

В.М. Павленко, к.т.н., доцент;
В.П. Кужель, к.т.н., доцент;
О.О. Криворучко, студент

СУЧАСНЕ РІЗНОМАНІТТЯ АКТИВНИХ СИСТЕМ ПІДРЕСОРЮВАННЯ АВТОМОБІЛЯ

Ключові слова: автомобіль, підвіска, амортизатор, активна підвіска, нейромережі, актуатор, колесо.

Розвиток конструкції легкового автомобіля привело до необхідності розробки та впровадження активних підвісок. Спроби побудови підвісок, параметри яких змінювалися б автоматично в залежності від поточних умов, призвели до появи різних ідей, котрі можна розділити (за керованістю) на три групи.

Перший клас представлений підвісками, у яких характеристики змінюються в результаті механіки, гідравліки, чи пневматики. Наприклад, спеціальний пристрій пружинно-листових амортизаторів Roadmaster робить підвіску тим більш жорсткішою, чим більше маса автомобіля. Інший приклад, це «активно-реактивна» або «активно-пасивна» підвіска Monroe Kinetic, де гідравлічні діагональні зв'язки між підвісками кожного з чотирьох коліс, дозволяють без використання процесорів, датчиків та привідних механізмів «інформувати» кожне колесо про те, що відбувається з іншим, створюючи певне корегуюче зміщення коліс в різних ситуаціях, наприклад, під час поворотів або при наїзді одного з коліс на перешкоду. Функціональне різноманіття дій таких підвісок невелике, при цьому потрібне встановлення додаткового складного технічного та/або гідравлічного обладнання, що робить машину більш важкою, знижує її надійність.

До другого класу можна віднести підвіски, системи керування яких працюють на основі електронних схем чи контролерів, реалізуючи значення параметрів підвіски по деякому детермінованому закону. Такі системи потребують оснащення підвіски певними датчиками, та виконавчими пристроями. Контролер встановлює фіксоване відображення показників датчиків у заздалегідь визначені команди виконавчим пристроям, які реалізують указані значення параметрів підвіски. Очевидно, що таким способом можна реалізувати набагато більш складні детерміновані закони керування, аніж з допомогою механічних та гідравлічних пристроїв. Такого роду системи можуть керувати підвіскою більш динамічніше, аніж то може робити людина-водій, та можуть робити це більш точно. Основними проблемами цього класу систем пов'язані як із труднощами побудови точної математичної моделі автомобільної підвіски, так і з необхідністю створення спеціальних виконавчих пристроїв-актуаторів [1].

Оскільки автоматична система може керувати не тільки вибором із двох-трьох варіантів, а значно більшим їх числом, виникла спокуса оснастити підвіску такими керованими елементами, котрі допускали б вибір між великим числом дискретних варіантів параметрів або зміни їх континуальних значень. Прикладом таких керованих механізмів, котрі можна було б використовувати у якості виконавчих пристроїв-актуаторів в підвісці, є амортизатор з перемінною в'язкістю. Демпфуючі якості амортизатора досягаються за рахунок того, що при стисканні чи розтягуванні амортизатора в ньому здійснюється перекачування рідини (мастила) із одного резервуара в інший через вузький клапан. Змінюючи діаметр пропускного отвору клапана, можна в широкому діапазоні змінювати характеристику амортизатора. Оскільки не становить великої праці зробити клапан з керованим отвором, то такий амортизатор є зручним актуатором. Амортизатори такого типу використовувались, наприклад, в керованих підвісках літаків – шасі. Швидкодія такого актуатора доволі висока, вона обмежується можливостями перемикаючого механічного приладу клапана. Однак ще більш швидкодіючим актуатором може бути амортизатор перемінної в'язкості, в якому у якості рідини використовується так звана магнітно-реологічна рідина (MRF), яка являє собою суспензію в мастилі дуже мілко дисперсних металічних магнітних часточок – диполів. Металічні диполі можуть керувати зовнішнім магнітним полем, створеним соленоїдом, змушує їх одночасно орієнтуватися в заданому напрямі, наприклад, вздовж чи поперек потоку рідини, що й приводить до зміни в'язкості MRF в заданому напрямі.

Крім таких пасивних керованих елементів підвіски були розроблені також активні елементи, наприклад, амортизатор, в який із зовнішнього резервуару під високим тиском може вприскуватися, чи навпаки, відкачуватися мастило. Такий амортизатор сам може активно впливати

на автомобіль, потрібно лише правильно керувати цим впливом. Швидкодія такого актуатора помітно поступається системам з MRF, однак в цілому ефективність його може бути вище за рахунок активного та сильного впливу на підвіску. Прикладом такого роду активної підвіски є підвіска «Active Body Control» (ABC), якою з 2002 року оснащують автомобілі Mercedes Benz CL500 та CL600. За допомогою гідравліки високого тиску, багато чисельних датчиків та потужних мікропроцесорів ця активна підвіска миттєво налаштовує підресорювання кузова під відповідну дорожню ситуацію. Таким чином ABC на 68% зменшує переміщення кузова при розгоні, руху в повороті та при гальмуванні. Однак основним недоліком такої системи є підвищена витрата палива, що необхідна для приведення в дію такої активної підвіски.

