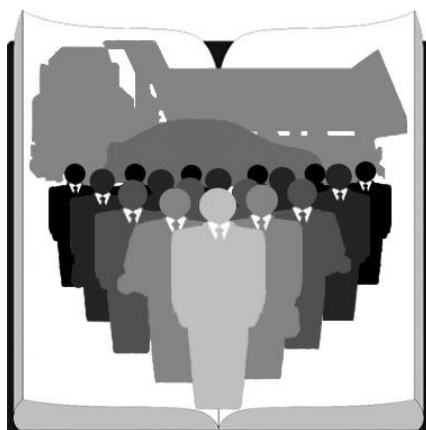


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ
II ВСЕУКРАЇНСЬКОГО НАУКОВО-
ПРАКТИЧНОГО ОНЛАЙН-СЕМІНАРУ
«ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ
МАШИНОБУДІВНИХ ТА РЕМОНТНИХ
ПІДПРИЄМСТВ»

25 травня 2023 р., м. Харків



Харків, 2023

**ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ
II ВСЕУКРАЇНСЬКОГО НАУКОВО-ПРАКТИЧНОГО
СЕМІНАРУ «ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ
МАШИНОБУДІВНИХ ТА РЕМОНТНИХ ПІДПРИЄМСТВ»**

25 травня 2023 р., м. Харків

Богомолів Віктор Олександрович – ректор ХНАДУ, д.т.н., професор, академік Транспортної академії України, голова організаційного комітету семінару;

Дмитрієв Ілля Андрійович – проректор ХНАДУ з наукової роботи, д.е.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

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;

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

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 СЕМІНАРУ

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

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

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

Контактна інформація:

Дубінін Євген Олександрович – професор кафедри технології машинобудування і ремонту машин ХНАДУ, д.т.н., професор; тел. 0972239199; e-mail: dubinin-rmn@ukr.net.

Зміст

Аврунін Г.А. Особливості ремонту гідроприсроїв мобільних машин	6
Артёмов М.П. Дослідження динаміки мобільних колісних агрегатів	8
Грицук І.В., Погорлецький Д.С., Худяков І.В. Черненко В.В. Структурні схеми систем теплової підготовки транспортних засобів та їх аналіз	12
Клец Д.М., Дубінін Є.О., Холодов М.П., Байдала В.Ю. Розвиток інтелектуальних систем забезпечення стійкості колісних машин	15
Коробко А.І., Котова Ю.М. Альтернативний показник якості випробувань	20
Герліці Ю., Кравченко О.П., Кравченко К.О., Цінгел М. Експериментальний модернізований гальмівний диск транспортного засобу	21
Подригало М.А., Кайдалов Р.О., Альокса М.М., Омельченко В.І. Аналіз показників енергетичної ефективності багатовісних автомобілів та багатоланкових автопоїздів	23
Склярів М.В. Аналіз конструкцій та обґрунтування застосування підсилювачів гальм на легких бронеавтомобілях Національної гвардії України з колісною формулою 4×4	26
Погорілий С.П., Третьак В.М., Присяжний В.Г., Мірний В.Ю. Агрегат для внесення засобів захисту рослин на базі автотрактора	28
Третьак В.М., Говоров О.Ф., Погорілий С.П. Імпортозаміщення дорогих потужних тракторів в високопродуктивних машинно-тракторних агрегатах	29
Коробко А.І., Лебедев А.Т., Козлов Ю.Ю., Шевченко І.О. Спосіб аналізу комбінованих машинно-тракторних агрегатів	30
Полянський О.С., Гецович Б.Є. Метрологічне забезпечення надійності силового агрегату гібридного автомобіля	32
Коробко А.І., Андрєєв А.О. Експериментальні дослідження дискової борони СДА	33
Полянський О.С., Журавльов Я.О. Інформативність діагностичних інтервалів дефектоскопічного контролю деталей вузлів при використанні техніки з граничним ресурсом	36
Полянський О.С., Краснокутський М.В. Забезпечення функціональної стабільності інтелектуальним керуванням дизеля залізничного самохідного засобу	38
Полянський О.С., Шульга М.Ю. Підвищення надійності технологічного обладнання ремонтних підприємств шляхом контролю параметричних відмов	40
Подригало М.А., Яровой Г.Г., Горєлишев С.А. Проблемні питання бронювання колісної техніки	41

Полянський О.С., Дідюк Н.О. Інноваційно орієнтовані форми лекції студентам старших курсів	43
Абрамов Д.В., Солдатенко І.О. Визначення факторів, які впливатимуть на вибір типу силової установки машин наземного забезпечення літаків	45
Лебедеєв А.Т., Шуляк М.Л., Погуляй В.М. Оцінка працездатності трактора при зміні його технічного стану	48
Абрамов Д.В., Смаль К.С. Визначення максимальних прискорень ланок робота-маніпулятора МПУС-10	50
Нікорчук А.І. Класифікація дистанційно керованих малогабаритних транспортних засобів	53
Подригало М.А., Шейн В.С., Бистров Д. С., Маслов М.В. Новий метод трибометричних випробувань фрикційних матеріалів дискових гальм	55
Шуляк М.Л. Аналіз технічного стану сучасного інтелектуального автомобіля: методи та прийоми	58
Полянський О.С., Дідюк А.І. Управління надійністю автомобіля використанням комп'ютерних технологій	60
Полянський О.С., Харламов Д.О. Нові підходи забезпечення якості ремонту деталей маршрутними технологіями	63
Величко А.В. Трансфер технологій	66
Дудукалов Ю.В. Управління якістю ремонту машин засобами конструкторсько-технологічного інжинірингу в інформаційно орієнтованому виробництві	68
Рибалко І.В. Методи вимірювання зношування ріжучих елементів робочих органів землерийно-транспортних машин	70
Ярита О.О., Шаповаленко В.О. Вплив адаптивної підвіски на пасивну безпеку автомобіля	73
Тарасов Ю.В., Драгун О.С. Поняття функціональної стабільності гальмівних властивостей автотранспортних засобів	76
Подригало М.А., Потапов М.М., Вахнюк С.А. Формування функціональної стабільності системи «трансмісія - колеса» повнопривідних тягово-транспортних машин	77
Дубінін Є. О., Гордієнко Я.М., Новік А.В., Кручинов Д.С. Сучасні підходи до вирішення проблеми підвищення надійності колісних машин, їх систем та агрегатів	78

ОСОБЛИВОСТІ РЕМОНТУ ГІДРОПРИСТРОЇВ МОБІЛЬНИХ МАШИН

На цей час ремонтом гідропрстроїв – насосів, гідроциліндрів, гідромоторів та гідроапаратів, займається низка підприємств, серед яких слід відзначити харківські «Промгідропривод», «Гідравліка», «СКТБ Гідромодуль», «Гідравліка-сервіс» і «Політех», які спеціалізуються на ремонті виробів імпортного та вітчизняного виробництва. Актуальним є ремонт гідропрстроїв для важкого машинобудування, металургії, судобудівництва, гідроенергетики та різноманітних мобільних машин. Парк гідрообладнання, що потребує ремонту, характеризується широким розмаїттям конструкцій гідропрстроїв, у деяких випадках виготовлених понад 30 років тому та експлуатованих у складі гідрофікованих машин різних типів.

Ремонт гідропрстроїв, особливо гідророзподільників зі зведеним діаметром більше ніж 32 мм і гідромашин з робочими об'ємом від 160 до 10000 см³, спричиняє великі технологічні складнощі та вимагає наявності досить потужного і енергетично витратного стендового обладнання. Вартість ремонту імпортного гідрообладнання досягає в деяких випадках 70% від ціни нового. Значні складнощі під час ремонту пов'язані також з підбором альтернативних матеріалів, забезпеченням необхідної хімікотермічної обробки і твердості деталей, отриманням необхідного класу чистоти, точності геометрії поверхонь і зазорів між контртілами.

Особливу увагу при ремонтних роботах приділяють очищенню пар тертя і робочої рідини перед проведенням стендових приймально-здавальних випробувань. Промивання гідропрстроїв повинно проводитися з метою забезпечення необхідного класу чистоти робочої рідини. Зазвичай ця операція займає достатньо багато часу, проте є безумовно необхідною для забезпечення надійної роботи. При цьому треба забезпечити пропуск робочої рідини через фільтр в великій кількості циклів при турбулентному режимі її течії з обов'язковим контролем класу чистоти, значення якого потрібно досягнути після закінчення промивки.

З метою зниження ризиків зношування насосів, гідромоторів та інших прецизійних гідропрстроїв, промивання гідросистеми з довгими трубопроводами слід проводити, заздалегідь вмонтовуючи гідравлічні ланцюги, що виключають потрапляння забруднень до цих гідропрстроїв. Для цього використовують спеціальні фільтрувально-заправні станції (ФЗС), за допомогою яких прокачують мийні робочі рідини (малов'язку оливу чи гас) по трубопроводах гідросистеми, а потім штатну робочу рідину, постійно контролюючи її забруднення. Така технологія промивки є тривалою і трудомісткою операцією, проте дозволяє уникнути відмов гідропривода на початковому періоді експлуатації.

Після ремонту випробування об'ємних насосів, гідромоторів та інших гідропрстроїв є важливою частиною завершення технологічного циклу робіт на підприємстві. Випробування складаються з двох етапів: стендова обкатка гідромашин з метою приробки пар тертя і тестування вихідних параметрів з оформленням відповідної експлуатаційної документації.

На даний час в Україні діє нормативний документ на «Методи випробування та подання основних сталих робочих характеристик», регламентований ДСТУ ISO 4409:2007:2013 (Об'ємні гідроприводи. Насоси об'ємні, гідромотори та гідропередачі). Цим стандартом скасовуються ГОСТ 14658-86 і ГОСТ 20719-83 у частині методів випробування насосів і гідромоторів, відповідно.

Також поширені на ремонтних підприємствах спрощені методики випробувань, що дозволяють вести тестування шляхом контролю перепаду тисків. Такий досить успішний досвід мають декілька харківських підприємств («Промгідропривод», «Гідравліка»).

Для технічного діагностування в польових умовах, а також проведення контролю параметрів гідропрстроїв під час стендових післяремонтних приймально-здавальних випробувань може бути рекомендований вимірювально-діагностичний комплекс фірми «Parker».

Для проведення вимірювання частинок у робочій рідині використовують мікроскопи, що дозволяють працювати при збільшенні в 170...250 разів, і лічильники для підрахунку кількості частинок за розмірними фракціями. Методика визначення чистоти робочої рідини за гранулометричним складом частинок досить трудомістка, проте відрізняється простотою і доступністю для широкого кола фахівців.

Сучасною тенденцією є використання портативних лічильників частинок забруднень, що оперативно видають інформацію про клас чистоти робочої рідини безпосередньо в гідросистемі, наприклад, шляхом під'єднання приладу до зливної магістралі або за відібраною для цієї мети пробєю. Основні переваги лічильників частинок полягають в оперативності отримання інформації, підвищенні точності і зниженні трудомісткості в порівнянні із способом аналізу класу чистоти шляхом підрахунку частинок за допомогою мікроскопа. Використання портативних лічильників частинок дозволяє проводити аналіз забруднень у лабораторних умовах або безпосередньо у функціонуючому гідроприводі. В чутливому елементі фотодетектор фіксує затемнення лазерного променя при проходженні частинок забруднень робочої рідини. Класи чистоти рідини визначаються за стандартами ISO і NASA, час вимірювання в межах 2 хвилин, результати відтворюються вбудованим принтером або передаються на зовнішній комп'ютер.

Артёмов Микола Прокопович, доктор техн.наук, професор
Державний біотехнологічний університет
artiomovprof@ukr.net

ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ МОБІЛЬНИХ КОЛІСНИХ АГРЕГАТІВ

Сучасні мобільні колісні сільськогосподарські енергетичні засоби отримали нові функціональні якості. Це пов'язано із збільшенням можливостей їх агрегування, поєднанням декількох технологічних операцій, використанням машин і знаряддя з активними робочими органами, використанням нових компоновальних схем.

Прикладом можуть бути, так звані, інтегральні, або системні трактори: вітчизняні ХТЗ-121, ХТЗ-161, імпортного виробництва - Deutz, John Deere, CASE ІН і високоенергонасичені засоби багатоцільового призначення Steyr-8300.

Динамічні характеристики енергетичних засобів визначають під час роботи у складі мобільних сільськогосподарських агрегатів, в значній мірі характеризують його експлуатаційні, агротехнічні показники, що на сучасному етапі потребує додаткових досліджень.

При проведенні досліджень все більше уваги звертається на необхідність встановлення співвідношень між діючими на мобільний агрегат силами, з одного боку, їх масою, швидкостями і режимами роботи – з іншого [1]. Як з'ясується, всі дослідження проводяться заради того, щоб знайти оптимальне співвідношення між механічними параметрами машин в агрегаті та швидкісними режимами роботи. Динамічні характеристики при різних видах маневрування проявляються через керованість і стійкість руху агрегату.

Не однаково впливає на динамічні показники агрегату та стійкість руху розташування сільськогосподарських машин по відношенню до енергетичного засобу (трактора). Також певним чином на динамічну стабільність роботи мобільного агрегату впливає стан агрегату, розподіл крутних моментів, що підводяться до ведучих коліс та випадковість сил опору робочих органів сільськогосподарських знарядь. Особливий інтерес викликає вплив на ефективність роботи мобільного агрегату використання потужності енергозасобу і крутних моментів під час перехідних процесів.

Рух агрегату, як механічної системи, є визначеним, якщо відомі сили, що на нього впливають і початкові умови руху. Однак між тим, в реальних умовах поряд з основними факторами завжди існують додаткові випадкові збурюючі сили, які виводять систему із стану усталеного руху. Існують два різновиди сталого руху механічних систем (до яких ми відносимо мобільного агрегату). У першому з них початкові збурення упродовж певного часу асимптотично зменшуються до нуля і зникають; у цьому випадку рух мобільного агрегату є асимптотично сталим. У другому випадку збурення, залишаючись малим, повністю не зникає, така сталість визначається, як неасимптотична.

Ми визначили, що динамічні властивості мобільного агрегату інтенсивно проявляються під час перехідних процесів: зміни швидкості руху, зміни сили

опору сільськогосподарського знаряддя, потужності, яку розвиває двигун, і в залежності від цього відбувається зміна ефективності роботи, тобто ККД всього агрегату. Коефіцієнт корисної дії ми можемо використовувати, як кваліметричну характеристику агрегату.

Максимальна потужність двигуна мобільного енергетичного засобу реалізується під час його рушання. В цей час потужність двигуна, що підводиться до коліс витрачається на подолання сили опору кочення, сили опору сільськогосподарського знаряддя, буксування. Надлишок, або запас потужності, що використовується для рушання мобільного агрегату визначає його динамічність

$$N_e = N_T + \sum N_o, \quad (1)$$

де N_T – тягова потужність, яка використовується на подолання опору знарядь, кВт;

$\sum N_o$ - сума втрат потужності на подолання різноманітних опорів, кВт.

Після підстановки значень втрат потужності до (1) отримаємо формулу ефективної потужності енергозасобу при роботі на рівній ділянці поля:

$$N_e = \frac{P_T V_P + P_f V_P + P_{пуш} (V_T - V_P)}{3,6} + N (1 - \eta_{TP}). \quad (2)$$

Використання ефективної потужності на рівній ділянці не викриває динамічні можливості сільськогосподарського колісного агрегату. Тому спробуємо записати ефективну потужність двигуна, що реалізується під час розгону агрегату і може бути визначена як:

$$N_e = \frac{(m_T + m_3)gV_T(f_T + f_3) + (m_T + m_3)gV_T K_{зч} \varphi \frac{S_x}{1 - S_x} + (m_T + m_3)V_T \delta \frac{dV}{dt}}{\eta_{TP}(1 - S_x)} =, \quad (3)$$

$$= \frac{(m_T + m_3)V_T g}{\eta_{TP}(1 - S_x)} \left[(f_T + f_3) + K_{зч} \varphi \frac{S_x}{1 - S_x} + \frac{\delta}{g} \frac{dV}{dt} \right]$$

де m_T - маса трактора, кг;

m_3 - маса сільськогосподарського знаряддя, кг;

V_T - лінійна швидкість трактора, м/с;

f_T - коефіцієнт опору коченню коліс трактора;

f_3 - коефіцієнт опору сільськогосподарського знаряддя;

$K_{зч}$ - коефіцієнт використання зчпної ваги під час рушання, що враховує схему приводу ведучих коліс та ступінь реалізації можливої тягової сили;

φ - коефіцієнт зчеплення коліс з поверхнею поля;

P_T - сила тяги енергетичного засобу, Н;

S_x - відносне буксування ведучих коліс;

$$S_x = \frac{\omega_k r_\delta - V_T}{\omega_k r_\delta} = 1 - \frac{V_T}{\omega_k r_\delta}, \quad (4)$$

ω_k - кутова швидкість ведучих коліс, c^{-1} ;

η_{TP} - коефіцієнт корисної дії трансмісії

r_δ - динамічний радіус ведучих коліс, м;

δ – коефіцієнт, що враховує маси двигуна і трансмісії, які обертаються;

$$\delta = 1,03 + 0,05 \cdot u_{kn}^2, \quad (5)$$

u_{kn} – передатне число коробки передач.

Коли в енергетичній установці використовується безступінчаста трансмісія, δ є безперервною функцією від u_{kn} , або швидкості V_T руху агрегату.

Лінійне прискорення мобільного агрегату визначається за допомогою наступної залежності за умови якщо коефіцієнт зчеплення $K_{зч} < 1$

$$\frac{dV_T}{dt} = K_{зч} (\varphi + f_T) \cdot g - f_T \cdot g - \frac{f_3 \cdot P_T}{(m_T + m_3)}. \quad (6)$$

З виведеного рівняння робимо висновок, що лінійне прискорення залежить прямопропорційно від сили тяги, яку розвиває агрегат і швидкості з якою виконується агротехнічна операція та оберненопропорційно до збільшення маси мобільного агрегату. Таким чином, прискорення залежить від сили тяги, яку передає двигун на ведучі колеса мобільного енергетичного засобу, а, відповідно, і потужності двигуна.

В якості параметра, що характеризує динамічність і керованість мобільного агрегату можливо використовувати лінійне або кутове прискорення на перехідних режимах руху. Вибір цього параметру обумовлений наступними міркуваннями:

- прискорення характеризує початок перехідного процесу від одного швидкісного режиму руху агрегату до іншого;
- прискорення з'являється в результаті виникнення силового керуючого фактору (сили або моменту).

Між прискоренням і силовим фактором, що забезпечує його появу існує лінійний зв'язок (визначається аксіомою динаміки). В процесі роботи ґрунтообробного мобільного агрегату сили опору зняряддя носять випадковий характер, що призводить до постійної зміни навантаження і коливання швидкості руху тобто до зміни прискорень.

Але, як свідчать експериментальні випробування швидкість агрегату носить коливальний характер, що підтверджує зміну сил опору на величину ΔP_c , яку можна представити залежністю:

$$\Delta P_c(t) = \Delta P_c \sin \mu t, \quad (7)$$

де μ – частота зміни сили опору.

Коливання сили опору ΔP_c відбувається в широких межах і може досягати $(2...3)P_c$ [2]. Використовуючи теорію визначення помилки функції, внаслідок невизначеності аргументу, спираючись на раціональну формулу В.П. Горячкіна для розрахунку опору плуга можливо визначити величину ΔP_c .

$$\Delta P_c = G\Delta f + ab\Delta K + (Ka + \varepsilon aV^2)\Delta b + (Kb + \varepsilon bV^2)\Delta a + abV^2\Delta \varepsilon + 2\varepsilon abV\Delta V, \quad (8)$$

де $\Delta f, \Delta K, \Delta a, \Delta b, \Delta \varepsilon, \Delta V$ - максимальні відхилення від середніх значень відповідно: коефіцієнта пов'язаного з тертям, питомого опору ґрунту, глибини і ширини оранки, швидкісного коефіцієнту і швидкості агрегату. За даними академіка П.М. Заїки [3] наведені величини змінюються у дуже великих межах.

В процесі дослідження лінійних моделей руху мобільних сільськогосподарських агрегатів [2] було встановлено, що їх рух, з деякими обмеженнями, можна представити таким, що складається з двох не пов'язаних рухів: поздовжнього і бокового, при цьому поздовжній рух визначається коливаннями агрегату у поздовжньо-вертикальній площині, а боковий – у горизонтальній площині.

Список літератури

1. Артемов Н.П. Оценка динамики сельскохозяйственного агрегата с помощью метода парциальных ускорений / Н.П. Артемов // Совершенствование эксплуатационных свойств транспортно-технологических машин и комплексов. Сборник научных трудов – Омск: ГНУ СибАДИ, 2012. – С.10 – 14.
2. Артемов Н.П. Обоснование критериев устойчивости пахотного агрегата на базе шарнирно-сочлененного трактора при различных силах, приложенных к колесам / М. П. Артемов, А. Т. Лебедев // Екологія. Математика. Електроенергетика: Вісник Харківського національного технічного університету (ХПТ). – Харків: ХНТУ (ХПТ), 2007. – Вип. 24. – С. 84 – 90.
3. Заика П.М. Теория сельскохозяйственных машин / П.М. Заика. – Харьков. ОКО, 2001. Т.1, Ч.1 – 444с.

Грицук Ігор Валерійович доктор технічних наук, професор
gritsuk_iv@ukr.net

Погорлецький Дмитро Сергійович канд. техн. наук, доцент
dimon150582@gmail.com

Худяков Ігор Валентинович канд. техн. наук, доцент
igorkhudiakov563@gmail.com

Черненко Валентина Володимирівна старший викладач, аспірант
v.chernenko18@gmail.com

Херсонська державна морська академія

СТРУКТУРНІ СХЕМИ СИСТЕМ ТЕПЛОВОЇ ПІДГОТОВКИ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ТА ЇХ АНАЛІЗ

Теплова підготовка транспортних засобів (ТЗ), та поліпшення їх показників у поєднанні зі складними питаннями, безпечного існування та експлуатації в природному середовищі потребує застосування універсальних методів, які повинні надавати можливість оцінки складних технічних об'єктів та їх впливу на навколишнє середовище [1]. Серед відомих наукових методів, відповідають методи системного аналізу, які надають можливості кількісного порівняння варіантів досліджуваної системи з урахуванням зв'язків, з навколишнім середовищем [1,2].

