

УДК 629.3.027

**С.В. Мельничук,**

**І.В. Вітюк,**

**І.А. Бовсунівський**

*Житомирський державний технологічний університет*

*вул. Черняхівського, 103, м. Житомир, Україна, 10005*

## **ПРОЕКТУВАННЯ ПІДВІСКИ АВТОМОБІЛЯ НА ОСНОВІ ЧОТИРИЛАНКОВОГО ВАЖІЛЬНОГО МЕХАНІЗМУ. МЕТОДИКА НАТУРНИХ ВИПРОБУВАНЬ**

*Спроектовано підвіску задньої вісі автомобіля категорії М1 (ИЖ2715). Розроблено методика проведення натурних статичних та динамічних досліджень параметрів підвіски автомобіля категорії М1. Проведено статичні та динамічні випробування штатної задньої підвіски автомобіля ИЖ-2715 та отримано її параметри. Проведено випробування на стійкість і керованість автомобіля ИЖ-2715 методом перестроювання.*

**Ключові слова:** керованість та стійкість, коливання, підвіска, чотириланковий важільний механізм.

**Вступ.** Керованість, стійкість та плавність ходу автомобіля є одним з найважливіших експлуатаційних складових активної безпеки автомобіля і які напряду пов'язані з якістю роботи підвіски. Покращенню цих техніко-експлуатаційних параметрів у всьому світі приділяється велике значення.

Серед робіт, присвячених проблемі стійкості та керованості, слід виділити наукові праці, що заклали фундаментальні основи створення сучасного автомобіля. Завдяки роботам таких дослідників, як Я.М. Певзнер [6], А.А. Хачатуров, Р.В. Ротенберг [1], J.R. Ellis, Y. Furukawa, Н.В. Расејкаї багатьох інших, вдалося закласти основи наукових шкіл і виробити шляхи розвитку сучасного автомобілебудування, що задовольняють виробничим і експлуатаційним вимогам, що постійно посилюються.

У дисертаційній роботі Р.П. Кушвид [9] розвиває теорію дослідження керованого руху автомобіля, спрямовану на скорочення термінів проектування і доведення автомобілів за рахунок прогнозування їх показників керованості і стійкості. Також останнім часом питанням стійкості криволінійного руху автомобіля присвячені кандидатські роботи Морозова С.А. [10] та Гурьянова М.В. [11].

Відповідно підвищити ходові якості і розширити потенціали міського автомобіля категорії М1 можна за допомогою удосконалення вже існуючих підвісок або створення нових.

Специфікою вантажопасажирських автомобілів даної категорії є те, що співвідношення навантаження на задню вісь порожнього та навантаженого автомобіля майже вдвічі. Задні підвіски автомобілів іноземного виробництва Volkswagen Touran (незалежна важільна), Volkswagen Caddy (залежна ресорна), Renault Kangoo (напівзалежна торсіонна) не можуть забезпечити необхідну плавність ходу при такому розподілі навантаження.

Автомобіль Volkswagen Touran має незалежну важільну підвіску. Всі елементи кріпляться на підрамнику через потужні сайлент-блоки та шарові шарніри – це забезпечує незалежність коліс один від одного та кращу керованість. Навпаки проста конструкція ресорної підвіски Volkswagen Caddy має свої переваги. Два головних – це, по-перше, виникає при міжлистовому терті ефект гасіння коливань, завдяки якому ресора працює як найпростіший фрикційний амортизатор; а по-друге – ресора володіє прогресивною характеристикою – тобто, її жорсткість збільшується в міру зростання навантаження. Але конструкція даної підвіски застаріла та не повністю відповідає сучасним вимогам.

Остання із перелічених – напівзалежна торсіонна підвіска Renault Kangoo проста у виконанні та експлуатації її висоти, компактно розташована відносно ширини транспортного засобу, а також довговічна. У порівнянні з розглянутими її головним недоліком є високий центр крену.

