

ВПЛИВ ЗМІННИХ КОЕФІЦІЄНТІВ ЧУТЛИВОСТІ ТА ПРОБНОЇ ДІЇ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ГАЛЬМУВАННЯ, КЕРОВАНІСТЬ ТА СТІЙКІСТЬ

Перевірено вплив змінних коефіцієнтів чутливості та пробної дії на ефективність гальмування, керованість і стійкість. Для цього проведено моделювання процесу гальмування автомобіля з пневматичним гальмівним приводом і антиблокувальною системою, яка обладнана модулятором тиску із змінними прохідними перетинами, при значеннях коефіцієнтів чутливості і пробної дії, що змінюються. Зроблені висновки про доцільність коректування коефіцієнтів чутливості та пробної дії для АБС з широтно-імпульсним способом модуляції тиску при гальмуванні в повороті

Є.М. Гецович

Доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри
Кафедра "Транспортні системи"
Харківський національний автомобільно-дорожній університет
вул. Петровського, 25, м. Харків, Україна 61002
Контактний тел.: (057) 707-37-06.

А.І. Бондаренко

Аспірант
Кафедра "Автомобіле- і тракторобудування"
Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"
вул. Фрунзе, 21, м. Харків, Україна 61002
Контактний тел.: (057) 741-53-66, 8-093-697-18-85

В.В. Шелудченко

Асистент
Кафедра "Трактори та сільськогосподарські машини"
Сумський національний аграрний університет
вул. Кірова, 160, м. Суми, Україна 40030
Контактний тел.: (0542) 24-01-27

Вступ

Ефективність гальмування, керованість та стійкість автомобіля в значній мірі залежить від алгоритму, що керує гальмуванням при роботі антиблокувальної системи (АБС). Існує безліч патентних пропозицій щодо алгоритму функціонування АБС, проте жоден з них не в змозі забезпечити максимальну ефективність гальмування без втрати керованості та стійкості автомобіля. Удосконалення алгоритму функціонування

АБС, як правило, призводить до ускладнення виконавчої частини АБС – модулятора тиску (МТ), а відповідно і до значного підвищення собівартості конструкції АБС.

Аналіз останніх досягнень і публікацій

У літературі [1] доведено, що оптимальною з точки зору працездатності, адаптивних властивостей та со-

бівартості конструкції є АБС з широтно-імпульсною модуляцією (ШІМ), єдиним недоліком якої є підвищені витрати запасів стислого повітря на модуляцію тиску у виконавчих апаратах.

У роботі [2, 3] запропоновано нове конструктивне рішення МТ, що дозволяє знизити витрати стислого повітря на модуляцію тиску при ШІМ за рахунок введення змінних прохідних перетинів (ЗПП).

Для підвищення ефективності гальмування, керованості та стійкості автомобілів з гідравлічним гальмівним приводом в роботах [4, 5] запропоновано наступне удосконалення алгоритму, за яким формується пульсуючий сигнал при ШІМ: коефіцієнт чутливості та пробної дії змінні. Проведене теоретичне дослідження процесу гальмування автомобіля з ПГП та АБС, яка має МТ із ЗПП, виявило, що досягнення максимальної ефективності гальмування, керованості та стійкості при русі на різних дорожніх поверхнях можливе тільки при змінних значеннях коефіцієнта чутливості та пробної дії. Придатність запропонованих рівнянь, що наведені в роботі [4, 5], за якими змінюються коефіцієнт чутливості та пробної дії в процесі гальмування, для автомобілів з ПГП необхідно перевірити.

Мета та постановка задачі

Метою даної роботи є перевірка впливу змінних коефіцієнтів чутливості та пробної дії на ефективність гальмування, керованість та стійкість. Для цього необхідно в існуючу математичну модель процесу гальмування автомобіля з ПГП та АБС, яка має МТ із ЗПП, підставити змінні коефіцієнти чутливості та пробної дії, вирази для яких запропоновано в роботах [4, 5]. Зробити висновки про доцільність застосування цих рівнянь для АБС з широтно-імпульсним засобом

модуляції тиску, якими комплектуються автотранспортні засоби (АТЗ) з ПГП.

Вплив змінних коефіцієнтів чутливості та пробної дії на ефективність гальмування, керованість та стійкість

Умови формування пульсуючого сигналу прямокутної форми при ШІМ, запропоновані в роботі [4, 5], мають наступний вигляд:

$$C_{ij} = C_0 + K_h \cdot \int_0^t (\dot{\omega}_{ij} - \frac{K_n \cdot \gamma}{r_{dij}}) dt; \quad (1)$$

$$C_{ij} = \text{const} \quad \text{при } \dot{\omega}_{ij} > 0; \quad (2)$$

$$C_{ij} = -K_c \cdot t + C_{0ij} \quad \text{при } \omega_{ij} = 0, \gamma \neq 0, \quad (3)$$

де C_0 – постійне значення шпаруватості, відповідне максимальному тиску в гальмівному приводі;

K_h – коефіцієнт чутливості;

$\dot{\omega}_{ij}$ – кутове прискорення колеса;

K_n – коефіцієнт пробних дій;

γ – повздовжнє уповільнення автомобіля;

r_{dij} – динамічний радіус колеса;

K_c – постійний коефіцієнт, що характеризує темп зниження тиску при блокуванні коліс;

t – час гальмування;

C_{0ij} – значення C_{ij} у момент перемикання на умову (4);

ω_{ij} – кутова швидкість колеса.

