

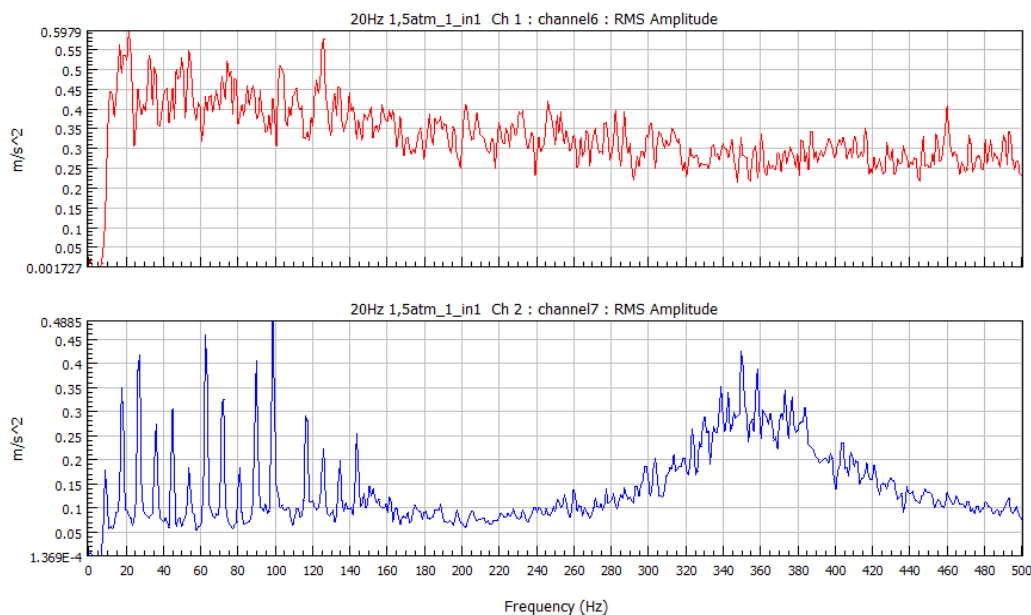


Рисунок 3. Частотний спектр середньоквадратичного відхилення амплітуди прискорення (20 Гц, 1.5 atm)

Література

1. M. Stashkiv & O. Matsiuk, nCode GlyphWorks Software Use for Test Data Processing. The 1st International Workshop on Information Technologies: Theoretical and Applied Problems 2021 (ITTAP 2021). Vol-3039. 192-205.
2. M. Stashkiv, I. Lytvynenko, V. Stashkiv, Test Data Processing Use for Structural Fatigue Life Assessment. The 2st International Workshop on Information Technologies: Theoretical and Applied Problems 2022 (ITTAP 2022). Vol. 3309. 241-258.
3. O.Lyashuk, M.Stashkiv, I.Lytvynenko, V.Sakhno, R.Khoroshun, Information Technologies Use in the Study of Functional Properties of Wheeled Vehicles. The 3rd International Workshop on Information Technologies: Theoretical and Applied Problems 2023 (ITTAP 2023). Vol. 3628. 500-512

УДК663.17

Т.Р. Чайковський, А.І. Рифун, О.В. Наконечний

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМ РОЗПОДІЛУ ГАЛЬМІВНИХ ЗУСИЛЬ ТА КЕРОВАНOSTІ АВТОМОБІЛЯ

T.R. Chaikovskiy, A.I. Ryfun, O.V. Nakonechnyi

STUDY OF BRAKE FORCE DISTRIBUTION SYSTEMS AND VEHICLE HANDLING PERFORMANCE

Системи керування автомобілем у процесах розгону, гальмування та зміни траєкторії формують замкнену структуру «водій – автомобіль – колесо – дорога». Від правильного функціонування цієї системи залежить ефективність руху, безпека та стійкість транспортного засобу. Тому розроблення узагальненої моделі розподілу гальмівних зусиль і керованості є важливою задачею сучасної автомобільної інженерії.

Головною вимогою до якості гальмування є відповідність гальмівних сил питомим навантаженням на передню і задню осі. Це забезпечує стабільне уповільнення автомобіля без передчасного блокування будь-якої з осей. У двовісному автомобілі існує нормативне

співвідношення між питомими гальмівними силами, яке задається стандартами. Воно перевіряється за допомогою діаграм граничних характеристик, що визначають допустиму область роботи гальмівної системи.

Під час гальмування перерозподіл маси спричиняє зростання вертикальних реакцій на передній осі та зменшення на задній. Тому вибір регуляторів тиску та конструктивних рішень гальмівного приводу базується на аналізі взаємодії «автомобіль – колесо – дорога». Механічні, пневматичні та електронні регулятори забезпечують адаптивну зміну тиску в контурі задніх гальм залежно від навантаження та дорожніх умов.

Розрахункові рівняння дозволяють визначити уповільнення, при якому першими блокуються колеса передньої або задньої осі. Існує критична точка, коли блокування відбувається одночасно на обох осях – саме вона є показником максимально можливої ефективності гальмування при забезпеченні стійкості руху.

