

РОЗРОБКА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ПАРАМЕТРАМИ АДАПТИВНОЇ ПІДВІСКИ АВТОМОБІЛЯ

В.М. Шуляков, асистент, ХНАДУ

***Анотація.** Розглянуто проблему створення системи керування параметрами адаптивної підвіски автомобіля. Розроблено функціональну та конструктивно-функціональну схеми системи керування параметрами адаптивної підвіски автомобіля.*

***Ключові слова:** Стабілізація, підвіска, автомобіль, кузов, демпфування, датчик.*

РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПАРАМЕТРАМИ АДАПТИВНОЙ ПОДВЕСКИ АВТОМОБИЛЯ

В.Н. Шуляков, ассистент, ХНАДУ

***Аннотация.** Рассмотрена проблема создания системы управления параметрами адаптивной подвески автомобиля. Разработана функциональная и конструктивно-функциональная схемы системы управления параметрами адаптивной подвески автомобиля.*

***Ключевые слова:** Стабилизация, подвеска, автомобиль, кузов, демпфирование, датчик.*

INTELLIGENT SYSTEM DEVELOPING FOR CONTROLLING THE CAR ADAPTIVE SUSPENSION PARAMETERS

V. Shuliakov, assistant lecturer, KhNAHU

***Abstract.** The problem of creating a system of controlling the parameters of the car adaptive suspension is considered. The functional and structural-functional diagrams of the intelligent system for controlling the car adaptive suspension parameters is developed.*

***Keywords:** Stabilization, intelligent system, suspension, car body, damping, sensor.*

Вступ

Системи керування параметрами адаптивної підвіски автомобіля представляють собою спеціальні системи адаптивного керування, які призначаються для керування параметрами підвіски автомобіля – жорсткістю і коефіцієнтом демпфування амортизаторів, зміною дорожнього просвіту для оптимальної технічної експлуатації автомобілів і стабілізації положення кузова при коливанні корпусу автомобіля.

Розвиток і широке застосування на сучасних автомобілях систем керування параметрами

адаптивної підвіски обумовлено тим, що якість роботи підвіски значно впливає на експлуатаційні показники автомобіля, такі як стійкість, надійність, довговічність, прохідність, витрата палива і т.п.

Аналіз публікацій

Автомобілі, які не мають системи керування параметрами адаптивної підвіски, недостатньо ефективно підтримують плавність ходу, особливо на дорогах з поганим станом покриття. Саме тому основним засобом покращення експлуатаційних характеристик підвісок є системи керування демпфуванням ко-

ливань [1,2]. Використання перспективних нейро-нечітких [3-5] систем адаптивного керування підвіскою автомобіля розглянуте у попередній статті [6], дозволяє підвищити плавність ходу та експлуатаційні показники автомобіля, такі як стійкість, надійність, довговічність, прохідність.

Мета і постановка задачі

Метою роботи є побудова ефективної інтелектуальної системи керування параметрами адаптивної підвіски автомобіля на основі новітніх інформаційних технологій. Це дозво-

лить підвищити енергоефективність, надійність, довговічність, безпеку використання адаптивної підвіски автомобіля.

Розробка інтелектуальної системи керування параметрами адаптивної підвіски

Система керування параметрами адаптивної підвіски буде виконуватися за такою функціональною схемою (рис. 1). Вона представляє собою замкнену автоматичну систему керування по стабілізації відхилення корпусу автомобіля від заданого положення.

