в тому, щоб привести рівняння динаміки до більш простих рівнянь статички. Мовою математики це означає приведення змішаної системи векторів, прискорень і сил, до однорідного векторного простору сил. Такий підхід дозволив у інженерній механіці значно спростити силовий аналіз складних механізмів.

Задовольнити високі вимоги агротехніки можливо тільки ретельно проаналізувавши режими руху мобільних машин, Від обраного режиму руху, способу керування залежить тривалість перехідного процесу, величини динамічних навантажень на елементи агрегату і всього терміну виконання операції, що позначається на продуктивності.

Загальне прискорення мобільної машини дорівнює сумі прискорень які вона отримує від дії усіх сил, що виводять її з одного стану рівномірного руху до іншого. Прискорення, яке отримує машина від дії сил, означає початок перехідного процесу і є показником динамічних властивостей.

Метод парціальних прискорень дозволяє визначати сили, що діють на мобільні агрегати з використанням трьохкомпонентних датчиків лінійних прискорень. Але у цьому випадку випробування необхідно проводити на конкретному агрофоні з навішуванням конкретного сільськогосподарського знаряддя.

Вплив зміни вертикальних прискорень на зміну сил, що діють від рушіїв мобільних машин, які викликають ущільнення ґрунту при зміні швидкості руху потребують додаткового дослідження.

Вертикальний динамічний вплив колеса на ґрунт носить складний характер, який важко описати математично. Для спрощення застосування математичного апарату навантаження від колісних рушіїв на ґрунт можна уявити як:

– періодичні (гармонійні), що виникають при русі на вирівняних полях.

При розрахунку динамічних навантажень від колеса на ґрунт приймаємо, що навантаження носять гармонійний характер.

У початковий момент руху трактора виникають ударні навантаження від колеса на ґрунт, що виникають внаслідок падіння колеса з деякої висоти нерівності, при цьому в початковий момент часу ($t=0$) механічні навантаження стрибком зростають від нуля до максимуму, а потім змінюється по гармонійному закону. При вивченні динамічних складових руху не враховують додаткові стохастичні фактори, що виникають при змінній масі сільськогосподарської машини. Встановлення зв'язку між зміною маси машин та формуванні вертикальної сили впливу на ґрунт мобільної машини, надає можливість зменшити витрати енергії на виконання технологічної операції.

Байцур М.В., канд. техн. наук, доцент каф. ТМ і РМ, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, maksim3103@gmail.com

Подригало Н.М., докт. техн. наук, професор кафедри інженерної та комп'ютерної графіки, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

РОЗПОДІЛ ЕЛЕМЕНТІВ МЕХАНІЧНОЇ ПЕРЕДАЧІ ЗА СПІВВІДНОШЕННЯМ КІНЕТИЧНОЇ ТА ПОТЕНЦІЙНОЇ ЕНЕРГІЇ

Будь-яка машина складається із двигуна, передачі й виконавчого органа або механізму. Для визначення діючих навантажень під час проведення динамічних розрахунків вузлів та агрегатів машин їх дійсні схеми представляють у приведенному виді.

У загальному випадку коректна схематизація рухливої механічної системи будь-якого вузла чи агрегата припускає опис її у вигляді дискретної ланцюгової динамічної моделі із пружними та опорними дисипативними з'єднаннями. Виглядають такі схеми як ланцюг, що складається з наведених мас (моментів інерції), приведених пружностей (піддатливості) і приведених моментів тертя. Залежно від цілей дослідження й конструктивних особливостей машин розрахункові схеми містять одну масу або систему зосереджених мас, з'єднаних пружними ланками або розподілених у межах певних ділянок. Приведені маси можуть бути по величині постійними і змінними. Твердість пружних ланок і зовнішні сили (рушійні сили й сили опору) у загальному випадку є змінними, залежними від положення системи або швидкості провідного елемента. При цьому інерційними, пружними та дисипативними властивостями володіють усі елементи динамічного ланцюга, але в різному ступені. Наприклад, вважається, що вали, будучи пружними ланками, накопичують незначну частину кінетичної енергії, а встановлені на валах деталі (зубчасті колеса, шківни, маховики), навпаки, є виключно накопичувачами кінетичної енергії і як пружні ланки зовсім не розглядаються. Причому чітке обґрунтування такого розподілу ланок відсутнє.

Нами запропонований метод ідентифікації елементів механічної передачі по пріоритетному виді енергії, що трансформується.

У якості критерія, за яким той або інший елемент може бути віднесений до інерційного, пружного або дисипативного, варто брати співвідношення величини кінетичної і потенційної енергій. Якщо елемент силової передачі при роботі в заданому режимі накопичує величину кінетичної енергії більшу, ніж величина його потенційної енергії, то зазначений елемент можна віднести до категорії інерційних. У протилежному випадку – до категорії пружних. Віднести елемент силової передачі до категорії дисипативних ланок можна за співвідношенням розсіяної енергії і енергії, переданої від двигуна до виконавчого органа. При рівності накопичених кінетичної і потенційної енергій елемент можна вважати пружною-інерційною ланкою.

Виходячи з цього, отримані критеріальні вираження для визначення категорії динамічних ланок при складанні дискретної ланцюгової динамічної моделі, які дозволяють більш коректно здійснювати побудову динамічних моделей механічних систем машинних агрегатів.

Дубінін Євген Олександрович, д-р техн. наук, доцент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Dubin-in-rmn@ukr.net

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

Хворост Олександр Григорович, аспірант, Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П. Василенка

ВИЗНАЧЕННЯ ВЕРТИКАЛЬНОГО НАВАНТАЖЕННЯ ГУСЕНИЧНОГО ТРАКТОРА ІМОВІРНІСНИМ МЕТОДОМ

Ходова частина гусеничного трактора включає в себе катки, що представляють собою статично невизначену багатоопорну систему. Імовірнісними методами визначено середнє навантаження на пару симетрично розташованих катків і розсіювання заданого навантаження. При визначенні навантаження використовувався імовірнісний метод, запропонований в роботі [1] для визначення вертикального навантаження на осі багатовісних автомобілів.

Нерівномірність розподілу вертикальних реакцій між катками визначається багатьма випадковими факторами, строго детермінувати які складно. Результатом є зміщення лінії дії сумарної вертикальної реакції на опорні катки щодо лінії дії сили тяжіння, прикладеної в центрі мас машини

$$x_0 = \frac{M}{m_{\text{Трив}} \cdot g},$$

де M – перекидаючий момент, що діє на трактор з боку навісних або причіпних знарядь;

$m_{\text{Трив}}$ – приведена, з урахуванням навісних знарядь, маса трактора;

g – прискорення сили тяжіння, $g=9,81 \text{ м/с}^2$.

Імовірнісний метод визначення навантаження на опорні катки полягає в тому, що визначають максимально і мінімально можливі зазначені величини навантаження, а потім їх усереднюють, знаходячи оцінку математичного очікування. Допускаючи, що ймовірнісний розподіл величин навантажень на катки підпорядковується нормальному закону, знаходять середнє квадратичне відхилення як одну шосту різниці між максимально і мінімально можливими значеннями навантажень.

Отримані залежності дозволяють надалі здійснювати оцінку надійності елементів ходової частини гусеничних тракторів.

Література

1. Стабильность эксплуатационных свойств колесных машин / Подригало М.А., Волков В.П., Карпенко В.А., Гецович Е.М., Бобошко А.А., Ефимчук В.М., Матырин А.Н. / Под ред.М.А. Подригало. – Харьков: Изд-во ХНАДУ, 2003. – 614 с.

Дудукалов Юрій Володимирович, к.т.н, доцент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, ncc_delcam@khadi.kharkov.ua
Грібов Олександр Олександрович, бакалавр, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, ncc_delcam@khadi.kharkov.ua

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЧО-ТРАНСПОРТНИХ МОДУЛІВ КУЗОВНОГО РЕМОНТУ АВТОМОБІЛІВ

Для кузовного ремонту легкових автомобілів на технологічних операціях зварювання та рихтування застосовується різне обладнання. До складу такого обладнання входять рихтувальні столи, підйомники, стенди або аналогічні пристрої, які оснащені відповідними кріпильними пристосуваннями. За їх допомогою легковий автомобіль фіксується на рихтувальному столі, а відповідними тяговими пристроями здійснюється виправлення пошкоджених конструкцій легкового автомобіля.

Сучасні конструкції кузовів легкових автомобілів мають складні геометрію та структуру, деталі кузова виконуються з різних матеріалів. Застосовуються підсилювачі конструкції, такі як вставки з високоміцної сталі, що забезпечують підвищення жорсткості і міцності.

Під час рихтування окремих деталей і ділянок пошкоджених кузовів легкових автомобілів потрібно відповідно враховувати ту обставину, що ці матеріали вимагають підвищених зусиль для деформування. Це обумовлює необхідність створювати великі зусилля під час проведення рихтувальних робіт. При цьому вплив відповідних напружень рихтування треба локалізувати в потрібних місцях, де проводиться виправлення конструкції, враховуючи суттєву різницю в міцності окремих деталей кузова. Також необхідно забезпечити відповідний напрям впливу зусиль, щоб вони діяли тільки на пошкоджену зону, і не допустити будь-якого впливу цих зусиль на неушкоджені зони. Якщо ця обставина не береться до уваги, то можливі під час рихтування пошкодженої зони всякі небажані зміни в інших зонах, що залишалися неушкодженими.

До недоліків стендів, робота яких побудована на визначенні величини і напрямку деформацій пошкодженого кузова можна віднести:

- відсутня можливість накопичення інформації по виконаних ремонтах кузовів різних моделей з фіксацією первинного стану і оцінкою якості відновлення, що дало б змогу порівнювати не лише з еталоном, а й аналогічними по технічному стану моделями кузовів автомобілів;
- обмеженість інформації, що може бути використана для управління та контролю за ремонтними операціями для проведення якісного та бездефектного рихтування.

Для підвищення ефективності такого технологічного обладнання необхідно розширити його функціональні та технічні можливості за рахунок створення інформаційного супроводження технологічних операцій. Застосовується вимірювання переміщень та їх похідних за часом по геометрії кузова, накопичення та класифікаційний аналіз інформації по первісному стану кузовів різних

моделей автомобілів, накопичення та класифікаційний аналіз інформації по проведенню процесів рихтування кузовів різних моделей автомобілів, підготовка для оператора рекомендацій по характеристикам процесу рихтування, накопичення та класифікаційний аналіз інформації по оцінці якості ремонту.

Для підвищення продуктивності та гнучкості до стенду для правки кузовів вводиться система вимірювання переміщень та їх похідних за часом по геометрії кузова за допомогою датчиків, блок управління з обчислювачем і зовнішньою пам'яттю для накопичення та класифікаційного аналізу інформації по станам кузовів різних моделей, а також блок відображення інформації для представлення оператору рекомендацій по проведенню ремонтних операцій, зокрема з пристроями впливу на зону деформації.

В процесі виконання технологічної операції рихтування під дією сил розтягування відслідковується зміна значення переміщень та їх похідних. Ця інформація обробляється належним чином із застосуванням програм штучного інтелекту по розпізнаванню та класифікаційному аналізу стану деталей кузова, що повинно перешкоджати виникненню дефектів в процесі рихтування (розриви деталей, пошкодження зварювальних швів, тощо). Зокрема, може бути рекомендовано додатково застосувати пристрої нагріву і охолодження для впливу на зону деформації. Щоб забезпечити бездефектний ремонт потрібно виконувати відповідну локалізацію впливу зусиль деформації. Локальні пристрої нагріву і охолодження з регуляторами потужності впливу та блоками управління встановлюються на пристроях просторового позиціонування.