Використання методів системного аналізу під час формування та оцінювання властивостей ТЗ, працюючих на газовому паливі, пов'язано з необхідністю врахування впливу зовнішніх факторів та внутрішніх параметрів. Це стосується ТЗ, з його особливостями, газової апаратури та особливостей побудови систем теплової підготовки (СТП). За рахунок використання методів системного аналізу з'являється можливість поєднання вказаних факторів та особливостей, а також створюється на даній основі математичний апарат, який дозволить аналізувати властивості ТЗ, працюючих на газовому паливі, в залежності від їх комплектації у змінних умовах експлуатації [1,3]. Аналіз структурних схем СТП ТЗ, працюючих на газовому паливі, дає можливість прогнозувати майбутній розвиток, в частині ТЗ, газової апаратури, та СТП [4].

Численні методи формалізованого представлення складних систем, серед яких виділяють, групи методів формалізованого представлення: аналітичні, статистичні, семіотичні, логічні, графічні [3]. Загальна спрямованість класифікацій полягає в формалізації поставлених задач, якщо вони не можуть бути вирішені в рамках попередньої групи методів [3]. Застосування методів системного аналізу в процесах дослідження властивостей ТЗ, працюючих на газовому паливі, дозволяє створити методику аналізу, яка може бути використана під час поліпшенні показників при застосуванні засобів теплової підготовки [3]. Під час формування системного підходу для здійснення аналізу властивостей транспортної техніки методами морфологічного аналізу користувались багато авторів. Серед них найбільш цікаві роботи [1-4]. В дослідженнях не використо-

вували вказаний підхід для СТП ТЗ, працюючих на газовому паливі. Вважаємо, що урахування особливостей застосування газового палива в ТЗ при забезпеченні його теплової підготовки потребує врахування, не досліджених особливостей конструкції, процесів та зв'язків з оточуючим середовищем ТЗ, двигуна і СТП. Під час проведення аналізу структурних схем СТП ТЗ, працюючих на газовому паливі, відповідно до загальної методики дослідження [1-4], виконано систематизацію вірогідних схем варіантів СТП для ТЗ, переобладнаними для роботи на газовому паливі, з використанням методу морфологічного аналізу. Виділено функціональні елементи зі складовими: ТЗ, переобладнаний для роботи на газовому паливі, СТП ТЗ переобладнаного для роботи на газовому паливі. Для 9-и основних морфологічних ознак функціональних елементів системи складено перелік варіантів (від 3 до 6) та їх технічної реалізації, від них залежить досягнення цілі функціонування системи. Кожна з морфологічних ознак характеризується функцією, конструктивним рішенням чи системою, режимом і станом роботи системи, формою взаємодії складових системи, від чого залежить вибір можливого вирішення проблеми теплової підготовки ТЗ, переобладнаного для роботи на газовому паливі, та можливість функціонування СТП. Основні морфологічні ознаки СТП ТЗ на етапі здійснення теплової підготовки приведено у вигляді морфологічної матриці представленої в роботі [3]. Відповідно до матеріалів і положень, розглянутих у джерелах [1-4], метод дослідження, оснований на морфологічній структурі окремих складових СТП ТЗ, переобладнаного для роботи на газовому паливі, у складі самого ТЗ, обладнаного СТП на основі теплового акумулятора фазового переходу (ТАФП), дозволяє проаналізувати різні об'єкти, звертаючи увагу на особливості будови і призначення. Для поєднання морфологічних формул розглянутих варіантів додано окремі схеми ознак відповідно до варіанта з властивими показниками. Сформовані морфологічні матриці містять у собі, велику кількість несумісних варіантів, це є недолік даного методу, його перевагою є багатоваріантність (кількість розглянутих варіантів $4,86 \cdot 10^6$). Даний метод, заснований на морфології об'єктів, що дозволяє аналізувати різні структури об'єкта, виникаючих з закономірностей побудови [1-4].

Схема СТП у складі ТАФП для ТЗ з двигуном, переобладнаним для роботи на газовому паливі в базовому варіанті складається з таких ознак:

$$[(x_{1.1} + x_{1.2}; x_{2.1}; x_{3.1}; x_{4.1}; x_{5.3}) + (x_{6.1}; x_{7.1}; x_{8.1}; x_{9.1})]$$

Де механічний транспортний засіб ($x_{1.1}$), який оснащено двигуном за призначенням ($x_{1.2}$) працюючим на рідкому паливі ($x_{2.1}$), обладнаним газовим редуктором-випарником ($x_{3.1}$), який під'єднано послідовно до дросельної заслінки ($x_{4.1}$), СТП виконана у складі теплового акумулятора ($x_{5.3}$ і $x_{6.1}$), від нього виконується прогрів системи охолодження двигуна ТЗ (охолоджувальної рідини) ($x_{7.1}$), в період передпускової теплової підготовки двигуна ТЗ до $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($x_{8.2}$), під час теплової підготовки нерухомого ТЗ у режимі холостого ходу ($x_{9.1}$). Після проведеного морфологічного аналізу і визначення конструктивних та техно-

логічних особливостей, розроблено схему СТП двигуна ТЗ, переобладнаного для роботи на газовому паливі, з використанням ТАФП [3]. Відповідно до схеми СТП двигуна ТЗ, переобладнаного для роботи на газовому паливі з СТП на основі ТАФП, який підтримує температуру охолоджуючої рідини при зупиненому двигуні в межах, заводської інструкції газового редуктора випарника, для пуску двигуна ТЗ на газовому паливі, не нижче + 50 °С за низьких температур навколишнього середовища [1-4].

Висновок. Виконана систематизація та аналіз можливих варіантів структурних схем та систем теплової підготовки для ТЗ з двигунами, переобладнаними для роботи на зрідженому газовому паливі, з допомогою використання метода морфологічного аналізу, яким виділені основні функціональні елементи зі складовими, які мають місце в реальних умовах експлуатації ТЗ.

Список літератури

1. Pohorletskyi, D., Gritsuk, I., Mateichyk, V., Symonenko, R. et al., “Improving the Processes of Thermal Preparation of an Automobile Engine with Petrol and Gas Supply Systems (Vehicle Engine with Petrol and LPG Supplying Systems),” SAE Technical Paper 2020-01-2031, 2020, doi:10.4271/2020-01-2031.
2. Матейчик В. П. Системний підхід до аналізу структурних схем енергоустановок транспортних засобів / В. П. Матейчик // Вісник НТУ“ХПІ” №7(т.2). – Харків, НТУ“ХПІ”. –2002. – С.162-167.
3. Погорлецький Д.С. Поліпшення паливної економічності та екологічних показників переобладнаних для роботи на газовому паливі транспортних засобів: дис. канд. техн. наук: 05.22.20/Державний університет «Житомирська політехніка». м. Житомир, 2021. 237 с.
4. Грицук І. В. Особливості формування системи теплової підготовки двоохпаливних транспортних засобів, працюючих на рідкому нафтовому паливі і зрідженому нафтовому газі / І. В. Грицук, Д. С. Погорлецький, Р. В. Симоненко // Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту [Матеріали VIII-ої міжнародної науково-практичної інтернет-конференції]: збірник наукових праць. – Вінниця : ВНТУ, 2020. – С. 112.

Клец Дмитро Михайлович, д-р техн. наук, професор, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, d.m.klets@gmail.com

Дубінін Євген Олександрович, д-р техн. наук, професор, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, dubinin-rmn@ukr.net

Холодов Михайло Павлович, канд. техн. наук, доцент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, michaelkholodov@gmail.com

Байдала Владислава Юріївна, аспірант, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, vlada.baidala@gmail.com

РОЗВИТОК ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТІЙКОСТІ КОЛІСНИХ МАШИН

Підвищення ефективності експлуатації колісних машин можливе за рахунок застосування технологій щодо поліпшення їх окремих властивостей або впровадження елементів штучного інтелекту. Оскільки поліпшення окремих властивостей може призвести до погіршення інших, найбільш перспективним напрямком є розвиток елементів штучного інтелекту на транспорті з метою забезпечення функціональної стабільності експлуатаційних властивостей колісних машин, в тому числі – маневреності, стійкості руху і положення. Для цього були визначені атрибути інновацій (основні компоненти; функції; рівень технізації і реалізованої стратегії, а також швидкодію) (таблиця 1). На основі проведеного аналізу запропонована оновлена інтелектуальна платформа Vehicle Maneuverability Improvement System (VMIS v.2), яка відрізняється від попередньої версії наявністю гіроскопа та веб-додатку з метою віддаленого діагностування експлуатаційних властивостей колісних машин.

Таблиця 1 – Аналіз новітніх систем управління маневреністю автомобілів

Атрибути інновацій	Аналог I	Аналог II	Аналог III	Аналог IV	Пропонована інтелектуальна платформа
Назва системи	VDC; ESP	APIA	CAPS	VMIS	VMIS v.2
Виробник	Robert Bosch GmbH	Continental Automotive Systems	Robert Bosch GmbH	ХНАДУ	ХНАДУ
Рік випуску	1995	2005	2007	2018	2023
Орієнтовна вартість	111\$ + ABS	300\$ + ESP + Adaptive Cruise Control	Близько 30% вартості автомобіля	Версія CM - 30\$; версія PM - 30\$ + ESP + RAS	Версія CM - 40\$; версія PM - 40\$ + ESP + RAS

Атрибути інновацій		Аналог I	Аналог II	Аналог III	Аналог IV	Пропонована інтелектуальна платформа
Основні компоненти		ABS (антиблокуюча система), ASR (система регулювання крутного моменту двигуна), ACR (система управління активною підвіскою), APS (система контролю рульового управління)	Адаптивний круїз-контроль; електронна система гальмування; сенсорний кластер; трансміттер; педаль акселератора зі зворотним зв'язком; модулі контролю дверей, люка і сидіння; натягувач ременя; датчик виявлення перешкод і фронтального удару	Гідравлічний модулятор тиску; система контролю подушок безпеки; радар; відеодатчик; активне рульове управління; система навігації; датчики систем активної безпеки	Версія CM – 2 акселерометра; версія PM – 2 акселерометра + ESP + RAS (Rear Active Steer)	Версія CM – Raspberry Pi 3B+ та MPU-6050 (гіроскоп, акселерометр); версія PM – Raspberry Pi 3B+ та MPU-6050 (гіроскоп, акселерометр) + ESP + RAS (Rear Active Steer)
Рівень технізації		Механізований	Автоматизований	Автоматизований	Інтелектуалізований	Інтелектуалізований
Рівень стратегії, що реалізується		1	2	2	4	4
Ф У Н К Ц І Ї	Основні	Прогноз номінальної поведінки автомобіля; визначення	Виявлення перешкод; прогноз ймовірності зіткнення	Забезпечення активної і пасивної безпеки, стійкості і керованості, запобігання	Визначення дорожніх, кліматичних і техногенних умов; запобігання заносу (іму-	Визначення дорожніх, кліматичних і техногенних умов; запобігання заносу (іму-

Атрибути інновацій		Аналог I	Аналог II	Аналог III	Аналог IV	Пропонована інтелектуальна платформа
		фактичної поведінки автомобіля		заносу на початковому етапі	нітет автомобіля); контроль тиску в шинах; забезпечення показників маневреності автомобіля з урахуванням його технічного стану	нітет автомобіля); контроль тиску в шинах; забезпечення показників маневреності автомобіля з урахуванням його технічного стану; дистанційне діагностування
Допоміжні	Самодіагностика компонентів системи	Виявлення дорожніх знаків, допомога при паркуванні	Захист пішоходів, підвищення комфорту, допомога при паркуванні, моніторинг сліпих зон	Самонавчання системи; самодіагностика компонентів системи і показників автомобіля; контроль мікроклімату; регенерація енергії; взаємозв'язок з іншими учасниками руху, в тому числі – автоматична подача сигналу про небезпечну ділянку дороги або стан автомобіля іншим учасникам дорожнього руху;	Самонавчання системи; самодіагностика компонентів системи і показників автомобіля; контроль мікроклімату; регенерація енергії; взаємозв'язок з іншими учасниками руху, в тому числі – автоматична подача сигналу про небезпечну ділянку дороги або стан автомобіля іншим учасникам дорож-	

Атрибути інновацій		Аналог I	Аналог II	Аналог III	Аналог IV	Пропонована інтелектуальна платформа
					захист від стороннього втручання в роботу систем	нього руху; захист від стороннього втручання в роботу систем
	Керуючі	Вироблення керуючих сигналів управління ковшанням коліс; управління бічним відведенням коліс	Автоматичне гальмування в разі визначення невідворотньої аварії, підтримка автомобіля у обраній смузі руху, контроль рульового управління	Управління позовжньою, вертикальною і бічною динамікою автомобіля, автоматичне включення фар і склоочисників	Випереджаюче управління (стійкість проти заносу); управління позовжньою, вертикальною і бічною динамікою автомобіля; адаптивний круїз-контроль	Випереджаюче управління (стійкість проти заносу та перекидання); управління позовжньою, вертикальною і бічною динамікою автомобіля; адаптивний круїз-контроль
	Швидкість	до 100 вим./с	до 100 вим./с	до 100 вим./с	200 вим./с	200 вим./с

З використанням запропонованої інтелектуальної платформи можливе вдосконалення існуючих підходів щодо підвищення стійкості положення колісних машин, запропонованих у роботах [1-3].

Таким чином, використання запропонованих рішень може бути наведено на рисунку 1 у вигляді закону перспектив розвитку експлуатаційної властивості колісної машини – стійкості положення від рівня технізації. При підвищенні рівня технізації ймовірність виникнення аварійної ситуації, пов'язаної з перекиданням, суттєво знижується. Так, на четвертому досягнутому рівні можливість перекидання зведена до мінімуму, система включається за заданим алгоритмом та не залежить від темпу наростання коефіцієнта динамічної стійкості ($K_{ДС}$). При п'ятому перспективному рівні буде здійснюватися прогнозування (штучний інтелект із пам'яттю) зміни $K_{ДС}$ під час руху, система буде включатися за заданим алгоритмом залежно від темпу зростання $K_{ДС}$. У цьому випадку ситуації, пов'язані з перекиданням, будуть повністю виключені.

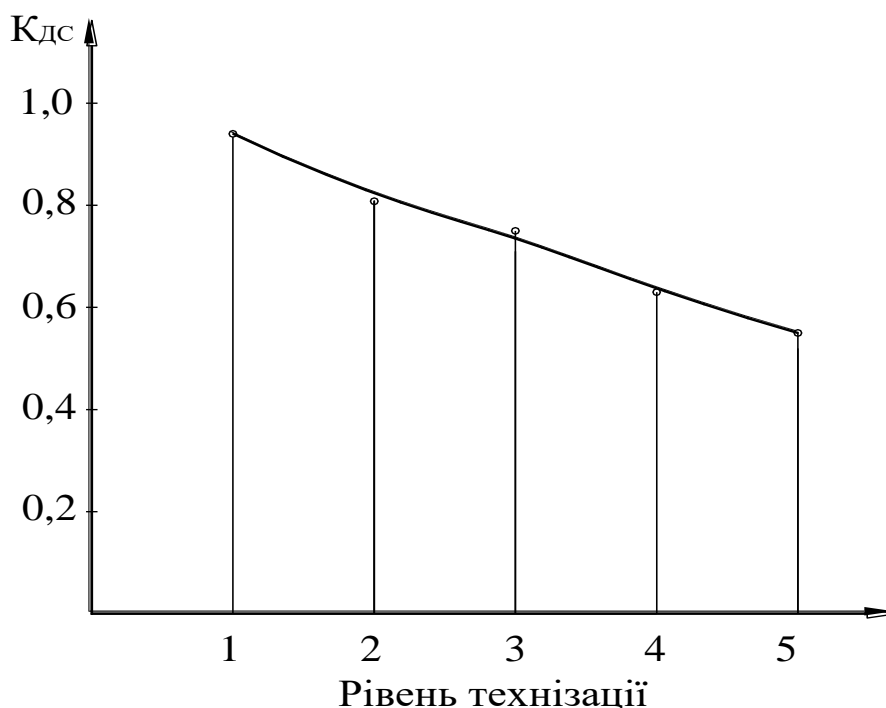


Рис. 1 – Залежність стійкості колісної машини від рівня технізації

Розвиток інтелектуальних бортових систем колісних машин дозволяє забезпечити стійкість положення та руху. Розроблений веб-додаток дозволяє проводити дистанційне оцінювання експлуатаційних властивостей колісних машин.

Список літератури

1. Пат. 63494 Україна, МПК В60W 30/02. Спосіб підвищення поперечної стійкості колісних машин зі складаними рамами / Подригало М. А., Полянський О. С., Дубінін Є. О., Задорожня В. В.; заявник і патентовласник Харківський нац. автом.-дорожній ун-т. – №201103212; заявл. 18.03.11; опубл. 10.10.11, Бюл. №19.

2. Пат. 72515 Україна, МПК В60W 30/04. Спосіб захисту колісних машин зі складаними рамами від перевертання на схилі / Подригало М. А., Полянський О. С., Дубінін Є. О., Клец Д. М., Задорожня В. В.; заявник і патентовласник Харківський нац. автом.-дорожній ун-т. – №201115431; заявл. 27.12.11; опубл. 27.08.12, Бюл. №16.

3. Пат. 64377 Україна, МПК В62D 21/00. Пристрій для забезпечення поперечної стійкості колісних машин з шарнірно-зчленованою рамою / Подригало М. А., Полянський О. С., Дубінін Є. О., Клец Д. М., Задорожня В. В.; заявник і патентовласник Харківський нац. автом.-дорожній ун-т. – №201103211; заявл. 18.03.11; опубл. 10.11.11, Бюл. №21.

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

АЛЬТЕРНАТИВНИЙ ПОКАЗНИК ЯКОСТІ ВИПРОБУВАНЬ

Випробування продукції на усіх етапах її життєвого циклу є важливим елементом забезпечення її якості. Процес випробувань також потребує забезпечення і контролю їх якості (забезпечення достовірності результатів). Цього вимагає міжнародний стандарт ДСТУ EN ISO/IEC 17025:2019.

У доповіді запропоновано альтернативний (до показників повторюваності і відтворюваності) спосіб оцінювання співпадіння результатів вимірювань під час виконання процедури забезпечення якості випробувань у лабораторії, що засновано на безпосередньому використанні невизначеності вимірювання.

Методи випробувань реалізуються шляхом вимірювання значень певних параметрів за визначеною методикою і з використанням регламентованих засобів вимірювальної техніки. Безумовно, як методика, так і засоби вимірювальної техніки мають похибки. У зв'язку з цим, результати експериментальних досліджень, що отримані в умовах відтворюваності або повторюваності [2], будуть різнитись між собою. Це обумовлено впливом випадкової, систематичної і методичної похибок.

Розглядаючи масив значень величин, що отримані різними методами, як незалежні випадкові величини, необхідно визначати ймовірність їх сумісного прояву, враховуючи значення інтервалів у яких може знаходитись дійсне значення вимірюваної величини, що і є критерієм співставності результатів. Таке дослідження є правомірним за умови нормального розподілення випадкових величин.

В якості показника для оцінювання співпадіння результатів вимірювання отриманих різними методами пропонується показник, що визначається відношенням різниці середніх значень (Δy) до спільної невизначеності їх вимірювання ($U_{y\Sigma}$) з урахуванням застосовного (прийнятого) правила прийняття рішення r

$$k_c = \frac{\Delta y}{U_{y\Sigma}}, \quad (1)$$

де $\Delta y = |\bar{y}_1 - \bar{y}_2|$ – різниця середніх значень масивів даних отриманих різними методами;

$U_{y\Sigma} = r \sqrt{U_{y1}^2 + U_{y2}^2}$ – спільна невизначеність вимірювання досліджуваних показників (з урахуванням правила прийняття рішення r).

Невизначеність вимірювання U_x розраховується з довірчою ймовірністю $P=0,95$, тому межі зміни показника у будуть охоплювати майже всю площу під кривою розподілу.

Герлиці Юрай, канд. техн. наук, професор, Жилінський університет в Жиліні, Juraj.Gerlici@fstroj.uniza.sk

Кравченко Олександр Петрович, д-р техн. наук, професор, Державний університет «Житомирська політехніка», avtoap@ukr.net

Кравченко Катерина Олександрівна, канд. техн. наук, доцент, Жилінський університет в Жиліні, katelyna.kravchenko@fstroj.uniza.sk

Цінгел Мірослав, студент, Жилінський університет в Жиліні

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ МОДЕРНІЗОВАНИЙ ГАЛЬМІВНИЙ ДИСК ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ

Більшість сучасних транспортних засобів оснащені дисковими гальмівними системами. Така конструкція забезпечує ефективні гальмівні властивості транспортного засобу, в процесі обслуговування має переваги з іншими конструкціями.

Недоліком конструкцій, що використовуються, є те, що при високих швидкостях руху транспортного засобу у вентиляційних каналах створюється додатковий опір руху, що призводить до певних втрат потужності рухомого складу. Особливо це стосується для високошвидкісного рухомого складу, в якому за рахунок значних швидкостей руху опір збільшується. Так через вентиляційні канали прокочується 3000 – 4000 м³/год повітря, яке охолоджує диск. Це потребує затрат певної потужності. Деякі транспортні засоби, наприклад залізничного транспорту, в яких встановлений комплект з восьми гальмівних дисків, при швидкості 200 км/год на самовентиляцію втрачається 19,1– 48 кВт.

Відомі конструкції гальмівних дисків містять два фрикційних кільця, вентиляційні канали для циркуляції повітря, та маточину, яка закріплена на осі.

Експериментальний модернізований гальмівний диск за рахунок додання до його конструкції сегментів, які утворюють захисний щит, дозволяє мінімізувати аеродинамічний опір, викликаний циркуляцією повітря у вентиляційних каналах під час руху транспортного засобу, і, як наслідок, зменшує додаткові втрати потужності рухомого складу.

Задача досягається тим, що гальмівний диск, що містить два фрикційних кільця, вентиляційні канали для циркуляції повітря, та маточину, яка закріплена на осі, обладнано сегментами, які при русі розгорнуті та утворюють захисний щит для обмеження надходження повітря у вентиляційні канали гальмівного диску, а при гальмуванні сегменти зложені для надходження повітря у вентиляційні канали та охолодження гальмівного диску.