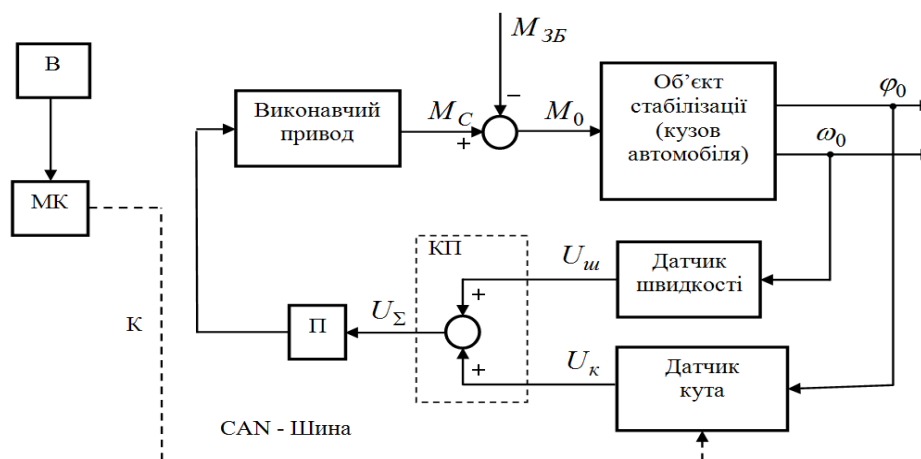


Рис. 1 - Функціональна схема системи керування параметрами адаптивної підвіски

Потрібне положення корпусу автомобіля задається за допомогою гіроскопічного датчика кута, який встановлюється безпосередньо на кузові автомобіля, що дозволяє безперервно вимірювати відхилення об'єкту стабілізації від заданого положення в просторі. Якщо під впливом збурюючого моменту $M_{ЗБ}$, обумовленого зовнішніми факторами (поганим станом дороги), об'єкт стабілізації (кузов автомобіля) відхиляється від заданого положення на деякий кут θ , то на виході датчика кута рівня кузова з'явиться напруга U_{κ} , пропорційна кутовому розходженню між поточним та заданим положенням кузова. Ця напруга перетворюється підсилювачем П і подається до входу виконавчого привода системи. Виконавчий привод створює активний стабілізуючий момент M_C , який протидіє збурюючому моменту $M_{ЗБ}$ та зменшує кутове розходження θ . Чим повніше момент стабілізації буде компенсувати збурюючий момент, тим менше буде відхилення кузова автомобіля від заданого положення і точніше буде здійснюватись стабілізація його положення.

Для підвищення точності стабілізації передавальні коефіцієнти підсилювача, а також потужність виконавчого привода системи доцільно підвищити. Але при цьому зростає коливальність процесів стабілізації, а при деяких їх значеннях виникають автоколивання, які приводять до дестабілізації положення об'єкта стабілізації. Коливальність процесів стабілізації може бути зменшена за допомогою введення в систему від'ємного зворотного зв'язку по швидкості об'єкту стабілізації. Цей зворотний зв'язок реалізується за допомогою гіроскопічного датчика швидкості, який, так як і датчик кута, встановлюється на об'єкті стабілізації (на кузові автомобіля) та вимірює його абсолютну швидкість. Напруга U_{ω} на виході датчика швидкості, пропорційна похідній від кута переміщення кузова, підсумовується з напругою U_{κ} датчика кута об'єкта керування в контурі підсумовування КП. Сумарна напруга $U_{\Sigma} = U_{\kappa} + U_{\omega}$ являє собою керуючий сигнал виконавчого привода.

Стабілізація положення кузова автомобіля при роботі системи керування параметрами

адаптивної підвіски здійснюється зміною напрямку вісей трьохстепенового гіроскопа датчика кута (канал керування К). Системою стабілізації керує водій В, використовуючи з цією метою керуючий мікроконтролер МК.

Функціональна схема системи керування параметрами адаптивної підвіски (див. рис. 1) є загальною для більшості сучасних систем стабілізації автомобілів. Розглянемо докладніше конструктивно-функціональну схему системи керування параметрами адаптивної підвіски.