В процесі рихтування під дією сил розтягування із застосуванням локальних пристроїв нагріву і охолодження з регуляторами потужності впливу відслідковується зміна значення переміщень та їх похідних. Ця інформація також обробляється належним чином із застосуванням програм штучного інтелекту по розпізнаванню та класифікаційному аналізу стану деталей кузова і накопичується в блоці зовнішньої пам'яті. Для управління процесом рихтування оператору пропонуються рекомендації по просторовому позиціонуванні пристроїв нагрівання та охолодження і встановленню потужності впливу для кузовів відповідних моделей автомобілів.

Таким чином, технологічне обладнання реалізується як самонавчальний стенд для рихтування кузовних деталей і знайти застосування для високопродуктивного та якісного виконання технологічних операцій відновлення кузовів автомобілів.

Високий рівень технічних характеристик забезпечується використанням системи управління з самонавчальними базами знань, які накопичують інформацію про початковий та вихідний стан кузовів для їх різноманітних конструкцій, апробовані алгоритми технологічних переходів, включаючи характеристики тягових зусиль і додаткових пристроїв нагрівання та охолодження, що, в свою чергу, дозволить підвищити продуктивність ремонту і якість виробів після ремонту за рахунок індивідуалізованого виконання технологічних процесів, що враховують фізико-механічні властивості матеріалів і фактичний стан технічного об'єкту.

Дубінін Євген Олександрович, д-р техн. наук, доцент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, [Dubinin-rmn@ukr.net](mailto:Dubin-in-rmn@ukr.net)

Клец Дмитро Михайлович, д-р техн. наук, професор, проектний менеджер реформи дорожнього сектору команди підтримки реформ Міністерства інфраструктури України

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

МОДЕЛЮВАННЯ РУХУ ШАРНІРНО-ЗЧЛЕНОВАНОЇ КОЛІСНОЇ МАШИНИ НЕРІВНОСТЯМИ

При вивченні процесу руху колісних машин, у тому числі і шарнірно-зчленованих, нерівностями для оцінювання стійкості положення і плавності ходу звичайно використовують різні теорії, в яких залишаються однаковими як показники параметрів коливальних процесів, так і способи складання диференціальних рівнянь руху.

При складанні динамічної моделі руху шарнірно-зчленованого колісного трактора нерівностями були враховані основні конструктивні параметри, що впливають на стійкість його положення в площині, перпендикулярній до опорної поверхні, а також характеристики самої опорної поверхні. Запропонований підхід дозволяє врахувати вертикальні й кутові коливання підресореної й непідресорених мас; взаємодію секцій у процесі руху; в'язко-пружні характеристики підвіски й шин трактора. Також прийнятий ряд припущень для спрощення математичної моделі.

У розглянутому варіанті сполучний шарнір трактора являє собою стандартну конструкцію без пружного елемента. Тобто, зневажаючи тертям у горизонтальному шарнірі, можна прийняти, що секції трактора рухаються у вертикальній поперечній площині незалежно одна від одної.

Відповідно до прийнятих припущень для дослідження процесу руху секцій шарнірно-зчленованого колісного трактора розглянуто рух центрів його підресореної й непідресореної мас передньої секції й центру мас задньої секції щодо координатних осей Y і Z . При цьому передню секцію трактора розглядали як двохмасову динамічну систему із чотирма ступенями волі, відповідними незалежним параметрам $\Delta_{н1}$ – лінійному переміщенню центру непідресореної маси передньої секції нормаллю до опорної поверхні; $\Delta_{п1}$ – лінійному переміщенню центру підресореної маси передньої секції нормаллю до осі коліс; φ_1 – куту нахилу підресореної маси передньої секції на підвісці; θ_1 – куту нахилу передньої секції внаслідок нерівномірної радіальної деформації шин. Задню секцію трактора розглядали як одномасову динамічну систему із двома ступенями волі, відповідними незалежним параметрам Δ_2 – лінійному переміщенню центру мас задньої секції нормаллю до опорної поверхні; θ_2 – куту нахилу задньої секції внаслідок нерівномірної радіальної деформації шин.

При розв'язанні прикладних завдань, пов'язаних з використанням спрощеної моделі, виникає необхідність у виборі таких збурювальних функцій, що

задовільно описуючи реальні збурювання, разом з тим мали б досить просте аналітичне вираження. З періодичних функцій зазначеним умовам добре задовольняють синусоїди, які можуть служити елементами для побудови довільних періодичних функцій. Стосовно до завдань стійкості синусоїдальні функції зручні тим, що ними можуть апроксимуватися імпульсні впливи від збурювань, що мають форму квадратного імпульсу, періодичної квадратної або пилкоподібної хвилі і так далі. Виходячи із цього, кути нахилу твірних нерівностей поверхні під колесами секцій ψ_1 і ψ_2 задаються у вигляді періодичних функцій.

Для побудови рівнянь руху секцій трактора використано рівняння Лагранжа другого роду, оскільки при прийнятих припущеннях розглянуті механічні системи є голономними. Для цього виписані вирази для кінетичної й потенційної енергії через узагальнені координати. Попередньо визначено геометричні положення центрів мас підресореної та невідресореної частин передньої секції, задньої секції в прийнятій системі координат.

Через малість введених узагальнених координат отримані рівняння Лагранжа були лінеаризовані щодо положення рівноваги, що відповідає горизонтальному положенню трактора. Лінеаризовані рівняння руху зручно представити в матричному вигляді

$$A_i \ddot{q}_i + D_i \dot{q}_i + C_i q_i = F_i, \quad (1)$$

де $q_1 = (\Delta_{п1}, \theta_1, \Delta_{п1}, \varphi_1)^T$ – вектор-стовпець узагальнених координат для передньої секції; $q_2 = (\Delta_2, \theta_2)^T$ – вектор-стовпець узагальнених координат для задньої секції; A , D , C – відповідно матриця кінетичної енергії, матриця дисипації, матриця потенційної енергії; F – вектор правих частин, який містить вирази для сили інерції, що відповідає зміні кута ψ ; i – номер секції.

Вирази для елементів вектора F були представлені у вигляді розкладань за ступенями $\psi(t)$ і $\dot{\psi}(t)$ до третього порядку включно, що дає можливість враховувати досить великі величини відхилення ψ від нульового рівня. Незважаючи на те, що отримані диференціальні рівняння є лінійними, одержання аналітичного розв'язку представляє значні труднощі з огляду на складності вираження для функцій правих частин. Тому виконано чисельний розв'язок з використанням ПЕОМ. Із цією метою система диференціальних рівнянь другого порядку перетворювалася до системи диференціальних рівнянь першого порядку. Для розв'язку отриманої системи використовувався чисельний метод Рунге-Кутти з корекцією кроку за часом.

В результаті проведених теоретичних досліджень отримано математичну модель руху секцій шарнірно-зчленованої колісної машини нерівностями. Проведено розрахунки на прикладі колісного шарнірно-зчленованого трактора з номінальним тяговим зусиллям 35 кН з відповідними характеристиками з застосуванням чисельного розв'язку з використанням ПЕОМ. Похибка у визначенні максимальних кутових швидкостей секцій у вертикальній поперечній площині з використанням математичного моделювання, порівняно з експериментальними даними, складала не більше 10%.

Клендій Володимир Миколайович к.т.н., доцент кафедри автомобілів, Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
Заверуха Руслан Романович асистент кафедри автомобілів, Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
Сіправська Марія Дмитрівна асистент кафедри автомобілів, Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, vova221@ukr.net

ЛАБОРАТОРНИЙ СТЕНД ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ РОБОЧИХ ХАРАКТЕРИСТИК СИСТЕМИ ВПРИСКУВАННЯ ПАЛИВА ЛЕГКОВОГО АВТОМОБІЛЯ

Задачею корисної моделі є розроблення стенду для дослідження параметрів та характеристик систем впорскування палива шляхом створення лабораторного стенда для визначення робочих характеристик системи впорскування палива легкового автомобіля, який виконано у вигляді потенціометричного вузла дросельної заслінки, реле контролю, електромагнітних форсунок, роз'єму пускової форсунки, λ-зонда, блока керування, джгута з'єднувальних провідників, електробензопомпи причому стенд обладнаний кутомірним пристроєм потенціометра для визначення положення дросельної заслінки, мультиметром для визначення електричних величин сигналів, комп'ютерним блоком живлення, універсальним кріпленням блока керування, універсальним кріпленням електробензопомпи та додатковими клемми під'єднання акумуляторної батареї.

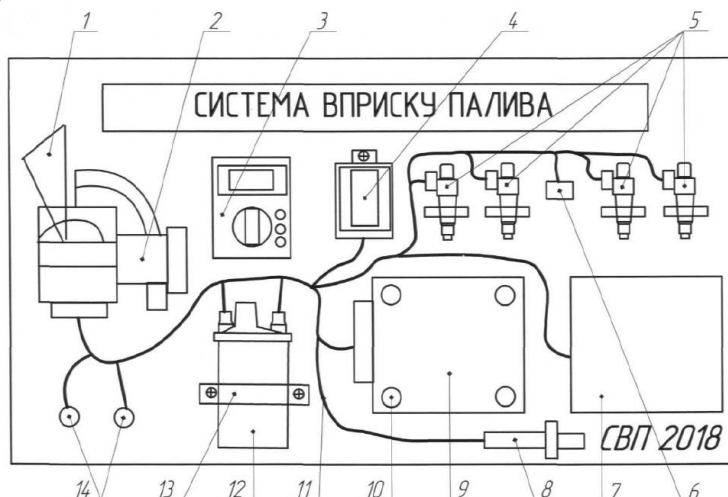


Рисунок 1 – Лабораторний стенд для визначення робочих характеристик системи впорскування палива легкового автомобіля

Лабораторний стенд для визначення робочих характеристик системи впорскування палива легкового автомобіля виконано у вигляді монтажної плити, на якій жорстко закріплені кутомірний пристрій потенціометра 1 для визначення положення дросельної заслінки, потенціометричний вузол дросельної заслінки 2, мультиметр 3 для визначення електричних величин сигналів, реле контролю 4, електромагнітні форсунки 5, роз'єм пускової форсунки 6, комп'ютерний блок живлення 7, λ-зонд 8. Також стенд оснащений блоком керування 9, універсальним кріпленням блока керування 10, джгутом з'єднувальних провідників 11, електробензопомпою 12, універсальним кріпленням електробензопомпи 13 та додатковими клемми під'єднання акумуляторної батареї 14.

В результаті експериментальних випробувань встановлено, що лабораторний стенд забезпечує широкий спектр досліджень і підвищує продуктивність і точність досліdnих вимірів і операцій.

Молодан Андрій Олександрович, канд техн. наук, доцент, докторант, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, tmirm@ukr.net
Власенко Олексій Валерійович, аспірант, Харківський національний автомобільно-дорожній університет
Булавін Владислав Дмитрович, магістрант, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

ЕФЕКТИВНІСТЬ НЕЙРОННО-МЕРЕЖЕВИХ МОДЕЛЕЙ В СИСТЕМАХ ДІАГНОСТИКИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ДВИГУНІВ НА ОСНОВІ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ АДАПТАЦІЇ

Двигун внутрішнього згоряння (ДВЗ) є складною технічною системою. Розвиток підходів до діагностики технічного стану ДВЗ йде в декількох напрямках: розробка нових фізичних принципів діагностики, розробка діагностичних засобів і систем, удосконалення алгоритмічних процедур. Актуальність питань діагностики досить висока, враховуючи, що є тенденції до розробки двигунів з великими ресурсами і з більшою експлуатаційною навантаженням. Ціна несправності, руйнування або катастрофи надзвичайно висока, особливо коли мова йде про людські життя. Розробка систем діагностики дозволяє підвищити безпеку експлуатації ДВЗ.

