

А. Д. АРТЮШЕНКО, канд. техн. наук, проф. НТУ «ХП»;
О. Г. СУЯРКОВ, студент НТУ «ХП»

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ХАРАКТЕРИСТИК ПІДВІСКИ АВТОМОБІЛЯ МАЛОГО КЛАСУ НА ПЛАВНІСТЬ ХОДУ ТА ЇЇ МОДЕРНІЗАЦІЯ

Проведено аналіз існуючих характеристик амортизаторів автомобілів, складена математична модель процесу руху по характерному дорожньому покриттю, досліджені можливості підвищення плавності ходу.

Ключові слова: плавність ходу, підвіска, дорожнє покриття, математична модель, характеристика амортизатора.

Вступ. Ходова частина автомобіля призначена для переміщення автомобіля по дорозі, при чому з певним рівнем комфорту, без трясіння і вібрацій. Механізми та деталі ходової частини пов'язують колеса з кузовом, гасять його коливання, сприймають і передають сили, що діють на автомобіль. Перебуваючи в салоні легкового автомобіля, водій та пасажери відчувають повільні коливання з великими амплітудами, і швидкі коливання з малими амплітудами. Від швидких коливань захищає м'яка оббивка сидінь, гумові опори двигуна, коробки передач і так далі. Захистом від повільних коливань служать пружні елементи підвіски, колеса і шини.

Встановлені амортизатори на автомобілі малого класу мають характеристику, яка не може в повній мірі забезпечити комфортний рух однаково по рівній та розбитій дорозі. Тому підвищення плавності ходу в залишається актуальним питанням.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженню впливу характеристик підвіски автомобілю на плавність ходу присвячені роботи [1 – 5].

Використання математичної моделі дозволяє встановити вплив різноманітних факторів (конструктивних параметрів) на плавність ходу. Така модель дозволяє одержати достатньо точний опис коливань автомобіля при руху по характерному дорожньому покриттю.

Мета дослідження, постановка задачі. Метою даної роботи є дослідження впливу характеристик підвіски автомобіля з телескопічним гідравлічним амортизатором на плавність ходу на прикладі легкового автомобіля Volkswagen Golf 6.

Для досягнення поставленої мети необхідно провести аналіз існуючих характеристик амортизаторів автомобілів, скласти математичну модель процесу руху по характерному дорожньому покриттю, дослідити можливості підвищення плавності ходу, побудувати характеристики амортизаторів.

Дослідження впливу характеристик підвіски автомобіля. При складанні розрахункової моделі приймаємо наступні допущення та спрощення:

1. СМ симетрична щодо поздовжньої вертикальної площини, що дозволяє використовувати плоску модель (пружні зв'язку по бортах об'єднуються), а маса умовно розділяється на підресорену і безпружинну. До непідресореної маси відносяться маси мостів СМ, а до підресореної - маси всіх вузлів і агрегатів, які сприймаються підвіскою.

2. Пружними зв'язками між окремими агрегатами СМ нехтуємо. Підресорена маса СМ розглядається як одне ціле абсолютно жорстке тіло.

3. В якості розрахункової маси остова приймаємо експлуатаційну масу СМ.

4. Вагова навантаження по бортах розподілена рівномірно.

5. Пружні і демпфуючі елементи розглядаємо у вигляді без масової моделі, враховуємо тільки їх податливість і коефіцієнти демпфування.

6. Податливість і коефіцієнти демпфірування вважаємо постійними, тобто приймаємо лінійні характеристики пружних і демпфуючих елементів.

7. Вважаємо, що СМ рухається прямолінійно, з постійною швидкістю, рух відбувається по нормалі до змінного профілю опорної поверхні, тобто профіль змінюється синхронно під колесами правого і лівого борту.

8. Вважаємо, що контакт шини з опорною поверхнею точковий, шина котиться без відриву від опорної поверхні, тобто точно відтворює нерівності опорної поверхні.

9. Вважаємо, що всі сили діють в поздовжній вертикальній площині.

10. Горизонтальними складовими сил опору руху нехтуємо як величинами другого порядку малості.

11. Розглядаємо коливання кістяка в межах малих відхилень; профіль опорної поверхні вважаємо гармонійним, діє детерміноване обурення.

Коефіцієнт демпфування шин визначається з виразу:

$$\hat{E}_\sigma = \psi \cdot \sqrt{2 \cdot \tilde{N}_\sigma \cdot m}, \quad (1)$$

де ψ – коефіцієнт аперіодичності шин;

$C_{ш}$ – жорсткість шин, Н/м;

m – маса моста, кг.