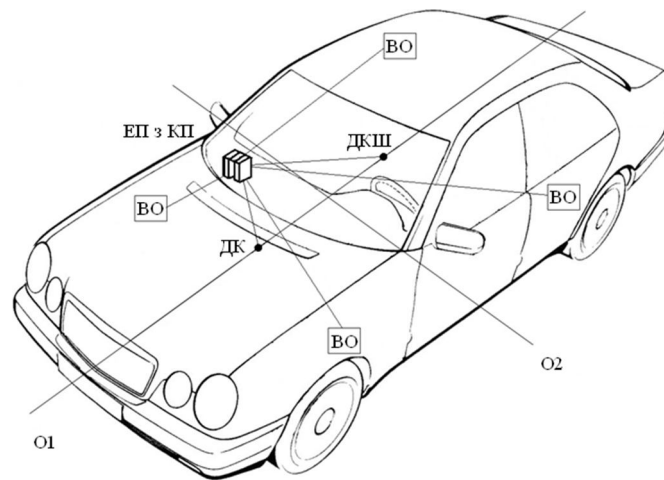


Рис. 2. Конструктивно-функціональна схема системи керування параметрами адаптивної підвіски

Регульованою величиною системи є кут зміни положення кузова ϕ_2 . Необхідне значення кута ϕ_3 задається трьохстепеневим гіроскопом ДК, який встановлений на кузові автомобіля так, що його вісь $Y-Y$ паралельна вертикальній вісі корпусу автомобіля (О1), а вісь $X-X$ (вісь зовнішньої рамки) паралельна «горизонтальній» вісі корпусу автомобіля (О2). На вісі зовнішньої рамки встановлений ротор, а на основі датчика – статор обертаючого трансформатора датчика кута ОТДК. Датчик кута має електромагніт наведення ЕМН і систему корекції. Якщо кут зміни положення кузова ϕ_2 дорівнює заданому значенню кута ϕ_3 , тобто відхилення (сигнал непогодження) $\theta_2 = \phi_3 - \phi_2$ дорівнює нулю, то кут повороту ротора обертаючого трансформатора відносно вісі симетрії статора також дорівнює нулю, отже, дорівнює нулю і напруга U_k на виході обертаючого трансформатора ОТДК.

Датчик ДКШ кутової швидкості встановле-

Типова система керування параметрами адаптивної підвіски, конструктивно-функціональна схема якої приведена на рис. 2, складається з наступних основних елементів: – гіроскопічного датчика кута ДК; – гіроскопічного датчика швидкості ДКШ; – електронного підсилювача ЕП з контуром підсумовування КП; – виконавчого органу, що складається з електрогідравлічного привода дросельного регулювання ЕГП та гідравлічного циліндра ГЦ.

ний на кузові так, що його вісь $Y-Y$ паралельна вертикальній вісі корпусу автомобіля, а вимірювальна вісь $X-X$ паралельна «горизонтальній» вісі корпусу автомобіля (паралельна вектору вимірюваної швидкості

$\omega_2 = \frac{d\phi_2}{dt}$).

На вісі рамки гіроскопа встановлений ротор, а на основі датчика – статор обертаючого трансформатора ОТДКШ. Обертаючі трансформатори датчиків кута і швидкості ОТДК і ОТДКШ живляться від одного джерела змінного струму з кутовою частотою $2\pi f$, де f дорівнює 400 (або 500) Гц. Амплітуда ОТДК пропорційна сигналу непогодження $\theta_2 = \phi_3 - \phi_2$, а фаза змінюється на 180° при зміні знака сигналу непогодження

$$U_k = k_{\text{ОТДК}} \theta_2, \quad (1)$$

де $k_{\text{ОТДК}}$ – коефіцієнт передачі ОТДК.

Амплітуда ОТДКШ залежить від кутової

швидкості кузова, а фаза змінюється на 180° при зміні напрямку руху кузова, тобто при зміні знака кутової швидкості

$$U_{ш} = k_{\text{ОТДКШ}} \beta = k_{\text{ОТДКШ}} \frac{H}{c_T} \omega_z, \quad (2)$$

де $k_{\text{ОТДКШ}}$ – коефіцієнт передачі ОТДКШ;

$\beta = \frac{H}{c_T} \omega_z$ – сталий кут повороту рамки гіроскопа датчика ДКШ;

H – кінетичний момент ротора гіроскопа;

c_T – жорсткість торсіона ДКШ.