Конструктивно ДВЗ мають різні схеми, але всі вони мають основні вузли і агрегати. При формалізації підходів побудови нейронно-мережових (НМ) моделей для діагностики складних технічних об'єктів, таких як ДВЗ, необхідно враховувати, що визначення їх технічного стану ускладнюється характерними особливостями.

Очевидно, що для вирішення багатofакторної і варіативної задачі діагностики ДВЗ потрібна велика кількість різних нейронних мереж. Тому для реалізації універсального підходу до діагностики ДВЗ на базі нейронно-мережових технологій пропонується запровадити концепцію функціонально прозорих нейронних мереж.

Запропонована концепція має формалізувати правила побудови нейронно-мережових діагностичних моделей для комплексного вирішення діагностичних завдань з урахуванням як загальних, так і індивідуальних характеристик об'єкта діагностування.

Особливості складного технічного об'єкта, створеного на основі теоретичних і практичних знань, дозволили сформулювати концепцію, що забезпечує систему поглядів на оптимізацію нейронно-мережових моделей.

Концепція функціонування прозорої нейронної мережі заснована на наступних основних аспектах формування нейронно-мережової діагностичної моделі:

- 1) семантична адаптація функціональних залежностей до фізичного змісту процесів в об'єкті діагностування;
- 2) функціональне поєднання розрахункових і реальних характеристик;
- 3) самоорганізація інтелектуальних елементів всередині моделі.

Роботу кожного окремого вузла в ДВЗ, а також ДВЗ в цілому, можна уя-

вити у вигляді певної фізичної залежності. Вхідні і вихідні параметри цієї залежності будуть пов'язані між собою за допомогою внутрішніх характеристик об'єкта, наприклад ККД вузлів, величини витрат робочого тіла і т.п. Подібне уявлення має місце на етапі технічного проектування у вигляді математичних моделей об'єкта, однак для реального примірника ДВЗ такі залежності незастосовні, тому що різні фактори, такі як похибки при виготовленні і складанні, неточності вимірювання призводять до того, що закладені модельні характеристики вузлів ДВЗ не відповідають реальним.

У цьому разі роботу окремих вузлів або всього двигуна можна також представити функціональною залежністю, тобто висловити зміна параметрів в неявній формі, наприклад, у вигляді регресійної залежності. Найчастіше такі залежності реалізуються у самій спрощеній формі, коли параметри ДВЗ описуються тільки в залежності від режиму його роботи, який виражається через певний керуючий параметр.

Однією з головних особливостей НМ, як інтелектуального елемента, є те, що перед використанням їх за своїм прямим призначенням НМ необхідно навчити. Тобто сформована НМ, з певними вхідними і вихідними сигналами, максимально відповідними фізичному змісту процесів, що відбуваються в ДВЗ, повинна бути навчена за певними вхідними даними. Саме здатність до навчання може забезпечити реалізацію другого принципу функціонально прозорих НМ.

Необхідно відзначити, що в ряді діагностичних завдань не можна заздалегідь мати розрахункову модель процесу, наприклад, при побудові прогностичної моделі розвитку тренду. У цьому випадку принцип функціонального поєднання розрахункових і реальних характеристик трансформується в спільне використання в навчальних даних діагностичних ознак, отриманих як за результатами безпосереднього вимірювання параметрів ДВЗ, так і за результатами математичних розрахунків (непряме вимірювання). Навчання в цьому випадку виконується тільки за один етап.

Самоорганізація може бути реалізована як на етапі початкової побудівництва, так і в процес функціонування моделі, забезпечуючи адаптацію діагностичної моделі в процесі експлуатації об'єкта.

Сигнали, що подаються на вхід НМ відповідно до структури міжнейронних зв'язків, потрапляють на функціональні елементи (нейрони). Ці елементи взаємодіють між собою і під впливом структури зв'язків визначають алгоритм функціонування НМ, який в свою чергу визначає вектор вихідних сигналів мережі. Алгоритм навчання НМ спирається на вектора вхідних і вихідних сигналів, структуру зв'язків і алгоритм функціонування мережі. При цьому в процесі навчання виявляється вплив на функціональні елементи НМ і виконується самоорганізація структури міжнейронних зв'язків.

Реалізація запропонованої концепції функціонування НМ дозволяє формувати нейромережеві діагностичні моделі. Вхідні дані діагностичних НМ моделей в основному будуть визначатися реєструється параметрами ДВЗ, переліки яких розробляються на етапі проектування ДВЗ і зазвичай регламентуються нормативними документами для ДВЗ колісних машин.

Коробко Андрій Іванович, канд. техн. наук., доцент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, ak82andrey@gmail.com

Гапоненко Олександр Іванович, канд. техн. наук, Український науково-дослідний інститут прогнозування і випробування техніки і технологій для сільськогосподарського виробництва імені Леоніда Погорілого

Козлов Юрій Юрійович, інженер-метролог, Харківська філія Українського науково-дослідного інституту прогнозування і випробування техніки і технологій для сільськогосподарського виробництва імені Леоніда Погорілого, hfukrndipvt@gmail.com

ЕФЕКТИВНІСТЬ ГАЛЬМУВАННЯ ПРИЧЕПУ ЗА ДОРОЖНЬОГО МЕТОДУ ВИПРОБУВАНЬ

Відомим способом перевірки ефективності гальмівних систем автомобілів, тракторів і причепів є дорожній метод з використанням вимірювальної системи на основі акселерометра. Така вимірювальна система оцінює показники ефективності гальмування такі як гальмівний шлях, усталене сповільнення і візуально визначуваний параметр – вихід транспортного засобу за межі встановленого коридору руху. Недоліком цього методу є те, що при випробуванні гальмівних систем автомобільних і тракторних поїздів ефективність гальмування причепів визначається за показником усталеного сповільнення процесу гальмування і залежить від технічного стану гальмівної системи тягача. При цьому, за результатами випробувань може бути прийняте хибне рішення про технічний стан гальмівної системи причепа.

У доповіді наведено результати дослідження процесу вимірювання ефективності гальмування причепа незалежно від технічного стану тягача.

Вимірювання ефективності гальмування причепа передбачає вимірювання максимальних значень сповільнень тягача і причепа у момент початку гальмування, що відрізняються за рахунок зазорів у місці з'єднання тягача і причепа, високочутливими акселерометрами і за різницею значень цих сповільнень визначається гальмівна ефективність окремо тягача і причепа та визначається зусилля у точці зчеплення тягача і причепа.

На тягач і на причеп (на дишло причепа) встановлюються високочутливі акселерометри. Спеціальне програмне забезпечення обробки результатів вимірювань за результатами вимірювання максимальних значень сповільнень у момент початку гальмування кожним акселерометром розраховує значення гальмівної сили, що створюється гальмівними механізмами причепа та зусилля у точці зчеплення тягача і причепа. Порівнюючи отримані значення з нормативним значеннями, робиться висновок про відповідність гальмівної ефективності причепа встановленим вимогам.

Молодан Андрій Олександрович, канд техн. наук, доцент, докторант, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, tmirm@ukr.net
Устінов Артем Сергійович, аспірант, Харківський національний автомобільно-дорожній університет
Гончаров Владислав Валерійович, магістрант, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

ВИКОРИСТАННЯ НЕЙРОННО-МЕРЕЖЕВИХ МОДЕЛЕЙ ПРИ ДІАГНОСТИЦІ ДВЗ

При сучасному рівні автомобілізації в світі найважливіше місце займає забезпечення безвідмовності і надійності автомобіля і його основних вузлів, в тому числі двигуна. Це вимагає підтримки їх показників на необхідність високому рівні протягом усього періоду експлуатації. Особливу роль при цьому повинна грати своєчасна і якісна діагностика технічного стану цих вузлів з подальшим проведенням регламентних робіт, що впливають з результатів діагностування.

В даний час розрізняють стаціонарні та бортові системи діагностування ДВЗ. Для перших, як правило, немає жорстких обмежень на тривалість прийняття рішень. Для досягнення об'єктивного, обґрунтованого рішення можуть бути використані різні методи і засоби, що забезпечують високу точність. У більшості випадків при цьому не накладаються обмеження на масові та габаритні показники пристрою вимірювання, реєстрації та обробки інформації та їх вартість.

Для бортового діагностування характерна необхідність встановлення швидкого діагнозу надійними, але простими і недорогими засобами при цьому найчастіше на масу, розміри і вартість діагностичного обладнання накладають істотні обмеження. В результаті ряд методів, що знайшли широке застосування в стаціонарній діагностиці, не можуть бути реалізовані на борту автомобіля через малу швидкодію пристроїв, складності обробки одержуваних вихідних даних. Особливий інтерес для бортової діагностики є метод діагностування складних механізмів ДВЗ за допомогою нейронно-мережових моделей.

Якщо перекласти обов'язки обробки інформації та виявлення несправності з плечей оператора на штучний інтелект (машину, програму), можна очікувати значне зниження трудомісткості і підвищення точності методів діагностування і, як наслідок, подальше їх розвиток. Слід зазначити, що ще однією перевагою такого підходу є значне зниження вартості обладнання і самого процесу діагностування. Ще одна обставина, що свідчить на користь запропонованого підходу, це все зростаючий останнім часом інтерес до інтелектуальних систем, а саме до штучних нейронних мереж, які використовуються тоді, коли невідомий точний вид зв'язків між входами і виходами.

Штучні нейронні моделі виникли з досліджень в області штучного інтелекту, а саме, з спроб відтворити здатність біологічних нервових систем навчатися й аналізувати, моделюючи низькорівневу структуру мозку. Свою назву

нейронні мережі отримали через схожість з біологічним нейроном.

При розробці математичних нейронних моделей основним завданням є вибір типу нейромережі і методу її навчання, придатних для конкретної розв'язуваної задачі. Для розуміння принципу функціонування нейронних мереж розглянемо будову біологічного нейрона. Нервова система і мозок людини складається з нейронів, з'єднаних між собою нервовими волокнами. Нервові волокна здатні передавати електричні імпульси між нейронами. Кожен нейрон має відростки нервових волокон двох типів – дендрити, з яких приймаються імпульси, і єдиний аксон, за яким нейрон може передавати імпульс. Аксон контактує з дендритами інших нейронів через спеціальні освіти-синапси, які впливають на силу імпульсу.

Можна вважати, що при проходженні синапсу сила імпульсу змінюється в певне число раз, яке будемо називати вагою синапсу. Імпульси, що надійшли до нейрона одночасно по декількох дендритах, підсумовуються. Якщо сумарний імпульс перевищує деякий поріг, нейрон збуджується, формує власний імпульс і передає його далі по аксону. Важливо відзначити, що ваги синапсів можуть змінюватися з часом, а отже, змінюється і поведінка відповідного нейрона.

Серед властивостей штучних нейронних мереж із зворотними зв'язками викликає особливий інтерес їх здатність до навчання, тобто здатність налаштуватися на характерні для модельованого об'єкта взаємно однозначні зв'язки між вхідними і вихідними величинами.