Така конструкція дозволяє зменшити опір руху, спричинений циркуляцією повітря у вентиляційних каналах гальмівного диску при його обертанні, і, як наслідок, мінімізувати небажані втрати потужності рухомого складу.

Експериментальний гальмівний диск (рис. 1, 2) містить два фрикційні кільця 1, вентиляційні канали 2, маточину 3, яка закріплена на осі 4, сегменти 5, які утворюють захисний щит 6. Гальмівні колодки 7 забезпечують режим гальмування.

Експериментальний модернізований гальмівний диск працює наступним чином.

При русі рухомого складу ось 4 обертається разом із гальмівним диском, якій складається з маточини 3 та фрикційних кілець 1. В цьому режимі руху сегменти 5 розгорнуті та утворюють захисний щит 6 (рис. 2). Це обмежує циркуляцію повітря у вентиляційних каналах 2 гальмівного диску.

При гальмуванні гальмівні колодки 7 притискаються до фрикційних кілець 1. При цьому сегменти 5 зложені (рис. 1). Це забезпечує циркуляцію повітря у вентиляційних каналах 2 гальмівного диску та охолодження гальмівного диску під час гальмування.

Для охолодження гальмівного диску при повній зупинці рухомого складу сегменти 5 знаходяться в зложеному положенні.

Застосування запропонованої конструкції дозволяє підвищити ефективність роботи дискового гальма в різних режимах руху, мінімізувати опір руху рухомого складу та підвищити його дійсну потужність.

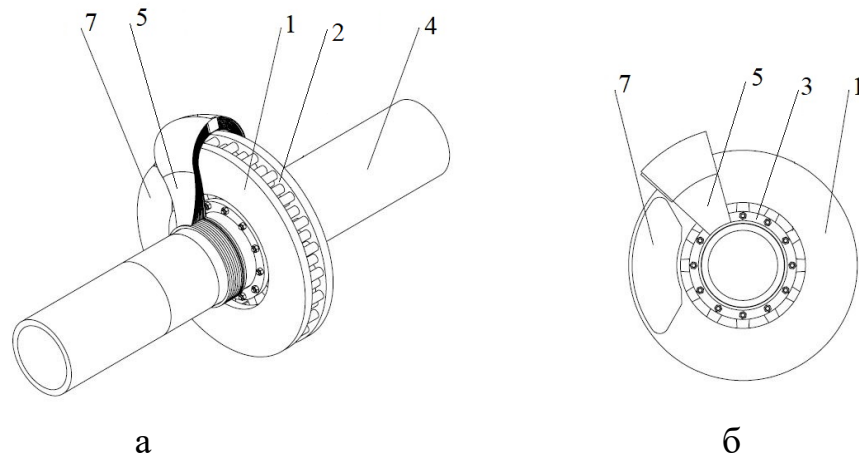


Рис. 1. Гальмівний диск із зложеними сегментами, що утворюють захисний щит: а - аксонометричне зображення; б - вид збоку

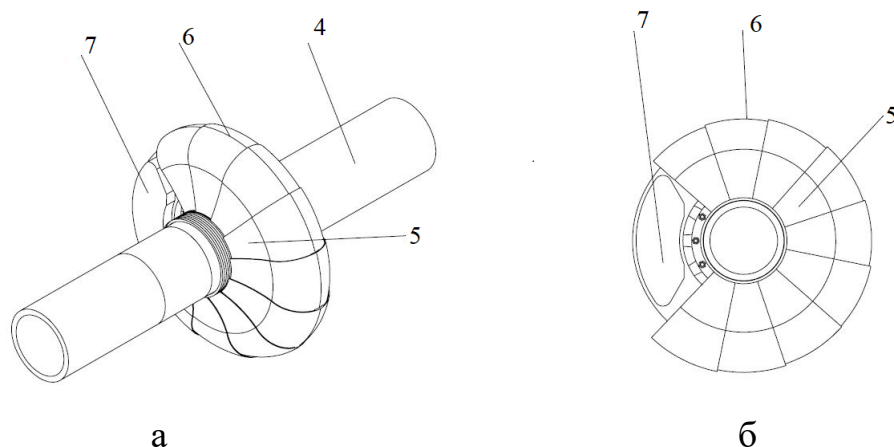


Рис. 2. Гальмівний диск із розгорнутими сегментами, що утворюють захисний щит; а - аксонометричне зображення; б - вид збоку

Подригало Михайло Абович, доктор техн. наук, професор
Харківський національний автомобільно-дорожній університет
rmikhab@gmail.com

Кайдалов Руслан Олегович, доктор техн. наук, професор
Національна академія Національної гвардії України
kaidalov.76@ukr.net

Альокса Микола Миколайович, канд. техн. наук, доцент
Харківський національний автомобільно-дорожній університет
avtomob@khadi.kharkov.ua

Омельченко Василь Іванович, аспірант Харківського національного автомобільно-дорожнього університету
Національна академія Національної гвардії України
omel85@ukr.net

АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ БАГАТОВІСНИХ АВТОМОБІЛІВ ТА БАГАТОЛАНКОВИХ АВТОПОЇЗДІВ

Ефективність будь-якого автомобіля визначається його тягово-швидкісними якостями та паливною економічністю. Енергетична ефективність автомобіля визначається ступенем його аеродинамічності, який є предметом основної уваги при проектуванні форми його кузова.

Сила аеродинамічного опору та частина потужності двигуна, що витрачається на її подолання, залежить від коефіцієнта лобового опору та площі лобового перерізу (міделя) автомобіля. Довжина кузова автомобіля в цьому випадку в розрахунку не враховується, це дозволяє підвищити продуктивність та знизити собівартість перевезень за рахунок застосування довгобазних та багатовісних автомобілів, а також автомобільних поїздів.

Максимальна швидкість руху автомобіля V_{\max} залежить від максимальної ефективної потужності двигуна $N_{e\max}$ та сили аеродинамічного опору. Якщо прийняти, що втрати на опір коченню ведучих коліс є внутрішніми втратами потужності в механізмі ходової частини [1], а ККД колісного рушія є компонентом миттєвого ККД трансмісії, то з рівності:

$$N_{e\max} \cdot \eta_{\text{тр}}^{\text{мит}} \cdot \eta_{\text{руш}}^{\text{мит}} = P_w \cdot V_{\max}, \quad (1)$$

де $\eta_{\text{тр}}^{\text{мит}}$ – миттєвий ККД трансмісії автомобіля;

$\eta_{\text{руш}}^{\text{мит}}$ – миттєвий ККД колісного рушія;

V_{\max} – сила аеродинамічного опору.

В роботі [2] запропонована нова формула для розрахунку сили аеродинамічного опору руху автомобіля:

$$P_w = \frac{A_w}{2} S \cdot F \cdot V_a^{2-n}, \quad (2)$$

де A_w – коефіцієнт, чисельно рівний коефіцієнту аеродинамічного опору C_x при швидкості автомобіля $V_a = 1$ м/с;

n – показник ступеня в залежності $C_x(V_a)$ [3, 2],

$$C_x = \frac{A_w}{V_a^n}; \quad (3)$$

S – щільність повітря.

В роботі [3] визначено, що величина A_w може знаходитися в межах від 1,8 $\left(\frac{M}{c}\right)^n$ до 11,41 $\left(\frac{M}{c}\right)^n$ в залежності від виду, класу та форми кузова автомобіля.

Показник ступеня n може змінюватися від величини 0,8 до величини 1,3 також в залежності від виду, класу та форми кузова автомобіля.

Максимальна сила аеродинамічного опору виникає при максимальній швидкості. У цьому випадку:

$$P_{w\max} = \frac{A_w}{2} S \cdot F \cdot V_{\max}^{2-n}; \quad (4)$$

Після підстановки (4) в (1) знаходимо максимальну швидкість автомобіля:

$$V_{\max} = \sqrt[3-n]{\frac{2 \cdot N_{e\max} \cdot \eta_{\text{тр}}^{\text{мит}} \cdot \eta_{\text{руш}}^{\text{мит}}}{A_w \cdot S \cdot F}}. \quad (5)$$

Формула (5) справедлива при відсутності обмеження частоти обертання колінчастого валу і відповідних значеннях передатного числа трансмісії.

Коефіцієнт корисної дії колісного рушія [4,5] визначається наступної залежністю:

$$\eta_{\text{руш}}^{\text{мит}} = \left[1 - \frac{M_{к2}}{C_{\text{круг}}} \left(1 - \frac{R_{z2} \cdot f \cdot R_d}{M_{к2}} \right) \right] \times \left[n_2 \left(1 - \frac{R_{z2} \cdot f \cdot R_d}{M_{к2}} \right) \right] - \quad (6)$$

$$- n_1 \frac{R_{z1} \cdot f \cdot R_d \cdot \omega_{к2}}{\eta_{\text{тр}}^{\text{мит}} N_e} \left(1 + \frac{1}{1 + \frac{C_{\text{круг}}}{f \cdot R_{z1} \cdot R_d}} \right).$$

де $M_{к2}$; $\omega_{к2}$ – сумарний крутний момент та кутова швидкість автомобіля;

R_{z2} – сумарна нормальна реакція дороги на ведучі колеса однієї осі;

R_{z1} – сумарна нормальна реакція дороги на ведені колеса однієї осі;

f – коефіцієнт опору коченню;

R_d – динамічний радіус коліс;

$C_{\text{круг}}$ – сумарна кругова жорсткість однієї пари коліс;

n_1 ; n_2 – сумарна кількість осей з веденими та ведучими колесами, відповідно.

З урахуванням співвідношень (1) та (4):

$$E_w = \frac{m_{\text{п}}}{A_w \cdot S \cdot F} \eta_{\text{тр}}^{\text{мит}} \cdot \eta_{\text{руш}}^{\text{мит}} \cdot V_{\max}^{n-1}. \quad (7)$$

Аналіз отриманого рівняння (7) показує, що збільшення параметрів A_w та F призводить до зменшення показника енергетичної ефективності автомобіля. Збільшення повної маси $m_{\text{п}}$, ККД трансмісії $\eta_{\text{тр}}^{\text{мит}}$ та колісного рушія $\eta_{\text{руш}}^{\text{мит}}$ веде до підвищення енергетичної ефективності автомобіля. Цікавий вплив швидкості автомобіля. При аеродинамічному параметрі $n > 1$ зі зростанням максимальної швидкості автомобіля V_{\max} відбувається підвищення показника E_w , а при $n < 1$,

навпаки – зниження. При $n=1$ максимальна швидкість автомобіля V_{\max} не впливає на t .

Якщо використовувати багатовісний автомобіль, то при тих же параметрах N_{\max} , A_w , n , F , $\eta_{\text{тр}}^{\text{мит}}$ ККД колісного рушія $\eta_{\text{руш}}^{\text{мит}}$ буде менше та показник E_w , буде нижче, чим у двовісного автомобіля.

Для автомобільного поїзда вираз (7) прийме вигляд:

$$E_{\text{вп}} = \frac{m_{\text{п}} + \sum_{i=1} m_{\text{при}}}{Q \cdot A_w \cdot S \cdot F} \eta_{\text{тр}}^{\text{мит}} \cdot \eta_{\text{руш}}^{\text{мит}} \cdot V_{\max}^{n-1} \quad (8)$$

де κ – число причіпних ланок;

$m_{\text{при}}$ – маса i -ої причіпної ланки;

Q – коефіцієнт збільшення лобового аеродинамічного опору автомобіля по відношенню до одиночного автомобіля.

Коефіцієнт Q можна представити у вигляді:

$$Q = 1,25\kappa, \quad (9)$$

та вираз (8) прийме вигляд:

$$E_{\text{вп}} = \frac{m_{\text{п}} + \sum_{i=1} m_{\text{при}}}{1,25\kappa \cdot A_w \cdot S \cdot F} \eta_{\text{тр}}^{\text{мит}} \cdot \eta_{\text{руш}}^{\text{мит}} \cdot V_{\max}^{n-1}. \quad (10)$$

Отриманий вираз (10) дозволяє провести оцінку енергетичної ефективності автомобільного поїзда.

В результаті проведеного дослідження визначено вплив аеродинамічних параметрів на показник енергетичної ефективності автомобіля. Визначено вплив причіпних ланок на енергетичну ефективність автомобільного поїзда.

Список літератури

1. Aziz Abdulgaziz and Mikhail Podrigalo. A new approach to assessment of vehicle traction dynamics / A. Abdulgaziz, M. Podrigalo // IOP Conference Series : Materials Science and Engineering.– 2020. 7 pp.DOI:101088/1757 – 899x/971/5/052100.
2. Метод рациональных ускорений и его приложения в динамике мобильных машин / Н.П. Артемов, А.Т. Лебедев, М. А. Подригало и др. – Харьков: Изд-во «Міськдрук», 2012. – 220 с.
3. Тарасов Ю.В. Наукові основи забезпечення технічного рівня автотранспортних засобів при проектуванні та модернізації : автореф. дис. на здобуття наук. ступення докт. техн. наук: спец. 05.22.02 – автомобілі та трактори / Ю.В. Тарасов. – Харків, 2021. – 40 с.
4. Подригало М. А., Кайдалов Р.О, Омельченко В.І. Оцінка коефіцієнта корисної дії колісного рушія автомобіля // Автомобіль і електроніка. Сучасні технології. Електронне наукове спеціалізоване видання. – Вип. 21: Харків, 2022. – с.31-39. DOI:10.30977/АТ/2019 – 8342.2022.21.08.
5. Підвищення енергоефективності автомобілів при маневруванні зниженням непродуктивних витрат енергії: автореф. дис.на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец: 05.22.20 / Мазін О. С. – Харків, 2020. – 20 с.

Склярів Микола Вячеславович, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри авто-
бронетанкової техніки
Національна академія Національної гвардії України
nvsklyarov@ukr.net

АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ ТА ОБГРУНТУВАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ ПІДСИЛЮВАЧІВ ГАЛЬМ НА ЛЕГКИХ БРОНЕАВТОМОБІЛЯХ НАЦІОНАЛЬНОЇ ГВАРДІЇ УКРАЇНИ З КОЛІСНОЮ ФОРМУЛОЮ 4×4

Відомо, що ефективним способом покращення гальмівних можливостей автомобіля є використання підсилювачів гальм. Аналіз статистичних даних підтверджує переважний вплив гальмівних систем на кількість ДТП. Окрім цивільних автомобілів, військові броньовані автомобілі рухаються при виконанні службово-бойових завдань (СБЗ) з достатньо високою швидкістю, тому при екстремому гальмуванні, яке може бути використано, при бойовій експлуатації достатньо часто, особливу увагу слід приділяти забезпеченню гальмової ефективності. Яка на пряму залежить від використання в гідравлічних гальмових приводах підсилювачів гальм.

Оскільки на більшості автомобільній бронетехніки Національної гвардії України (НГУ), та Збройних Сил України (ЗСУ), переважно встановлюються дизельні двигуни внутрішнього згоряння (ДВЗ), то зникає можливість отримання розрідження для вакуумних підсилювачів гальм, без використання додаткових елементів. Таких як вакуумний насос. Що в свою чергу збільшує кількісну базу елементів гідравлічного гальмового приводу. Тому доцільно використовувати на такій автомобільній техніці гідравлічні підсилювачі гальмового приводу, які можуть отримувати додаткову енергію рідини від електрогідравлічного підсилювача кермового керування, який встановлений на даному типі броньованих автомобілів.

Аналіз вимог до гальмівних систем з метою їх удосконалення дозволяє визначити нові підходи до розробки вузлів гальмівної системи з гідроприводом, зокрема гідравлічних підсилювачів гальм (ГПГ).

У сучасних автомобільних гідроприводах переважно застосовуються вакуумні підсилювачі гальм (ВПГ), рідше застосовуються ГПГ. Зумовлено це можливістю використання джерел енергії: перепаду атмосферного тиску та розрідження чи примусового тиску рідини. Можливо, що при активному використанні антиблокувальних систем автомобільних гальмівних гідроприводів і електрогідравлічних систем ГПГ будуть використовуватися більш активно. На сучасних легких броньованих автомобілях НГУ та ЗСУ закордонного виробництва, або розроблених в Україні, таких як «КрАЗ-Кугуар», «КрАЗ-Спартан», «ВАРТА», «Дозор-Б», «Новатор», «Козак-2М», «НММWV», за рахунок використання дизельних двигунів та електрогідравлічних підсилювачів рульового управління, виникає необхідність у встановленні додаткового вузла, вакуумного насоса, для отримання розрідження, необхідного для роботи ВПГ, а при використанні ГПГ в якості додаткового джерела енергії використовується штатна

гідравлічна система підсилювача рульового управління, що дає можливість обходитися без додаткових елементів створення тиску рідини в ГПП.

Питання дослідження ГПП відображені у роботі [3, 4, 5], а узагальнені дані про створення ГПП в роботах [1 – 5]. В процесі розробки конструкцій підсилювачів виникають проблеми, пов'язані із взаємним впливом різних частин підсилювача на його робочий процес. Тому на етапі проектування необхідна оцінка функціональних зв'язків в підсилювачах та їхній вплив на робочі характеристики. Для цього потрібно:

визначення загальної структури підсилювачів; аналіз особливостей робочих процесів у підсилювачах залежно від їхньої конструкції; розробка функціонального взаємодії елементів в структурних складових підсилювачів; створення схем і методик моделювання; виконання моделювання та оцінка теоретичних результатів на основі адекватності по відношенню до існуючих конструкцій; у разі потреби виконання коригування вже існуючих моделей ГПП.

Метою даної роботи є розгляд рішення перших чотирьох перерахованих вище завдань. Аналіз існуючих конструкцій підсилювачів у гідроприводі гальм [1 – 5] дозволив сформулювати їхню узагальнену структуру.

Кожна структурна складова підсилювачів включає набір різних елементів, що забезпечують різні функції робочого процесу. Суттєву роль організації робочого процесу виконує розподільний пристрій золотникового типу. Значною мірою робота розподільного пристрою залежить від взаємодії з іншими елементами. Насамперед, це відноситься до слідкуючої дії, що забезпечує пропорційність між входом і виходом. Взаємодія розподільного, слідкуючого та виконавчого пристроїв та їх елементів необхідно розглядати виходячи з об'єднання силовими та кінематичними зв'язками у стані рівноваги. Розглянуті варіанти конструкцій гідравлічного гальмівного приводу із застосуванням ВПП та ГПП, дозволяють теоретично досліджувати взаємодію складових та вплив їх параметрів на роботу підсилювачів, які встановлюються в гідравлічних гальмових системах легких броньованих автомобілів НГУ.

Список літератури

1. Fazekas G.A. Brake torque. "Automobile Engineer". 1951, №5, pp. 185-191
2. Fischer D.K. Brake System Components Dynamic Performance. Measurement and Analysis. International automobile safety conference – 13-th FISITA technical Congress. Brussel 1970 (Papers) may 13 ... 15, New York, SAE, 1319 p.
3. В.Н. Склярів, Н.В. Склярів Методика моделювання усилителей гидравлического тормозного привода. Автомобильный транспорт. Сборник научных трудов ХНАДУ №29, Харьков 2011. – с. 105-110.
4. Патент UA №113059 Україна. МПК В60Т1/00 В60Т11/00. Гідропідсилювач гальм (UA); заявл. 23.06.2016; опубл. 10.01.2017.
5. Склярів В.Н. Исследование и разработка гидроусилителя автомобильного тормозного привода. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Харьков, 1983. – 238с.

Погорілий С.П., д.т.н., с.н.с,
Третяк В.М., к.т.н., доцент,
Присяжний В.Г., к.т.н., с.н.с,
Мірний В.Ю. аспірант, Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва Національної академії аграрних наук України,
pogorilyu_sergiy@ukr.net

АГРЕГАТ ДЛЯ ВНЕСЕННЯ ЗАСОБІВ ЗАХИСТУ РОСЛИН НА БАЗІ АВТОТРАКТОРА

У процесі вирощування сільськогосподарських культур вагоме місце займають технологічні операції з догляду та захисту рослин, невчасне виконання яких призводить до значних втрат урожаю через шкідників, хвороби, а також своєчасне підживлення рослин добривами тощо. Одним із шляхів вирішення цієї проблеми є застосування прямої технології та високопродуктивного агрегату у складі МЕЗ-115 «Автотрактор» та обприскувача, наприклад, ОА-3000.

МЕЗ-115 «Автотрактор» обладнаний двигуном потужністю – 85 (115) кВт (к.с.), має масу – 3500 кг, колісну формулу – 4×4, максимальну швидкість руху – 90 км/год, начіпний пристрій, який дає можливість агрегувати існуючі начіпні та причіпні сільськогосподарські машини без змін в їх конструкції. Завдяки системі агрегування технологічних модулів, можливо встановлювати обладнання на раму машини без додаткового вантажопідйомного обладнання.

Обприскувач ОА-3000 об'ємом 3000 л, шириною захвату 18 м та робочої швидкості руху 20-25 км/год дає можливість досягти продуктивності основного часу 40-60 га/год, витрата пального (бензин) – 0,7 л.

Порівнюючи агрегати для внесення засобів захисту на базі МЕЗ-115 «Автотрактор» та трактора тягового класу 1,4-2, то агрегат на базі МЕЗ-115 «Автотрактор» має більшу продуктивність на 40 % за рахунок підвищення робочої швидкості руху та меншу собівартість виконання технологічної операції на 25%.

Агрегат у складі МЕЗ-115 «Автотрактор» та обприскувач ОА-3000 пройшов виробничу перевірку у Дослідному сільськогосподарському виробництві Інституту фізіології рослин і генетики Національної академії наук України на площі 25 га.

Висока транспортна швидкість ГАЗ-66 + ОА-3000 дає можливість використовувати прямої схему внесення засобів захисту чи добрив, що значно зменшує витрати на виконання технологічних операцій. Крім того, зникає необхідність у використанні додаткових технічних засобів для транспортування води чи добрив.

Третяк Віктор Михайлович, к.т.н., доцент, Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва Національної академії аграрних наук України. e-mail: viktor_tretyak@ukr.net

Говоров Олександр Федорович, к.т.н., с.н.с., , Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва Національної академії аграрних наук України. e-mail: Aleksandr_Govorov@ukr.net

Погорілий С.П., д.т.н., с.н.с., Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва Національної академії аграрних наук України. e-mail: pogorilyu_sergiy@ukr.net.

