

С.В. Мельничук, к.т.н., доц.
Ю.О. Кубрак, к.т.н.,
А.В. Матвійчук, магістр

Житомирський державний технологічний університет

ПРОГРАМНО-АПАРАТНИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ МОДЕЛЬНИХ ВИПРОБУВАНЬ ПІДВІСКИ АВТОМОБІЛЯ НА ОСНОВІ ЧОТИРИЛАНКОВОГО ВАЖІЛЬНОГО МЕХАНІЗМУ

Створено програмно-апаратний комплекс для проведення статичних та динамічних досліджень підвіски автомобіля. Даний комплекс дозволяє в автоматичному режимі збирати та обробляти інформацію про навантаження та деформацію підвіски, а також представляти її на екран в режимі реального часу.

Вступ. Робота присвячена створенню програмно-апаратного комплексу для модельних випробувань підвіски автомобіля на основі чотириланкового важільного механізму (ЧЛВМ).

В даний час іде підготовка до проведення досліджень розробленої [1] моделі підвіски автомобіля на основі ЧЛВМ (рис. 1). Дослідження заплановано в два етапи. Перший етап – статичні випробування, які передбачають експериментальне знаходження пружної характеристики підвіски – залежності ходу підвіски (вертикальної деформації) та прикладеного до неї навантаження. Другий – динамічні випробування для отримання параметрів коливального процесу підвіски, її амплітудно-частотної характеристики.

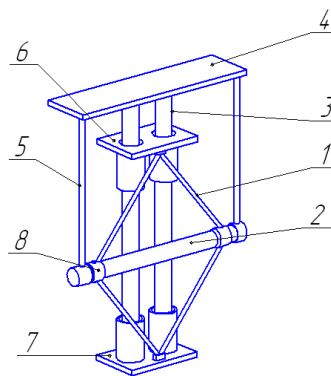


Рис. 1. Схема підвіски автомобіля на основі ЧЛВМ:

1 – чотириланковий механізм; 2 – позаддовжня напрямна; 3 – вертикальна напрямна;
4 – площадка; 5 – опора; 6, 7 – позаддовжні опори; 8 – повзун

Проведення вказаних експериментів передбачає одночасну оцінку інформації про навантаження підвіски (сила) та її деформацію (вертикальне переміщення).

Вимірювання цих механічних величин можливе за допомогою найпростіших приладів: лінійна вертикальна шкала – для вимірювання переміщення, механічні пружні динамометри – для вимірювання сили (візуальний метод дослідження), електромеханічні та оптоелектричні перетворювачі.

Пристрої вимірювання переміщення та сили можна розділити на дві групи:

- ті, що принципово не сумісні з ЕОМ.
- сумісні з ЕОМ.

Перші дозволяють отримувати лише загальну картину досліджуваного процесу. Збір та обробка результатів експерименту значно ускладнюється, при цьому присутні суттєві похибки. Другі задовольняють умові автоматичного зняття результатів та можливості їх обробки за допомогою ЕОМ та мінімізації похибок.

Для вирішення задачі автоматичного оцінювання експерименту запропоновано використати електромеханічні та оптичні перетворювачі механічних величин (переміщення та сили) у електричні.

На сучасному етапі відомі [2, 3, 4, 5, 6] потенціометричні, тензометричні перетворювачі; перетворювачі контактного опору; ємнісні, індуктивні та трансформаторні перетворювачі; оптико-електричні перетворювачі.

Робота тензометричних перетворювачів (ТП) [5] ґрунтується на використанні зміни електричного опору провідних матеріалів (металів) при розтягу та стиску їх у межах пружної деформації.

Перевагами тензометричних перетворювачів є: їх мала маса і габаритні розміри; можливість розміщення у важкодоступних місцях; простота конструкції та дешевизна виконання.

Основними їх недоліками є: поперечна тензочутливість для дротяних ТП та мала потужність вихідного сигналу.

Потенціометричні перетворювачі (ПТ) належать до групи перетворювачів активного опору, їх ще називають реостатними або резистивними елементами [7, 8].

ПТ мають такі переваги: здатність працювати на змінному струмі і постійному струмі; порівняно невеликі маси і габаритні розміри; відсутність фазового зсуву вихідного сигналу.

Але їх використання в нашій роботі виключається через такі притаманні їм недоліки: наявність зворотної дії у вигляді моменту сил сухого тертя; обмежений строк служби у зв'язку з наявністю деталей, що піддаються впливу тертя; невелика надійність, особливо під час високої динамічної роботи.