Мережа навчається, щоб для деякого безлічі входів давати бажане безліч виходів. Кожне таке вхідне (або вихідне) безліч розглядається як вектор. Навчання здійснюється шляхом послідовного пред'явлення вхідних векторів з одночасним підстроюванням ваг відповідно до певної процедури. У процесі навчання ваги мережі поступово стають такими, щоб кожен вхідний вектор виробляв бажаний вихідний вектор.

Проведений аналіз дозволяє зробити висновок про те, що для завдання аналізу амплітуд спектрів вібрації блоку ДВЗ і прогнозування по ним збільшеного зазору в ГРМ чи ЦПГ досить буде нейронної мережі, що складається з трьох шарів: вхідного, проміжного (прихованого) і вихідного.

Кількість нейронів у вхідному і вихідному шарах мережі визначаються кількістю компонент відповідно вхідного і вихідного векторів.

В якості вхідних даних спочатку були визначені сім параметрів: п'ять амплітуд коливань на частотах, обраних в інтервалі від 9000 до 14000 Гц, так як тут наші спостереження показали найбільшу відміну картини при різних зазорах в механізмі газорозподілу, частота обертання валу двигуна і розвивається двигуном крутний момент. Це визначило, що спочатку кількість нейронів у вхідному шарі дорівнювала семи.

Виходом нейронної мережі є прогноз несправності – є несправність чи ні, тобто всього одна змінна, що змінюється в діапазоні від 0 до 1. Тому у вихідному шарі міститься всього один нейрон.

Назаров Олександр Іванович, канд. техн. наук, доцент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет hefer64@ukr.net
Шпінда Євген Михайлович, аспірант, Харківський національний автомобільно-дорожній університет z1103mzaq@gmail.com

ПІДВИЩЕННЯ СТАБІЛЬНОСТІ ДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГАЛЬМІВНИХ МЕХАНІЗМІВ

Легкові автомобілі повинні забезпечувати необхідні показники ефективності гальмування не тільки на початку, але і протягом всього періоду експлуатації, при будь-якому поєднанні зовнішніх впливів і внутрішніх збурень в гальмівному управлінні.

Внутрішні зміни у гальмівному управлінні можуть бути зворотними, тобто усуненими в результаті технічного обслуговування й ремонту.

До числа зворотних змін, що впливають на ефективність гальмування автомобіля, відноситься зміна коефіцієнта тертя фрикційних пар. Це пов'язане з нагріванням фрикційних пар у результаті інтенсивних, частих або тривалих гальмувань, а також попаданням дорожнього пилю. Оцінку здатності гальмівного управління адаптуватися до вказаних змін проводять при гальмівних випробуваннях.

Оцінку ефективності гальмування при нагрітих гальмах здійснюють в процесі випробувань тип 1 і 2. Крім того, передбачено спеціальний етап випробувань – визначення термонавантаження та ефективності охолодження гальмівних механізмів.

До числа незворотних змін, що впливають на ефективність гальмування, відноситься зміна властивостей матеріалів внаслідок інтенсивного нагрівання робочого тіла, яке використовується в гальмівному приводі. Ці зміни впливають і на збільшення часу спрацьовування гальмівного привода, зниження приводного тиску та, як результат, – зменшення темпу зростання гальмівних моментів на колесах.

Зменшення передавальної функції гальмівного привода може бути викликано зносом або механічними пошкодженнями.

До числа змін в гальмівному управлінні, усуваються при технічному обслуговуванні або ремонті, відноситься збільшений зазор між поверхнями фрикційної пари внаслідок їх зношування й граничний знос останніх.

Застосування дискових гальм на сучасних легкових автомобілях дозволило збільшити стабільність показників гальмування, так як при зношуванні фрикційних накладок зазор між гальмівними колодками і диском регулюється автоматично за рахунок конструктивного рішення: гумові кільця відводять поршні від колодок на одну і ту ж відстань, яка визначається їх пружною деформацією.

Але у такому випадку гальмівні моменти, що розвиваються на лівому і правому колесах передньої й задньої осей, не рівні за значенням і незалежно від розподілу нормального навантаження на них при гальмуваннях у різних умовах

руху (на підйомі, на спуску, в повороті, дорога з поперечним ухилом), що, в свою чергу, призводить до зниження ефективності гальмування внаслідок недовикористання питомої гальмівної сили автомобіля.

Крім того, конструкції гальмівних механізмів передньо- і задньоприводних легкових автомобілів передбачають фрикційні пари, які при гальмуванні самоустановлюються та забезпечують автоматичне регулювання зазору між накладками і ротором за рахунок пристрою для автоматичного регулювання. Це забезпечує найбільший гальмівний ефект, але не забезпечує стабільність, що в результаті призводить до не рівномірно зношування фрикційних накладок гальмівних колодок.

Для забезпечення найвищої стабільної ефективності гальмування в усіх випадках експлуатації слід забезпечити більш повне використання коефіцієнта зчіпної ваги автомобіля шляхом регулювання приводного тиску в гальмівних контурах кожного колеса в залежності від зміни нормального навантаження на ньому та коефіцієнта тертя ковзання фрикційних пар.

Для цього було запропоновано варіанти конструкцій дискових і барабанних гальмівних механізмів зі спеціальною макрогеометрією фрикційної пари, що мають збільшену площу тертя, в тих же габаритних розмірах, що і аналоги.

В основу рішення проблеми покладено задачу підвищення стабільності гальмівного моменту за рахунок використання спеціального профілю ротора і фрикційних накладок при комбінованій схемі підключення з динамічними регуляторами гальмівних сил.

В основу вдосконаленої конструкції гальмівних механізмів покладено завдання підвищення ефективності гальмування автомобіля в експлуатаційних умовах, за яких має місце нерівність гальмівних сил між бортами автомобіля, та стабілізація гальмівного моменту при змінному коефіцієнті тертя ковзання відповідно до заданого водієм зусиллям на педалі, тобто тиском в гальмівному приводі.

Забезпечення постійної величини гальмівного моменту, котрий залежить від зміни коефіцієнта тертя у фрикційній парі, дозволяє поліпшити якість і стабільність регулювання в разі застосування динамічних регуляторів гальмівних сил, запатентованої конструкції.

Стабілізація гальмівного моменту дає можливість підвищити стабільність розподілу гальмівних сил по осях і бортах автомобіля, що підвищує і стійкість при гальмуванні.

Проте ускладнення конструкції фрикційних пар гальмівних механізмів і гідравлічної системи вимагає збільшення трудомісткості виготовлення й складання, що в ряді випадків є економічно недоцільним або, навіть, технічно неможливим.

Молодан Андрій Олександрович, канд техн. наук, доцент, докторант, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, tmirm@ukr.net
Вязеленко Володимир Костянтинівич, аспірант, Харківський національний автомобільно-дорожній університет
Шульга Максим Юрійович, магістрант, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

КОНТРОЛЬ І ДІАГНОСТИКА ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ДВИГУНІВ НА ОСНОВІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛІЗУ ДАНИХ

Двигун внутрішнього згоряння (ДВЗ) як відновлюваний об'єкт протягом терміну служби вимагає постійного моніторингу, трудомісткість якого залежить від рівня автоматизації, процесів отримання, обробки, зберігання, документування інформації про поточний стан автомобільного двигуна, а також контролю, діагностики, прогнозування її технічного стану, послідовність і методи виконання яких визначають інформаційну технологію моніторингу (ІТМ). За собом їх реалізації є розподілені системи моніторингу, на які покладається завдання визначення ступеня відповідності об'єкта моніторингу пропонованим вимогам, тобто контролю його технічного стану.

Контроль і діагностика технічного стану ДВЗ на основі якісних моделей, побудованих на основі малої кількості даних (малої вибірки), з урахуванням факторів невизначеності та індивідуальних особливостей протікають у ДВЗ процесів. Основну увагу зосереджено на розробці методів розв'язання задач контролю і діагностики ДВЗ в нейромережевому базисі, з метою відпрацювання інженерних методик і доведення їх до закінчених програмних продуктів, що реалізують технологію процесу моніторингу технічного стану авіаційного двигуна.

Максимально врахувати індивідуальні особливості ДВЗ шляхом використання математичної моделі, яка адаптується (приспосовується) під індивідуальні характеристики останнього, отримані в процесі випробування двигуна на випробувальному стенді дозволяє реалізація FDI-методу. При використанні нейронних мереж для вирішення задач контролю і діагностики стану ДВЗ наявна апріорна інформація пред'являється нейронній мережі у вигляді готових рішень (задачників), на основі яких здійснюється процес її навчання (довчання). При оцінці якості роботи мережі на її вхід подаються дані з тестової вибірки, на основі яких вона обчислює вектор відхилень (різниця між виходом нейронної мережі і бажаними характеристиками).

Проблемою підвищення якості розпізнавання є підвищення точності визначення меж класів станів двигуна. Ця проблема обумовлена тим, що вони істотно залежать від співвідношень між динамічними параметрами ДВЗ (і спектральними характеристиками всіх видів впливу і збурень, що мають випадковий характер, і, отже, є умовними).

Подригало Михайло Абович, доктор технічних наук, професор, головний науковий співробітник науково-дослідного центру НГУ;
Кайдалов Руслан Олегович, доктор технічних наук, доцент, начальник кафедри бойового та логістичного забезпечення оперативно-тактичного факультету Національної академії НГУ, полковник;
Кудімов Сергій Анатолійович, ад'юнкт ад'юнктури та докторантури Національної академії НГУ, підполковник

ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ БРОНЬОВАНИХ АВТОМОБІЛІВ НАЦІОНАЛЬНОЇ ГВАРДІЇ УКРАЇНИ

Експлуатаційні властивості військової автомобільної техніки у сукупності характеризують технічний рівень конструкції машини. До основних експлуатаційно-технічних властивостей військової техніки відносяться:

- масові та геометричні характеристики;
- тягово-швидкісні властивості;
- паливна економічність;
- прохідність;
- стійкість;
- плавність ходу;
- гальмівні властивості;
- водохідність.

Так курсова стійкість броньованих автомобілів являється важливою складовою експлуатаційних властивостей, що впливає не лише на безпеку руху, а й забезпечує високу оперативно-тактичну рухомість підрозділів НГУ під час виконання службово-бойових завдань. На показники курсової стійкості здійснюють вплив, як умови руху, так й конструктивні параметри броньованих автомобілів. Найбільш важливими факторами, що визначають стійкість броньованих автомобілів є: коефіцієнт зчеплення коліс з дорогою, положення центру мас та розподіл крутних моментів між осями автомобіля.

В ході проведених досліджень визначено що для броньованих автомобілів КрАЗ «Спартан», КрАЗ «Кугуар», «Варта» при їх використанні в дорожніх умовах, що характеризуються високим коефіцієнтом зчеплення коліс з дорогою $\varphi = 0.8$ небезпеки виникнення втрати стійкості руху не виникає навіть при русі з максимальними прискореннями. Але треба зазначити, що виконання підрозділами НГУ завдань за призначенням здійснюється за любых умов обстановки. Стосовно експлуатації техніки особливого значення набувають погодні та дорожні умови, при яких коефіцієнт зчеплення коліс з дорогою зменшується. Так, відповідно до отриманих результатів, небезпека втрати стійкості руху на розглянутих автомобілях може виникати при русі на максимальних прискореннях в тяговому режимі при зменшенні коефіцієнту зчеплення коліс з дорогою починаючи з $\varphi = 0.6$. Так виникає необхідність у підвищенні стійкості руху бронеавтомобілів в дорожніх умовах, що характеризуються низькими коефіцієнтами зчеплення коліс з дорогою.

