

С.В. Мельничук, к.т.н., доц.

О.В. Безпалюк, інж.

Житомирський державний технологічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ МОДЕЛЕЙ ПРУЖНО-ДЕМПФЕРНИХ МОДУЛІВ ПІДВІСКИ АВТОМОБІЛЯ НА ОСНОВІ ВАЖИЛЬНОГО ЧОТИРИЛАНКОВОГО МЕХАНІЗМУ

В роботі розглянуто створення програмного забезпечення проведення комп'ютерних модельних досліджень пружно-демпферних модулів підвіски транспортних засобів. Показано проведення випробувань вказаних модулів за допомогою створеного програмного забезпечення в інтерактивному режимі часу.

Створення нових технічних систем представляє собою процес, що складається з ряду етапів, пов'язаних з проектуванням, виготовленням та різними видами випробувань як окремих елементів, та і всієї системи в цілому. Зрозуміло, що сам процес проектування необхідно закінчувати випробуваннями натурних масштабних моделей, що імітують роботу реальних систем.

На переході від проектування до натурних випробувань логічним включенням буде етап модельних досліджень. Проведення проектних модельних випробувань за допомогою математичних моделей підвищує гарантію успіху на останніх етапах створення нових технічних систем, а також дозволяє мінімізувати матеріальні та часові втрати при доведенні натурних виробів.

На сучасному етапі розвитку комп'ютерної техніки та програмного забезпечення з'явилась можливість значного підвищення успіху проектних модельних випробувань за допомогою експериментальних досліджень математичних моделей з візуалізацією динаміки процесу досліджень в реальному інтерактивному режимі часу.

Так, за допомогою програмного продукту MATLAB, що є мовою високого рівня для науково-технічних обчислень, можливо проводити дослідження технічних систем, включаючи виконання математичних розрахунків, розробку алгоритмів, створення динамічних моделей систем з наступним аналізом та візуалізацією.

Продукт MATLAB включає інтерактивну складову Simulink для моделювання нелінійних динамічних систем. Вона являє собою середовище, кероване "мишкою", що дозволяє моделювати процес шляхом переміщення блоків діаграм на екрані дисплея та їхній маніпуляції. Simulink надає користувачу графічний інтерфейс для конструювання моделі зі стандартних блоків за допомогою технології "drag & drop".

Основні засоби для моделювання й аналізу є:

- велика бібліотека блоків для створення лінійних і нелінійних, дискретних і безупинних, гібридних, SISO і MIMO моделей;
- ієрархічна структура моделей з необмеженою вкладеністю;
- скалярні та векторні зв'язки;
- інтерактивне моделювання з "живим" відображенням на екрані, що дає можливість слідкувати за процесом досліджень в реальному масштабі часу;
- різні способи подання висновку на екран і бібліотеки вхідних сигналів;
- визначення точок рівноваги і т.д.

За словами провідного спеціаліста General Motors Ерика Гасенфайта, "користуючись MATLAB і Simulink, ми глибше проникаємо в суть роботи системи. Це означає, що ми розробляємо моделі більш високої якості".

При користуванні Simulink користувач з бібліотеки блоків переносить компоненти в нову модель і з'єднує їх за допомогою "миші". Групуючи блоки в підсистеми, можна створювати ієрархічні моделі, число блоків і зв'язків якої не обмежено (рис. 1).

Блок-діаграми Simulink забезпечують інтерактивне середовище для "живого" нелінійного моделювання. Результати моделювання відображаються в процесі роботи. Крім того, за допомогою Simulink можливо змінювати параметри моделі навіть під час виконання модельних досліджень (рис. 2).

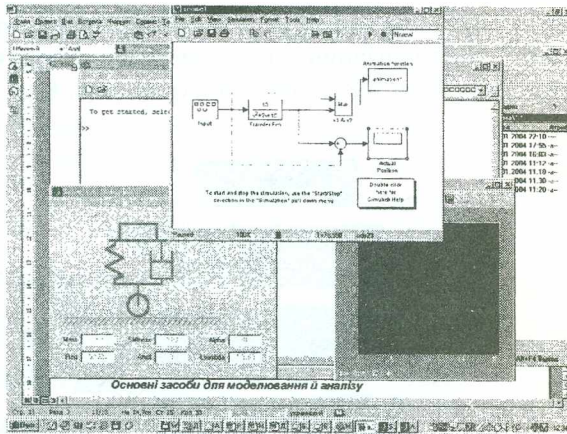


Рис. 1. Схема Simulink та відображення “робочого столу”

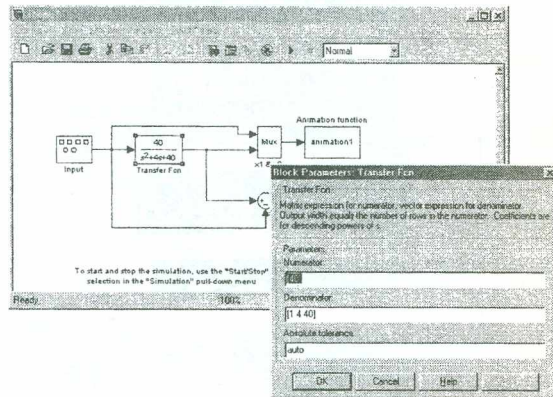


Рис. 2. Зміна параметрів в Simulink

Оскільки Simulink забезпечує безпосередній доступ до математичних, графічних і програмних засобів MATLAB, Ви можете аналізувати дані й оптимізувати параметри моделей прямо з Simulink. Можливості додаткових пакетів також можуть бути використані в ході моделювання.

