

УДК 629.3.027

С. В. Мельничук, к. т. н., доц.

СТАТИЧНІ ВИПРОБУВАННЯ ФІЗИЧНОЇ МОДЕЛІ ПІДВІСКИ АВТОМОБІЛЯ НА ОСНОВІ ЧОТИРИЛАНКОВОГО ВАЖІЛЬНОГО МЕХАНІЗМУ

Розглянуто проведення статичних модельних випробувань підвіски автомобіля на основі чотириланкового важільного механізму. Описано створений програмно-апаратний комплекс для проведення цих досліджень. Наведено експериментальні дані, що підтверджують теоретично отримані результати.

Вступ

В роботах [1, 2, 3] описуються підвіски автомобіля на основі чотириланкового важільного механізму (ЧЛВМ), кінематична схема якої показана на рис. 1. На основі математичного та комп'ютерно-анімаційного моделювання встановлено, що перевагою такої підвіски є її вдвічі більша енергоємність. Це досягається тим, що поглинання і розсіювання енергії вертикальних коливань відбувається за рахунок вдвічі більших, ніж деформація самої підвіски, деформацій пружини і поршня амортизатора, розміщених всередині чотириланкового механізму ABCD.

Власна частота p маси m підресореної підвіскою на основі чотириланкового важільного механізму визначається подвійним значенням жорсткості пружного елемента c :

$$p = \sqrt{\frac{2c}{m}}. \quad (1)$$

Як наслідок вище вказаного, ця підвіска дозволяє, для забезпечення тієї ж амплітуди і частоти коливань при незмінній підресореній масі, використовувати пружні елементи із жорсткістю вдвічі меншою жорсткості пружного елемента в традиційній підвісці і демпферні елементи із вдвічі меншим коефіцієнтом в'язкого опору.

Для підтвердження теоретично отриманих експлуатаційних параметрів підвіски автомобіля на основі ЧЛВМ заплановано проведення програми модельних випробувань: статичні випробування — для знаходження параметрів вертикальної пружності підвіски; динамічні випробування — для визначення параметрів вільних та вимушених коливань.

Метою даної роботи є статичні випробування підвіски автомобіля на основі ЧЛВМ.

Для досягнення мети ставились такі задачі:

- створення робочої моделі підвіски автомобіля на основі ЧЛВМ;
- розробка програмно-апаратного комплексу для проведення даних досліджень;
- проведення випробувань та аналіз результатів досліджень.

Основна частина

На основі кінематичної схеми (рис. 1) та результатів комп'ютерного експерименту за математичними та анімаційними моделями [2, 3] розроблена конструкція підвіски автомобіля для проведення модельних випробувань (рис. 2, 3). Основними її вузлами є чотириланковий механізм 1, який шарнірно двома вершинами спирається на повзуни 8, що рухаються по поздовжній напрямній 2; два інші шарніри механізму закріплені на рухомих опорах 6, 7 пружних елементів (закріплення пружних елементів показано на рис. 3). Підресорена маса буде закріплюватись на площадку 4, яка через опори 5 спирається на поздовжню напрямну 2. Напряжним пристроєм підвіски служать вертикальні

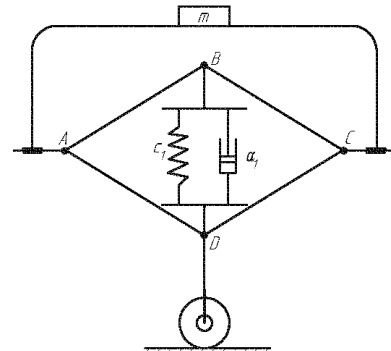


Рис. 1. Кінематична схема підвіски автомобіля на основі ЧЛВМ

напрявні 3, по яких рухаються опори 6, 7. До нижньої опори 7 прикріплений імітатор колеса 9 — гумова подушка. На поздовжній напрямній 2 закріплені гумові обмежувачі ходу.