Одним з напрямком забезпечення стійкості руху є обладнання броньованих автомобілів комбінованими енергетичними установками з електроприводом ведучих коліс, які на ряду з покращенням паливної економічності та динамічності, забезпечать стійкість руху в складних дорожніх умовах за рахунок перерозподілу крутних моментів між осями автомобіля в тяговому режимі.

ВПЛИВ КІНЕМАТИЧНОГО РОЗУЗГОДЖЕННЯ В ТРАНСМІСІЇ ПОВНОПРИВІДНИХ ТЯГОВО-ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ НА ЇХ ПАЛИВНО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ

Проблеми функціонування повнопривідних колісних машин, зокрема, проблема компенсації кінематичного неузгодженості в русі коліс блокованих мостів, знайшли широке висвітлення в сучасній науковій літературі. Проводиться докладний аналіз факторів, що впливають на пружне скручування валів повнопривідних транспортних машин, розкривають фізичну сутність явища кінематичного неузгодженості.

При роботі машини з колісною формулою 4x4 на еластичних рушіях радіуси кочення коліс не залишаються постійними, а змінюються під дією підведеного крутного моменту. На твердій основі в машині з однаково жорсткими приводами на мости при відсутності динамічних навантажень в силовій передачі підведений момент рушання повинен розподілятися по мостах порівну.

Завдяки "слідчим" властивостям шин, визначеним в основному окружною еластичністю, кінематичне неузгодженість зникає. При цьому рівність радіусів кочення постійно підтримується різними за величиною крутими моментами.

Відзначається три основні випадки нерівномірного розподілу моментів по мостах повнопривідної колісної машини з блокованою трансмісією:

- моменти мають позитивне значення;
- моменти мають різні знаки, причому під час вирівнювання радіусів кочення колеса не ковзають;
- моменти мають різні знаки, причому через значну різницю радіусів r_{k_1} та r_{k_2} їх вирівнювання відбувається при ковзанні коліс однієї або обох осей.

Приріст сили опору коченню повнопривідного ТТС з блокованим приводом провідних мостів практично пропорційно кінематичній неузгодженості в їх русі. Компенсація останнього до певного рівня здійснюється за рахунок поздовжніх деформацій контактних елементів шин. При цьому основна частина додаткових енерговитрат розсіюється в контурі силової передачі, що зв'язує ведучі мости. Якщо при підвищенні рівня кінематичного невідповідності, пружні моменти перевищують граничні значення по зчеплення шини з опорною поверхнею, то з'являються енерговитрати, пов'язані з прослизанням контактної відбитка шини. Приріст сили опору перекочуванню ТТС для малій мірі кінематичного неузгодженості може бути знайдено з рівняння еквівалентності роботи, що розсіюється в трансмісії за один оборот колеса і роботи додаткової сили P_f на тому ж відрізьку шляху.

Додаткові витрати потужності, пов'язані з рухом машини в таких умовах, при інших рівних (радіусі кочення і тангенціальною еластичністю) залежать від кута повороту і коефіцієнта опору шини відводу.

Вивчення явища кінематичного невідповідності в системі «опорна повер-

хня-двигун-трансмiсія» неможливо без розгляду процесів кочення еластичного колеса по різних опорних підстав, процесів деформації шини, процесу навантаження елементів трансмісії.

Динамічні явища, що виникають в процесі навантаження трансмісії, практично мало досліджені.

Якщо на розглянутому автомобілі встановлена роздавальна коробка з блокованим приводом, то при неоднакових радіусів кочення передніх і задніх коліс під час руху на повороті або на нерівній дорозі, в трансмісії може виникнути циркуляція потужності.

В цих умовах колеса одного з мостів перебувають у гірших по зчепленню умовах можуть прослизати по опорній поверхні, що викликає додатковий опір і режим руху цих коліс стає не тяговим, а гальмівним. В результаті цього процесу трансмісія закручується додатковим моментом, і через неї до іншого мосту віддається потужність, яка може бути більше потужності, що розвивається двигуном. Це явище «накопичення» і «віддачі» потужності отримало назву «циркуляції». При цьому, умовою виникнення циркуляції є наявність в передачі замкнутого контуру, в якому виникає замкнутий силовий потік. При цьому, внаслідок закону збереження енергії, повинен зберігатися потужнісний баланс. Циркулююча потужність повинна відбуватися від джерела до приймача, має накопичуватися в елементах конструкції, не створювати корисної потужності. Для передачі циркуляції повинен існувати «потік».

У світлі вищевикладеного стає очевидною актуальність проблеми компенсації кінематичного неузгодженості в русі заблокованих мостів повнопривідного ТТС. Основними способами компенсації, запропонованими дослідниками, є:

- введення диференціальних зв'язків між мостами;
- вирівнювання радіусів кочення заблокованих коліс.

Важливо відзначити, що прихильники обох способів не роблять однозначних висновків, відкидаючи блокування в першому випадку або диференціал у другому. Всі сходяться на думці, що відмінність умов роботи повнопривідної колісної машини в той чи інший момент часу вимагає від трансмісії можливості працювати як в диференціальному, так і в заблокованому режимі. Однак прихильники першого напряму стоять на позиції використання переважно диференціального приводу на мости як забезпечує раціональне (рівномірний) розподіл крутних моментів з введенням в нього механізмів автоматичного блокування. Інші ж відстоюють думку, що виконання основних операцій повнопривідна машина, зокрема трактор повинна здійснювати в режимі заблокованого приводу як дозволяє максимально використовувати зчіпну вагу, а усувати виникає кінематичне невідповідність необхідно шляхом вирівнювання радіусів кочення коліс в кожному конкретному випадку.

Подригало Михайло Абович, д.т.н., професор, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, pmikhab@gmail.com

Тарасов Юрій Володимирович, к.т.н., доцент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, yuriy.ledd@gmail.com

Шейн Віталій Сергійович, к.т.н., ст. викладач, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, vitalik-mt@yandex.ua

Радченко І.А., к.в.н., доцент, Національна академія Національної гвардії України, radik19702603@gmail.com

ДИНАМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ АВТОТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ТА ЇХ ПОКАЗНИКИ

Існуючі показники динамічних властивостей автотранспортних засобів в повному обсязі враховують фактори, які впливають на сучасні автомобілі. Дані недоліки призводять до помилок не тільки при розробці нормативів, але і при їх виборі для конкретних умов, оскільки невраховані показники зумовлюють помилки в оцінці технічного рівня автомобілів. Застосування не уточнених показників динамічних властивостей автотранспортних засобів для управління технічним станом автомобілів тягне за собою матеріальні збитки в зв'язку з необгрунтованим підвищенням витрат при несвоєчасному технічному обслуговуванні (ТО) і ремонті.

Оцінка динамічних властивостей автомобіля зводиться як до оцінки здатності останнього долати дорожній опір, так і здійснювати швидкий розгін до максимальної швидкості. Однак, розгінні характеристики не дають можливості оцінити витрати тягової сили на подолання сил опору руху і зробити оцінку технічного рівня автомобілів.

Динамічні властивості включають в себе частину властивостей, що входять в експлуатаційні властивості автомобілів. Вперше поняття «експлуатаційні властивості автомобілів» ввів Є.О. Чудаков в своїх роботах. Він виділив експлуатаційні властивості, які є найбільш важливими з точки зору оцінки автомобіля в сенсі придатності його для роботи в різних умовах: вантажопідйомність або пасажиромісткість; динамічні або тягові властивості автомобіля; економічність автомобіля; запас ходу автомобіля; надійність автомобіля; використання ваги автомобіля; використання габариту автомобіля; маневреність автомобіля; стійкість автомобіля; легкість управління автомобілем; плавність ходу автомобіля; легкість догляду за автомобілем.

В процесі розвитку теорії автомобіля класифікація експлуатаційних властивостей удосконалилася. Однак, у всіх класифікаціях експлуатаційних властивостей автомобілів можна виділити групу властивостей, яку слід віднести до динамічної.

При теоретичних дослідженнях динамічних машин розглядається рівномірний, прискорений і уповільнений рух. Рівномірний рух є найбільш енергое-

кономічним, оскільки енергія руху в цьому випадку витрачається тільки на подолання сил стаціонарного опору. Прискорений рух супроводжується додатковим витратанням енергії двигуна на збільшення кінетичної енергії (кількості руху) машини.

Лінійне прискорення автомобіля $\frac{dV_a}{dt}$ прийнято в якості показника динамічних властивостей автомобіля. Час розгону до максимальної або до заданої швидкості визначається при проведенні випробувань автомобіля на розгін. Залежність лінійної швидкості V_a і шляху розгону δ_p від часу отримали назву розгінна характеристика автомобіля. Однак, розгінні характеристики не дають можливості оцінити витрати тягової сили на подолання сил опору руху. Для цього в теорії автомобіля введено відоме поняття динамічного фактора.

При $G = const$ і $V_a = const$ мінливість показника D визначається мінливістю тягової сили P_k , оскільки сила аеродинамічного опору P_w залежить тільки від лінійної швидкості автомобіля.

Динамічний фактор D характеризує як здатність автомобіля долати максимальний дорожній опір, так і створювати максимальне прискорення при розгоні. Чим менше значення прийме коефіцієнт δ_p , тим більш високі значення

може приймати лінійне прискорення $\frac{dV_a}{dt}$ при тих же значеннях D і ψ .

Раніше в було доведено, що використання безступінчастих передач (при яких $A_2=0$) дозволить збільшити прискорення автомобіля і зменшити витрати енергії двигуна при розгоні. Оптимальне зниження витрат енергії в цьому випадку становить від 3,8 до 5,8% для легкових автомобілів і до 16,5% у вантажних автомобілів 5-го класу.

При оцінці здатності автомобіля долати максимальний дорожній опір неможливо в повній мірі оцінити вплив аеродинамічних параметрів (і ступеня їх досконалості) на динамічність автомобіля. Тому було запропоновано показник - коефіцієнт динамічності $K_{дин}$, що є відношенням тягової сили автомобіля P_k до сумарної сили опору руху ΣP_c .

Так само для оцінки технічного рівня автомобілів введено поняття автомобіля-лідера, щодо якого (за величинами початкових прискорень при розгоні) запропоновано визначати, так званий індекс динамічності автомобіля. Автомобіль-лідер – це автомобіль, що володіє на момент розгляду найбільшою динамічністю (найвищим значенням початкового прискорення).

На думку авторів показники: індекс динамічності автомобіля і індекс динамічності автомобіля-лідера дозволяють проводити порівняльний аналіз динамічних характеристик різних моделей автомобілів.

Постернак Ірина Михайлівна, канд. техн. наук, доцент, Одеська державна академія будівництва та архітектури, posternak.i@gmail.com
Постернак Сергій Олексійович, канд. техн. наук, доцент, ПП «Композит», м. Одеса, icomos.rur@gmail.com

ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЖИМУ РОБОТИ БАШТОВИХ КРАНІВ

Вибір монтажних кранів, їх прив'язка до осей будівлі, визначення зон впливу є невід'ємною складовою проектування будівельних генеральних планів, як на стадії проектування організації будівництва, так і на стадії виконання проектів виконання робіт. Без ретельного підбору комплектів вантажопідйомних машин та їх розташування, порівняння декількох варіантів із вибором оптимального, неможлива раціональна організація господарства на будівельному майданчику.

Баштовими кранами називають поворотні крани зі стрілою, шарнірно закріпленою у верхній частині вертикально розташованої башти. Ці крани призначені для механізації будівельно-монтажних робіт при зведенні різноманітних будівель.