Коефіцієнт демпфування амортизаторів визначається з виразу:

$$\hat{E}_a = \psi \cdot \sqrt{2 \cdot \tilde{N}_\sigma \cdot \dot{I}}, \quad (2)$$

де ψ – коефіцієнт аперіодичності амортизаторів;

C_p – жорсткість підвіски, Н/м

M – подресорена маса автомобіля.

Для складання математичної моделі коливань досліджуваної системи скористаємося основним способом, який базується на рівнянні Лагранжа 2-го роду. Рівняння складаються для кожної маси входить у розрахункову систему і мають наступний вигляд:

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{q}_i} \right) - \frac{\partial T}{\partial q_i} + \frac{\partial \dot{I}}{\partial q_i} + \frac{\partial \dot{O}}{\partial \dot{q}_i} = \sum Q_i, \quad (3)$$

де q_i – узагальнена координата;

T – кінетична енергія;

I – потенційна енергія;

Φ – дисипативна функція Релея;

Q_i – зовнішнє обурення.

У разі симетричної системи підресорювання чотири рівняння утворюють дві підсистеми кожна з яких описує рух передньої або задньої частині автомобіля. Це дозволяє розглядати окремо коливання передньої або задньої частині автомобіля.

Система рівнянь, яка описує рух передньої частини автомобіля:

$$\begin{cases} \ddot{\zeta}_1 + 2 \cdot h_{\zeta_1} \cdot \dot{\zeta}_1 + \omega_{\zeta_1}^2 \cdot \zeta_1 + \nu_{\zeta_1} \cdot \ddot{v}_1 = -\ddot{q}_1(t) \\ \ddot{v}_1 + 2 \cdot h_{v_1} \cdot \dot{v}_1 + \omega_{v_1}^2 \cdot v_1 + \nu_{v_1} \cdot \dot{\zeta}_1 = -\ddot{q}(t) \end{cases}, \quad (4)$$

де h_{ζ} – парціальний коефіцієнт демпфування підвіски;

h_v – парціальний коефіцієнт демпфування шин;

ω_{ζ} – парціальна частота підвіски;

ω_v – парціальна частота шин;

ν_{ζ} – інерційний парціальний коефіцієнт зв'язку підвіски;

ν_v – інерційний парціальний коефіцієнт зв'язку шин.

Розрахункова схема моделі наведена на рис. 1.

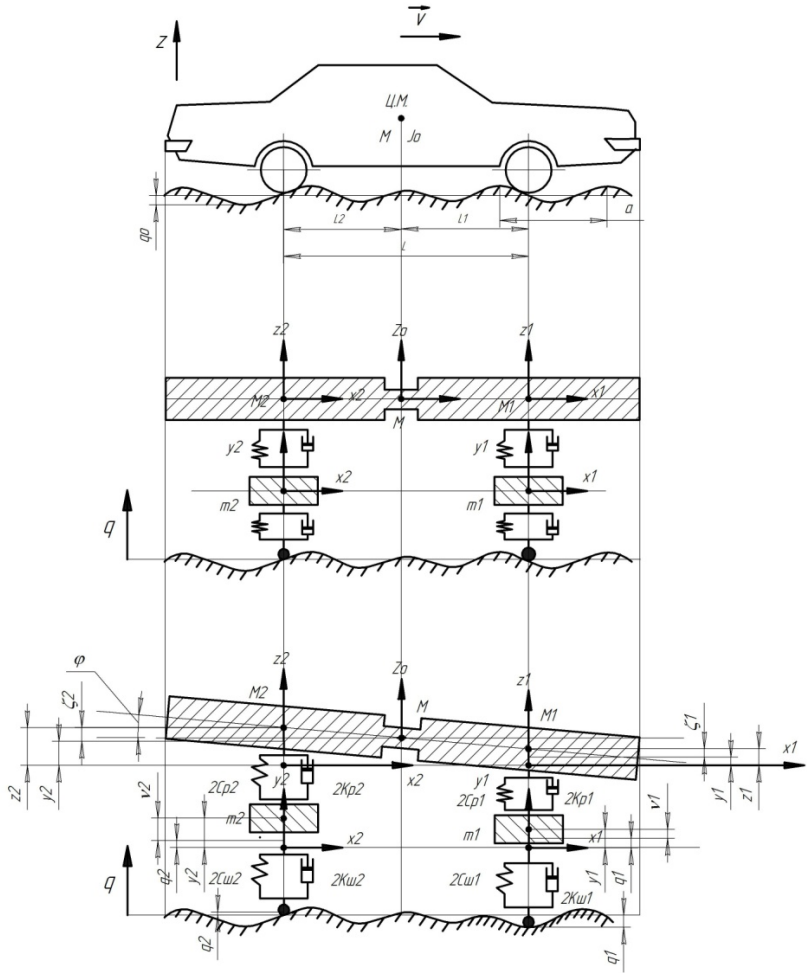
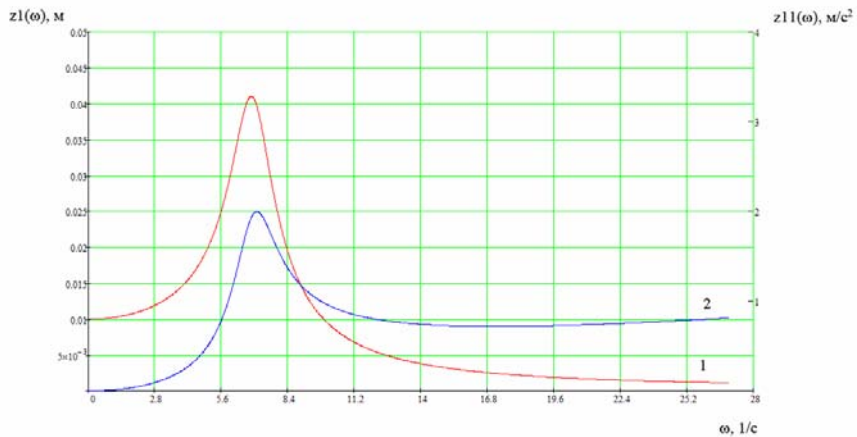