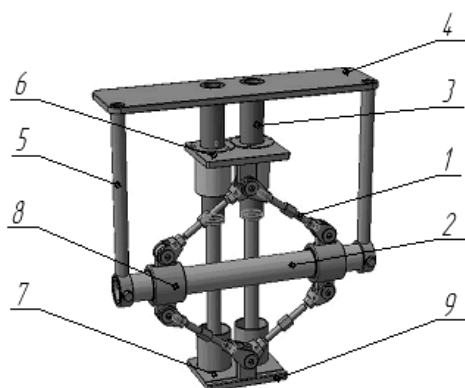


Рис. 2. Схема моделі підвіски на основі ЧЛВМ

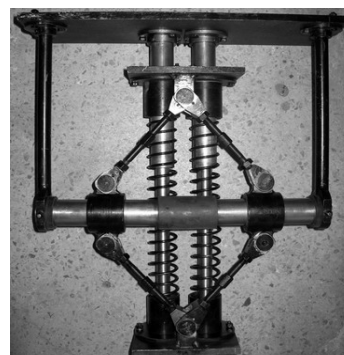


Рис. 3. Фотографія моделі підвіски на основі ЧЛВМ

Модель підвіски розроблювалась для підресореної маси 100 кг. Для забезпечення вимог до плавності ходу ($v = 1$ Гц) сумарна жорсткість двох пружних елементів за розрахунками підібрана 1974 кг/м (рис. 3). Але така конструкція виявилась неефективною та складною. Тому модель підвіски було конструктивно змінено (рис. 4): залишено один пружний елемент жорсткістю 987 кг/м, що при тому ж рівні плавності ходу відповідає підресореній масі 50 кг. За теоретичними уявленнями [1, 3] при жорсткості пружного елемента 987 кг/м загальна жорсткість підвіски повинна складати 1974 кг/м.

Згідно з положеннями та рекомендаціями [4, 5], щодо проведення статичних випробувань підвіски автомобіля, необхідно:

- проводити заміри деформації через інтервали навантаження 10...20 % від статичного навантаження. При цьому необхідно забезпечити похибку заміру переміщення не більшу ± 1 мм, навантаження — не більше 2 %;
- для забезпечення більшої точності експерименту та усунення випадкових похибок експеримент проводити не менше 2—3 разів;
- швидкість навантаження та розвантаження повинна бути невеликою ($\sim 0,002$ м/с) для уникнення динамічного впливу.

Для забезпечення вказаних умов навантаження підвіски в наших дослідженнях здійснювалось за допомогою фрезерного верстату 6В7—ШІ (див. рис. 4). При цьому механічна подача стола здійснювалась зі швидкістю 0,003 м/с.

Оцінка результатів експерименту проводилась створеним програмно-апаратним комплексом (рис. 4), який дозволив автоматизувати процес реєстрації та оброблення результатів, і вести спостереження за експериментом в реальному режимі часу.

Величина навантаження фіксувалась за допомогою тензодатчиків 1, наклеєних на жорсткій пластині 2. Отриманий сигнал через підсилювач ТОПАЗ-4-01 5 та АЦП Е440 6 передавався на комп'ютер 7. З цим типом АЦП працює програма LGraph, яка дозволяє здійснити експорт даних в текстовий файл.

Прогин підвіски оцінювався оптичним датчиком (комп'ютерною «мишкою») 4, вздовж якої переміщувався екран 3, жорстко прикріплений до площадки 4 (див. рис. 2).



Рис. 4. Програмно-апаратний комплекс дослідження моделі підвіски на основі ЧЛВМ

Це дозволяє отримувати значення миттєвих переміщень в двокоординатній площині безконтактним способом з різницею у часі рівною 1×10^{-3} сек, з швидкістю до 1 м/с, прискоренням до 150 м/с^2 , точністю до 0,015 мм і частотою до 64 Гц.

Дані експерименту показані на рис. 5. Графіки відображають пружну характеристику моделі підвіски на основі ЧЛВМ (навантаження, $\text{кН} = f(\text{прогину, мм})$).