За конструкцією башти розрізняють крани з поворотною (КБ-1000, КБ-403, КБ-503, КБ-408) і крани з неповоротною баштою (крани КБ-473, КБ-676, КБ-674). У баштових кранів з поворотною баштою опорно-поворотний пристрій розміщений внизу. У кранів з неповоротною баштою опорно-поворотний пристрій баштового крана розміщений вгорі крана. За конструкцією стріли крани класифікують: з піднімальними й балковими стрілами.

Специфіка роботи цих вантажопідйомних машин полягає у тому, що значну частину робочого циклу займають перехідні режими (пуск та гальмування) механізмів зміни вильоту та підйому вантажу. Таким чином, тривалість перехідних процесів механізмів зміни вильоту та підйому вантажу пов'язана із продуктивністю роботи крана. Спроби скорочення тривалості перехідних процесів у механізмі зміни вильоту обмежуються необхідністю усунути коливання вантажу, які виникають протягом перехідних процесів. Крім того, перехідні процеси впливають на динамічні та енергетичні показники роботи крана.

Для механізму підйому вантажу динамічні процеси протягом перехідних режимів руху (підйом або опускання вантажу), впливають на величину навантажень (зусилля або моменти) у гнучкому підвісі та приводі механізму. Коливання у гнучкому підвісі передаються на стрілу крана і навантажують його додатковими згинальними моментами. Бажано експлуатувати баштовий кран таким чином, щоб коливальні динамічні процеси у його механізмах усувались протягом перехідних режимів руху. Процес усунення коливань елементів у механізмах баштового крана повинен проходити при мінімізації небажаних факторів і максимізації бажаних.

Багатьма дослідниками було встановлено зв'язок між зниженням навантажень у механізмах машин та підвищенням їх надійності і довговічності. Найбільшими навантаженнями у елементах баштових кранів є динамічні, виникнення

яких пов'язане із параметрами самого крана (маси, моменти інерції, жорсткості та коефіцієнти дисипації окремих елементів), вантажів, які ним переносяться, та параметрами приводних механізмів (пусковий, максимальний, номінальний моменти, кінематична схема механізму тощо). Змінюючи ці параметри можна добитись мінімізації динамічних навантажень. Однак, раціональним шляхом мінімізації динамічних навантажень кранів є оптимізація режимів руху їх механізмів, при цьому конструкція крана не змінюється, а змінюється лише характер прикладання рушійного зусилля (моменту). Таким чином, реалізація оптимального керування механізмами крана з метою мінімізації динамічних навантажень не вимагає значних капітальних вкладень.

Пуск, зміна швидкості та гальмування механізмів зміни вильоту та підйому вантажу баштового крана супроводжується коливаннями вантажу, закріпленого на гнучкому підвісі. Прицільне наведення вантажу на місце адресації можливе тільки із усуненням його коливань. Коливання вантажу необхідно особливо уникати під час виконання висотних робіт. Усунення коливань вантажу дозволяє збільшити продуктивність роботи баштового крана, знижує навантаження у приводних елементах крана та дозволяє підвищити зручність і безпеку його експлуатації.

У теперішній час зростають потреби у нових будівельних баштових кранах, які б можна було експлуатувати із значною продуктивністю, мінімальними витратами енергії та належним забезпеченням безпеки праці. Для кранів, які відпрацювали свій ресурс та є технічно застарілими, необхідно зменшувати робочі навантаження. Забезпечити всі вказані вище вимоги можливо за допомогою зниження динамічних навантажень у елементах крана та при умові усунення коливань вантажу, закріпленого на гнучкому підвісі, що, у свою чергу, забезпечується оптимізацією режимів руху механізмів зміни вильоту та підйому вантажу.

При проведенні огляду та аналізу робіт дослідників динаміки руху кранових механізмів особливу увагу необхідно звернути на динамічні моделі, якими користувались автори для опису рухів вантажопідіймальних машин. Можна виділити моделі як системи з розподіленими параметрами та системи із зосередженими масами. Обрання тієї чи іншої моделі залежить від поставленої задачі, ступеня точності її вирішення та інших факторів.

За допомогою динамічних моделей із зосередженими масами кранові механізми представляються у вигляді двох зведених мас, до однієї з яких зводиться маса вантажу, до іншої момент інерції двигуна та елементів трансмісії, що обертаються. Ці двомасові моделі механізмів відповідним чином взаємодіють з металоконструкціями крана, представленими у вигляді однієї чи кількох зосереджених мас, які, в свою чергу, з'єднуються з нерухою основою.

Рибалко Ірина Вільгельмівна, канд. техн. наук, доцент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, rybalko.irina@ukr.net
Чистюхіна Наталія Олександрівна, студентка гр. АП-41-15, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

ЗАСТОСУВАННЯ СТАТИСТИЧНИХ МЕТОДІВ ПРИ УПРАВЛІННІ ЯКІСТЮ ПРОДУКЦІЇ НА МАШИНОБУДІВНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ

Необхідність постійного поліпшення якості продукції на вітчизняних підприємствах обумовлюється потребами як внутрішнього, так і зовнішнього ринків. Одним із шляхів вирішення цієї проблеми є удосконалення на підприємствах механізму управління якістю.

У наш час передові підприємства в розвинутих країнах для підвищення конкурентоспроможності своєї продукції стають на шлях підвищення якості. Якість стала однією з найважливіших конкурентних переваг, яку в стратегічному плані взяли на озброєння багато виробників товарів та надавачів послуг для забезпечення свого успіху на національних та міжнародних ринках. Все ширше впроваджуються в роботу підприємств міжнародні стандарти якості ISO серії 9000. На їхній основі на підприємствах створюються і впроваджуються системи якості. Застосування в роботі підприємств принципів управління якістю, всеохоплюючого управління якістю, впровадження та сертифікація систем управління якістю підіймає організацію на якісно новий рівень сучасного менеджменту, що відкриває перед нею нові ринки та можливості.

У будь-якій системі управління якістю продукції статистичні методи контролю якості відносяться до числа найбільш прогресивних методів

Вони засновані на застосуванні досягнень теорії ймовірностей і математичної статистики, тому дозволяють зробити висновок про якість партії продукції за результатами контролю її малої частини (вибірки) або параметрів технологічного процесу виробництва. Крім того, статистичні методи контролю дозволяють прогнозувати динаміку виробничого процесу, оцінювати його налаштованість, точність, збіжність і відтворюваність. Статистичні методи контролю якості мають ряд переваг: забезпечують можливість прогнозування якості продукції і процесів; дозволяють у багатьох випадках обґрунтовано перейти до вибіркового контролю і тим самим знизити трудомісткість контрольних операцій; створюють умови для наочного зображення динаміки зміни якості продукції і налаштованості процесу виробництва, що дозволяє своєчасно застосовувати заходи до запобігання браку.

Статистичні методи, що використовуються в сьогоднішній практиці підприємств можна розділити на наступні категорії:

– методи високого рівня складності, які використовуються розробниками систем управління підприємством або процесами;

– методи спеціальні, які використовуються при розробці операцій технічного контролю, планування промислових експериментів, розрахунках на точність і надійність і т.д.;

– методи загального призначення, до них відносяться "Сім простих методів" (або "Сім інструментів якості"), що включають в себе метод розшарування; графіки; діаграми Парето; діаграми Ісікава; причинно-наслідкові діаграми; гістограми; контрольні карти.

Останні дозволяють вирішити до 90% всіх проблем, що стосуються контролю якості.

На заводі «Світ шахтаря» активно використовується метод, який свого часу отримав назву «п'ять чому». Це простий метод пошуку причин виникнення невідповідностей, який дозволяє швидко побудувати причинно-наслідкові зв'язки. Ця назва умовна, бо для пошуку причин кожної конкретної невідповідності можна задаватися як менше, так і більше питань.

За рахунок застосування методу можна вибудувати «дерево» причин, тому що при відповіді на поставлені питання можливе виникнення кількох варіантів. Чимось цей метод схожий з методом причинно-наслідкових діаграм і діаграм Ісікава.

При використанні цього методу групова робота має переваги, бо дозволяє знайти більш об'єктивні причини проблеми, що вирішується.

При застосуванні методу «п'ять чому» стає можливим визначити і скласти модель проблемної ситуації і відповідно більш об'єктивно працювати з виявленою невідповідністю. Подання причин у вигляді дерева дозволяє переглядати деякі частини проведеного аналізу, коригувати їх і вносити зміни.

Основні переваги, які має метод це легкість освоєння і застосування, він допомагає швидко встановити першопричину проблеми, дозволяє визначити взаємозв'язки між різними причинами проблеми.

Метод має і суттєві недоліки. Придатний тільки для рішення простих завдань, не розглядається логічна перевірка ланцюжка причин, що ведуть до першопричини, тобто при використанні даного методу відсутні правила перевірки в зворотному напрямку від першопричини до результатів. При вирішенні складних і комплексних проблем метод може дати неправильні або суб'єктивні рішення.

Можна зробити наступний висновок. Для комплексних проблем більш придатними є метод діаграм Ісікава і метод причинно-наслідкових діаграм. Ці методи складніші, але і надійніше захищені від помилок. А метод «п'ять чому» використовувати не самотійно, а як прийом при складанні вищевказаних діаграм.

Рубан Дмитро Петрович, канд. техн. наук, доцент, провідний інженер з якості АТ «Черкаський автобус», ruban_dimon@ukr.net
Крайник Юрій Любомирович, виконавчий директор АТ «Укравтобуспром»
Дзьоба Вадим Васильович, головний технолог АТ «Укравтобуспром»

НОВІ ТЕХНОЛОГІЇ У ВИРОБНИЦТВІ КУЗОВІВ АВТОБУСІВ З УМОВ КОРОЗІЇ

Автобусобудівні підприємства постійно підвищують ефективність антикорозійного захисту кузовів автобусів. З цією метою застосовують нові матеріали з підвищеною корозійною стійкістю. Впроваджують технології покриттів, що зменшують негативний вплив різних чинників на корозію кузова автобуса.

Як відомо, виготовлення кузова автобуса не обходиться без зварювальних робіт. При цьому зварювальні шви чи точки є осередками корозії. Тому для підвищення корозійної стійкості кузова потрібно виконувати захист зварних швів або зменшити кількість зварних швів чи точок. На перший погляд зменшення кількості точок зварювання може погіршити міцність кузова, однак із застосування сучасних матеріалів та технологій їх виготовлення це можливо.

З початку виробництва автобусів «Богдан» А091 на ВАТ «Черкаський автобус» ще у 90-х роках було впроваджено приклеювання передньої та задньої склопластикових панелей (так звані передня та задня маска). Дана розробка ВАТ «Укравтобуспром» суттєво підвищила корозійну стійкість автобуса при забезпеченні міцності кузова на належному рівні. Аналогічна конструкція застосовувалась і на автобусах «Богдан» А092 та їх модифікаціях. Кузов цього автобуса має несівну конструкцію і зварений із труб відповідного профілю та обшитий листовою сталлю. Як показує досвід експлуатації, місця зварювання зовнішнього облицювання із каркасом кузова є осередком корозії має суттєвий вплив на довговічність кузова. Крім того приварене облицювання ускладнює доступ до труб при нанесенні ґрунту та інших антикорозійних покриттів. В такому випадку належний антикорозійний захист можна забезпечити шляхом занурення в ванни із спеціальними антикорозійними засобами (катафорезний ґрунт і т. д.). Однак такий захист потребує суттєвих матеріальних витрат, що спричинить значне підвищення вартості автобуса та зменшить рентабельність виробництва. Тому на АТ «Черкаський автобус» вдосконалено технологію виробництва кузова, яка передбачає повноцінний антикорозійний захист кузова. Нова технологія впроваджена на автобусах «Атаман» А092Н6 починаючи з 2015 року. Основні відмінності від попередньої технології полягають у наступному. Після виготовлення та контролю геометрії каркасу кузова проводиться підготовка до нанесення покриття. Потім каркас кузова покривається високоадгезійним антикорозійним ґрунтом, а у місцях, де будуть уварюватись невстановлені елементи (кріплення, облицювання тощо) каркас покривається струмопровідним. Після висихання ґрунту на кузов встановлюють панелі облицювання. Дах приварюється, що не позбавлено, недоліків попередньої конструкції.