Ємнісний перетворювач (ЄП) [6, 8] являє собою конденсатор, що складається з двох чи більше пластин, відокремлених одна від іншої шаром повітря чи іншим діелектриком. Принцип роботи заснований на зміні відстані між пластинами, що призводить до зміни ємності.

Основними їх недоліками є: високий внутрішній опір, що робить їх малопотужними; відносно невелика стабільність; необхідність роботи на порівняно великій частоті (від кілогерц і вище), що робить їх несумісними умовами проведення нашого експерименту.

Робота індуктивних (ІП) та трансформаторних (ТП) перетворювачів ґрунтується на зміні індуктивності, спричиненої зміною повітряного зазору або переміщенням осердя відносно котушки (ІП) чи зміною положення рухомого органу, який сприймає вимірюване переміщення і викликає зміну взаємної індукції між двома системами обмоток (ТП) [2, 6].

Перевагами ІП є їх простота в експлуатації, надійність в роботі (оскільки не містять електричних контактів, які підлягають корозії та стиранню, висока точність вимірювання. ІП широко використовують для оцінки кутових циклічних переміщень. Для оцінки значних лінійних переміщень конструкція перетворювача буде ускладнюватись. Це відноситься і до ТП.

Оптико-електричні перетворювачі (ОП) [6] застосовуються в сучасних високоточних вимірювальних системах завдяки таким основним перевагам: відсутність моментів зворотної дії; будь-яких механічних контактів між рухомою і нерухомою частинами перетворювача; висока чутливість схем; їх сумісність з ЕОМ.

Метою даної роботи є створення програмно-апаратного комплексу (ПАК) для статичних та динамічних випробувань підвіски автомобіля на основі чотириланкового важільного механізму (ЧЛВМ).

Для досягнення поставленої мети вирішувались наступні задачі:

- аналіз методів і схем вимірювань переміщення та сили;
- ознайомлення з принципом дії та конструктивними особливостями існуючих датчиків та вимірювальної апаратури;
- вибір оптимальних схем вимірювання сили та переміщення;
- створення ПАК для випробувань підвіски.

Основна частина. Проведений аналіз перетворювачів механічних величин в електричний сигнал показав, що умовам автоматизації процесу збору інформації, простоти конструкції та невеликій вартості для вимірювання статичного навантаження підвіски найбільш відповідають тензометричні перетворювачі [3, 5, 6], чутливим елементом яких є тензодатчик.

Тензодатчик закріплюємо на сталюю пружну пластину 2, яку встановлюємо за допомогою двох нерухомих опор на верхній плиті моделі підвіски (рис. 4), і через яку буде прикладатись вертикальне навантаження. За пластину використовуємо лист ресори легкового автомобіля.

Закріплення тензодатчиків показано на рис 2. На сталюю металеву пластину 2 наклеюємо два тензодатчика 1 (один навпроти іншого). Використання двох тензодатчиків робиться для подвоєння вихідного сигналу (оскільки верхній тензодатчик працюватиме на стиск, а нижній – на розтяг). Для отримання необхідних результатів прилад необхідно відтарувати, тобто визначити, якій зміні опору тензодатчика (O_m) відповідає зміна сили $P(H)$, яка діє на пластину.

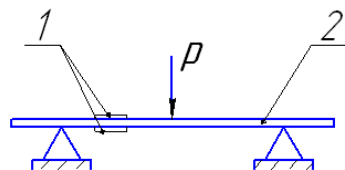


Рис. 2. Схема закріплення тензодатчиків

За датчик переміщення вирішено використати оптико-електричний перетворювач на базі комп'ютерного маніпулятора (оптичної комп'ютерної мишки).

Конструкція датчика зображена на рис. 3 та складається з тримача 1, в який встановлено світлодіод 2 і безпосередньо сама мікросхема сенсора 3. Ця система кріпиться на печатну плату 4, між якою і нижньою поверхнею маніпулятора 6 кріпиться пластиковий елемент, що містить дві лінзи 5 для фокусації поданого та відбитого сигналу світлодіода 2. Сфокусований однією з лінз 5 від світлодіода промінь падає на поверхню під датчиком та відбивається від неї. Відбитий від цієї поверхні промінь збирається іншою лінзою і попадає на приймальний сенсор мікросхеми – процесора обробки зображень. Ця мікросхема робить знімки поверхні під мишкою з високою частотою (від 1500 кГц). Причому мікросхема (оптичний сенсор) сам же і обробляє ці знімки. На основі аналізу черги послідовних знімків (що представляють собою квадратну матрицю із пікселів різної яскравості) інтегрований цифровий сигнальний процесор (ЦСП) вираховує результуючі показники, що відповідають напрямку переміщення датчика вздовж осей X і Y.