**Мета роботи:** розробити підвіску задньої вісі автомобіля категорії М1 та провести її випробування.

На першому етапі досягнення поставленої мети передбачалось виконання перерахованих завдань:

- 1) спроектувати конструкцію задньої вісі автомобіля ИЖ-2715 на основі чотириланкового важільного механізму;
- 2) розробити методика натурних випробувань розробленої підвіски на плавність ходу та стійкість і керованість автомобіля;
- 3) провести випробування автомобіля ИЖ-2715 зі штатною підвіскою для отримання параметрів ходових якостей.

На базі кафедри автомобілі і автомобільне господарство (А і АГ) Житомирського державного технологічного університету запропоновано спосіб підвищення плавності ходу автомобіля за рахунок

конструктивних змін підвіски автомобіля. Було створено підвіску автомобіля на основі чотириланкового важільного механізму (ЧЛВМ). За схемою підвіски традиційний пружний елемент 1 встановлений в середині ромбовидного важільного механізму 2 (рисунок 1).

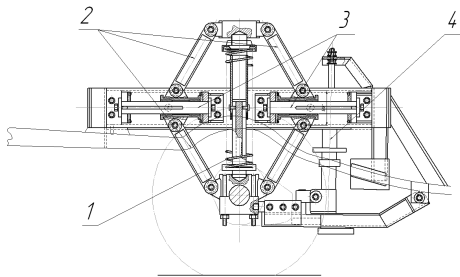


Рисунок 1 – Підвіска на основі ЧЛВМ

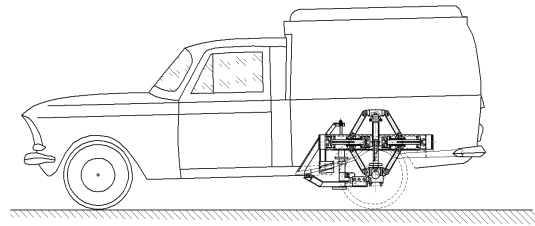


Рисунок 2 – Автомобіль ІЖ-2715 з встановленою підвіскою на основі ЧЛВМ

Динамічне навантаження від дороги передається на підресорену масу через кінематичний ланцюг з важільного механізму 2 та повздовжніх напрямних 3, при цьому пружний елемент 1 отримує збільшену вдвічі деформацію, що призводить до збільшення енергоємності підвіски та покращення плавності ходу.

Дана підвіска була спроектована для задньої осі автомобіля категорії М1 (ІЖ-2715) (рисунок 2)

Попередньо підвіска на основі чотириланкового важільного механізму досліджувалась за допомогою модельних статичних та динамічних випробувань. В результаті проведення фізичної моделі підвіски визначено характер її пружної характеристики та параметри вільних коливань підресорених мас.

Дані дослідів підтвердили теоретично отримані характеристики підвіски. Але найбільш повно розкрити усі аспекти роботи підвіски дозволяють лише натурні випробування в лабораторних та дорожніх умовах.

Для проведення натурних досліджень на основі рекомендацій і вимог [2,3,4,5] та, використовуючи елементи методики модельних випробувань [7], розроблено методики стендових та дорожніх випробувань проєктованої підвіски, які передбачають проведення статичних та динамічних за власними та вимушеними коливаннями, випробувань та дослідження стійкості та керованості.

Для об'єктивності дослідів на початку було проведено випробування та отримано параметри роботи існуючої ресорної підвіски автомобіля ІЖ-2715, що будуть використані для порівняння з параметрами нової підвіски.

Пружну характеристику отримали шляхом дискретного донавантаження і розвантаження автомобіля.

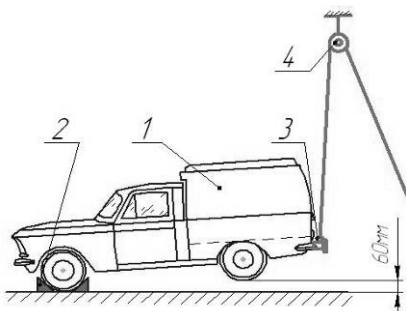


Рисунок 3 – Схема дослідження вільних коливань автомобіля ІЖ-2715 методом скидання:

1- автомобіль ІЖ-2715; 2 – противідкатні упори; 3 – розривна муфта (електромагніт); 4 – таль

Частоти вільних коливань були оцінені методом «скидання».