Передня та задня склопластикові маски також приклеюються як і раніше. А от бічні панелі вже приклеюються за спеціальним технологічним процесом з використанням ряду препаратів Sikaflex, в тому числі клеючих сумішей. Бічні панелі виготовляються із сталевих листів з двостороннім цинкуванням. Листи розкрояються та на них по периметру формуються кромки для підвищення жорсткості та у відповідності до формування стику при склеюванні із каркасом. Дана конструкція підвищує довговічність кузова, хоча і в місцях розкряювання бічних панелей порушується цілісність цинкового покриття. Потім після повного циклу зварювальних робіт та приклеювання облицювання кузов подається в цех чорного малярного покриття. Тут облицювання кузова покривається первинним ґрунтом. Елементи каркасу, що знаходяться з нижньої частини автобуса і направлені до дорожнього полотна (елементи днища та колісних арок) покриваються спеціальною антикорозійною мастикою Dinitrol. Внутрішні порожнини оброблюються антикорозійними засобами типу «Мовіль». І на завершальній стадії виготовлення кузов подається в цех чистового лако-фарбового покриття де проводиться шпаклювання (за необхідності), ґрунтування та нанесення фарби Helios та лаку (в залежності від комплектації та вимог споживача). На завершальній стадії виготовлення кузова вклеюються всі стекла, що є також елементами забезпечення жорсткості кузова несівної конструкції (типу «монокок»).

Технологія виготовлення кузовів на АТ «Укравтобуспром» дещо відрізняється (використовується на автобусах ТУР А407 та ТУР А303). Основна особливість полягає у конструкції облицювання кузова. На кузовах виробництва АТ «Укравтобуспром» облицювання виконується композитними матеріалами (так званий екобонд-лист) і приклеювання по технології Sika. Аналогічна технологія спочатку використовувалась на Den Oudsten в Голландії. Застосування композитних матеріалів забезпечують ще кращий захист від корозії кузова та водночас міцність кузова на належному рівні. Це підтверджується засобами сучасного комп'ютерного моделювання та досвідом експлуатації в Україні, Голландії та інших державах.

Таким чином застосування нових технологій у виробництві кузовів автобусів із використанням сучасних композитних матеріалів та високоефективних засобів обробки дозволяє підвищити довговічність кузовів автобусів. Порівняно висока собівартість виготовлення компенсується тривалими термінами експлуатації, зменшенням простою автобусів громадського транспорту та зменшенням витрат на ремонт та обслуговування. Нові технології дозволяють також підвищити гарантійний термін експлуатації автобусів, що на сьогодні може бути однією із вимог споживача. Зокрема автобуси «Атаман» моделі А092Н6, що в 2018 р. були експортовані в Грузію (м. Батумі), мають гарантію на кузов 12 років. За партією даних автобусів ведеться постійне спостереження, що в подальшому дає змогу підтвердження ефективності нових розробок та вдосконалення.

Савченков Борис Васильович, канд. техн. наук, професор, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Гончаров Віктор Григорович, канд. техн. наук, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Леоненко Олександр Миколайович, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри аеродромно-технічного забезпечення авіації, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

ЕФЕКТИВНИЙ СПОСІБ ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ДЕТАЛЕЙ АВТОМОБІЛІВ – ДИСКРЕТНА ОБРОБКА

З усіх відомих традиційних способів нанесення зносостійких покриттів найбільш ефективним, особливо в порівнянні з хіміко-термічною обробкою, є метод електроіскрового легування, суть якого полягає в перенесенні металу з анода на катод в момент іскрового розряду між ними. Одночасно з перенесенням металу в момент розряду відбувається макролегування приповерхневої зони деталі, що призводить до зміни фізико-механічних властивостей матеріалу, і як правило, підвищенню його зносостійкості.

З метою забезпечення всіх позитивних факторів зносостійкості дискретних покриттів і виключення появи можливих недоліків стандартних технологій був розроблений спосіб формування зносостійких поверхонь металевих виробів. Суть способу полягає в тому, що на поверхню деталі наноситься дискретне покриття (електроіскровим методом) з легуючих матеріалів у вигляді розташованих на відстані один від одного «острівців» або ліній всілякої конфігурації.

При подальшому шліфуванні поверхні виробу виконують зрізання прирощеної частини дискретних покриттів, що практично виключає можливість появи концентраторів напружень.

При дослідженні впливу дискретної обробки на зносостійкість матеріалу був обраний колінчастий вал (сталь 42ХМФА), використовуваний для двигунів сімейства КамАЗ. При цьому був застосований електрод зі сталі 08Х18Н10Т товщиною $S=1,0$ мм.

В результаті виробничих випробувань було встановлено, що оптимальними параметрами дискретної обробки для матеріалу колінчастого валу (сталь 42ХМФА) є: сила струму розряду $I_p=60-70$ А, товщина електрода (сталь 08Х18Н10Т) $S=1,0$ мм і величина дискретності $\varphi=50-70\%$. При цьому пропонується технологія підвищує зносостійкість в 1,5-3,5 рази в порівнянні з деталями, обробленими за стандартними технологіями (гартування ТВЧ або азотування).

Тесля Володимир Олегович, канд. техн. наук, докторант, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, volodymyr_teslya@ukr.net
Босюк Павло Володимирович, асистент каф. автомобілів, Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя, bosjuk@gmail.com

СИСТЕМА ЗАПОБІГАННЯ ВИНИКНЕННЯ ДОРОЖНЬО ТРАНСПОРТНИХ ПРИГОД ПОВ'ЯЗАНИХ ІЗ НЕСПРАВНІСТЮ АВТОТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Безпека руху на дорогах України є важливим питанням. Попри зниження кількості дорожньо-транспортних пригод ДТП за останні роки статистика залишається досить загрозливою.

Статистика свідчить, що автомобілі, які потрапляють у ДТП через технічні несправності автотранспортних засобів АТЗ складають приблизно 10-15% від усіх ДТП і це відбувається через різні технічні несправності автомобіля. До ДТП призводить вихід з ладу окремих деталей чи вузлів автомобіля, а саме:

- гальмівної системи – 47 %,
- рульового управління – 16 %,
- шин – 14 %,
- освітлювальних приладів – 7 %,
- ходової частини – 6 %,
- інших агрегатів – 10 %.

Важливим аспектом в цьому питанні є попередження та запобігання несподіваного виходу з ладу деталей та вузлів АТЗ. Тому одним варіантів вирішення цього питання є створення нової та удосконалення існуючих систем автомобіля для комплексної діагностики в процесі руху.

Принцип роботи даної системи базується на встановленні на автомобіль контрольно-вимірювального комплексу, який оброблятиме інформацію, що надходить від датчиків комплексу та від стаціонарних систем автомобіля.

Контрольно-вимірювальний комплекс отримує інформацію від додатково встановлених на автомобіль трикоординатних датчиків прискорення, які передають накопичені дані на жорсткий диск даного комплексу. А також додатково отримуємо інформацію від стаціонарно встановлених на автомобіль датчиків, які сигналізуватимуть про поточний стан роботи деталей та систем автомобіля або по статистичним даним про зміну їх роботи.

Обробка усієї інформації відбувається на ПК контрольно-вимірювального комплексу та за допомогою математичної моделі отримуємо результат, який сигналізуватиме і частково впливатиме на роботу автомобіля. Дана система сприятиме більш швидкому виявленню непланових неполадок та сприятиме зменшенню кількості ДТП, що в свою чергу вестиме до збереження людських життів.

Цибульська Елеонора Іванівна, канд. екон. наук, доцент, доцент кафедри економіки та права, Харківський гуманітарний університет «Народна українська академія», ellatsib@gmail.com

Цибульський Вадим Анатолійович, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри технології машинобудування і ремонту машин, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, tsybulsky@ukr.net

ЩОДО ПИТАННЯ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ЛОГІСТИЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА

Ефективні промислові підприємства країни створюють її міцний економічний потенціал та сприяють підвищенню національної конкурентоспроможності. Промислові підприємства є генераторами і одержувачами різноманітних за характером поточкових процесів, представляючи собою багаторівневу логістичну систему, що об'єднує економічні потоки різної природи. Ці потоки забезпечують взаємодію промислового підприємства з постачальниками ресурсів і споживачами виробленої продукції. Від ефективності логістичного обслуговування підприємства залежить ефективність його роботи, також рівень конкурентоздатності. У зв'язку з цим проблема оцінки ефективності логістичного обслуговування підприємств є актуальною.

Зарубіжні дослідники, до ключових показників ефективності логістичної системи відносять такі показники:

- загальні логістичні витрати;
- якість логістичного сервісу;
- тривалість логістичних циклів;
- продуктивність;
- повернення на інвестиції в логістичну інфраструктуру.

До загальних логістичних витрат відносять витрати логістичної системи, пов'язані з комплексом управління логістичними процесами:

- витрати на виконання логістичних операцій / функцій;
- можливі втрати від логістичних ризиків;
- витрати на логістичне адміністрування.

До витрат першої групи, пов'язаних з управлінням логістичними процесами, відносять витрати на виконання логістичних функцій/операцій. До цієї групи фахівці відносять витрати на виконання таких функцій/ операцій як: транспортування, складування, вантажопереробка, управління запасами, управління замовленнями, інформаційно-комп'ютерна підтримка, операції фізичного розподілу і т. п.

Структура логістичних витрат в економічно розвинених країнах виглядає наступним чином (по спадаючій):

- управління запасами (20–40%);
- транспортування (15–35%);

– адміністративно-управлінські функції також витрати на обробку замовлень і інформаційно-комп'ютерну підтримку (9–14%).

Якість логістичного сервісу В. Зейсмал запропонував оцінювати на основі Гар-моделі як ступеня невідповідності між очікуваннями замовників і реальним їх сприйняттям таких характеристик, як надійність, швидкість, компетентність, ввічливість, довіра, безпека, комунікабельність. Відповідно, якщо замовник послуг відчуває найбільш повний збіг своїх очікувань і реальності, він сприймає логістичний сервіс як сервіс з найвищою якістю.

Ще одним комплексним показником ефективності логістичного обслуговування є тривалість повного логістичного циклу, під яким фахівці розуміють час виконання замовлення споживача (покупця). Використання цього показника (або окремих складових повного циклу) обумовлено ситуацією, коли підприємство в якості основного фактора підвищення конкурентоспроможності вибирає скорочення часу виконання замовлення.

Ключовий показник «продуктивність (результативність) логістичної системи» визначається або обсягами логістичної роботи в одиницю часу, або питомими витратами ресурсів в логістичній системі.

Зарубіжні промислові підприємства, як правило, характеризують логістичну продуктивність досить великою кількістю різних показників. Це такі питомі показники як:

- число оброблених замовлень;
- вантажні відправки на одиницю складських потужностей або вантажомісткості транспортних засобів;
- операційні логістичні витрати на одиницю інвестованого капіталу;
- логістичні витрати на одиницю виробленої продукції;
- логістичні витрати в дистрибуції на одиницю об'єму продажів і т. п.