На практиці реальні гальмівні сили часто не збігаються з ідеальними через інерційні ефекти, конструктивні особливості приводу та зміни коефіцієнта зчеплення. Моделювання показує, що використання електронних систем розподілу гальмівних сил та синтезованих регуляторів дозволяє скоротити гальмівний шлях у перехідних режимах – ще до досягнення сталого уповільнення. Це підтверджує доцільність застосування адаптивних алгоритмів у сучасних системах керування гальмуванням.

Керованість автомобіля охоплює його здатність змінювати параметри руху відповідно до керувальних дій водія або автоматизованої системи. Вона включає як динаміку зміни швидкості, так і стійкість при русі по кривій траєкторії. Традиційні методи оцінювання керованості є неоднорідними, що створює труднощі під час проектування нових транспортних засобів. Тому актуальним є формування універсальної методології, яка базується на математичних моделях і критеріях теорії автоматичного керування.

Процес зміни швидкості описується системою диференціальних рівнянь, де початковими умовами є усталений режим руху та сума сил опору. Рушання, сталий рух, розгін і рух із максимальною швидкістю потребують різних підходів до керування, але загальними критеріями залишаються швидкодія та точність підтримання заданої швидкості.

У транспортних засобах із автоматичними трансмісіями важливим є узгодження зміни передаточного числа та подачі палива. Тому оцінювання прийнятності автомобіля доцільно проводити не за часом розгону з нуля до 100 км/год, а за динамікою зміни швидкості в робочих діапазонах – наприклад, від 60 до 100 км/год, що відповідає реальним умовам обгону.

При русі в умовах змінного ухилу ефективність керування визначається величиною «просадки» швидкості та часом її відновлення. Моделювання дозволяє змінювати ухил як позитивно, так і негативно, оцінюючи вплив різних факторів без проведення натурних випробувань.

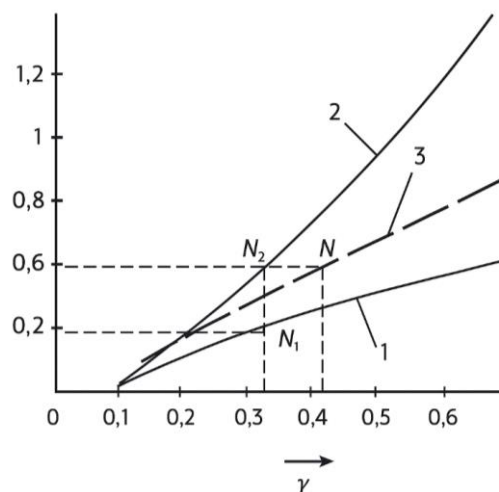


Рисунок 1. Графік розподілу питомих гальмівних сил передньої (1), задньої (2) осей та передньої і задньої осей при «ідеальному» розподілі (3)

Оцінювання керованості за траєкторними параметрами є складнішим, оскільки воно включає аналіз рульового механізму та динаміки повороту. Поворот автомобіля може здійснюватися двома способами:

Силовим методом – за рахунок різниці тягових зусиль по бортах або зміни напрямку дії сил у керованих колесах.

Кінематичним методом – у машинах з індивідуальними приводами коліс, де різна частота обертання створює момент, що викликає поворот.

Для обох випадків можливе формування математичних моделей, у яких кутова швидкість повороту залежить від вхідного керувального сигналу. Це створює основу для прогнозування поведінки машини та оцінювання її керованості за двома критеріями:

- за перехідними процесами: тривалість, коливання, перерегулювання;
- за амплітудно-частотними характеристиками: частота зрізу, наявність резонансів, чутливість на різних частотах.

Такі методи дозволяють не лише оцінювати керованість проєктованих машин, а й оптимізувати конструкцію рульового механізму та алгоритми автоматичного управління ще до виготовлення реального прототипу.

Література

1. Сахно В. П., Сирота В. І., Поляков В. М. Автомобілі. Теорія: навчальний посібник. Одеса: Військова академія, 2017. 414 с.
2. Подригало М. А., Шелудченко В. В. Теорія експлуатаційних властивостей автомобілів і тракторів. – Суми: СНАУ, 2015. – 213 с.
3. Rajamani R. Vehicle Dynamics and Control. Springer, 2012. 498 p.

УДК 629.3

І.Ю. Чепига; П.М. Куций; М.І. Куций

(Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя, Україна)

УЗАГАЛЬНЕНА РОЗРАХУНКОВА СХЕМА КУЗОВА ТА ПІДВІСКИ АВТОМОБІЛЯ

I.Iu. Cheryha; P.M. Kutsyi; M.I. Kutsyi

GENERALIZED CALCULATION DIAGRAM OF THE CAR BODY AND SUSPENSION

У сучасних дослідженнях динаміки автомобіля особливе значення має побудова адекватних просторових математичних моделей, здатних відтворювати взаємодію кузова, підвіски та коліс із дорожнім покриттям. Представлена розрахункова схема спрямована на уніфікацію опису цих підсистем через єдиний набір узагальнених координат, що забезпечує узгоджений підхід до подальшого аналітичного та числового моделювання. На рисунку 1 наведено узагальнену просторову розрахункову схему автомобіля, що використовується для формування набору узагальнених координат інерційних характеристик та кінематичного опису підвіски.