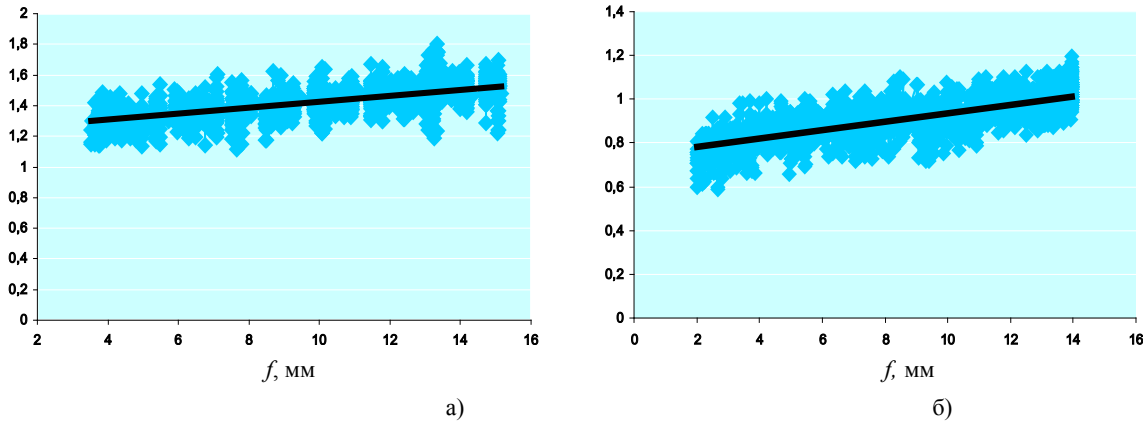


Рис. 5. Пружна характеристика моделі підвіски на основі ЧЛВМ:
а) навантаження $c = 1975,6 \text{ кг/м}$; б) розвантаження $c = 1987 \text{ кг/м}$

Аналіз даних ряду експериментів показав, що різниця експериментального значення жорсткості підвіски від аналітичного відрізняється менше ніж на 5 %.

В свою чергу слід відмітити виявлені недоліки конструкції такої моделі підвіски. Великі кути тертя в кінематичному ланцюгу важіль—повзун—поздовжня напрямна створюють нерівномірність роботи підвіски.

Висновки

1. Проведені модельні випробування підвіски автомобіля на основі ЧЛВМ показали її працездатність. Експериментально отримані параметри вертикальної жорсткості підвіски підтверджують раніше отримані теоретичні результати.
2. В подальшому, після доопрацювання конструкції моделі підвіски, планується проведення динамічних випробувань за вільними та вимушеними коливаннями.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Мельничук С. В. Моделювання підвіски автомобіля на основі важільного чотириланкового механізму / С. В. Мельничук, С. М. Рибалкін // Вісник Житомирського державного технологічного університету. — 2003. — № 3. — С. 36—39.
2. Мельничук С. В. Дослідження моделей пружно-демпферних модулів підвіски автомобіля на основі важільного чотириланкового ромбовидного механізму / С. В. Мельничук, О. В. Безпалюк // Вісник Житомирського державного технологічного університету. — 2004. — № 2 (29). — С. 42—46.
3. Мельничук С. В. Покращення експлуатаційних властивостей підвіски автомобіля за допомогою пружно-демпферного модуля на основі чотириланкового важільного механізму // Вісник СХУ ім. В. Даля — № 7 (101) 2006 р. — С. 147—150.
4. Копилевич Э. В. Диагностика подвески автомобилей / Э. В. Копилевич, М. А. Пурник, С. А. Федоров. — М. : Транспорт, 1974. — 52 с.
5. Колебания автомобиля. Испытания и исследования / Я. М. Певзнер, Г. Г. Гридасов, А. Д. Конев, А. Е. Плетнев. — М. : Машиностроение, 1979. — 208 с.

Рекомендована кафедрою автомобілів та транспортного менеджменту

Надійшла до редакції 10.09.09
Рекомендована до друку 20.10.09

Мельничук Сергій Володимирович — доцент кафедри автомобілів і механіки технічних систем.
Житомирський державний технологічний університет