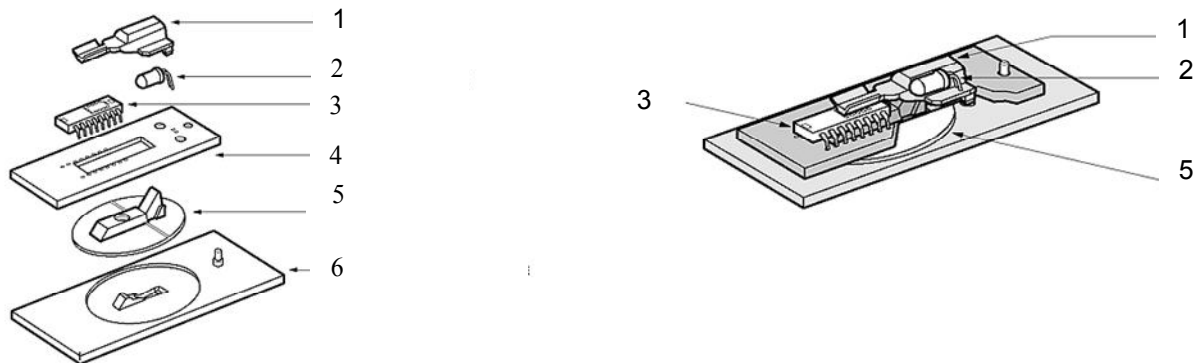


Рис. 3. Конструкція оптичного датчика

Оптичний датчик (мишка) закріплюється на нерухомому штативі 7 та на корпусі шарніра 6 (рис. 4). На відстані 1...2 мм від датчиків закріплені повздовжні пластини-екрани 8а, 8б. При переміщенні пластини-екрана 8б повз датчик 5 будемо отримувати вертикальне переміщення підресореної маси, а при русі датчика 4 вздовж пластини-екрана 8а – переміщення верхнього шарніра ЧЛВМ.

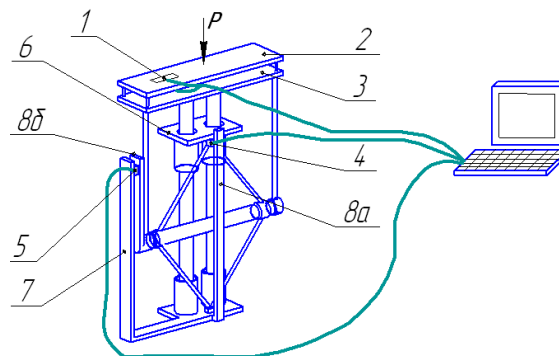


Рис. 4. Схема програмно-апаратного комплексу для лабораторних статичних випробувань підвіски автомобіля на основі чотириланкового важільного механізму

Блок-схема роботи ПАК зображена на рис. 5. Отриманий сигнал з датчиків 1, 4 і 5 (рис. 4) оброблюється за допомогою програми, яка дає можливість автоматично отримувати значення деформації підвіски в цілому та окремих її вузлів, і сили деформації; подавати інформацію експерименту в чисельному та графічному вигляді. Це дає можливість отримати повну картину кінематики та динаміки підвіски, що випробовується.

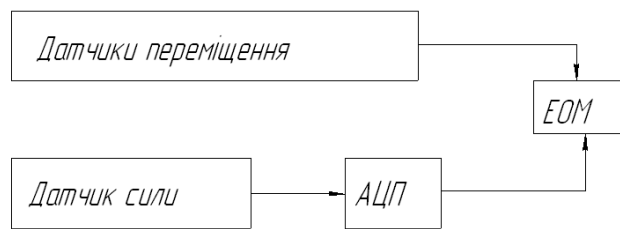


Рис. 5. Блок-схема програмно-апаратного комплексу для лабораторних статичних випробувань підвіски автомобіля на основі чотириланкового важільного механізму

Даний ПАК дозволяє спостерігати графік зміни переміщення та навантаження у реальному часі. Завдяки створенню цієї програми сигнал з датчика не залежить від прискорення, що саме собою зменшує похибку і дозволяє використовувати ПАК для здійснення динамічних випробувань.