Напруги U_k (1) і $U_{ш}$ (2) підсумовуються на вході підсилювача ЕП, який підсилює і випрямляє сумарний сигнал U_{Σ} та перетворює його в різницю Δi середніх значень струмів в обмотках електромагніту керування гідропідсилювачем. Гідравлічний циліндр виконавчого гідроприводу створює на кузові стабілізуючий момент M_C .

Система працює у режимі стабілізації заданого кута положення кузова. Розглянемо процес, що відбувається в системі при роботі в вищезазначеному режимі. Коли кут кузова дорівнює заданому і кузов автомобіля відносно обох осей стабілізовано ($\phi_2 = \phi_3 = \text{const}$), сигнали на виході датчиків кута і швидкості дорівнюють нулю. Дорівнює нулю і обертаючий момент, що розвиває електрогідравлічний привід. Якщо під дією збурюючого моменту $M_{зб}$ кузов відхилиться від заданого кута, то статор обертаючого трансформатора датчика кута ОТДК повернеться відносно свого ротора, стабілізованого в просторі разом із зовнішньою рамкою трьохступеневого гіроскопа, на кут $\theta_z = \phi_3 - \phi_2$. В результаті на виході обертаючого трансформатора датчика кута ОТДК створюється напруга U_k , пропорційна куту непогодження θ_z . Одночасно на виході обертаючого трансформатора датчика кутої швидкості ОТДКШ створюється напруга $U_{ш}$, пропорційна кутовій швидкості ω_z кузова. Сигнали U_k і $U_{ш}$ підсумовуються в контурі підсумовування КП і підсилюються у блоці ЕП.

Різниця Δi середніх значень струмів в обмотках електромагніту керування гідропідсилювачем, а отже, і створюваний ним момент стає

відмінним від нуля. Під дією моменту електромагніту керування гідравлічний привід починає працювати. Гідравлічний циліндр створює на кузові момент стабілізації M_C , що протидіє збурюючому моменту $M_{зб}$, і тим самим перешкоджає подальшому збільшенню кута непогодження. При зменшенні величини збурюючого моменту $M_{зб}$ момент стабілізації M_C повертає кузов у вихідне положення і непогодженість θ_z зменшується до нуля.

Висновки

У роботі розглянуто побудову інтелектуальної системи керування параметрами адаптивної підвіски автомобіля. Побудовано функціональну та конструктивно-функціональну схеми цієї системи. Це дозволяє підвищити ефективність використання адаптивної підвіски автомобіля.

Література

1. Кашканов А.А. Інформаційні комп'ютерні системи автомобільного транспорту: навчальний посібник / А.А. Кашканов, В.П. Кужель, О.Г. Грисюк. - Вінниця: ВНТУ, 2010. - 230 с.
2. Голобородько О.О. Мехатронні системи автомобільного транспорту: Навч. посібник. / О.О. Голобородько, В.В. Редчиць, О.М. Коробочка. - Харків: ТОВ «Компанія СМІТ», 2006 — 300 с.
3. Borgelt Ch. Neuro-Fuzzy-Systeme: von den Grundlagen kuenstlicher Neuronaler Netze zur Kopplung mit Fuzzy-Systemen / Ch. Borgelt. - Wiesbaden, 2003. - 434 p.
4. Spooner J.T. Stable adaptive control and estimation for nonlinear systems: neural and fuzzy approximator techniques / J.T. Spooner. - New York: Wiley, 2002. - 545 p.
5. Ross T.J. Fuzzy logic with engineering applications / T.J. Ross. - Chichester: Wiley, 2004. - 628 p.
6. Шуляков В. М. Підвищення якості та надійності адаптивної підвіски автомобіля в умовах експлуатації на основі використання нейро-фаззи регуляторів / В. М. Шуляков // Вісник НТУ «ХП». Серія: Автомобіле- та тракторобудування. - Х.: НТУ «ХП», 2014. - № 10 (1053). - С. 100-104.