Результати оптимізації по критеріям: гальмівна ефективність, траєкторна керованість, економічність по витраті запасів робочого тіла дозволили виявити оптимальні постійні значення коефіцієнта чутливості $K_h = 19,8125$,

Таблиця 1

Результати розрахунків ($K_n = 1,435$, $K_h = 19,8125$, діаметр ЗПП 1,465 мм)

Параметр	Рух прямолінійний		Рух криволінійний	
	Дорожні умови – сніг ($\varphi_{\text{хmax}} = 0,2$), вага автомобіля мінімальна	Дорожні умови – асфальт сухий ($\varphi_{\text{хmax}} = 0,82$), вага автомобіля максимальна	Дорожні умови – сніг ($\varphi_{\text{хmax}} = 0,2$), вага автомобіля мінімальна	Дорожні умови – асфальт сухий ($\varphi_{\text{хmax}} = 0,82$), вага автомобіля максимальна
Зниження тиску в ресиверах за повне гальмування ΔP , МПа	0,02906	0,02793	0,029065	0,02794
Гальмівний шлях S_T , м	42,66	10,59	44,31	10,61
Найбільше відхилення від наміченої траєкторії Δ , м	–	–	0,329	0,12
Час гальмування, с	7,96	1,848	8,67	1,88

Таблиця 2

Результати розрахунків ($K_n = \text{var}$, $K_h = \text{var}$, діаметр ЗПП 1,465 мм)

Параметр	Рух прямолінійний		Рух криволінійний	
	Дорожні умови – сніг ($\varphi_{x\max}=0,2$), вага автомобіля мінімальна	Дорожні умови – асфальт сухий ($\varphi_{x\max}=0,82$), вага автомобіля максимальна	Дорожні умови – сніг – ($\varphi_{x\max}=0,2$), вага автомобіля мінімальна	Дорожні умови – асфальт сухий ($\varphi_{x\max}=0,82$), вага автомобіля максимальна
Зниження тиску в ресиверах за повне гальмування ΔP , МПа	0,02901	0,02789	0,02905	0,02791
Гальмівний шлях S_T , м	42,24	10,27	42,68	10,59
Найбільше відхилення від наміченої траєкторії Δ , м	–	–	0,19	0,11
Час гальмування, с	7,64	1,789	8,23	1,76

пробної дії $K_n = 1,435$ та діаметра ЗПП – 1,465 мм, при яких спостерігається максимальна з можливих для запропонованих умов формування пульсуючого сигналу [4, 5] ефективність гальмування, мінімальні витрати стислого повітря, мінімальне відхилення від заданої траєкторії при криволінійному русі (див. табл.1).

Під криволінійним рухом в таблиці 1 мається на увазі фіксування рульового колеса на рівні 100 одразу після початку гальмування зі швидкості 40 км/год.

Вираз, який описує зміну коефіцієнта чутливості, записується в наступному вигляді [5]:

$$K_h = \frac{1}{-0,1653 \cdot \dot{V}^2 - 0,4808 \cdot \dot{V} + 20,6929}, \quad (4)$$

де $\dot{V}$ – повздовжнє уповільнення автомобіля, м/с².

Вираз, що описує зміну коефіцієнта пробної дії, записується в наступному вигляді [4, 5]:

$$K_n = K_{n0} - a \cdot S + b \cdot \dot{V}, \quad (5)$$

де K_{n0} – початкове значення коефіцієнту пробної дії;
– постійні коефіцієнти.

a, b в табл. 2 наведено результати моделювання процесу гальмування автомобіля із змінними коефіцієнтами чутливості та пробної дії. (див. табл.2)

Висновки

Застосування змінних коефіцієнтів чутливості та пробної дії дозволяє підвищити ефективність гальмування АТЗ з ПП при прямолінійному русі на 3,12 %, при криволінійному на 3,82 %. Відхилення від заданої траєкторії при криволінійному русі, в разі гальмування на сніжній поверхні, складає 0,19 м

В процесі моделювання доведена доцільність використання змінних коефіцієнтів чутливості та пробної дії для АБС з широтно-імпульсним засобом модуляції тиску, якими комплектуються АТЗ з ПП.

Література

- Северин А.А. Совершенствование исполнительской части антиблокировочной системы автомобилей с пневматическим тормозным приводом: дис. на соискание уч. степени канд. техн. наук: спец. 05.05.03 “Автомобили и тракторы” / Северин Александр Александрович. – Харьков, 1985. – 217с.
- Пат. на кор. модель 35140 Україна, МПК В 60 Т 8/00. Модулятор тиску для пневматичного гальмівного приводу / Є.М. Гецович, А.І. Бондаренко; заявитель та патентообладач Є.М. Гецович, А.І. Бондаренко (Україна). – № а 2007 14047; заявл. 14.12.07; опубл. 10.09.08, Бюл. № 17.
- Гецович Е.М. Совершенствование конструкции модулятора давления для пневматического тормозного привода / Гецович Е.М., Бондаренко А.И. // Вісник НТУ “ХПІ”. Автомобіле – та тракторобудування, 2007. – № 12. – С. 107 – 114.
- Гецович Е.М. Выбор коэффициентов пробных воздействий в адаптивных автоматических системах управления автомобилем / Гецович Е.М., Постный В.А., Струков А.С. // Механіка та машинобудування. – 2004. – №2. – 4 с.
- Гецович Е.М. Выбор коэффициента чувствительности алгоритма функционирования АБС / Гецович Е.М., Селевич С.Г. // Вестник НТУ “ХПИ” “Автомобиле- и тракторостроение”. – 2007. – № 12. – 5 с.