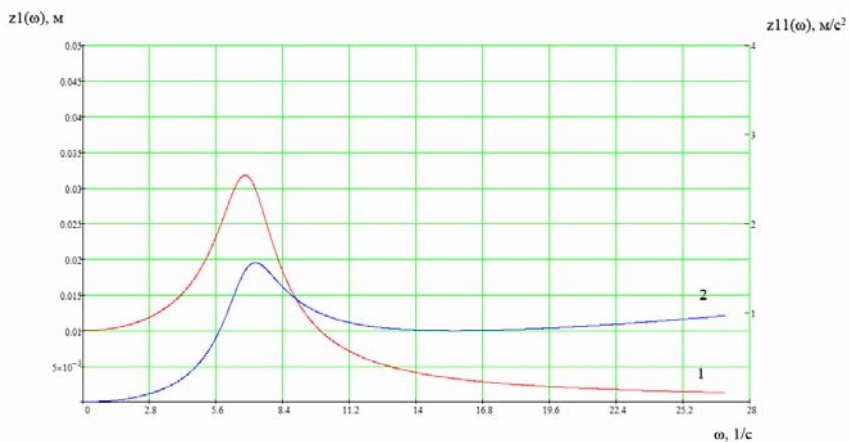
Рис. 1 – Розрахункова схема моделі

Для моделювання процесу руху автомобіля Volkswagen Golf 6 по характерному дорожньому покриттю створена програмна реалізація, що розроблена в середовищі Mathcad. Програмна реалізація, що описує процес руху автомобіля Volkswagen Golf 6 по характерному дорожньому покриттю дозволяє задавати початкові дані для моделювання.

Зміна параметрів середньоквадратичних значень переміщення та прискорення кузова автомобіля наведена на рис. 2 та рис. 3.