ІМПОРТОЗАМІЩЕННЯ ДОРОГИХ ПОТУЖНИХ ТРАКТОРІВ В ВИСОКОПРОДУКТИВНИХ МАШИННО-ТРАКТОРНИХ АГРЕГАТАХ

Жорстка міжнародна конкуренція на ринку сільськогосподарської продукції вимагає впровадження інтенсивних технологій вирощування різних культур і відповідного впровадження високопродуктивних машинно-тракторних агрегатів (МТА), які потребують потужності до декількох сотень кінських сил. Енергія від потужних тракторів розподіляється на забезпечення руху МТА і технологічні потреби, переважно за тяговою концепцією [1].

Нажаль тракторобудування нашої країни та її фінансовий стан не дозволяють розвивати конкурентоспроможні мобільні енергетичні засоби. Відновлення національного сільськогосподарського машинобудування доцільно здійснювати впровадженням нової тягово-енергетичної концепції побудови МТА.

Існуючі схеми побудови МТА показують нераціональне використання розподілення мас за їх складовими. Для забезпечення поступального руху МТА часто достатньо невеликого тягового зусилля, яке може забезпечити трактор меншого тягового класу. А привод технологічного обладнання можливо забезпечити окремим джерелом енергії.

Для обґрунтування цієї пропозиції проведено економічну оцінку вартості тракторів та двигунів від їх потужності. На підставі статистичних досліджень характеристик понад 700 моделей тракторів у Німеччині [2] побудовано залежність їхньої вартості від потужності двигунів. Та одержано коефіцієнти лінійної апроксимації. Відношення k_s коефіцієнтів апроксимації показує в скільки разів зростає вартість трактора по відношенню до вартості двигуна:

$$k_s = \frac{a_{tr}}{a_{dvz}} = \frac{1082,5}{50,047} = 21,6.$$

Зростання вартості тракторів до вартості двигунів збільшується майже в 22 рази. Це пояснюється збільшенням вартості не тільки двигунів, а й складних трансмісій для передачі великих потужностей, ходових систем, допоміжних механізмів та обладнання щодо умов праці людини [3].

Суттєва різниця в зростанні вартості тракторів зі збільшенням потужності підтверджує доцільність розроблення конструкції МТА, в яких впроваджується додаткове джерело енергії (ДВЗ), яке через дешевий редуктор приводить тех-

нологічне обладнання або навіть допомагає рухатися з технологічною швидкістю.

Отже, замість дорогого трактора з великою потужністю для забезпечення роботи МТА доцільно впроваджувати більш економічну схему мультиенергетичних сільськогосподарських машинно-тракторних агрегатів з використання додаткових джерел механічної енергії.

Список літератури

1. Третяк, В. М. Проблеми створення потужних мобільних енергетичних засобів для впровадження сучасних технологій у рослинництві [Текст] / В. М. Третяк // Вісник аграрної науки: спеціальний випуск: ННЦ «ІМЕСГ» – 80. – 2010, травень. – С. 88-93. – Бібліогр. : С. 93.
2. Інформація потужності і ціни тракторів в Європі. URL: www.dlz-agrarmagazin.de/traktoren (дата звернення: 24.07.2021).
3. Мироненко, В. Г. Підвищення ефективності сільськогосподарських тракторів [Текст] / В. Г. Мироненко, Я. М. Гадзало, В. М. Третяк // Механізація та електрифікація сільського господарства : міжвідомчий тематичний науковий збірник / НААН України ; ННЦ «ІМЕСГ». – Глеваха, 2014. – Вип. 99. – Т. 2. – С. 39 – 50.

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

Лебедев Анатолій Тихонович, д-р техн. наук, проф.,

Сумський національний аграрний університет

Козлов Юрій Юрійович, провідний науковий співробітник

Харківська філія Українського науково-дослідного інституту прогнозування та випробування техніки і технологій для сільськогосподарського виробництва імені Леоніда Погорілого

Шевченко Ігор Олександрович, канд. техн. наук., доцент

Державний біотехнологічний університет

СПОСІБ АНАЛІЗУ КОМБІНОВАНИХ МАШИННО-ТРАКТОРНИХ АГРЕГАТІВ

Розглядаючи комбінований машино-тракторний агрегат (МТА) як механічну систему, виходимо з того, що кожен його елемент (трактор, с/г машина) складається із деякої кількості агрегатів (A_1M, A_2M, \dots, A_jM), кожен з яких включає в себе деяку кількість складальних одиниць ($C_1A_1M, C_2A_2M, \dots, C_kA_kM$), які в свою чергу – деяку кількість деталей ($D_1C_kA_i, D_2C_kA_i, \dots, D_jC_kA_iM$) (рис. 1).

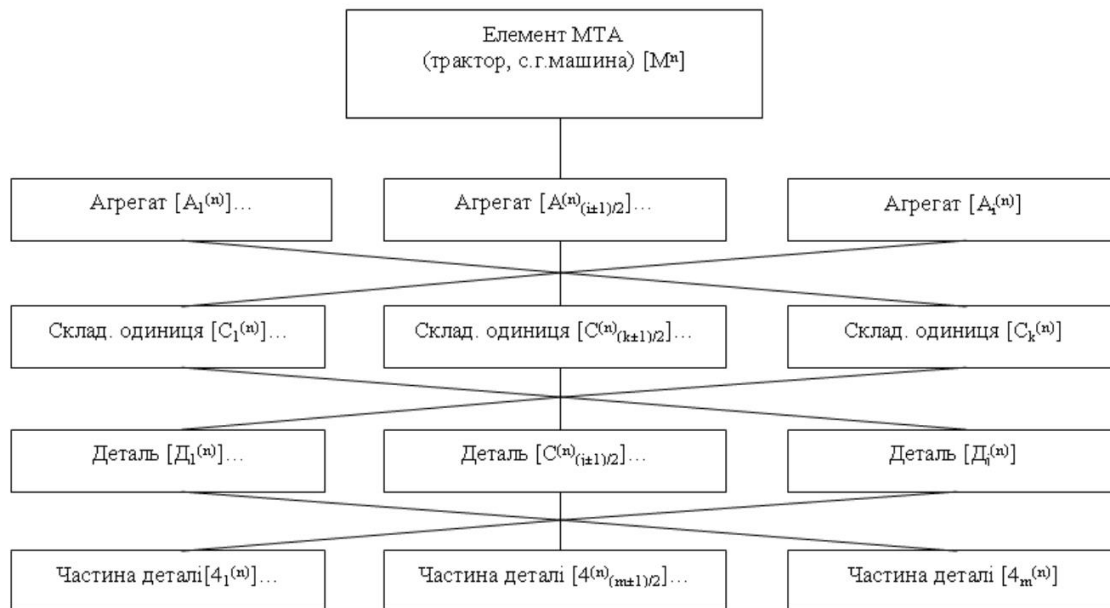


Рисунок 1 – Структурна схема конструкції комбінованого МТА

У відповідності з даною схемою (рис. 1) одна і та ж сама деталь входить в різні складальні одиниці, одна і та ж сама складальна одиниця – в різні агрегати, що відображає принцип уніфікації й може розглядатися як повторюваність одних і тих самих елементів, складаючи МТА. Навіть окремі частини складних деталей (наприклад, $4_1 D_j C_{k A_i M}$, $4_2 D_j C_{k A_i M}$, ..., $4_m D_j C_{k A_i M}$), що враховують характеристики форми, параметри точності і шорсткості, можуть входити до складу різних деталей. Тому кожна із складальних частин МТА, як ТС, з одного боку, являється конструктивним елементом (КЕ) цієї системи, а з іншого – технічною системою (ТС) більш низького рівня складності.

В таблиці КЕ комбінованого МТА розділені на складові частини-деталі або вироби, що виготовляються з матеріалу однієї марки без застосування складальних операцій. Розділені також всі роз'ємні і нероз'ємні (зварні, клепані, напресовані тощо) складальні одиниці (виріб, складальні частини якого підлягають з'єднанню між собою на підприємстві-виробнику складальними операціями), за винятком покупних виробів (комплектуючі), що отримує підприємець у готовому виді і виготовлених за технічною документацією заводом-постачальником. Кожен куплений виріб в ході його класифікації враховують як одну одиницю, незалежно від кількості деталей, що входять в нього. Із сукупності деталей, що утворюють МТА та купованих виробів в ході класифікації КЕ виключені стаціонарні деталі: болти, гвинти, гайки, шайби, шпонки, тощо.

Під час аналізу КЕ комбінованого агрегату МТА за рівнями складності будь-який вузол, складальну одиницю, агрегат-систему, енерготехнологічний агрегат (ЕТА) можна розглядати, з одного боку, як ТС, з іншого – як КЕ, що входить до більш складної ТС. Наприклад (див. табл. 1): T^3_{c4} – технологічна система 4-го рівня, 3-го типу; X_0^8 – КЕ 0-го рівня, 8-го типу і т.п. За необхідністю представлення в одному рівні виключно однакових КЕ одного типу позначають: $2T_{c4}$, ..., $5T_{c4}$ або $2X_4$, ..., $5X_4$; за різної їх конструкції перед індексом їх

рівнів (с4 та 4) ставлять цифровий індекс – T_{2c4}, \dots, T_{4c4} і т.д. як $X_{2,4}, \dots, X_{4,4}$ і т.д.

Методологія аналізу комбінованого МТА на основі оцінювання взаємозв'язку основних його елементів (двигуна, трансмісії, рушія) з урахуванням його експлуатаційних властивостей дозволяє розробляти моделі (у виді графу) синтезу комбінованих МТА для рослинництва мінімальної складності.

На основі дослідження взаємозв'язку витрат енергії трактора у складі комбінованого МТА від діючих сил на нього встановлено, що найбільш функціонально значимим елементом конструкції комбінованого посівного МТА є рама трактора.

Відкритим залишається питання оцінювання навантаження найбільш функціонально значимого елемента конструкції комбінованого МТА під час виконання ним технологічного процесу.

Полянський Олександр Сергійович, д-р техн. наук, професор
Гецович Борис Євгенович, студент
Харківський національний автомобільно-дорожній університет
Khadi.pas@gmail.com

МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ СИЛОВОГО АГРЕГАТУ ГІБРИДНОГО АВТОМОБІЛЯ

На сьогоднішній день одним з головних напрямів розвитку автомобільного транспорту є покращення економічної та екологічної безпеки. Найбільш перспективним у цьому напрямі є розвиток гібридних силових установок. Використання подібної ідеї дозволяє не тільки оптимізувати режим роботи ДВЗ, а також акумулювати надлишки кінетичної енергії транспортного засобу при гальмуванні, що виявляє не аби яку ефективність у міському русі [1].

Ще декілька років тому всім здавалося, що час великих інженерних винаходів у автомобілебудуванні минув, адже здивувати технічними новинками в епоху електроніки, полімерних матеріалів і високих промислових технологій майже неможливо, але в автосвіті, як і в природі, у результаті еволюції з'являються транспортні засоби з використанням інноваційних технологій. Наприклад, автомобілі, колеса яких приводяться в рух від двох різних систем - електричної та бензинової. Якщо провести екскурс в історію автомобілебудування, то ідея використання електричного струму в авто інженерії зовсім не нова, а самі по собі гібридні системи є не те інше, як проміжний етап у переході від нафтового палива до електричного, адже саме воно являє собою найбільш чистіше та найефективніше джерело енергії. На жаль використання таких систем має ряд бар'єрів, які неможливо подалати на сучасному етапі розвитку, в першу чергу це невеликий запас ходу та властивість акумуляторних батарей розряджатися навіть при простоюванні транспортного засобу, необхідність в достатньо частій підзарядці від електромережі, що в свою чергу впливає на кінцеву по-

тужність двигуна. Стосовно двигунів внутрішнього згорання, то вони, безумовно, потужніші, порівняно недорогі, та використовують паливо яке є практично усюди, але оскільки нафтові запаси нашої планети небезмежні, а вміст шкідливих компонентів у відпрацьованих газах досить високий, відповідно постало питання щодо пошуків нових ідей, нових концепцій, які б зменшили негативний вплив автомобілів на навколишнє середовище. Таким чином, і був створений гібридний автомобіль [2]..

Гібридна технологія народилася з появою дизельних електричних підводних човнів, які працюють за зовсім аналогічною схемою. У сучасній автомобільній історії така технологія стала фігурувати з 1990 року з появою перших моделей - Honda Insight і Toyota Prius. Після японських інженерів розробками гібридних прототипів почали займатися в Європі та Північній Америці. Одним з таких прототипів був Renault Kangoo, що надійшов у масовий продаж у Франції в 2003 році.

Головною причиною початку виробництва легкових гібридних автомобілей був ринковий попит на подібні моделі, викликаний високими цінами на нафту та постійним підвищенням вимог щодо екологічності. При цьому вдосконалення технологій і впровадження податкових пільг виробникам, робить ці автомобілі, в деяких випадках, навіть дешевшими за звичайні.

В даний час багато закордонних автомобілебудівних фірм ведуть інтенсивні дослідні та конструкторські роботи зі створення та вдосконалення автомобілів з комбінованими силовими установками, в першу чергу це пов'язано з підвищеним інтересом до них як зі сторони замовників міського транспорту, так і військової техніки.

Список літератури

1. Бажинов О.В., Смирнов О.П., Серіков С.А., Гнатов А.В., Колесніков А.В. Гібридні автомобілі. – Харків, ХНАДУ, 2008. – 237с.
2. Бажинов О.В., Смирнов О.П., Серіков С.А., Двадненко В.Я. Синергетичний автомобіль. Теорія і практика. – Харків, ХНАДУ, 2011. – 236с.

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

Андрєєв Андрій Олександрович, директор
Завод агропромислових технологій, м. Харків

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ДИСКОВОЇ БОРОНИ СДА

Обробка ґрунту відповідно до вихідних вимог є запорукою отримання високих врожаїв, впливає на розвиток хвороб і шкідників, забур'яненість посівів, вологість ґрунту, його щільність, стійкість до дефляції і ерозії.

Агрегати ґрунтообробні сімейства СДА (рис. 1) призначені для мілкої обробітки для провокування проростання падалиці та насіння бур'янів; подріб-

нення, закладення та перемішування у верхньому горизонті поживних решток, бур'янів та сидератів; основного мілкого та середнього за глибиною обробітку ґрунту; передпосівного обробітку ґрунту під зернові, технічні та кормові культури; поліпшення лугів та пасовищ. Агрегати сімейства СДА можуть використовуватися на ґрунтах з твердістю не більше 3,5 МПа, вологістю не більше 27% та ухилом поверхні поля не більше 10°.



Рисунок 1 – Загальний вигляд агрегату ґрунтообробного сімейства СДА, модель СДА-5 (AGRIDISC 5.0 TF) в робочому положенні

У доповіді наведено результати випробувань борони дискової СДА з визначення якості виконання технологічного процесу: визначались показники глибини обробітку ґрунту та загортання поживних решток.

Результати визначення глибини обробітку показані на рис. 2.

Загортання поживних рештків, що залишились на поверхні ґрунту визначалась за їх масою (рис. 3). Облік проводився на чотирьох облікових ділянках довжиною 10 м, шириною рівній ширині захвату агрегату. З кожної облікової ділянки здійснювався відбір трьох проб. Не загорнуті рештки збирались, зістригались і зважувались з похибкою ± 50 г. Розраховувалось середньоарифметичне значення маси поживних решток за усіма пробами на 1 м². Збір і зважування поживних решток проводився до і після проходження агрегату.

За результатами випробувань встановлено, що агрегат ґрунтообробний СДА за основними експлуатаційними показниками відповідає вимогам, що до нього пред'являються. Загортання поживних решток складає 75 %, що відповідає вимогам ТУ У 28.3-2703609237-001:2020 «Агрегати ґрунтообробні сімейства СДА. Технічні умови» (не менше 60 %).



Рисунок 2 – Визначення глибини обробітку ґрунту та величини грудок після обробітку



Шаблон для збору поживних решток Агрофон після і до проходження агрегату

Рисунок 3 – Визначення якості загортання поживних решток

Полянський Олександр Сергійович, д-р техн. наук, професор
Журавлєв Ярослав Олександрович, аспірант
Харківський національний автомобільно-дорожній університет
Khadi.pas@gmail.com

ІНФОРМАТИВНІСТЬ ДІАГНОСТИЧНИХ ІНТЕРВАЛІВ ДЕФЕКТОСКОПІЧНОГО КОНТРОЛЮ ДЕТАЛЕЙ ВУЗЛІВ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ТЕХНІКИ З ГРАНИЧНИМ РЕСУРСОМ

В даний час в організаціях агропромислового комплексу України найбільшу питому вагу займає застаріла мобільна техніка. Середній вік використаних транспортних засобів, наблизився до свого граничного терміну експлуатації (8-10 років), а понад 30% техніки повністю виробили свій ресурс і застосовуються в стані, близькому до аварійного.

Критерієм оцінки граничного стану машини повинні бути, по-перше, здатність виконати необхідні функції, потім – безпечне використання як складова небезпеки для обслуговуючого персоналу машини у вигляді відмов систем керування машиною і екологічної шкоди від забруднення повітря, ґрунту і т. п.

Існуюча система визначення періодичності технічного обслуговування і ремонту машин здійснюється за їх напрацюванням на основі загальних закономірностей зміни експлуатаційних і ремонтних витрат. Такий підхід не дозволяє в принципі прогнозувати профілактичну роботу та ремонтні витрати, особливо для умов сільськогосподарського виробництва. Тому, діагностування і прогнозування технічного стану є безумовно актуальним науково-технічним завданням, що потребує розв'язання з використанням нових більш ефективних підходів до формування і обробки діагностичної бази даних, наприклад, з використанням часових рядів, а також критеріїв статистичної інформативності та відносною чутливості діагностичних параметрів з напрацюванням.

У результаті використання нових методів оцінки технічного стану машини, можна обґрунтувати прийняття рішення щодо подальшої експлуатації техніки. І, як наслідок, скорочення до мінімуму ризику, пов'язаного із заподіянням шкоди життю або здоров'ю оператору і обслуговуючого персоналу машини.

Розглянемо гіпотезу ймовірності виходу з ладу окремих вузлів, наприклад, трактора, яка визначається комплексом наявних тріщин у деталях, що накладає особливі вимоги до періодичності та ретельності проведення дефектоскопічного контролю. Разом з тим достовірність прогнозу безпосередньо залежить від якості отриманої інформації про наявність дефектів у відповідальних деталях та елементах конструкцій таких об'єктів.

У роботах [1, 2] для виявлення тріщин у деталях тракторів застосовано портативний вихорострумний дефектоскоп, в якому передбачено можливість перемикання діапазону чутливості та вибіркової приладу, тобто можна виявляти тріщини, довжина яких більші певної (встановленої для груп деталей) величини. Це дозволяє видокремити виявлені тріщини у певні діапазони згідно з

їх відносною довжиною та оцінити ризик настання аварійних ситуацій внаслідок зруйнування головних деталей.

Але поза розглядом залишилося питання інформативності такого видокремлення – на малі, середні та великі (небезпечні) тріщини, що відповідає градації їх небезпечності щодо зруйнування деталі. Адже використання неінформативних ознак знижує достовірність контролю, підвищує його трудомісткість та не дозволяє оцінити безпеку подальшого використання техніки з вичерпаним ресурсом.

На основі статистичних даних дефектоскопічного контролю деталей вузлів (систем) тракторів було отримано апріорні ймовірності виникнення тріщин у вказаних діагностичних діапазонах для справного та несправного станів системи.

Виконаний розрахунок діагностичної цінності (інформативності) дефектоскопічного контролю вузлів тракторів МТЗ-80 дозволив обґрунтувати правомірність вибору діагностичних інтервалів. Для цього результати дефектоскопічного контролю було систематизовано також як реалізації дворозрядної та трирозрядної ознак. Як дворозрядну ознаку справного та несправного станів розглядали наявність чи відсутність небезпечних тріщин у деталях вузлів (систем) трактора. Трирозрядну ознаку розглядали як випадок, коли за допомогою дефектоскопа було розмежовано тріщини середнього та великого розміру, а також їх відсутність. Порівняння значень діагностичної цінності (інформативності) дефектоскопічного контролю для випадків простого виявлення тріщин та їх розмежування щодо ступеню розвинення у деталях показує, що діагностична цінність (інформативність) контролю зростає у разі переходу до більшої кількості діагностичних інтервалів, але у випадку справного стану вузла доцільно обмежитися трирозрядною ознакою.

Список літератури

1. О.С.Полянський, О.В.Войналович, М.М.Мотрич. Оцінення безпеки експлуатації сільськогосподарських агрегатів за даними дефектоскопії деталей. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка, 2018. Випуск 190. С. 185-192.

2. О.С.Полянський, О.В.Войналович, М.М.Мотрич. Розрахунок ймовірності аварійного стану трактора за статистичними даними дефектоскопічного контролю. // Науковий журнал «Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів», 2018. Випуск 13. С. 40-47.

Полянський Олександр Сергійович, д-р техн. наук, професор
Краснокутський Максим Володимирович, аспірант
Харківський національний автомобільно-дорожній університет
Khadi.pas@gmail.com

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СТАБІЛЬНОСТІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИМ КЕРУВАННЯМ ДИЗЕЛЯ ЗАЛІЗНИЧНОГО САМОХІДНОГО ЗАСОБУ

Залізничний самохідний засіб є двовісним, з механічним приводом на обидві осі. Він оснащений дизелем ЯМЗ-238М2 потужністю 176 кВт та механічною 5-ступінчастою коробкою передач ЯМЗ-236Н з передавальними числами: 1 передача – 5,22, 2 передача – 2,90, 3 передача – 1,52, 4 передача – 1,00, 5 передача – 0,66, задній хід – 5, 22.

До переваг цього засобу слід віднести простоту їх влаштування, компактність, невелику масу, відносно низьку вартість виготовлення та досить високий ККД (від 0,6 до 0,95 залежно від кількості ступенів та типу приводу) [1].