Активна підвіска Bose. Дослідницька програма почалася з 1980 року з п'ятирічного математичного аналізу, ціль якого – визначити оптимальну продуктивність підвіски, ігноруючи обмеження будь-яких існуючих технічних рішень. Цей аналіз показав, що набагато більш високого рівня продуктивності можна було досягти, використовуючи комбіновані системи, гідравлічні та електромеханічні. П'ятирічне теоретичне дослідження призвело до електромагнетизму, як до єдиного рішення, котре могло б відповідати бажаним характеристикам підвіски. Запатентована система амортизації Bose з'єднує лінійні електромагнітні двигуни та підсилювачі потужності поряд з унікальним алгоритмом керування.

Підвіска Bose потребувала значних удосконалень в чотирьох сферах: створення лінійних електромагнітних двигунів, силових підсилювачів, алгоритму керування та механізму розрахунку швидкості. Лінійний електромагнітний двигун встановлюється на кожне колесо.

До третього класу можна віднести активні підвіски, керуючі системи яких будуються не на основі математичних моделей, а на основі підходів, характерних для задач аналізу «чорного ящика» або задач керування «по прецедентам». Це системи нового покоління, основані на ідеях самонавчання, автоматичної роботи зі знаннями, з автоматичними системами розпізнавання, використовуючи нечітку логіку, нейромережі, гібридні системи і т.п. підходи. Роботи над такими активними підвісками ведуться в наш час в ряді автомобільних компаній, але особливості технології реалізовані в анонсованих зразках, як правило, не висвітлюються. З загальних міркувань можна припустити, що всі системи такого роду керування активною підвіскою, навіть якщо вони евристичні, можна віднести до одного з напрямків відомих сьогодні в області керуючих систем: це експертні системи, системи нечіткої логіки, нейромережі, системи з підкріплюючим навчанням. Перевагами такого роду керуючих систем є те, що вони основані не на математичних моделях об'єктів керування. Закон керування в них отримується або в результаті автоматичного навчання по прецедентам, або в результаті перенесення в керуючу систему формалізованих знань людини-експерта. Кожен з названих методів керування має свої обмеження, особливості та недоліки, а також способи загладження їх недоліків.

Найбільш поширеними конструкціями підвісок активного типу є:

- Adaptive Damping System (ADS), Agility Control, Airmatik Dual Control (ADC), Active Body Control (ABC), Magic Body Control – Mercedes-Benz;
- Adaptive Variable Suspension (AVS), ECASS, KDDS – Toyota;
- Adaptive Chassis Control (DCC) – Volkswagen;
- FlexRide, Interactive Driving System (IDS) – Opel;
- Electronic Damper Control (EDC), Adaptive Drive, Dynamic Drive (BMW);
- Continuous Damping Control (CDS) – Ford;
- активна підвіска від Bose.

Список літературних джерел: 1. Жданов А.А. Система автономного адаптивного управління активної підвескою автомобіля / А.А. Жданов, Д.Б. Липкевич. – М.: Наука, 2006. – 220с.

ТЕМАТИКА КОНФЕРЕНЦІЇ – сучасні технології на автомобільному транспорті
ЗАЯВКА

на участь в конференції “Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту - 2013”

Прізвище, ім'я, по-батькові Павленко В'ячеслав Миколайович

Науковий ступінь, вчене звання к.т.н., доцент

Держава, місто, підприємство (установа) Україна, м. Харків, Харківський національний автомобільно-дорожній університет (ХНАДУ)

Посада доцент кафедри «Технічна експлуатація та сервіс автомобілів»

Адреса 61002, Україна, м. Харків, вул. Петровського, 25

Телефон (095) 876-01-08

E-mail vp.khadi@gmail.com

Форма участі (доповідь, співавторство, участь у обговоренні) участь у обговоренні

ЗАЯВКА

на участь в конференції “Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту - 2013”

Прізвище, ім'я, по-батькові Кужель Володимир Петрович

Науковий ступінь, вчене звання к.т.н., доцент

Держава, місто, підприємство (установа) Україна, м. Вінниця, Вінницький національний технічний університет (ВНТУ)

Посада доцент кафедри «Автомобілів та транспортного менеджменту»

Адреса 31000, Україна, м. Вінниця, вул. Хмельницьке шосе, 95

Телефон (067) 502-14-33

E-mail kuzhel-2004@rambler.ru

Форма участі (доповідь, співавторство, участь у обговоренні) участь у обговоренні

ЗАЯВКА

на участь в конференції “Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту - 2013”

Прізвище, ім'я, по-батькові Криворучко Олексій Олександрович

Науковий ступінь, вчене звання студент

Держава, місто, підприємство (установа) Україна, м. Харків, Харківський національний автомобільно-дорожній університет (ХНАДУ)

Посада студент 5 курсу, автомобільного факультету, ХНАДУ

Адреса 61002, Україна, м. Харків, вул. Петровського, 25

E-mail krivoruchko_alek@mail.ru

Форма участі (доповідь, співавторство, участь у обговоренні) співавторство