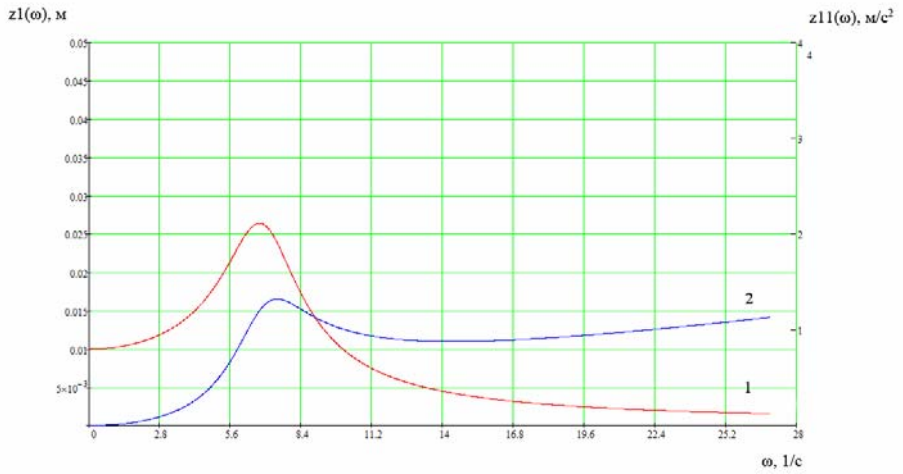


a

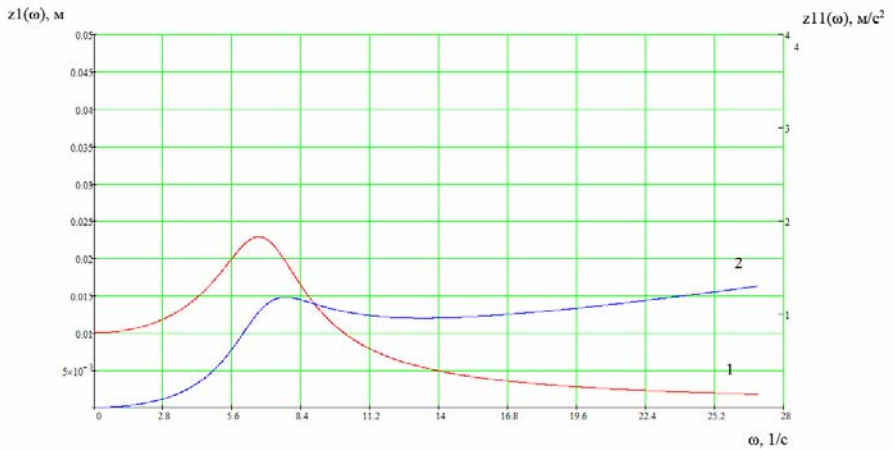


b

Рис. 2 – Зміна параметрів середньоквадратичних значень переміщення та прискорення кузова: 1 – середньоквадратичне переміщення кузова; 2 – середньоквадратичне прискорення кузова; *a* – при коефіцієнті демпфування амортизаторів 0,15; *b* – при коефіцієнті демпфування амортизаторів 0,2.



a



б

Рис. 3 – Зміна параметрів середньоквадратичних значень переміщення та прискорення кузова: 1 – середньоквадратичне переміщення кузова; 2 – середньоквадратичне прискорення кузова; *a* – при коефіцієнті демпфування амортизаторів 0,25; *б* – при коефіцієнті демпфування амортизаторів 0,3.

Висновки. В результаті аналізу було встановлено, що при використанні амортизаторів з більшим коефіцієнтом аперіодичності, можна домогтися зменшення середньоквадратичних значень переміщення та прискорення кузову. Наприклад при використанні амортизатору з коефіцієнтом аперіодичності 0,2, максимальне середньоквадратичне переміщення кузова складає 0,032 м, а при використанні амортизатору з коефіцієнтом 0,25 – 0,026 м. Таким чином можна впливати на підвищення показників плавності ходу для забезпечення більшого комфорту під час руху по гарному та поганому дорожньому покриттю.

Список літератури: 1. *Дербаремдикер, А. Д.* Исследование нелинейных характеристик и рабочего процесса гидравлического амортизатора телескопического типа: автореф. дис. на соискание уч. степени канд. техн. наук: спец. 05.05.03 “Автомобили и тракторы” / *Дербаремдикер, А. Д.* – Москва, 1962. – 356 с. 2. *Герасимов И. М.* Повышение плавности хода автомобилей путем использования подвески с релаксационным гидроамортизатором: автореф. дис. на соискание уч. степени канд. техн. наук: спец. 05.05.03 “Автомобили и тракторы” / *Герасимов И. М.* – Санкт-Петербург, 2002. – 142 с. 3. *Мазур В. В.* Повышение плавности хода автотранспортных средств внутренним поддресориванием колес: автореф. дис. на соискание уч. степени канд. техн. наук: спец. 05.05.03 “Автомобили и тракторы” / *Мазур В. В.* – Братск, 2004. – 151 с. 4. *Яценко Н. Н.* Плавность хода грузовых автомобилей / *Н. Н. Яценко, О. К. Прутчиков.* – Москва: “Машиностроение”, 1968. – 220 с. 5. *Ротенберг Р. В.* Подвеска автомобиля / *Р. В. Ротенберг* – Москва: “Машиностроение”, 1972. – 392 с.

Надійшла до редколегії 30.04.2013

УДК 629.3.027.3

Дослідження впливу характеристик підвіски автомобіля малого класу на плавність ходу та її модернізація / *А. Д. Артюшенко, О. Г. Суярко* // Вісник НТУ «ХП». Серія: Транспортне машинобудування. – Х. : НТУ «ХП», 2013. – № 31 (1004). – С. 21–27. – Бібліогр.: 5 назв.

Проведен аналіз існуючих характеристик амортизаторів автомобілей, складена математична модель процесу руху по типовому дорожньому покриттю, досліджені можливості підвищення плавності ходу.

Ключевые слова: плавность хода, подвеска, дорожное покрытие, математическая модель, характеристика амортизатора.

The analysis of the existing characteristics of shock absorbers cars made up the mathematical model of the process of movement by the typical pavement, investigated the possibility of raising ride.

Keywords: smooth ride, suspension, road surface, the mathematical model, the characteristics of the shock absorber.