У той же час, механічна передача має низьку серйозних недоліків. Через неминучу обмеженість числа ступенів швидкості багатоступінчастого редуктора тягова характеристика самохідного візка з механічною передачею має вигляд ступінчастої ламаної лінії, яка значно відрізняється від гіперболи (ідеальної характеристики). Ця ступінчастість обумовлена наявністю жорсткого зв'язку між вхідним та вихідним валами механічної передачі. Принципова схема механічної передачі наведена на рис. 1.

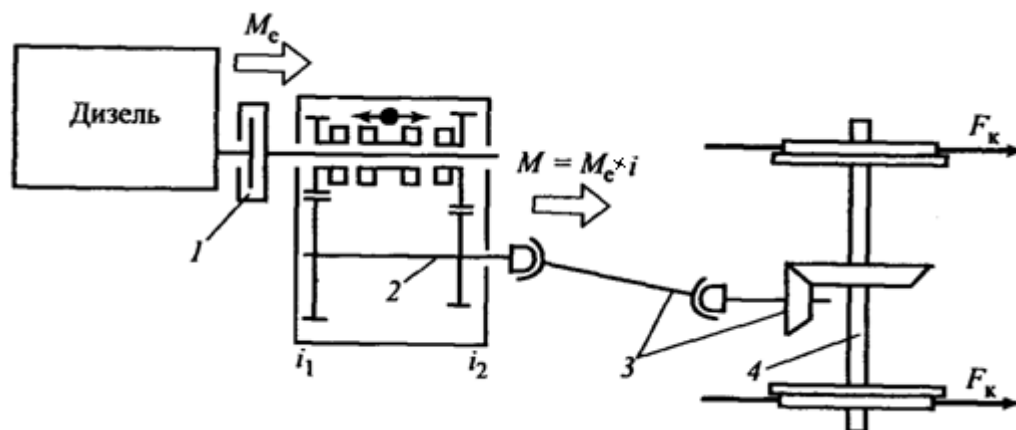


Рисунок 1 – Принципова схема механічної передачі [1]:

1 – зчеплення; 2 – вихідний вал редуктора; 3 – тяговий привід; 4 – вісь колісної пари; i_1 , i_2 – передатні відношення ступенів передачі, M – момент на вихідному валу редуктора, M_e – обертовий момент двигуна, F_k – сила тяги локомотива

Якщо звернути увагу на тягову характеристику, можна побачити, що вона складається з двох ділянок, які послідовно чергуються – зовнішньої швидкісної та граничної регуляторної характеристик дизеля. Саме це й визначає її зовнішній вигляд, який не може бути змінено навіть при переході до часткового

навантаження, оскільки дизель ЯМЗ-238М2 оснащений механічним всережимним регулятором. А це негативно впливає на функціональну стабільність самохідного засобу. Реальна тягова характеристика не перевищує 75% ефективної потужності дизеля.

Таким чином, зрозуміло, що повна реалізація потужності дизеля неможлива навіть на часткових режимах роботи цього засобу.

Можливість виправити положення та підвищити показники функціональної стабільності дає впровадження для керування дизелем пропонованої інтелектуальної системи DC-3, яка обладнана гідромеханічною паливною апаратурою з механічним регулятором [2, 3].

Алгоритм цієї системи базується на рівнянні електронного регулятора вигляду $H_p = A \cdot X - B \cdot n + A_1$ [2], у якому, у даному випадку, необхідно дещо скорегувати, що дозволить реалізувати часткові регуляторні характеристики гіперболічного вигляду. А саме, пропонується використати в алгоритмі електронного блоку керування (ЕБК) рівняння

$$H_p = A \cdot X - B/n + A_1, \quad (1)$$

яке й дасть змогу отримати регуляторні характеристики паливного насосу високого тиску (ПНВТ) дизеля ЯМЗ-238М2. При цьому, сталі коефіцієнти мають такі значення: $A = 0,65$; $B = -0,25$; $A_1 = -0,46$.

Звісно, що при положенні органу керування, відповідному максимальній подачі палива, тягова характеристика буде відповідати початковій. Але при реалізації меншої потужності вона буде в тій, чи іншій мірі наближена до ідеальної.

Отримані результати надають підстави для розробки інтелектуальної (або електронно-керованої) коробки передач для дизельного залізничного самохідного засобу з механічною передачею.

Список літератури

1. АГД1А-528 [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Адміністрація TrainPix і автори матеріалів, 2009—2022. – Режим доступу: <https://trainpix.org/photo/81326/> (дата звернення 05.02.2022) – Назва з екрана.
2. Універсальний електронний регулятор дизеля на основі електричного сервоактуатора / А. О. Прохоренко, С. С. Кравченко, Д. Є. Самойленко, І. М. Карягін, Д. С. Таланін. Двигатели внутреннего сгорания. 2018. № 1. С. 31–39.
3. Пат. України на корисну модель UA 138508 U, F02D1/00, F02D41/10. Спосіб мікроконтролерного регулювання частоти обертання колінчастого валу дизеля / А.О. Прохоренко, С.С. Кравченко, Д.С. Таланін, С.Ю. Білик, А.П. Кожушко, І.В. Шуба. № u201906158; заявл. 03.06.2019; опубл. 25.11.2019, Бюл. № 22.

Полянський Олександр Сергійович, д-р техн. наук, професор
Шульга Максим Юрійович, аспірант
Харківський національний автомобільно-дорожній університет
Khadi.pas@gmail.com

ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ РЕМОНТНИХ ПІДПРИЄМСТВ ШЛЯХОМ КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРИЧНИХ ВІДМОВ

Одним з ефективних напрямків діяльності ремонтних підприємств є оптимізація кількості та підвищення надійності технологічного обладнання, що є важливою складовою у витратах часу на усунення відмов засобів транспорту. При цьому основним напрямком слід вважати створення та впровадження у виробничих процесах ремонту елементів гнучких механізованих виробництв (ГМП) на основі розробки системи уніфікованого технологічного обладнання [1].

Тому напрямок по впровадженню нових підходів до підвищення надійності технологічного обладнання, забезпечення якості ремонтних робіт, якості відремонтованої продукції, і витрат в ремонтному виробництві є актуальним.

Під терміном "гнучкі" розуміється можливість швидкого переналагодження обладнання та оснастки з невеликими витратами часу, трудових і матеріальних ресурсів [2]. Гнучким механізованим виробництвам властиві: розрив технологічного потоку в часі, резервування ремонтного фонду та незавершеного виробництва для ритмічного виробництва з максимальним завантаженням обладнання та виробничих площ, сприятливі передумови для широкого застосування бригадної форми організації праці, значне впровадження агрегатного методу ремонту, застосування процесів групової технології та організації ремонту, можливості впровадження, як поперед ремонтної так і між операційного діагностування ремонтваних і обслуговуваних машин та агрегатів, їх контролю, випробування і обкатки.

Під гнучкістю технологічної системи розуміють її здатність швидко перебудовуватися на обробку нових деталей у межах, визначених технічними можливостями обладнання і технологією обробки групи деталей. Високий ступінь гнучкості забезпечує більш повне задоволення вимог замовника, оперативний перехід до випуску нової продукції, збереження дрібносерійного виробництва, зменшує кількість параметричних відмов.

Гнучке автоматизоване (механізоване) виробництво має володіти такими основними ознаками [1,2]:

- гнучкість стану системи, тобто здатність добре функціонувати при різних змінах;
- гнучкість системи групування, тобто можливість розширення сімейства оброблюваних деталей;
- гнучкість технології, яка визначає здатність системи враховувати зміни у складі виконання технологічних операцій;

- організаційна гнучкість виробництва, що полягає в можливості простого і негайного переходу на обробку будь-якої з освоєних системою деталей.

У багатьох господарствах такі роботи, як зняття і постановка ресор, карданних валів, редукторів, гальмівних барабанів, передніх і задніх мостів і інших вузлів і агрегатів машин проводиться вручну, без застосування відповідного обладнання і пристосувань. При цьому основним напрямком слід вважати створення і впровадження у виробничих процесах ремонту елементів гнучких механізованих виробництв (ГМП) на основі розробки системи уніфікованого технологічного обладнання, перш за все розбирально-складального. Це дає можливість швидкого переналадження обладнання та оснащення з невеликими витратами часу, трудових і матеріальних ресурсів, уникнути появи параметричних відмов.

Список літератури

1. Полянський О.С., Дубінін Є.О., Плетнев В.М. Шляхи зменшення часу відновлення роботоздатності машин та їх агрегатів // Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. Механізація сільськогосподарського виробництва: Зб. наук. праць, Вип. 75, Т. 1. – Харків, 2008. – С. 391-397.

2. Невертій Г.С., Дубініна І.М. Вдосконалення управління інноваційною діяльністю // Економіка транспортного комплексу. Зб. наук. праць. Вип.10 - Харків, 2006. - С. 153-162.

Подригало М.А., д.т.н., професор,
Харківський Національний автомобільно-дорожній університет,
Яровой Г.Г ад'юнкт,
Горелишев С.А., к.т.н., доцент,
Національна академія Національної гвардії України,
port_6633@ukr.net

ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ БРОНЮВАННЯ КОЛІСНОЇ ТЕХНІКИ

Колісна техніка є основним засобом, що забезпечує тактичну та оперативну рухливість підрозділів Національної гвардії України (НГУ). Крім того, мобільні наземні об'єкти, які використовуються у Збройних силах України, спеціальних військах та службах, також можуть будуватися на колісному шасі. На сучасному етапі розвитку силових структур понад 95% зразків озброєння та військової техніки (ОВТ) монтується саме на автомобільних шасі.

Проблема захисту екіпажів, боєприпасів та палива, внутрішнього обладнання бронетехніки від вражаючих факторів протитанкових засобів (ПТЗ) завжди була і залишається актуальним питанням, яке потребує адекватного вирішення. Аналіз бойового застосування колісних машин, їх вразливості показує, що основним способом забезпечення її живучості є проведення робіт з кон-

структивного захисту цих зразків від впливу звичайних засобів ураження (куль, осколків), тобто бронювання.

Сучасні наукові дослідження щодо розробки та удосконалення бронезахисту військової техніки направлені в основному на зниження маси засобів при заданій бронестійкості та створення засобів з більш високою бронестійкістю при тих же масо-габаритних показниках. Але не багато уваги приділяється впливу бронезахисту на експлуатаційні характеристики колісної машини. Встановлення броні змінює показники наступних експлуатаційних властивостей автомобіля: тягово-швидкісних (динаміка поступального руху), стійкості прямолінійного руху, стійкості положення та маневреності (комплексної експлуатаційної якості, що включає в себе керованість, стійкість при виконанні маневрів та вписуваність).

У зв'язку з цим завдання зниження маси бронезахисту при забезпеченні заданої динамічної стійкості та забезпечення стійкості колісної машини при русі не втрачає своєї актуальності.

Враховуючи вищевикладене та виявлений при цьому вплив бронювання на експлуатаційні характеристики колісної техніки, пропонується використовувати захисне покриття для колісних машин, яке за своїми тактико-технічними характеристиками не тільки не поступиться наявним засобам захисту, але й перевершить їх за рядом характеристик (дистанція непробиття, вагові характеристики (легкість), модульний принцип побудови бронезахисту, вартість). Так як у колісних машин різні габарити, захисне покриття має бути універсальним. Для цього пропонується збирати це покриття з окремих елементів з однаковими розмірами. Це дозволить надалі використовувати такий своєрідний "бронези-лет" для захисту легкового чи вантажного автомобіля, причепів, а також окремо місця розташування водія, старшого машини та екіпажу.

Крім того, необхідно розробити метод розрахунку оптимального розміщення броньових листів на корпусі колісної машини з урахуванням мінімального впливу на маневреність колісної машини.

Полянський Олександр Сергійович, д-р техн. наук, професор
Харківський національний автомобільно-дорожній університет
Дідюк Наталя Олександрівна, старший викладач,
Харківський національний університет радіоелектроніки
Khadi.pas@gmail.com

ІННОВАЦІЙНО ОРІЄНТОВАНІ ФОРМИ ЛЕКЦІЇ СТУДЕНТАМ СТАРШИХ КУРСІВ

Термін походить від латинського «lectio» - читання і означає усне викладення навчального матеріалу лектором. Дана форма навчання традиційна для вищої школи і є основною формою передачі інформації, знань у ЗВО [1].

Вступна лекція дає перше цілісне уявлення про навчальний предмет і орієнтує студента в системі роботи за даним курсом. Лектор знайомить студентів з призначенням і завданнями курсу, його роллю і місцем у системі навчальних дисциплін і в системі підготовки спеціаліста. Дається короткий огляд курсу, віхи розвитку науки і практики, досягнення в цій сфері, імена відомих учених, викладаються перспективні напрямки досліджень. На цій лекції висловлюються методичні та організаційні особливості роботи в рамках курсу, а також дається аналіз навчально-методичної літератури, рекомендованої студентами, уточнюються терміни і форми звітності.

Лекція-інформація. Орієнтована на виклад і пояснення студентам наукової інформації, що підлягає осмисленню і запам'ятовуванню. Це найбільш традиційний тип лекцій в практиці вищої школи.

Оглядова лекція – це систематизація наукових знань на високому рівні, що дозволяє велике число асоціативних зв'язків у процесі осмислення інформації, викладається при розкритті всередині предметної та меж предметної зв'язку, виключаючи деталізацію і конкретизацію.

Проблемна лекція. На цій лекції нове знання вводиться через проблемність питання, завдання або ситуації. При цьому процес пізнання студентів в співпраці і діалозі з викладачем наближається до дослідницької діяльності. Зміст проблеми розкривається шляхом організації пошуку її вирішення або підсумовування і аналізу традиційних і сучасних точок зору.

Лекція-візуалізація являє собою візуальну форму подачі лекційного матеріалу засобами аудіо-, відеотехніки (відео-лекція). Читання такої лекції зводиться до розгорнутого або короткого коментування візуальних матеріалів (натуральних об'єктів – людей в їх діях і вчинках, у спілкуванні і в розмові; мінералів, реактивів, деталей машин; картин, малюнків, фотографій, слайдів; символічних, у вигляді схем, таблиць, графів, графіків, моделей).

Бінарна лекція – це різновид читання лекції у формі діалогу двох викладачів (або представників двох наукових шкіл, або вченого і практика, викладача та студента) [2].

Лекція-конференція проводиться як науково-практичне заняття, із заздалегідь поставленої проблемою і системою доповідей, тривалістю 5-10 хвилин.

Кожен виступ являє собою логічно закінчений текст, заздалегідь підготовлений в рамках запропонованої викладачем програми. Сукупність представлених текстів дозволить всебічно висвітлити проблему. Наприкінці лекції викладач підводить підсумки самостійної роботи і виступів студентів, доповнюючи або уточнюючи запропоновану інформацію, і формулює основні висновки.

Лекція-консультація може проходити за різними сценаріями. Перший варіант здійснюється за типом «питання-відповіді». Лектор відповідає протягом лекційного часу на питання студентів по всьому розділу або усьому курсу. Другий варіант такої лекції, що подається за типом «питання-відповіді-дискусія», є трояким поєднанням: виклад нової навчальної інформації лектором, постановка питань і організація дискусії в пошуку відповідей на поставлені питання.

Переваги лекції:

1. Лектор повністю планує і контролює хід заняття.
2. Можливість охоплення великої аудиторії.

Недоліки лекції:

1. Високі вимоги до майстерності лектора, необхідні для якісної передачі знань.
2. Монолог лектора і низьке залучення та активність учнів; часто – низький ККД засвоєння матеріалу.

Наприклад, у цій роботі використовується інформаційна лекція по дисципліні «Ремонт машин і устаткування», «Обслуговування та ремонт обладнання електроніки та телекомунікацій» на тему «Технологічний процес ремонту і відновлення ресурсу машин та їх деталей». Лекція за напрямом призначена для студентів старших курсів, які бажають займатися інноваційною діяльністю після завершення університету [3].

Контроль отриманих знань з лекції проводиться за допомогою усного опитування за контрольними запитанням.

Список літератури

1. Мелецинек А. Інженерна педагогіка. – К.: НТУ, 2016. – 185 с.
2. Білоновська І.Д. Інженерна компетентність спеціаліста: теорія та практика формування. – К.: ЗАО «Дім педагогіки», 2005. – 241 с.
3. Маливанов Н. Підготовка інженерів до інноваційної діяльності у системі безперервної освіти // ВВШ, 2004, №8. – с. 62-64.

Абрамов Дмитрій Володимирович, д-р техн. наук, професор, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, varan_mail@ukr.net
Солдатенко Ігор Олегович, аспірант, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, iso1770@ukr.net

ВИЗНАЧЕННЯ ФАКТОРІВ, ЯКІ ВПЛИВАТИМУТЬ НА ВИБІР ТИПУ СИЛОВОЇ УСТАНОВКИ МАШИН НАЗЕМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЛІТАКІВ

Комплекс обладнання Ground Support Equipment (GSE) включає у себе машини, які задіяні в процесі наземного обслуговування літаків у межах летовища. Перспективним напрямом модернізації та розвитку рухомих засобів аеродромно-технічного забезпечення польотів авіації (GSE) є створення модульних систем [1], де енергетичний модуль представляє собою тягач, а технологічний модуль у вигляді причепу шарнірно з'єднаний з ним. Застосування модульного принципу для машин наземного обслуговування літаків дозволяє зменшити кількісний склад парку машин, оптимізувати його структуру, зменшити матеріальні і трудові витрати, зменшити час простою окремих машин. Застосування модульних машин є характерним для GSE аеропортів багатьох країн світу. Разом з тим, у переважній більшості випадків енергетичні модулі машин GSE мають силову установку у вигляді двигуна внутрішнього згоряння. Переведення таких машин на електричну або гібридну тягу дозволить ще більше знизити витрати на їх експлуатацію. Таким чином, актуальним завданням є визначення факторів, які впливатимуть на вибір типу силової установки енергетичних модулів машин GSE.

До машин GSE відносяться наземні тягачі літаків, різноманітні трапи та машини для завантаження вантажів, паливні цистерни для заправки літаків, вантажні автомобілі, спеціальні пасажирські автобуси, обладнання для підготовки літаків до польоту, електрогенератори для забезпечення електроенергією літака під час знаходження на землі та заряджання акумуляторів, техніка для обслуговування систем кондиціонування повітря на борту літака, обладнання для діагностики, технічного обслуговування та ремонту літаків, пожежна техніка, техніка для прибирання та догляду за злітною смугою та іншими ділянками аеродрому.

Класичне застосування двигунів внутрішнього згоряння на енергетичних модулях забезпечує великий крутний момент, та великий запас їх ходу, що дозволяє машинам GSE тягти великі вантажі та переміщатися на великі відстані з високою транспортною швидкістю, у тому числі, по нерівному ґрунту. Разом з тим, у рамках територій аеродромів, існують обмеження щодо швидкості руху наземних машин та немає необхідності забезпечувати великий запас їх ходу з причини невеликого добового пробігу. Тому є доцільним проведення модернізації таких машин шляхом встановлення електричної або гібридної силової установки, що дозволить зменшити експлуатаційні витрати а також зменшити шум та викиди відпрацьованих газів, підвищити пожежну безпеку.

Таблиця 1 – Аналіз факторів, які впливають на вибір типу силової установки енергетичних модулів машин GSE

Фактор, який враховується при виборі типу силової установки енергетичних модулів	Машини GSE з силовою установкою		
	з ДВЗ	з електричною	з гібридною
Відносна вартість нового енергетичного модуля	–	±	+
Відносна вартість експлуатації	+	–	±
Надійність та довговічність в процесі експлуатації	+	+	+
Стабільність експлуатації у різних кліматичних умовах	+	±	+
Достатній запас ходу	+	±	+
Забезпечення необхідного крутильного моменту на колесах	+	+	+
Висока маневреність в межах операційної зони	+	+	+
Рівень енергоефективності	–	+	±
Викиди відпрацьованих газів	+	–	±
Шумові та вібраційні емісії	+	–	±
Рівень пожежної безпеки	+	–	+
Необхідність додаткових заходів захисту від ураження струмом	–	+	+
Можливість тривалої автономної роботи у відриві від енергомереж	+	–	+
Можливість роботи з використанням різних джерел енергії	–	–	+
Можливість передачі та використання енергії від технологічного модуля до енергетичного модуля	–	+	+
Можливість передачі та використання енергії від енергетичного модуля до технологічного модуля або віддача енергії до загальної енергомережі	–	+	+
Можливість рекуперації енергії	–	+	+
Можливість використання енергії від відновлюваних джерел	–	+	+
Відносна швидкість заряджання джерела енергії	+	–	+
Необхідність у моніторинговій системі рівня енергії у джерелі	+	+	+
Необхідність у паливозаправній станції	+	–	+

Необхідність у модернізації існуючих електричних мереж аеродрому	–	±	–
Необхідність у встановленні мережі зарядних станцій акумуляторів	–	+	±
Необхідність у мережі станцій заміни розряджених акумуляторів	–	+	–
Необхідність у встановленні додаткових генераторів резервного живлення	–	+	–
Необхідність у обслуговуванні і ремонті додаткових елементів інфраструктури	–	+	±
Доступність технології на ринку	+	+	+

Примітка: – низький рівень або відсутність; ± середній рівень; + високий рівень або наявність

На доцільність використання різних типів силової установки енергетичних модулів машин GSE впливатиме комплекс факторів, які слід враховувати, основні з яких зведено у таблицю 1. За кожним з факторів виставлено якісну оцінку рівня досконалості за трьома рівнями: низький рівень або відсутність; середній рівень; високий рівень або наявність.

Розглянуто три типи силових установок: силова установка на базі двигуна внутрішнього згоряння (ДВЗ); електрична силова установка, що складається з одного або кількох електродвигунів та комплекту акумуляторних батарей; гібридна силова установка, яка містить дизельний ДВЗ, електричний двигун у комплекті з генератором, інвертором і блоком акумуляторних батарей.

Усі три типи силових установок мають ідентичні рівні досконалості за такими факторами як надійність та довговічність в процесі експлуатації, забезпечення необхідного крутильного моменту на колесах, висока маневреність в межах операційної зони, необхідність у моніторинговій системі рівня енергії у джерелі, доступність технології на ринку.