Кількість отриманих значень є суттєво великою, оскільки переміщення фіксується з різницею у часі, рівною $1 \cdot 10^{-3}$ сек, що дозволяє отримувати значення миттєвих переміщень в двокоординатній площині безконтактним способом, а також отримувати дані про переміщення підвіски з необмеженою базою: швидкістю до 1 м/с, прискоренням до 150 м/с^2 , точністю до 0,015 мм і частотою до 6400 Гц.

Висновки.

1. Створено програмно-апаратний комплекс для лабораторних випробувань підвіски автомобіля на основі чотириланкового важільного механізму.

2. Даний ПАК дозволяє:

- проводити статичні випробування даної моделі підвіски та візуально слідкувати за показниками експерименту в реальному часі;
- проводити динамічні дослідження власних та вимушених коливань маси, підресореної підвіскою на основі ЧЛВМ;
- візуально слідкувати за коливальним процесом в реальному масштабі часу, глибше проникаючи в суть роботи системи.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Мельничук С.В., Вітюк І.В. Методика проведення модельних випробувань підвіски на основі чотириланкового важільного механізму // Вісник ЖДТУ. – 2008. – № 3 (46). – С. 88–91.
2. Евтихийев Н.Н. и др. Измерение электрических и неэлектрических величин: Учебное пособие для вузов. – М.: Энергоавтоиздат, 1990.
3. Тиль Р. Электрические измерения неэлектрических величин. — М.: Машиностроение, 1987.
4. Конюхов Н.Е., Медников Ф.М., Нечаевский М.Л. Электромагнитные датчики механических величин. – М.: Машиностроение, 1987. – 256 с.
5. Козлов И.А., Баженов В.Г., Матвеев В.В., Леценко В.М. Исследование прочности деталей машин при помощи тензодатчиков сопротивления. – К.: Техника, 1967. – 204 с.
6. Безвесільна О.М., Подчашиньський Ю.О. Технологічні вимірювання та прилади. Перетворюючі пристрої приладів та комп'ютеризованих систем: Підручник. – Житомир: ЖДТУ, 2006. – 560 с.
7. Белевцев А.Т. Потенциометры. – М.: Машиностроение, 1969. – 328 с.
8. Полищук Е.С. Измерительные преобразователи. – К.: Выща шк., 1981. – 296 с.

МЕЛЬНИЧУК Сергій Володимирович – кандидат технічних наук, доцент кафедри автомобілів і механіки технічних систем Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

– плавність ходу автомобіля.

КУБРАК Юрій Олександрович – доцент кафедри автомобілів і механіки технічних систем Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

– вимірювання механічних величин, нові технології, інформаційні технології, синергетика.

МАТВІЙЧУК Андрій Васильович – магістр кафедри автомобілів і механіки технічних систем Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

– плавність ходу автомобіля.

Подано 12.04.2009

Мельничук С.В., Кубрак Ю.О., Матвійчук А.В. Програмно-апаратний комплекс для модельних випробувань підвіски автомобіля на основі чотириланкового важільного механізму

Мельничук С.В., Кубрак Ю.О., Матвійчук А.В. Программно-апаратный комплекс для модельных испытаний подвески автомобиля на основе четырехзвенного рычажного механизма

Melnychuk S.V., Kubrak Y.O., Matviychuk A.V. Hardware-Software Complex For Model Test Vehicle Suspension Based On A Four-Arm Mechanism

УДК629.3.027

Программно-апаратний комплекс для модельних испытаний подвески автомобиля на основе четырехзвенного рычажного механизма / С.В. Мельничук, Ю.О. Кубрак, А.В. Матвійчук

Создано программно-апаратный комплекс для проведения статических и динамических испытаний подвески автомобиля. Комплекс позволяет в автоматическом режиме собирать и обрабатывать информацию про нагружение и деформацию подвески, а также показывать её на экран в режиме реального времени.

УДК 629.3.027

Hardware-Software Complex For Model Test Vehicle Suspension Based On A Four-Arm Mechanism / S.V. Melnychuk, Y.O. Kubrak, A.V. Matviychuk

Created hardware and software complex for static and dynamic tests of car's suspension. The complex allows to automatically collect and process information about the loading and deformation of the suspension, and also show it on screen in real time.