Автомобіль скидали з висоти 60 мм, при умові відсутності ударів в обмежувач ходу і відриву коліс від площадки на якій проводяться випробування [8]. Підйом автомобіля 1 відбувався за допомогою талі 4 на якій закріплюються електромагніти 3. Використання електромагнітів дозволить чітко фіксувати час скидання і комп'ютеризувати експеримент.

Для дослідження керованості та стійкості застосовувались методи випробувань [9], такі як: ривок руля; поворот і перестроювання.

Для запису динамічних параметрів руху під час проведення випробувань був використаний вимірювальний комплекс Corqsys Datron, що складається з наступних приладів і

датчиків :

- CORREVIT S - CE w/Gyro (SCE36507) – безконтактний оптичний датчик, що вимірює подовжню і поперечну швидкості і кутову швидкість відносно вертикальної осі, був розміщений на двері пасажира (рисунок 4);
- Distributor Box Large – блок розподілу живлення;
- μEEP - 11 – електронно-обчислювальний блок збору даних;
- Відеокамера для запису відеозображення керованих коліс.

Електроживлення вимірювального устаткування здійснювалася від штатної бортової мережі автомобіля, через блок розподілу живлення Corrsys Datron Distributor Box Large, підключений до акумуляторної батареї автомобіля.

Після установки на автомобіль вимірювального устаткування необхідно визначити розподіл статичного вертикального навантаження по колесах автомобіля і кути установки коліс.

При здійсненні вимірів в спорядженому автомобілі знаходиться водій-випробувач і оператор.

Умовою проведення експерименту є необхідність перевірки відповідності кутів установки передніх і задніх коліс нормативним значенням. Для збереження вагових характеристик автомобіля під час випробувань, підтримувати рівень палива.



Рисунок 4 – Встановлення вимірювального обладнання

Вказівки щодо безпосереднього проведення випробувань за методом «переставки»:

- плавний розгін до 20 км/год, після розгону в КПП була вибрана нейтральна передача (рисунок 4);
- перестроювання у коридор 3,5 м;
- рух у коридорі з постійною швидкістю;
- гальмування на виході з коридору до повної зупинки (рисунок 5);
- випробування проводити зі збільшення початкової швидкості на 10 км/год до моменту коли автомобіль не зможе рухатися у встановленому коридорі.



Рисунок 5 – Випробування

На рисунку 6. показано останнє випробування в результаті якого автомобіль втратив стійкість при перестроюванні та вилетів з коридору. При цьому крен  $\alpha$  склав близько 5 градусів при швидкості 73 км/год. Для автомобіля з ресорною підвіскою це значення крену виявилось критичним.



Рисунок 6 – Поведінка автомобіля на критичній швидкості

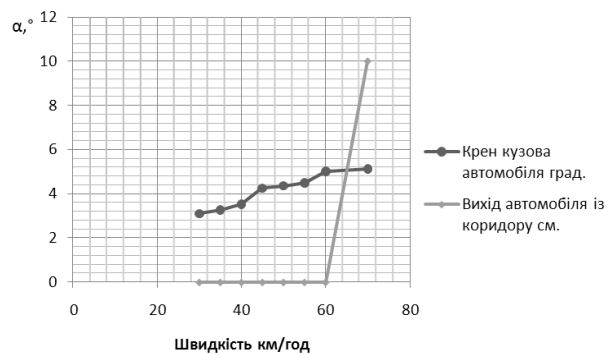


Рисунок 7 – Крен автомобіля

Проаналізувавши отримані дані був побудований графік крену (рисунок 7) автомобіля ИЖ-2715.

Наступним етапом буде дослідження ходових якостей автомобіля ИЖ-2715 із встановленою підвіскою на основі чотириланкового важільного механізму.