Енергетичні модулі машин GSE з електричною силовою установкою мають суттєво кращий рівень досконалості за наступними факторами: відносна вартість експлуатації, рівень енергоефективності, викиди відпрацьованих газів, шумові та вібраційні емісії, рівень пожежної безпеки, можливість передачі та використання енергії від технологічного модуля до енергетичного модуля, можливість передачі та використання енергії від енергетичного модуля до технологічного модуля або віддача енергії до загальної енергомережі, можливість рекуперації енергії, можливість використання енергії від відновлюваних джерел, відсутність необхідності у паливозаправній станції.

Разом з тим, зазначена модернізація машин GSE потребує і модернізації інфраструктури аеродромів. Так, необхідно забезпечити встановлення зарядних станцій акумуляторів машин, модернізацію існуючих електричних мереж аеродрому, встановлення додаткових генераторів резервного живлення, навчання персоналу та забезпечення протипожежних заходів і заходів захисту від ураження струмом. Зазначені заходи збільшують загальну вартість модернізації

машин GSE, але є доцільними за рахунок зниження вартості їх експлуатації та покращення екологічності.

До машин GSE, що залучаються для наземного обслуговування військових літаків, додатково пред'являються вимоги щодо можливості тривалої автономної роботи у відриві від енергомереж, тому модернізацію таких машин слід здійснювати шляхом встановлення гібридних силових установок. Це дає можливість їх роботи з використанням різних джерел енергії, або, за необхідності, з одночасним використанням обох джерел, що збільшує сумарну потужність силової установки.

Список літератури

1. Подригало М.А. Формування гальмових та динамічних властивостей модульної техніки для аеродромно-технічного забезпечення польотів авіації / М.А. Подригало, В.М. Краснокутський, В.В. Кириченко // Системи озброєння і військова техніка. –2007. – № 3 (11). – С. 69-73.

Лебедев Анатолій Тихонович, доктор технічних наук, професор,
професор кафедри агроінжинірингу
Сумський національний аграрний університет
tiaxntusg@gmail.com

Шуляк Михайло Леонідович, доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри агроінжинірингу
Сумський національний аграрний університет
m.l.shulyak@gmail.com

Погуляй Володимир Михайлович, здобувач PhD, кафедри агроінжинірингу
Сумський національний аграрний університет
m.l.shulyak@gmail.com

ОЦІНКА ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ТРАКТОРА ПРИ ЗМІНІ ЙОГО ТЕХНІЧНОГО СТАНУ

Одним з основних аспектів успішної експлуатації тракторних агрегатів є забезпечення їх працездатності, яка залежить від різних функціональних параметрів, таких як тягові характеристики, динамічні показники та керованість. Для оцінки технічного стану трактора проводиться діагностика, яка враховує якісні та кількісні характеристики його властивостей. Проте, діагностика не здатна встановити зв'язок між технічним станом трактора та його працездатністю. Функціональна діагностика базується виключно на аналізі робочих операцій, що здійснюються під час експлуатації трактора.

Ефективність функціонування трактора, а отже його працездатність, визначаються експлуатаційними допусками на контрольованими параметрами. Це включає встановлені допуски на рівень та точність налаштування параметрів, а також контрольні допуски, що визначають межі значень параметрів, переви-

щення яких призводить до втрати працездатності трактора. Для оцінки припустимих режимів роботи трактора корисно аналізувати його динамічний стан, зокрема прискорення параметрів за межі встановлених допусків.

Тракторні агрегати відносяться до динамічних систем, математичні моделі яких відображають взаємозв'язок між вхідними та вихідними впливами, а також їх похідними і інтегралами. Динамічні властивості тракторних агрегатів значно залежать від параметрів основних елементів, таких як деталі та агрегати. Контроль технічного стану цих елементів може бути здійснений шляхом аналізу їх динамічних характеристик. Для оцінки динамічних властивостей тракторних агрегатів використовуються аперіодичні, коливальні зв'язки, які враховують як аперіодичну, так і інерційну ланки.

Оцінка поступального руху тракторного агрегату включає значні зміни коефіцієнтів диференційного рівняння, таких як постійна часу та коефіцієнти посилення, що залежать від швидкості руху агрегату та технічного стану його складових елементів.

Оцінка працездатності тракторного агрегату при зміні його технічного стану полягає у визначенні відхилення центру тяжіння реального перехідного процесу від еталонної моделі та його впливу на енергозатрати трактора під час виконання технологічного процесу.

Міжнародний Кодекс стандартів ОЕСД встановлює вимоги до випробувань тракторів, що включають оцінку потужності та витрат палива під час розгону трактора в складі агрегату та при нестабільній частоті обертання двигуна. Харківська філія УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого апробувала динамічні методи аналізу при експериментальних дослідженнях трактора ХТЗ-17224 з метою оцінки його енергозатрат під час розгону під час лущення стерні. Випробування були проведені відповідно до стандарту СОУ УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого 71.2-37-046043090-017:2015, затвердженого Міністерством агропромислового комплексу та продовольства України.

Результати цих досліджень, порівняні з результатами, отриманими класичними методами, свідчать про доцільність використання динамічного методу оцінки працездатності. Цей метод дозволяє наблизити регульовані параметри до квадратичної інтегральної оцінки реального перехідного процесу тракторного агрегату під час технічного обслуговування, коли параметр стану відхиляється від еталонної моделі.

Оцінка працездатності трактора при зміні його технічного стану полягає у визначенні величини та напрямку відхилення центра ваги реального перехідного процесу від еталонної моделі.

Список літератури

1. Лебедев А.Т., Лебедев С.А., Коробко А.І. Кваліметрія та метрологічне забезпечення випробувань тракторів. Харків: Вид-во «Міськдрук», 2018, 394с.
2. Метод парциальных ускорений и его приложение в динамике мобильных машин/ Н.П.Артемов, А.Т.Лебедев, М.А.Подригало и др. Под рук. М.А. Подригало. Харьков: Изд-во «Міськдрук», 2012, 220с.

3. Артёмов М.П., Лебедев А. Т., Шуляк М. Л., Кулаков Ю.М. Оцінка тягово-динамічних властивостей на основі прискорення трактора. Інженерія природо користування. 2015. № 1 (3). С. 84 – 89.

4. Шуляк М.Л., Лебедев А. Т., Артёмов М.П., Калінін Є. І. Оцінка функціонування сільськогосподарського агрегату за динамічними критеріями. Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. 2016. № 4. С. 218 – 226.

Абрамов Дмитрій Володимирович, д-р техн. наук, професор, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, varan_mail@ukr.net

Смаль Кирил Сергійович, бакалавр, Харківський національний автомобільно-дорожній університет kirillsmal212215@gmail.com

ВИЗНАЧЕННЯ МАКСИМАЛЬНИХ ПРИСКОРЕНЬ ЛАНОК РОБОТА-МАНІПУЛЯТОРА МПУС-10

Процес роботизації виробництва характерний етапністю робіт щодо збільшення рівня автоматизації, яка здійснюється спочатку шляхом роботизації окремих технологічних позицій. Останнім етапом комплексна роботизація з об'єднанням локальних систем керування окремими роботами, роботизованими комплексами, дільницями та лініями в глобальну систему керування від єдиного центрального комп'ютера.

Одним із варіантів роботизації виробництва може бути застосування робота-маніпулятора МПУС-10 з пневматичним приводом та системою керування ЕПК-1030. Промисловий робот МПУС-10 призначений для автоматизації технологічних процесів, де необхідно здійснити захоплення, перенос і установку деталі на технологічне устаткування. Динамічні навантаження ланок маніпулятора впливають як на деталь, що закріплюється у захваті робота, так і на точність позиціонування самого захвата. Для недопущення пошкодження деталі, закріпленої у захваті, або для недопущення втрати деталі із захвату маніпулятора необхідно дослідити швидкості та прискорення ланок маніпулятора під час відпрацювання відповідних команд. Для цього проведено експериментальне дослідження прискорень ланок робота-маніпулятора МПУС-10 (рис. 1).



1 – робот-маніпулятор; 2 – система керування; 3 – компресор;
4 – реєстраційно-вимірювальний комплекс

Рис. 1 – Робот-маніпулятор МПУС-10 з приводним компресором, системою керування ЕПК-1030 та реєстраційно-вимірювальним комплексом під час проведення експериментальних досліджень

В процесі проведення експериментального дослідження використовувалося наступне устаткування:

- робот-маніпулятор МПУС-10 з системою керування ЕПК-1030;
- компресор;
- реєстраційно-вимірювальний комплекс «ВРКВММ 4-001» на базі ЕОМ з двома трикоординатними датчиками прискорення (акселерометрами).

Трикоординатні датчики прискорення закріплювались на роботі-маніпуляторі у двох місцях (на двох ланках), як показано на рисунку 2.



а



б

а – кріплення датчика № 446 на середній ланці маніпулятора;
б – кріплення датчика № 445 на захваті маніпулятора

Рис. 2 – Місця встановлення трикоординатних датчиків прискорення на роботі-маніпуляторі МПУС-10 з пневматичним приводом

Перший датчик прискорення № 446 закріплювався за допомогою струбцини на середній ланці «руки» робота-маніпулятора МПУС-10 (рис. 2 а). Другий датчик прискорення № 444 закріплювався за допомогою струбцини на захваті робота-маніпулятора МПУС-10 (рис. 2 б).

Експериментальні дослідження виконувалися у лабораторному приміщенні з температурою навколишнього середовища 15⁰С. Тиск повітря у пневматичному приводі робота-маніпулятора склав 0,6 МПа.

Параметри, які реєструвалися під час проведення експериментального дослідження: характер руху «руки» робота-маніпулятора; прискорення середньої ланки та захвата робота-маніпулятора за поздовжньою відносно «руки» маніпулятора горизонтальною віссю x; прискорення середньої ланки та захвата робота-маніпулятора за поперечною відносно «руки» маніпулятора горизонтальною віссю у; прискорення середньої ланки та захвата робота-маніпулятора за вертикальною віссю z; час руху t.

При цьому перший з перерахованих параметрів є змінним в ході експериментального дослідження, а останні чотири є такими, що визначається (реєструється).

Перед початком експериментальних досліджень було забезпечено тиск стиснутого повітря в приводі робота-маніпулятора на рівні 0,6 МПа шляхом застосування компресора з тарированим манометром. При досягненні необхідного тиску в пневматичному приводі, на робот-маніпулятор МПУС-10 подавалась команда з керівного пристрою ЕПК-1030 на рух. Послідовність команд на рух була наступною: висування «руки» робота-маніпулятора уперед у поздовжньому напрямку; поворот «руки» робота-маніпулятора у горизонтальній площині на 90⁰; поворот захвата робота-маніпулятора навколо поздовжньої горизонтальної осі на 180⁰; рух захвата робота-маніпулятора у горизонтальній площині у поперечному напрямку.

Під час виконання зазначених команд виконувалась фіксація реєструємих параметрів з використанням реєстраційно-вимірювального комплексу «ВРКВММ 4-001» на базі ЕОМ.

За результатами проведеного експериментального дослідження отримано дані, з використанням яких побудовано графіки зміни повздовжнього, поперечного та вертикального прискорень ланок робота-маніпулятора МПУС-10 у часі при відпрацюванні команд на рух. Для усунення надмірного коливання значень прискорення щодо середнього значення, був застосований фільтр Баттерворта.

Аналіз отриманих графіків дозволив виявити наступне. Максимальні значення прискорень (до $\pm 15,0$ м/с² у захвата у вертикальному напрямку) спостерігаються при повороті захвата на 180⁰ та поверненні в початкове положення.

При повороті руки маніпулятора на 90⁰ та поверненні в початкове положення максимальні значення прискорень зафіксовано у горизонтальному поперечному напрямку і складає $\pm 9,2$ м/с² у середньої його ланки у моменти удару руки маніпулятора у стопор. Безпосередньо під час повороту горизонтальні поздовжні прискорення як середньої ланки, так і захвата маніпулятора досягають $\pm 2,1$ м/с². Мінімальні значення прискорень (до $\pm 0,9$ м/с² як у середньої ланки

маніпулятора, так і у захвата) спостерігаються під час руху захвата у поперечному напрямку та поверненні в початкове положення.

Поява піків прискорень, які зафіксовано під час експериментальних досліджень, обумовлено як прискореним рухом ланок маніпулятора під час відпрацювання відповідних команд від керуючого пристрою, так і ударами в упори при завершенні руху. Для зниження рівня максимальних прискорень рекомендується впровадити у конструкцію робота-маніпулятора МПУС-10 демпферів, які б пом'якшували удари під час його роботи.

Список літератури

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

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

Нікорчук Андрій Іванович, канд. техн. наук, начальник кафедри автобронетанкової техніки Національної академії Національної гвардії України.
nikorchuk@ukr.net

КЛАСИФІКАЦІЯ ДИСТАНЦІЙНО КЕРОВАНИХ МАЛОГАБАРИТНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Бойові дії, що відбуваються на території нашої держави вносять свої корективи в розвиток військової техніки. Все частіше провідні держави світу розглядають можливість замінити людину на полі бою роботизованою технікою з метою збереження людського життя.

Ідея замінити людину роботом не нова, ще в 1930 році у СРСР пройшли випробування першого танка, керованого по радіо. В Німеччині 1941 році були виготовлені керовані дротом танкетки-камікадзе призначені для перевезення вибухівки.

Розквіт роботизованих платформ став можливим завдяки появі напівпровідників, електронних відеокамер, ширококутної передачі інформації, навігаційних комплексів, елементів штучного інтелекту.

Широкого використання роботизовані платформи набули під час ведення бойових дій в Іраку. США використовували керовані бойові роботи Swords - Special Weapons Observation Reconnaissance Detection Systems з встановленим на них озброєнням.

Після широкомасштабного вторгнення на територію України війська російської федерації почали випробування на Донбасі бойового робота «Маркер» що може використовуватись в розвідувальних, інженерних, бойових та тилових заходах. Крім бойового робота «Маркер» в російській федерації розроблено ще декілька дистанційно керованих малогабаритних транспортних засобів, таких як: «Всюдихід-ТМЗ», «Нерехта», «Кунгас», «Пластун», «Стрілок», «Платформа-М», а також роботизовані комплекси «МРК-27-БТ» та «Кунгас».

В Україні над створенням робототехніки для війська працюють одночасно кілька компаній. Українською компанією з розробки безпілотних роботизованих комплексів та платформ, модернізації транспортних засобів в безпілотні наземні комплекси створений проект TEMERLAND, що є торговою маркою українського розробника і постачальника автоматизованих систем управління виробництвом – ІНФОКОМ ЛТД.

Проектом TEMERLAND запропоновано дистанційно керовані малогабаритні транспортні засоби військового призначення, такі як: «Gnom камікадзе», «Ласка», «Скорпіон», «Туран».

Державним підприємством «Спецтехноекспорт» розроблений міні-бронетранспортер «Фантом». ПАТ «Ленкузня» запропонований бойовий дистанційно керований комплекс «Піранья».

Європейські країни теж активно працюють над створенням дистанційно керованих транспортних засобів. Фірмою Milrem, Естонія, створений військовий наземний робот THEMIS ADDERP. Германією запропоновані роботи Cobham TeleMAX EOD/IEDD, Cobham tEODor.

Канадою розроблений робот ARGO, Ontario Drive & Gear Limited. Ізраїлем - G-NIUS Unmanned Ground Systems Ltd., Roboteam та DOGO, General Robotics.

США розроблені бойові дистанційно керовані транспортні засоби: Ford SIAM, MUTT, Hunter WOLF, iRobot 310 SUGV, Nortrop Grumman, Pratt Miller, QinetiQ.

Все різноманіття дистанційно керованих малогабаритних транспортних засобів можна умовно поділити на класи відповідно до довжини платформи особливо малого, малого, середнього, великого класу (таблиця 1).

Таблиця 1 – Класифікація дистанційно керованих малогабаритних транспортних засобів

№ п/п	Довжина, мм	Класифікація	Рівень застосування
1.	від 250 до 600	Особливо малий	Оперативна група
2.	від 600 до 1000	малий	Оперативна група, відділення взвод
3.	від 1000 до 2000	середній	Рота, батальйон
4.	від 2000 до 3000	великий	Полк, бригада

Список літератури

1. https://lb.ua/news/2021/11/17/498795_nazemni_boyovi_roboti_lideri.html (дата звернення 03.05.2023);
2. <https://sputnikipogrom.com/weapons/46931/military-robots/> (дата звернення 03.05.2023).

Подригало Михайло Абович, д-р техн. наук, професор, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Шейн Віталій Сергійович, канд. техн. наук, доцент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет,

Бистров Денис Сергійович, магістрант, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, bestrov21@gmail.com

Маслов Микита Васильович, магістрант, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, rgisters000@gmail.com

НОВИЙ МЕТОД ТРИБОМЕТРИЧНИХ ВИПРОБУВАНЬ ФРИКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ ДИСКОВИХ ГАЛЬМ

При проектуванні фрикційних пар дискових гальм ступінь невизначеності мають такі параметри для розрахунку:

- коефіцієнт тертя μ , що виникає в контакті пари тертя;
- ефективний радіус тертя (плече докладання сумарної сили тертя T в контакті пар), який отримав назву середнього радіусу тертя \bar{R} .

При проведенні розрахунків коефіцієнт тертя або обирається за технічними умовами для пар тертя, що використовуються, або приймається заздалегідь заниженим, рівним $\mu = 0,3$. Слід зазначити, що, приймаючи якесь розрахункове значення μ , ми не враховуємо тієї обставини, що зазначений коефіцієнт є умовним, він не враховує розподілу значень по поверхні контакту. Крім того, не враховується зміна коефіцієнта тертя μ з часом під впливом температури та зношування. Ефективний (середній) радіус тертя також залежить від геометричного припрацювання пар тертя, їх триботехнічних характеристик (головним чином від динаміки зношування). При розрахунку ефективного (середнього) радіусу тертя плоских поверхонь Александровим М. П. у своїх роботах пропонуються дві гіпотези розрахунку:

- гіпотеза рівного розподілу тисків по всій поверхні контакту $q = const$;
- гіпотеза рівного розподілу питомих потужностей тертя $q \cdot V = const$ (V – швидкість ковзання в точці, що розглядається).

У першому випадку (при першій гіпотезі) ефективний (середній) радіус визначається за наступною залежністю

$$\bar{R}' = \frac{2}{3} \cdot \frac{R_3^3 - R_{BH}^3}{R_3^2 - R_{BH}^2} = \frac{2}{3} \cdot \frac{R_3^2 + R_3 R_{BH} + R_{BH}^2}{R_3 + R_{BH}}, \quad (1)$$

де R_3, R_{BH} – зовнішній та внутрішній радіуси тертя (зовнішній та внутрішній радіуси фрикційної накладки).

У другому випадку (при другій гіпотезі) ефективний радіус справді є середнім арифметичним

$$\bar{R}'' = \frac{R_3 + R_{BH}}{2}. \quad (2)$$

У роботі [1], враховуючи нелінійну залежність геометричного зносу x поверхні тертя від тиску та швидкості ковзання

$$x = f(q^{K_1} \cdot V^{K_2}), \quad (3)$$

запропоновано гіпотезу

$$q^{K_1} \cdot V^{K_2} = const. \quad (4)$$

При зазначеній гіпотезі (4) ефективний радіус тертя дорівнюватиме [1]

$$\bar{R} = \frac{2 - K_2 / K_1}{3 - K_2 / K_1} \cdot \frac{R_H^{3-K_2/K_1} - R_{BH}^{3-K_2/K_1}}{R_H^{2-K_2/K_1} - R_{BH}^{2-K_2/K_1}}. \quad (5)$$

Проведений аналіз показує, що перед проектуванням плоских поверхонь тертя треба попередньо провести експериментальні дослідження та визначити параметри μ та \bar{R} .

Розглянемо момент тертя, що створюється при контакті плоских поверхонь тертя (муфт зчеплення або дискових гальм)

$$M_{TEP} = N \cdot z \mu \bar{R}, \quad (6)$$

де N – сила, що стискає пакет фрикційних пар;

z – кількість поверхонь тертя.

Здавалося б найпростіше, створивши силу N (відому за величиною) і вимірявши момент тертя M_{mp} за допомогою важеля з вантажем, жорстко пов'язаного з ротором фрикційних пар, визначити

$$\left(\frac{\bar{R}}{\mu} \right) = \frac{M_{TEP}}{N \cdot z}. \quad (7)$$

Це дозволить визначити деякий узагальнений параметр контакту відомої фрикційної пари в статичному стані (при роторі, що не обертається, і температурі в контакті фрикційної пари рівної температурі навколишнього середовища). При роботі механізму в реальних умовах, нагріванні та зношуванні фрикційних пар, параметр $\left(\overline{\mu R}\right)$ буде іншим.

Для вирішення поставленого завдання зниження ступеня невизначеності параметрів плоских фрикційних пар необхідно:

– розробити методику експериментальних досліджень, при якій було б можливо розділити величини μ і \bar{R} , при цьому можна буде говорити про деяке ефективне (середнє) значення $\bar{\mu}$;

– розробити методику експериментального дослідження, при якій буде можливо реєструвати динаміку зміни параметрів $\bar{\mu}$ і \bar{R} у процесі тривалого контакту плоских поверхонь тертя, що супроводжується їх нагріванням та зношуванням.

Для вирішення поставленого завдання було використано конструкцію дискового гальма відкритого типу підвищеної стабільності, запропонованої в роботах [1, 2]. Принцип стабілізації гальмівного моменту закладений у конструкціях, полягає в компенсації зменшення коефіцієнта тертя збільшенням сили притискання гальмівних колодок до диску.

Також була розроблена схема стенду для визначення середнього коефіцієнту тертя $\bar{\mu}$ та ефективного (середнього) радіусу тертя плоскої фрикційної пари. Гальмівний момент, при включеному гальмівному механізмі (подача тиску рідини в робочий гальмівний та опорний циліндри), імітується за допомогою вантажу встановленого на важелі навантаження. Вантаж є набірним, що дозволяє при проведенні експерименту збільшувати поворотний момент

$$M_{\text{пов}} = Q \cdot L \quad (8)$$

до величини моменту тертя спокою $M_{\text{тсп}}$ у гальмі. При досягненні зазначеного моменту $M_{\text{пов}} = M_{\text{тсп}}$ відбудеться поворот ротора (гальмівного диску) відносно свого початкового положення.