Комплексний показник «повернення на інвестиції в логістичну інфраструктуру» характеризує ефективність капіталовкладень в підрозділи інфраструктури логістичної системи, до яких відносять:

- складське господарство;
- транспортні підрозділи і транспортні комунікації;
- допоміжні підрозділи, які обслуговують транспортно-складське господарство;
- телекомунікаційну систему.

Повернення на інвестиції в перераховані об'єкти логістичної інфраструктури визначається відповідно до діючих методик оцінки ефективності капіталовкладень.

Таким чином, розглянуті показники оцінки ефективності логістичного обслуговування промислового підприємства є дієвим інструментом в управлінні промисловим підприємством. Моніторинг даних показників дозволяє істотно підвищити ефективність роботи промислового підприємства, а також рівень його конкурентоспроможності.

Худяков Ігор Валентинович, Старший викладач, Херсонська державна морська академія, igor.khudiakov563@gmail.com

Грицук Ігор Валерійович, доктор технічних наук, професор, Херсонська державна морська академія, gritsuk_iv@ukr.net

Манжелей Віктор Стефанович, старший викладач, Херсонська державна морська академія, cevikman@i.ua,

Погорлецкій Дмитро Сергійович, старший викладач, Херсонська державна морська академія, dimon150582@gmail.com

МОРФОЛОГІЧНА СТРУКТУРА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ В УМОВАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Сучасний стан розвитку інформаційно-комунікаційної технології руху транспортних засобів (ТЗ) дозволяє в умовах експлуатації забезпечувати вирішення завдань інформатизації робочих процесів завдяки стрімкому розвитку як інформаційних ресурсів так і засобів комунікацій і інформаційних можливостей самих транспортних засобів. Питанням формування інформаційних систем моніторингу транспортних засобів займалися численні дослідники. Фундаментом при розробці сучасних систем моніторингу параметрів технічного стану транспортних засобів, нормування і планування на транспорті за допомогою засобів і способів дистанційного отримання інформації в умовах ITS є основи теорії експлуатації транспортних засобів.

Авторами проводяться роботи щодо подальшого розвитку інформаційних програмних комплексів моніторингу транспорту для дослідження можливості дистанційного отримання інформації про параметри експлуатації ТЗ в умовах ITS. В роботі використовуючи метод морфологічного (структурного) аналізу, проведено синтез і аналіз, сформовані можливі схеми інформаційної системи моніторингу транспортних засобів (ІС ТЗ) за обраними функціональними елементами на різних етапах виконання властивих їй функцій в ЖЦ в умовах їх експлуатації.

Суть викладеного методу полягає в тому, що в досліджуваній технічній системі ІС ТЗ виділяються кілька характерних для неї основних функціональних елементів морфологічних ознак (характеристик), по кожній з яких складено максимально повний перелік різних конкретних варіантів (альтернатив) технічного вираз перерахованих ознак (характеристик). Морфологічні ознаки (характеристики) ІС ТЗ з їх альтернативами на всіх етапах роботи ТС, в умовах експлуатації, розташовані у вигляді морфологічної матриці. Для точного виконан-

ня морфологічного аналізу були точно сформульовані цілі функціонування ІС ТЗ, як системи. Для ТЗ в цілому такими цілями є певний підхід до забезпечення безпеки експлуатації в умовах ITS за показниками та особливостями сучасних технологій експлуатації ТЗ.

У досліджуваній системі, для формування основної морфологічної формули інформаційної системи моніторингу автомобілів в умовах експлуатації було виділено кілька характерних для неї основних характеристик функціональних елементів - морфологічних ознак, за кожною з яких було попередньо складений максимально повний перелік різних відповідних варіантів (альтернатив) технічного вираз перерахованих ознак .

Морфологічна матриця містить велику кількість несумісних варіантів, що є недоліком методу. Однак велика його перевага - багатоваріантність. Оскільки метод заснований на морфології об'єктів, він дозволяє системно аналізувати різні структури об'єкта.

Висновок

Обґрунтовано концепцію інформаційної системи моніторингу ТЗ в умовах ITS, яка об'єднує спостереження, аудит, прогноз експлуатації і базується на використанні морфологічної матриці. Розроблено модель функціонування системи інформаційної системи моніторингу ТЗ з використанням системних об'єктів, дозволяє систематизувати можливі схеми побудови кузова ТЗ і двигуна і досліджувати вплив різних конструкцій двигуна і ТЗ на забезпечення моніторингу їх робочих процесів в умовах експлуатації в розробленій моделі функціонування системи. Виконано систематизацію конструктивних схем ТЗ і двигуна, як підсистеми, яка визначає рівень забезпечення їх безпеки в умовах експлуатації. Систематизація схем ТЗ і двигуна проведена за методом морфологічного (структурного) аналізу. Сформовано можливі існуючі і перспективні схеми ТЗ і двигуна за вказаними функціональними елементами на різних етапах виконання властивих їм функцій в умовах експлуатації засобами ITS.

Цибульський Вадим Анатолійович, канд. техн. наук, доцент, доцент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, tsybulsky@ukr.net
Круковська Алла Вадимівна, студентка гр. АПМ-41-15, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ПОВЕРХОНЬ ВИРОБІВ

Якість поверхонь виробів визначається єдністю трьох складових: шорсткості поверхні, її хвилястості і фізико-механічних характеристик шару. Та увага, яку приділяють питанню забезпечення необхідної якості поверхонь виробів обумовлена, насамперед, тим, що в більшості випадків експлуатаційні властивості знаходяться в прямій залежності від геометричних характеристик поверхні і властивостей поверхневих шарів. Тому багато з показників якості поверхні виробів регламентуються при їх виготовленні.

Встановлення оптимальних значень шорсткості поверхонь конструктором відбувається на підставі мінімізації комплексних витрат при виготовленні деталей, а також аналізу умов роботи деталей, даних отриманих з експлуатації дослідних зразків, експериментальних досліджень, даних досвіду експлуатації тощо. Зараз добре звісно, що остаточно поверхневі шари деталі з оптимальними характеристиками формуються під час експлуатації виробів і можуть в більшому або в меншому ступені відрізнитись від тих, що було отримано при виготовленні. В період припрацювання відбуваються процеси, які призводять до утворення оптимальної мікрогеометрії поверхні і формування при поверхневих шарів з відповідною структурою, яка відповідає даним умовам експлуатації. Протягом часу нормальної експлуатації властивості поверхневого шару постійно відтворюються відповідно до умов роботи до того часу, поки пара тертя (трибо сполучення) не досягне граничного стану. Для багатьох пар тертя не останнє значення має напрям і форма нерівностей профілю поверхні елементів. Наприклад, збільшення висоти, кроку і загостреності нерівностей погіршують експлуатаційні властивості деталей. Напрямок нерівностей має значення, наприклад, коли деталі працюють в умовах змащування і тому необхідно на поверхні мати відповідний напрям нерівностей для того, щоб мастило надійно утримувалось на поверхні тертя. При цьому, як з'ясував свого часу професор І.В. Крагельський і його послідовники, як велика, так і дуже мала шорсткість не є оптимальною. Процеси, які відбуваються під час припрацювання в обох випадках завершуються формуванням відповідної до умов оптимальної (вторинної або рівноважної) шорсткості. Це одне з фундаментальних положень молекулярно-механічної теорії. Згідно цього положення зовнішнє тертя є неможливим для ідеально гладких однорідних поверхонь, так як вони не будуть мати можливість контактувати з зовнішнім середовищем, що є вкрай важливим для формування «третього тіла». Воно також є неможливим у випадку дуже шорстких поверхонь, так як в цьому випадку замість тертя буде мати місце зачеплення (ефект рейки). Отже саме тому шорсткість повинна мати якийсь проміжне значення.

Зараз існує багато методів обробки поверхонь деталей. Цілеспрямоване формування поверхневого шару заданої якості забезпечується шляхом застосування звичайних методів і раціонального вибору режимів і умов обробки, зміцнення поверхонь гартуванням, хіміко-термічною обробкою (цементация, азотування, ціанування, сульфідкування і ін.); наплавленням; нанесенням гальванічних покриттів (хромування, цинкування і ін.), а також застосуванням спеціальних методів.

До спеціальних методів забезпечення якості поверхонь можуть бути віднесені методи пластичного деформування без зняття стружки, які забезпечують формування відповідної шорсткості і зміцнення поверхонь внаслідок наклепу і створення стискаючих напружень 400-700 Н/мм². Вони забезпечують збільшення терміну служби деталей, їх зносостійкість, знижують висоту нерівностей, підвищують точність і твердість поверхонь. В наш час застосовують цілий ряд спеціальних методів обробки: вібраційне обкатування, електрофізичні і електрохімічні; методи зміцнення поверхонь такі, як дробо-струминева обробка, чеканка, обкатування роликками і кульками, дорнування і калібрування, обробка сталевими щітками, алмазне вигладжування і ін.

Слід мати на увазі, що зміна стану поверхні впливає не тільки на поверхневі шари виробу, а в цілому на його поведінку при навантаженні, що обумовлює зміну значень механічних характеристик, хоча самі по собі вони залишаються незмінними. Це було продемонстровано ще у 1926 р. академіком А.Ф. Іоффе, який порівняв властивості зразків кам'яної солі при розтягуванні на повітрі, у воді і у насиченому розчині солі у воді. Результати випробувань зразків на повітрі і у насиченому водному розчині солі дали схожі результати – зразки руйнувались крихко, а границя міцності дорівнювала усього 5 МПа. Випробування у воді дало інший результат – зразок ставав пластичним, у нього формувалась шийка, а границя міцності збільшувалась до 1600 МПа. Отриманий ефект («ефект Іоффе») пояснюється видаленням внаслідок розчинення у воді поверхневого шару з концентраторами напружень, який і призводив до крихкого руйнування зразків при розтяганні на повітрі.

В.П. Альохін дослідженнями показав, що деформація поверхневих і внутрішніх шарів зразка відрізняються.

С.С. Дяченко зі співробітниками отримали результати, за якими різні види поверхневої обробки (шліфування, азотування, іонне бомбардування) зразків зі сталі 18ХГТ, які випробовувались на розтяг, суттєво вплинули на механічні властивості. Всі проаналізовані види поверхневої обробки суттєво підвищили міцність зразків, особливо границю текучості. Отримане у експериментах підвищення характеристик міцності є наслідком зміни поведінки зразка при деформуванні, а не результатом зміни властивостей металу серцевини. Найбільш цікаві результати дало іонне бомбардування (ІБ) поверхні, після якого характеристики міцності збільшились суттєво без окрихчення (δ зменшилось дуже незначно, а ψ навіть дещо підвищилось).

Вибір з усіх методів найбільш раціонального – задача складна і багатоваріантна, яка розв'язується на основі детального їх співставлення і шляхом техніко-економічного порівняння.

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ
Автомобільний факультет

ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ

ВСЕУКРАЇНСЬКОГО НАУКОВО-ПРАКТИЧНОГО СЕМІНАРУ

**«ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СТАБІЛЬНОСТІ
АВТОМОБІЛІВ ТА ТРАКТОРІВ»**

22 травня 2019 р., м. Харків

Відповідальний за випуск *Д.В. Абрамов*

Авторська редакція

Коректор *Є.О. Дубінін*

Комп'ютерна верстка *А.О. Молодан*

Адреса: 61002, м. Харків, вул. Ярослава Мудрого, 25

Всі матеріали збірника представлені в авторській редакції.