#### **Висновки:**

- розроблено підвіску автомобіля на основі чотириланкового важільного механізму;
- розроблено методику та створено оригінальне обладнання для проведення натурних стендових та дорожніх випробувань підвіски автомобіля на основі ЧЛВМ на базі автомобіля категорії М1;
- проведено натурні випробування автомобіля ИЖ-2715 та отримано пружну характеристику, частоти вільних коливань його задньої підвіски, параметри керованості та стійкості

#### **Бібліографічний список використаної літератури**

1. Ротенберг Р.В. Подвеска автомобиля. / Р.В. Ротенберг/ – М.: Машиностроение, 1972. – 392 с.
2. Смирнов Г.А. Теория движения колесных машин. / Г.А. Смирнов. – М.: Машиностроение, 1981. – 271 с.
3. Рябыкин С.Л. Средства измерения параметров движения./ С.Л. Рябыкин, Ф.Я. Загавура. – М.: Высшая школа, 1987. – 136 с.
4. Успенский И.Н. Проектирование подвески автомобиля / И.Н. Успенский, А.А. Мельников. – М.: Машиностроение, 1976. – 60 с.
5. Копилевич Э.В. Диагностика подвески автомобилей./ Э.В. Копилевич, М.А. Пурник, С.А. Федоров. – М.: Транспорт, 1974. – 52 с.
6. Певзнер Я.М. Колебания автомобиля. Испытания и исследования./ Я.М. Певзнер, Г.Г. Гридасов, А.Д. Конев. – М.: Машиностроение, 1979. – 208 с.
7. Мельничук С.В. Методика проведения модельных випробувань підвіски автомобіля на основі чотириланкового важільного механізму./ С.В. Мельничук, І.В. Вітюк // Вісник ЖДТУ. Технічні науки. – Ж., 2008. – № 3 (46). – С. 88–91.
8. Мельничук С.В. Дослідження вільних коливань моделі підвіски автомобіля на основі чотириланкового важільного механізму / С.В. Мельничук, Ю.О. Подчашинський, І.В. Вітюк // Вісник СевНТУ. – 2011 – № 121. – С. 146–149.
9. Кушвид Р.П. Прогнозування показників керованості і стійкості автомобіля з використанням комплексу експериментальних і теоретичних методів: дис... д-ра техн. наук / Р.П. Кушвид. – М., 2005. – 348 с.
10. Морозов С.А. Кутові параметри кочення керованих коліс як чинник підвищення стійкості руху і зниження навантаження передньої осі вантажного автомобіля: дис... канд. техн. наук / С.А. Морозов. – М., 2005. – 180 с.
11. Гурьянов М.В. Частотный метод оцінки курсової стійкості автомобіля на основі його моделей у вигляді систем з багатьма ступенями свободи і нелінійною взаємодією шин з дорожнім покриттям: дис... канд. техн. наук: 05.13.18 / М.В. Гурьянов. – Ульяновск, 2007. – 226 с.

*Надійшла до редакції 17.06.2013 р.*

#### **Мельничук С.В., Вітюк І.В., Бовсуновский И.А. Проектирование подвески автомобиля на основе четырехзвенного рычажного механизма. Методика натурных испытаний**

Спроектировано подвеску задней оси автомобиля категории М1 (ИЖ-2715). Разработана методика проведения натурных статических и динамических исследований параметров подвески автомобиля категории М1. Проведены статические и динамические испытания штатной подвески автомобиля ИЖ-2715 и получены параметры её работы. Проведены испытания на стойкость и управляемость автомобиля ИЖ-2715 методом переставки.

**Ключевые слова:** управляемость и устойчивость, колебания, подвеска, четырёхзвенный рычажный механизм.

#### **Melnichuk S.V., Vityuk I.V., Bovsunovskij I.A. Design of the car's suspension on the basis of four-link lever motion mechanism. Methods of the field tests**

Designed suspension rear axle vehicle category M1 (IZH-2715). The technique of full-scale static and dynamic studies of the car's suspension settings M1. Performed static and dynamic testing standard car's suspension IZH-2715 and received its settings. Tested for durability and handling IZH-2715 by transposition.

**Keywords:** handling and stability, oscillations, suspension, four-link lever motion mechanism.