Вимірюючи за допомогою датчиків тиску або манометрів величини тиску рідини опорного циліндру, що підводиться з магістралі керування та тиску рідини опорного циліндру пов'язаною з робочим гальмівним циліндром за досягнення значення $M_{\text{пов}}$ величини $M_{\text{тсп}}$ розраховуються параметри \bar{R} і $\bar{\mu}$.

Запропонована методика дозволяє при випробуваннях фрикційних пар здійснювати контроль ефективного (середнього) радіусу тертя \bar{R} та ефективного (середнього) коефіцієнту $\bar{\mu}$ тертя фрикційних пар.

Список літератури

1. Гальмівні властивості та гальмівні механізми колісних тракторів / Подригало М. А. та ін. Харків : Вид-во ХНАДУ, 2007. 507 с.
2. Підвищення стійкості та керованості колісних машин в гальмівних режимах: монографія / Александров Є. Є. та ін. ; під заг. ред. Волонцевича Д. О. Харків : НТУ «ХП», 2007. 320 с.

Шуляк Михайло Леонідович, доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри агроінжинірингу
Сумський національний аграрний університет
m.l.shulyak@gmail.com

АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ СУЧАСНОГО ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО АВТОМОБІЛЯ: МЕТОДИ ТА ПРИЙОМИ

Сучасні автомобілі оснащені телематичними модулями супутникової навігації, бортовими системами діагностики, адаптивним керуванням та регулюванням паливної суміші для ефективного споживання пального. Ці технології підвищують ресурс автомобілів, забезпечують контроль над водієм, коригують регулярність обслуговування та зменшують вплив на навколишнє середовище. Діагностика автомобіля поділяється на внутрішню (бортову) та зовнішню (дистанційну) частину. Зовнішня діагностика залежить від телематичних та телекомунікаційних засобів передачі даних і взаємодії з інфраструктурою доріг та іншими транспортними засобами. Внутрішня діагностика базується на мехатроніці та використанні CAN-шини. Бортова система автомобіля складається з трьох груп:

1. Система керування автомобілем.
2. Бортова система інформування водія.
3. Система збору й передачі інформації.

Електронні системи автомобіля виконують закриті функції, збираючи дані від різних датчиків і аналізуючи їх для покращення безпеки, зручності та ефективності автомобіля. Деякі сигнали можуть бути передані у зовнішнє середовище для інформування інших учасників руху. Крім того, автомобіль може отримувати інформацію від зовнішніх джерел та використовувати її для автоматичного керування та покращення безпеки..

Кожна з груп має у своєму складі відкриті й закриті підсистеми. Електронні системи автомобіля сьогодні, в основному, виконують функцію закритих. Отримана від різних датчиків автомобіля інформація аналізується з допомогою відповідних програм і виробляє в електронному блоці керування команди для виконавчих пристроїв з метою підвищення безпеки руху, зручності керування, підвищення ефективності транспортного засобу та зниження навантаження на довкілля. Також сигнали від деяких систем можуть бути використані як відкриті для передачі у зовнішнє середовище: інформаційним центрам, дорожньо-транспортній інфраструктурі, іншим учасникам руху. Автомобіль може не тіль-

ки передавати інформацію від внутрішніх систем, але й отримувати її від зовнішніх джерел і використовувати для більш безпечного й ефективного, навіть, автоматичного керування.

Призначенням бортових систем інтелектуального автомобіля є керування робочими процесами та рухом, контроль і прогнозування технічного стану, передача у зовнішнє середовище й отримання дорожньо-транспортної інформації для ефективного керування автомобілем. Також інформування водія, інформаційні центри та технічні служби АТП та СТО про технічний стан автомобілів з метою оцінити їх готовність виконувати транспортну роботу, про необхідність отримання сервісних послуг, проведення регулювальних робіт, ТО та Р. Збирання статистичних даних про технічний стан, про фактичні дорожньо-транспортні та кліматичні умови експлуатації конкретних автомобілів парка АТП то СТО дає можливість уникати відмов за рахунок своєчасного усунення несправностей, коригування періодичності проведення ТО та Р, враховуючи фактичний технічний стан транспортного засобу. Крім того, це дає можливість підтримувати нормативну екологічну та технічну безпеку автомобіля, підвищувати продуктивність і знижувати трудомісткість перевезення вантажів і пасажирів, підвищувати ефективність технічної експлуатації автомобілів.

Телематичні та інтелектуальні системи моніторингу та діагностики дозволяють враховувати ключові фактори, що впливають на середнє споживання пального: дорожні умови, маса автомобіля, специфічна потужність, пробіг автомобіля від початку експлуатації та тип двигуна. Вони також враховують вплив інфраструктури та організації руху, таких як рівномірність транспортного потоку (що дозволяє рухатися з оптимальною швидкістю), безперервний рух, наявність обхідних доріг, пішохідних переходів і розв'язок на різних рівнях. Врахування всіх цих факторів має велике значення для ефективності перевезень та технічної експлуатації автомобілів.

Навколишнє середовище може внести невизначеність і випадковість у початкові дані та ситуації, змінити характер взаємодії між компонентами автомобіля. У таких динамічних системах можуть виникати випадкові збурення, спричинені помилками вимірювання діагностичних параметрів та похибками при обробці інформації, а також впливом непередбачених перешкод, що суттєво впливають на технічний стан автомобіля. Сучасні телематичні та інтелектуальні системи моніторингу та діагностики автоматично враховують ці фактори, що дозволяє ефективно виявляти та вирішувати проблеми.

Список літератури

1. Діагностика легкових автомобілів : навч. посіб. для здобувачів ступеня вищої освіти ЗВО / В. Д. Мигаль, М. Л. Шуляк, С. О. Гаврилов; Харків: Вид-во «Майдан», 2021. 267 с.
2. Теорія технічної експлуатації автомобілів: навч. посіб. / В. Д. Мигаль, А. Т. Лебедєв, М. Л. Шуляк. Харків: Вид-во «Майдан», 2019. 276 с.

3. Мигаль, В. Д., Лебедєв, А. Т., Шуляк, М. Л., Калінін, Є. І. Оцінка інтелектуальних якостей автомобілів. Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. 2019. № 15. С. 218 – 234.

Полянський Олександр Сергійович, д-р техн. наук, професор
Дідюк Альона Ігорівна, магістрант групи ТП-51-22,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет
Khadi.pas@gmail.com

УПРАВЛІННЯ НАДІЙНІСТЮ АВТОМОБІЛЯ ВИКОРИСТАННЯМ КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Розроблені рекомендації щодо керування надійністю автомобіля експлуатаційними методами використанням комп'ютерної технології з інформаційною системою VADIS виробництва (Вольво) Швеція.

Система VADIS містить три різні типи інформаційних тем:

1 Таблиця та графіка компонентів – ця тема охоплює інформацію про компоненти.

2 Текст та графіка обслуговування – ця тема охоплює інформацію про обслуговування.

3 Процедури тестів та послуги із встановлення зв'язку з автомобілем – ця тема охоплює інформацію, необхідну для простеження несправностей за їхніми симптомами.

Інформація про компоненти та обслуговування: вся інформація, яка раніше знаходилася в каталогах та посібниках, знаходиться зараз у системі VADIS. Цю інформацію зв'язку моделі та року випуску автомобіля з інформацією про компоненти та обслуговування встановлюються прикладними програмами системи VADIS. Задаються технічні характеристики автомобіля, місцезнаходження шуканих деталей в автомобілі і система знайде потрібні компоненти для даного конкретного автомобіля. Чим докладніше задається профіль автомобіля, тим з більшою ймовірністю буде знайдений потрібний компонент.

Простеження несправностей за симптомами: простеження несправностей за симптомами означає використання симптомів і DTCs (діагностичних кодів несправностей), зчитаних з автомобіля, для виявлення ймовірної причини виникнення несправності. Система VADIS містить кілька "деревоподібних схем простеження несправностей", які на підставі попередніх випадків пов'язують симптоми та несправності з процедурами тестів та рекомендованими діями (рис.1). Ви починаєте підніматися по такому "дереву", коли вводите симптом або зчитуєте діагностичні коди несправностей з автомобіля. Вибираючи та проводячи тест, ви переходите на "гілку дерева". Наприкінці "гілки" ви знайдете рекомендовану дію. Переконавшись у тому, що дія була успішною, ви повертаєтесь на "стовбур дерева" і вибираєте "нову гілку".

Автомобіль є основним елементом у системі VADIS. Вся інформація при-

в'язана до моделі автомобіля, року його випуску тощо. Тому вибраний вами автомобіль визначатиме відображену інформацію. У системі VADIS ви завжди маєте орієнтуватися на автомобіль як на основу своєї роботи.

При вході в систему встановіть профіль автомобіля. Якщо ви спробуєте працювати з функцією системи VADIS, не задавши профіль автомобіля, система VADIS запропонує вам задати його.

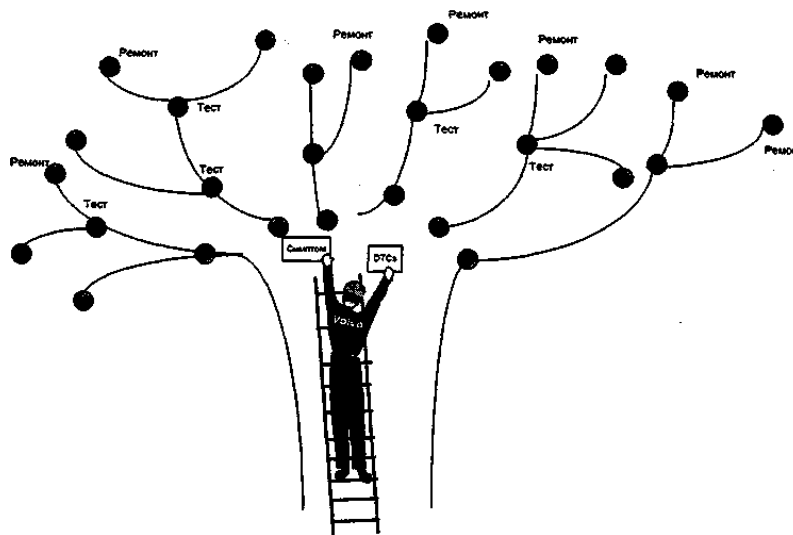


Рис. 1 «Деревоподібна» схема простежування несправностей

Профіль автомобіля можна задати одним із наступних двох способів:

- За моделлю, роком випуску та варіантом автомобіля.
- За VIN (Vehicle Identification Number - Ідентифікаційний номер автомобіля).

Якщо ви вводите VIN, система VADIS декодує його в модель та рік випуску. У більшості випадків будуть також декодовані номери двигуна, трансмісії та шасі.

Ремонт автомобіля: наведені нижче операції входять у процес ремонту автомобіля. Завдання профілю автомобіля. Потрібно знати, який автомобіль потребує ремонту. Зауважте, що за відсутності мережі симптоми, введені в приймальні, доведеться повторно ввести в майстерні. Створення списку симптомів за допомогою введення симптомів та приміток щодо симптомів. Зазвичай клієнт допомагає створити такий список, описуючи помічені їм симптоми.

Простеження симптомів у майстерні: виклик списку симптомів. Якщо прийомом клієнтів та ремонтом автомобілів займаються різні люди, консультант із обслуговування зберігає список симптомів. Технік, який працює у майстерні, викликає цей список симптомів, коли настає час проведення ремонту. Зчитування діагностичних кодів несправностей. Крім симптомів, поміченим клієнтом, блоки керування автомобілем містять іншу цінну інформацію. Коди несправностей, що надходять від автомобіля, додаються до списку симптомів. Проведення тестів. На підставі симптомів та діагностичних кодів несправнос-

теї система VADIS пропонує тести для кожного симптому або для кожного діагностичного коду несправності.

Ремонт: проведення ремонту. Сюди відноситься пошук компонентів та інструкцій з обслуговування. Деякі тести (та інструкції з проведення ремонту) передбачають підтвердження того, що в результаті ремонту несправність, ймовірно, була усунена.

Підтвердження ремонту: опис проведених заходів, тобто те, що було зроблено та які компоненти були замінені. Підтвердження проведених заходів у вигляді процедур заключного контролю. Після ремонту ви повинні перекоонатися, що несправність була усунена.

Вимірювальні прилади: Система VADIS має в своєму розпорядженні перелічені нижче вимірювальні прилади, які можуть бути використані в авторемонтній майстерні:

- Вольтметр, застосовується для вимірювання напруги електричного струму.
- Омметр, для вимірювання опору електричного струму.
- Амперметр, застосовується для вимірювання сили електричного струму.
- Хронометр, використовується для вимірювання цифрових сигналів та імпульсів.
- Осцилограф, який використовується для вимірювання електричних сигналів.

Усі прилади включаються автоматично.

Послуги із встановлення зв'язку з автомобілем: У системі VADIS послуги із встановлення зв'язку з автомобілем пов'язані з Електронними модулями керування (ECMs).

Послуги із встановлення зв'язку з автомобілем використовуються у спрямованій діагностиці для простеження несправностей, що здійснюється в авторемонтній майстерні.

Наприклад, до послуг із встановлення зв'язку з автомобілем для системи керування двигуном відносяться:

- Режим діагностичних тестів (DTM) 2.
- Зчитування Діагностичних кодів несправностей (DTCs).
- Параметр, графічний дисплей
- Параметр, цифровий дисплей
- Зчитування ідентифікатора модуля керування
- Активація компонентів/функцій
- Зчитування параметра

Програмування параметра обслуговування: параметр графічного дисплея використовується для графічного відображення тенденції зміни даних. Графічний дисплей може відображати дані протягом вибраного інтервалу для одного, двох або трьох параметрів. На сьогоднішній день є два різні параметри, графічні дисплеї в системі VADIS, залежно від того, який комунікаційний інструмент ви будете використовувати. При використанні: VST (Тестер Систем Volvo) буде

використовуватися старий параметр, графічний дисплей. VCT2000 (комунікаційний інструмент автомобіля 2000), буде використовуватися новий Параметр, графічний дисплей, що має іншу компоновку.

Новий параметр, графічний дисплей має такі ж функціональні можливості, що і старий.

Пошук інструкції з обслуговування. Іноді несправність автомобіля очевидна і, отже, не потрібно вводити симптоми. Однак, і в цих випадках вам для усунення несправності можуть знадобитися деякі керівні вказівки у формі інструкцій з обслуговування.

Проведення тестів та ремонту: система VADIS зчитує симптоми та діагностичні коди несправностей у списку симптомів та порівнює їх із накопиченою інформацією про обраний автомобіль. На підставі цієї інформації система VADIS пропонує один або кілька тестів для того, щоб з'ясувати, що потрібно зробити для ремонту. У цьому розділі показано, як провести діагностичні тести, необхідні для того, щоб з'ясувати, що потрібно зробити для ремонту. Система VADIS проведе вас через кожен тест і проінструктує про те, коли використовувати той чи інший вимірювальний прилад, замінити компонент і т.д. Деякі тести включають підтвердження того факту, що в результаті ремонту несправність була усунена. Коли для одного симптому пропонується кілька тестів, перший за списком тест, найімовірніше, дозволить вирішити проблему. Звісно, це лише рекомендація; виберіть тест, який ви вважаєте найбільш підходящим.

Список літератури

1. Полянський О.С. Вибір діагностичних параметрів оцінки технічного стану колісних машин / О.С. Полянський, Д.М. Клец, Є.О. Дубінін, А.О. Молодан, М.А. Скорик // «Актуальні питання матеріально-технічного забезпечення сил охорони правопорядку»: Збірник тез доповідей науково-практичної конференції, 27 жовтня 2016 р. – Харків: Національна академія національної гвардії України, 2016. – С. 111-113.

2. Бажинова Т.О. Експлуатаційні властивості гібридних автомобілів / Т.О. Бажинова, А.О. Борисенко. – Х.:ФОП Бровін О.В., 2016. – 104с.

Полянський Олександр Сергійович, д-р техн. наук, професор
Харламов Дмитро Олександрович, магістрант групи ТП-51-22,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет
Khadi.pas@gmail.com

НОВІ ПІДХОДИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ РЕМОНТУ ДЕТАЛЕЙ МАРШРУТНИМИ ТЕХНОЛОГІЯМИ

При розробці маршрутної технології ремонту агрегатів складної техніки необхідно розробити методику класифікації дефектів у подібні технологічні групи [1].

Узагальнюючий критерій класифікації вибрати складно. При застосуванні економічного показника, наприклад моделі абсолютного ефекту, буде потрібен облік всіх витрат, не залежних від показника надійності. Тому необхідно визначити кілька критеріїв, які могли б визначити технологічні та економічні показники:

1-й критерій – поєднання дефектів у маршрутах має відповідати реальним дефектам, з якими вузли та деталі надходять у ремонт [1].

Цей критерій передбачає необхідність детального вивчення характерних відмов вузлів та агрегатів машин, їх групи складності, частки цих відмов у загальній кількості, а також варіанти поєднання дефектів внаслідок відмови, яка виникла.

2-й критерій – кількість маршрутів має бути мінімальною.

Велика кількість маршрутів ускладнює дефектацію. Потрібний значний обсяг сортувальних робіт, а, відповідно, і стелажів з великою площею, яку вони займають. Збільшення кількості маршрутів ускладнює планування робіт, потребує великої кількості технологічної документації, тощо.

3-й критерій – маршрут ремонту має передбачати технологічний взаємозв'язок поєднання дефектів із способами ремонту.

4-й критерій – маршрути усунення наслідків відмов повинні забезпечити економічну доцільність відновлення працездатності машини.

Визначення доцільності ремонту вузлів та агрегатів необхідно проводити лише за маршрутами їх ремонту, тому що доводиться усувати не один дефект, а їх комплекс.

За рахунок скорочення зайвих розбирально-складальних робіт, скорочення допоміжного та підготовчо-заключного часу трудових витрат за маршрутною технології ремонту будуть значно нижчими, ніж при усуненні відмов за дефектною технологією.

Результати досліджень щодо виявлення взаємозв'язку дефектів, принципи, що визначають зміст маршрутів та способи скорочення їх числа, дозволили встановити критерії та перейти до розробки основних положень методики класифікації дефектів у технологічно подібні групи [2].

У маршрутну технологію включають дефекти, які мають:

- 1) взаємозв'язок дефектів при експлуатації машин, що дають реальні співвідношення, з якими надходять у ремонт;
- 2) спільність робочих місць, на яких усувається дефект або їх співвідношення;
- 3) мінімальне переміщення ділянкою вузлів і деталей під час їх ремонту;
- 4) мінімальна відмінність трудомісткості операції ремонту вузла, деталей;
- 5) економічна доцільність усунення дефекту чи його технологічної групи.

Рекомендації щодо ремонту вузлів та агрегатів: при відновленні працездатності машин виникає необхідність сортування на вузли та агрегати, які можна окремо ремонтувати.

Пропоновані маршрутні технології повинні враховувати такі рекомендації:

1. Середні ресурси змінних вузлів та агрегатів не повинні перевершувати ресурси базових деталей основних агрегатів машини (блок, коробка передач, задній міст та інші).

2. Конструктивна закінченість та автономність змінних агрегатів та вузлів. Конструктивно закінченим і автономним треба вважати вузол і агрегат машини, який має свою корпусну деталь, виконує певну функцію, не маючи спільних сполук, що сполучаються з іншими агрегатами і вузлами.

3. Доступність змінних агрегатів та вузлів при демонтажі. Необхідно, щоб цей показник мав мінімальний час, який необхідний для забезпечення доступу до вузла або агрегату, що демонтується.

4. Складність операцій монтажу та подальше регулювання змінних агрегатів та вузлів. До вузлів зі складними монтажно-регульовальними роботами слід віднести муфти зчеплення, кінцеву передачу і водило заднього мосту та інші.

5. Складність оснастки та спеціального обладнання для зняття та встановлення змінних вузлів агрегатів. Цей показник залежить від конструктивних особливостей машини, ваги та габаритів змінних вузлів агрегатів.

6. Можливість герметизації, транспортабельності та збереження якості робочих поверхонь змінних агрегатів та вузлів. Забезпечити герметизацію – це означає запобігти простим засобам при низьких витратах праці попадання всередину агрегату або вузла абразивних частинок, бруду, вологи та інші. Транспортабельність та зберігання характеризується відсутністю складної спеціальної тари та кріплення.

7. Складність ремонтних робіт при відновленні ресурсів та працездатності змінних агрегатів та вузлів. Перевагу, за цим показником, мають ті вузли та агрегати, які не вимагають для відновлення працездатності складних ремонтних робіт, пристосувань, спеціального обладнання, оснастки.

Список літератури

1. Системно спрямований підхід до формування інтелектуальної системи технічного сервісу. Крамаровські читання: збірник тез доповідей VIII Міжнародної науково-технічної конференції 25-26 лютого 2021 р. м. Київ/НУБіП. – К.: Видавничий центр НУБіП Україна, 2021. – С. 25-32.

2. Дацун Ю. М. Визначення ступеню впливу технологічних процесів ремонту на справність вузлів тягового рухомого складу. Східно-Європейський журнал передових технологій. 2016. №1/7 (79). С 56-61.

ТРАНСФЕР ТЕХНОЛОГІЙ

Трансфер технологій може відбуватись не виключно безпосередньо як випадок фактичної передачі прав інтелектуальної власності на технологічні процеси, надання устаткування для виробництва та/або навчання промислового персоналу з метою виробництва нового продукту, а й опосередковано через отримання користувачем готового, наприклад, промислово-технологічного виробу (надалі - Виріб), який втілює у собі цілий комплекс запроваджених технологій, які можуть бути новаційними для кінцевого користувача.

Експлуатація та обслуговування Виробів потребує, зокрема, формування залишків запасних частин й механізмів для оперативної їх заміни та/або підтримання технічного стану Виробу, що дозволяє його ефективно використання за призначенням. Також актуальною є можливість оперативного поповнення залишків запасних частин. Дана проблематика набирає ще більшої значущості в сучасній геоекономічній ситуації, в умовах обмеження доступу до окремих ринків та радикальної переорієнтації економічного комплексу України.

В даний момент по окремих секторах існує факт одночасного використання як істотно застарілих Виробів, що експлуатуються значний проміжок часу, а номенклатура запасних частин включала в себе ображчики, які постачалися виключно з пострадянських територій. Більш того існують окремі Вироби, що потребують виключно окремих запасних частин, призначених саме для цього конкретного Виробу. Наявні факти припинення виробництва деяких таких запасних частин, а експлуатація Виробів базується виключно на використанні залишків таких запасних частин, що були створені раніше. Отже, також постає питання можливості подальшого використання таких Виробів при вичерпанні залишків запасних частин навіть при загальному задовільному технічному стані такого Виробу й істотній значущості робіт, для яких він призначений.

Разом з цим в цьому ж самому секторі відбувається оновлення та насичення його Виробами “іноземної промислової думки”, як сучасної так і постархаїчної, що збільшує залучення людських та фінансових ресурсів у забезпечення функціонування окремих “парків” Виробів, які стають значно диверсифікованими.

Аналіз характеристик номенклатури окремих запасних частин Виробів показує їх схожість за окремими параметрами, зокрема габаритними характеристиками. Так, Вироби іноземного походження та ображчики наявного на початок 90-х років парку мають окремі запасні частини із однаковими зовнішньо-габаритними характеристиками, проте різними параметрами щодо встановлення на Виріб. Також очевидним є факт відмінності експлуатаційних характеристик сучасних запасних частин в кращий, ніж застарілі бік.

Отже, актуальним є вирішення питання уніфікації номенклатури запасних частин, що надасть можливість:

- мінімізації фінансових та людських витрат на забезпечення

необхідного залишку таких запасних частин;

- спрощення логістичних процесів;
- подовження міжсервісної експлуатації Виробу завдяки кращим характеристикам запасних частин нового покоління;
- зменшення негативних наслідків від ризику втрати частини вузькоспеціалізованих запасних частин при наявності значної кількості відповідних уніфікованих;
- розсредоточення запасів уніфікованих запасних частин без необхідності формування залишків диверсифікованої номенклатури з урахуванням місць експлуатації Виробів.

Завдання по уніфікації може бути виконано шляхом впровадження у виробництво вітчизняних підприємств відповідних запасних частин, що буде результатом реалізації механізмів трансферу технологій. Даний факт не тільки дозволить завантажити вітчизняне виробництво, а й спричинить мінімізацію логістичних процесів та дозволить вихід на зовнішні ринки із актуальним товаром.

Дудукалов Юрій Володимирович, канд. техн. наук, доцент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, ncc_delcam@khadi.kharkov.ua

УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ РЕМОНТУ МАШИН ЗАСОБАМИ КОНСТРУКТОРСЬКО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО ІНЖИНІРИНГУ В ІНФОРМАЦІЙНО ОРІЄНТОВАНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Застосування сучасних технологій конструкторсько-технологічного інжинірингу разом з прогресивними операційними процесами відновлення деталей в авторемонтному виробництві обумовлює зростання продуктивності праці та якості ремонту засобів транспорту, скорочує терміни підготовки виробництва і тривалість виконання замовлень. Однак до недавнього часу, за нашими статистичними даними, на більшості ремонтних підприємств України лише 20-30% конструкторської та технологічної документації були представлені в електронному вигляді. Втім сучасний рівень інформаційного забезпечення вимагає не просто використання технічних електронних каталогів і мультимедійних засобів, а обумовлює формування в єдиному інформаційному просторі підрозділів по конструкторсько-технологічній підготовці ремонту з урахуванням вимог автоматизованих систем управління виробництвом і технологічними процесами.

Від розрізаних інформаційних систем, які досить ефективно вирішують локальні по рівню і функціональності завдання, слід здійснити перехід до інформаційно орієнтованого ремонтного виробництва [1], в якому системно будуть вирішуватися задачі інформаційного супроводження. В якості методологічної основи створення технологічних систем (ТС) такого ремонтного виробництва може бути використаний системно-процесний підхід [2]. ТС та її підсистеми формуються і діють у відособленій сфері, їх складність і специфіка вима-

гають застосування досить загальних моделей, особливо при рішенні завдань прогнозування, синтезу і концептуального перетворення. Для формування основних ознак концепції інформаційно орієнтованого ремонтного виробництва використовується модель системного комплексу, що відноситься до найбільш загальних конструктивних моделей складних об'єктів, таких як ТС з технологічними процесами відновлення деталей. Ієрархічну модель системного комплексу можна задати набором шарів. Шари виділяються шляхом структуризації на складові, які готують і реалізують функції системи. В процесі функціонування ТС визначаються склад, форма та алгоритми представлення інформації з використанням експертних систем для прийняття рішень, що залежать від складності об'єктів ремонту та технологій відновлення деталей, які застосовуються (рис.1).

Отже, ефективне технологічне управління якістю на авторемонтному підприємстві реалізується інформаційною системою, що може мати властивості прогнозування, аналітичної обробки даних (OLAP-системи), або з можливостями ухвалення рішень (DSS-системи).

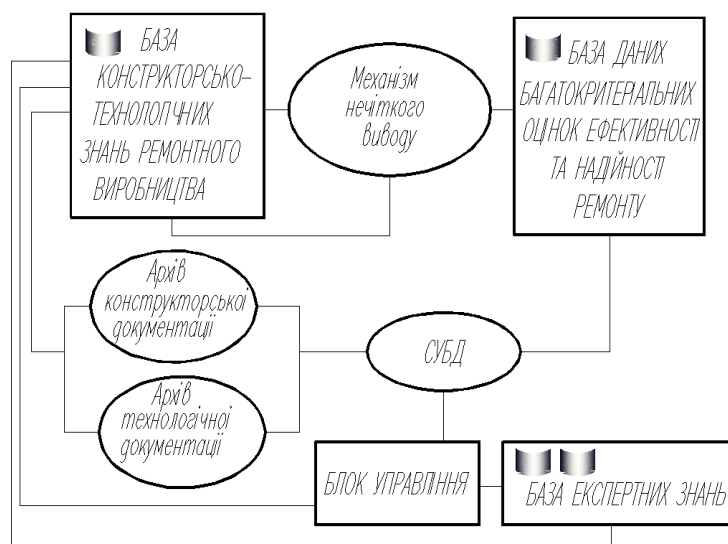


Рисунок 1 - Структура експертної системи конструкторсько-технологічного інжинірингу

При моделюванні складних систем, до яких відносяться ТС, для опису технічного стану об'єктів виробництва зазвичай застосовуються методи теорії надійності. Але можливості таких методів обмежені вимогами статистичної обробки даних, традиційно вживаними кількісними оцінками випадкових чинників і так далі. Для вирішення завдань управління якістю на авторемонтних підприємствах може застосовуватися універсальний апарат нечіткого моделювання. Він дозволяє по заданому вхідному вектору розрахувати відповідний вихід – інтегральний показник якості. Отже, нечітка модель є сукупністю механізму виводу та продукційних правил, в правих частинах яких можуть бути нечіткі множини (модель Мамдані). Нечітка модель складається з основних елемен-

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

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

Список літератури

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

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

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

МЕТОДИ ВИМІРЮВАННЯ ЗНОШУВАННЯ РІЖУЧИХ ЕЛЕМЕНТІВ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ЗЕМЛЕРІЙНО-ТРАНСПОРТНИХ МАШИН

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Список літератури

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

2. Пат. 101455 Україна МПК G01B 7/06, (2006.01) Спосіб визначення зносу робочих органів землерийно-транспортних машин/ заявник: Венцель Є.С., Щукін О.В. – u201503139; заявл. 06.04.2015; опубл. 10.09.2015; бюл. №17

Ярита Олександр Олександрович, канд. техн. наук, доцент
Харківський національний автомобільно-дорожній університет
aleks.yarita@gmail.com
Шаповаленко Владислав Олексійович, асистент
Харківський національний автомобільно-дорожній університет
vladislav-shapovalenko@ukr.net

ВПЛИВ АДАПТИВНОЇ ПІДВІСКИ НА ПАСИВНУ БЕЗПЕКУ АВТОМОБІЛЯ

Сучасні транспортні засоби комплектуються різними типами підвісок, подекуди навіть для одного автомобіля виробник пропонує декілька варіантів. Сучасний рівень розвитку технологій та багаторічний досвід представників автомобілебудівної галузі дозволяють розробляти і впроваджувати активні або адаптивні автомобільні підвіски. Вони здатні надзвичайно швидко (до 0,5 секунди) змінювати свої властивості в залежності від умов руху або команд водія.

Використання адаптивних підвісок сприяє підвищенню плавності ходу та стійкості автомобіля, підвищує рівень комфорту. Адаптивна підвіска надає можливість автоматичної компенсації кліренсу, незалежно від навантаження на передню чи задню вісь; автоматичної компенсації крену кузова у випадку нерівномірного завантаження; зменшення кліренсу при збільшенні швидкості руху автомобіля; налаштування підвіски в ручному режимі [1-3]. Окрім перелічених переваг використання адаптивної підвіски сприяє ще й підвищенню пасивної безпеки транспортного засобу.

Для роботи адаптивних підвісок можуть використовуватися різні види енергії. Відомі приклади реалізації електромеханічних, електрогідролічних, гідравлічних та пневматичних конструкцій. Незалежно від виду використовуваної енергії, адаптивні підвіски мають схожий набір функцій.

Незважаючи на численні захисні системи, у разі дорожньо-транспортної пригоди не можна виключати травмування пасажирів. Бічні зіткнення залишаються більш травматичними для водія та пасажирів ніж фронтальні. Основною причиною цього вбачається обмежений простір для деформації між пасажирами транспортного засобу з боку зіткнення та зовнішньою частиною автомобіля. Конструктивні елементи між ними повинні поглинати кінетичну енергію удару. Залежно від сили удару елементи конструкції можуть деформуватися в напрямку салону автомобіля.

Для зменшення наслідків ДТП, зокрема бокового удару, може використовуватися елементна база адаптивної підвіски. Розглянемо один з можливих алгоритмів такої роботи [4, 5]. Зона навколо автомобіля контролюється чотирма кутовими радарними датчиками. Електронний блок керування системами допомоги водієві оцінює ці дані. Залежно від ситуації він визначає потенційний ризик транспортного засобу, який наближається збоку. Блок керування розраховує критичність (числове значення, яке представляє потенційний ризик від автомобіля, що наближається) і очікуваний час до зіткнення. Ця інформація

надходить до блоку керування подушками безпеки, який у разі необхідності ініціює наступні дії. У рамках цього блоку керування підвіскою має підняти автомобіль на випадок зіткнення. Якщо відповідний об'єкт (транспортний засіб) більше не знаходиться в зоні виявлення, запит скасовується блоком керування подушками безпеки, і автомобіль повертається на початковий рівень. Якщо трапляється менш поширений випадок, коли транспортний засіб на курсі зіткнення повертає, транспортний засіб знову опускається через певний проміжок часу.

Для активації функції зіткнення усі двері, кришки багажника та капота мають бути закриті, а швидкість транспортного засобу має перевищувати 8 км/год. У разі неминучого бічного зіткнення на швидкості понад 25 км/год приводи підвіски піднімають кузов з боку виявленої небезпека на 80 міліметрів за 0,5 секунди. У результаті зіткнення енергія удару більше сприймається бічними порогами та конструкцією підлоги. Навантаження на пасажирів зменшується до 50 % порівняно з боковим ударом, коли кузов не піднятий. Функція зіткнення автоматично вимикається коли двері транспортного засобу відкриті або вимкнено електронну систему стабілізації [4, 5].

Тож можна із впевненістю говорити, що впровадження у масове виробництво адаптивних підвісок сприяє не лише покращенню багатьох експлуатаційних показників, а і в значній мірі може підвищити пасивну безпеку транспортних засобів. На сьогоднішній день конструкції адаптивних підвісок розробляються лише окремими автомобільними виробниками і винятково для автомобілів високого цінового сегменту. Стосовно реалізації функцій пасивної безпеки ці системи на даний момент не є серійними, а лише прототипами, які ми можемо побачити на випробувальних полігонах. Але, дивлячись на результати, з впевненістю можна сказати, що це майбутнє адаптивних підвісок.

Список літератури

1. Abdalla, M.O., N. AlShabatat. Linear matrix inequality based control of vehicle active suspension system. *Vehicle System Dynamics: International Journal of Vehicle Mechanic sand Mobility* 2009, 47(1): 121-134.
2. Chen, S.Z. Magnet orheological Semi-Active Suspension Demonstration for Off-Road Vehicles. *Advanced Science Letters* 2012, 12(1): 1-6.
3. Collette, C. and A. Preumont. High frequency energy transfer in semi-active suspension. *Journal of Sound and Vibration* 2010, 329 (22): 4604-4616.
4. Dishant E, Singh P, Sharma M. Suspension systems: A review. *International Research Journal of Engineering and Technology* 2017;4:148–160.
5. Palangsavar N, Mamouri AR. Stability investigation of hydraulic interconnected suspension system of a vehicle with a quaternion neural network controller. *Iranian Journa of Mechanical Engineering Transactions of the ISME* 2019;20:129–151.

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

Тарасов Юрій Володимирович, д.т.н., доцент,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
yuriy.ledd@gmail.com
Драгун Олександр Сергійович,
аспірант Харківського національного автомобільно-дорожнього університету,
Alexnomou96@gmail.com

ПОНЯТТЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СТАБІЛЬНОСТІ ГАЛЬМІВНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ АВТОТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Під стабільністю розуміється стійкість, міцність, насиченість, тривале збереження певного стану або рівня. Ніякий майновий комплекс не може бути абсолютно надійний, але головною умовою адекватності функціонування технічного виробу (системи) є стабільність [1]. Стабільність матеріального комплексу досягається в разі, коли зміни останнього, які в критичних умовах привели б до неможливості ефективного функціонування, дозволяють здійснити бажану дію [1]. Стабільність в широкому сенсі слова – це стан рівноваги, що відповідає критеріям функціонування об'єкта [1].

Якщо надійність характеризує перехід об'єкта з працездатного стану в непрацездатний, то функціональна стабільність забезпечує необхідний рівень вихідних характеристик об'єкта в працездатному стані. За аналогією з визначенням поняття надійності, наведеними в роботі [2], можна дати наступне визначення функціональної стабільності об'єкта: «Функціональна стабільність – це властивість об'єкта зберігати постійними у часі всі параметри, що забезпечують виконання необхідних функцій в заданих умовах експлуатації». Об'єктом розгляду в теорії надійності є відмова, а в теорії функціональної стабільності – швидкість зміни в часі параметрів, що визначають стан об'єкта. Тому для оцінки функціональної стабільності технічних систем зручно користуватися методом теорії чутливості. Зміна технічного стану властивостей гальмівних систем в процесі експлуатації характеризується певною невизначеністю, а його зміну можливо контролювати діагностичними параметрами. Контроль кожного параметра знімає частину цієї невизначеності. Діагностичні параметри повинні формувати максимум інформації і адекватно відображати реальний технічний стан трибосистем з урахуванням ймовірнісних характеристик відмов при експлуатації.

Показники гальмівних властивостей нових автотранспортних засобів мають володіти запасом на функціональну нестабільність. Вказаний запас має бути «витрачений» за експлуатацію під час виконання ресурсного пробігу автомобіля. Тому об'єктом розгляду повинна бути швидкість зміни показників ефективності гальмування (гальмівного шляху S_T або усталеного уповільнення $\dot{J}_{уст}$) від часу або пробігу. Стан об'єкту залежно від результатів оцінки функціональної стабільності гальмівних властивостей може бути стабільним або нестабільним.

Література

1. Дитрик Я. Проектирование и конструирование. Системный подход / Я. Дитрик/. – М.: Мир, 1984. – 454с.
2. Решетов Д.Н. Надежность машин/ Д.Н. Решитов, А.С. Иванов, В.З. Фадеев / – М.: Высшая школа, 1988. – 238с.

Подригало Михайло Абович, д.т.н., професор,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
rmikhab@gmail.com
Потапов Микола Миколайович к.т.н.,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
potarovnik1983@gmail.com
Вахнюк Сергій Анатолійович, аспірант
Харківського національного автомобільно-дорожнього університету,
vakhniuk.ser@gmail.com

ФОРМУВАННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СТАБІЛЬНОСТІ СИСТЕМИ «ТРАНСМІСІЯ - КОЛЕСА» ПОВНОПРИВІДНИХ ТЯГОВО- ТРАНСПОРТНИХ МАШИН

Робочі процеси в системі «трансмiсія-колеса» iстотно впливають на найважливіші експлуатаційні властивості будь-якої наземної техніки, зокрема – тягово-транспортних машин.

У тягово-транспортних машинах, що мають блокований привід переднього і заднього (задніх) ведучих мостів, відбувається перерозподіл через трансмісію гальмівних або тягових моментів між колесами відповідно до нормального навантаження, що припадає на них, і коефіцієнтом зчеплення з опорною поверхнею. Слід зауважити, що реакція на опорній поверхні від сумарної дії крутильного моменту та штовхаючої сили може бути на правлена в різні сторони, що дає можливість говорити про те, що колесо стає не тяговим а гальмівним [1]. Зазначене явище супроводжується додатковим навантаженням елементів ходової частини, їх зносом і, як наслідок, додатковими втратами потужності двигуна та витратою палива.

При проектуванні необхідно забезпечити не тільки раціональні показники роботи системи «трансмiсія-колеса» тягово-транспортних машин у момент виходу з конвеєра заводу, але й створити умови для збереження цих показників протягом усього періоду експлуатації. Забезпечення функціональної стабільності елементів зазначеної системи на стадіях проектування та експлуатації є важливим етапом підвищення надійності, технічного рівня та покращення якості повнопривідних колісних машин. Функціональна нестабільність елементів системи «трансмiсія-колеса», у свою чергу, є причиною параметричних та функці-

ональних відмов, що призводять до значних матеріальних збитків, а також людських жертв.

Експлуатаційну ефективність та функціональну стабільність повнопривідних колісних тягово-транспортних машин можна значно підвищити за рахунок компенсації кінематичної неузгодженості у русі заблокованих ведучих мостів. Поява кінематичного неузгодженості супроводжується додатковими втратами потужності двигуна, а також підвищенням зносом елементів трансмісії та покришок коліс.

Основними методами компенсації кінематичного неузгодженості у русі заблокованих мостів повнопривідних тягово-транспортних машин є введення диференціальних зв'язків між мостами та вирівнювання радіусів кочення заблокованих коліс.

Вирівнювання радіусів кочення заблокованих коліс можливе за рахунок ретельного підбору шин за критерієм однаковості вільного радіусу та коефіцієнта тангенціальної еластичності, ступеня зношеності протектора; а також за рахунок регулювання тиску повітря в шинах та узгодження його з величиною нормального навантаження на осі колеса. Необхідно розробити систему інтелектуального контролю виявлення, фіксації та мінімізації кінематичного неузгодження, що дозволить отримати раціональний розподіл крутного моменту між мостами тягово-транспортних машин, підвищити паливну ефективність та підвищити динамічні властивості транспортної машини.

Література

1. Подригало М.А. Движение жесткого автомобильного колеса при действии крутящего момента и толкающей силы // М.А. Подригало, Н.Н. Потапов // Автомобильный транспорт: Сб. научных трудов, ХНАДУ. – 2011. – Выпуск 28. – С. 14-17.

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

Гордієнко Ярослав Миколайович, студент групи АПМ-61-22,
Новік Андрій Валерійович, студент групи АПМ-61-22,
Кручинов Денис Сергійович, студент групи ТПТ-61-22,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ КОЛІСНИХ МАШИН, ЇХ СИСТЕМ ТА АГРЕГАТІВ

Сучасні підходи до вирішення проблеми підвищення надійності колісних машин ґрунтуються на комплексному підході до цього питання та можуть включати у себе велику кількість напрямків. Наприклад, підвищення якості технологічних процесів авторемонтних підприємств може забезпечувати підви-

щення надійності автотракторних двигунів, гідравлічних та інших систем. Також забезпечення заданого рівню надійності можливе використанням оптимальних ресурсів при виробництві та ремонтах.

Дуже важливу роль в цьому процесі відіграють питання сучасних технологій моніторингу та діагностування, використання комп'ютерних систем проектування, тощо.

Контроль дефектів технічного стану машин і устаткування також є надійним шляхом підвищення якості продукції і зниження експлуатаційних витрат. Для цього рішення варто використовувати нові ефективні технології діагностики, що існують за кордоном і безупинно удосконалюються, але ще недостатньо широко впроваджуються в промисловості України. Одним із заходів при експлуатації та ремонті колісних машин із метою підтримки техніки в працездатному стані є проведення дефектоскопічного контролю деталей і вузлів. Такий контроль дозволяє своєчасно виявляти тріщини, корозію, недопустимі зміни механічних властивостей матеріалів. Використання засобів неруйнівного контролю з використанням сучасних інформаційних технологій спрямоване на збільшення ресурсних характеристик колісних машин і продовження міжремонтного періоду їхньої експлуатації.

Працездатність гідравлічних систем колісних машин залежить від цілого ряду чинників. Підвищення надійності за рахунок забезпечення працездатності їх деталей і агрегатів залежить від успішного вирішення комплексу задач і роблять істотий вплив на надійність гідравлічних систем в цілому.

Забезпечення високого рівню надійності колісних машин можливе експлуатаційними методами (наприклад, за допомогою використання запасних частин). В основу такого підходу закладені надійнісні та вартісні характеристики елементів машин, які працюють в умовах реальної експлуатації. Математична модель потрібної кількості запасних частин повинна враховувати техніко-економічні показники конкретної колісної машини, її агрегату, деталі в певних умовах експлуатації.

Забезпечення заданого рівня надійності колісних машин вимагає додаткових витрат виробника на застосування нових матеріалів, технологій та поглиблених досліджень. Тому для створення вітчизняних високонадійних виробів необхідне збільшення витрат на стадії виробництва, але за тієї умови, що сумарні витрати на проектування, виробництво та експлуатацію будуть мінімальними.

ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ
II ВСЕУКРАЇНСЬКОГО НАУКОВО-ПРАКТИЧНОГО
ОНЛАЙН-СЕМІНАРУ

«ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ
МАШИНОБУДІВНИХ ТА РЕМОНТНИХ ПІДПРИЄМСТВ»

25 травня 2023 р., м. Харків

Відповідальний за випуск *Д.В. Абрамов*

Авторська редакція

Коректор *Є.О. Дубінін*

Комп'ютерна верстка *А.О. Молодан*