Спираючись на можливості MATLAB, було поставлено задачу проведення комп'ютерних досліджень системи пружно-демпферного модуля підвіски на основі чотириланкового важільного ромбовидного механізму (рис. 3), про який йшлося у роботі [3], в порівнянні з традиційним модулем підвіски (рис. 4) в режимі інтерактивного моделювання.

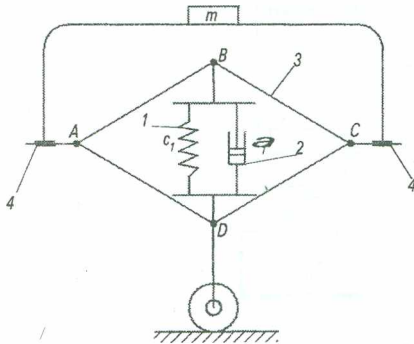


Рис. 3. Кінематична схема пружно-демпферного модуля підвіски транспортного засобу на основі чотириланкового важільного ромбовидного механізму:
 1 – пружний елемент; 2 – демпферний елемент; 3 – чотириланковий важільний ромбовидний механізм; 4 – підшипники кріплення підресореної маси m

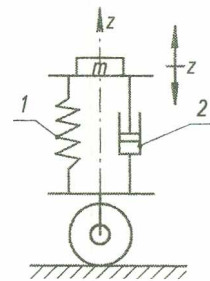


Рис. 4. Кінематична схема традиційного пружно-демпферного модуля підвіски транспортного засобу:
 1 – пружний елемент; 2 – демпферний елемент

Для створення робочої програми розроблено алгоритм дослідження підвіски (рис. 5). Для обох типів підвіски алгоритм аналогічний, різниця прораховується в модулі алгоритму "Визначення поточного значення (Simulink)", показаного на рис. 6.

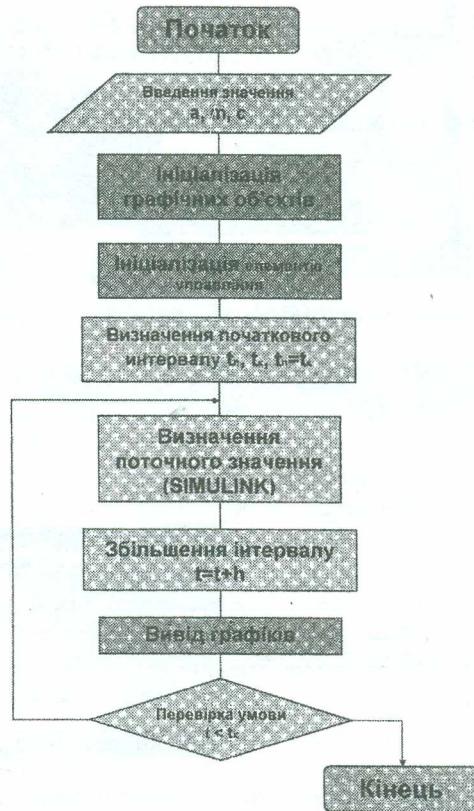


Рис. 5. Алгоритм програми дослідження підвіски

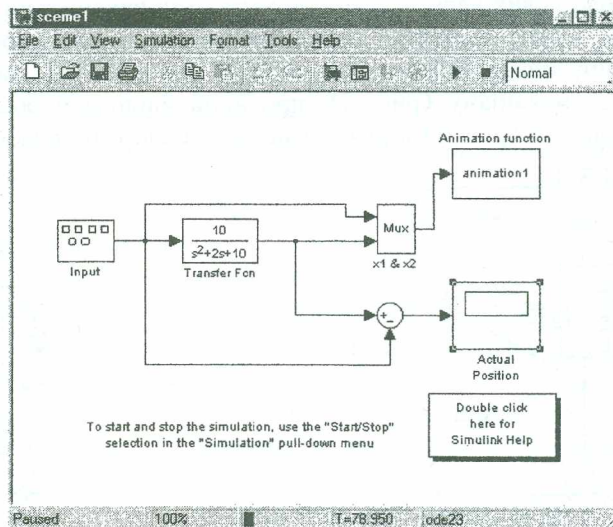


Рис. 6. Модуль алгоритму "Визначення поточного значення (Simulink)"

Текст програми дослідження підвіски автомобіля для двох варіантів пружно-демпферних модулів був написаний за допомогою об'єктно-орієнтованого програмування в середовищі MATLAB, з використанням модуля системи Simulink.

При проведенні дослідження традиційний модуль підвіски позначався "Тип1", а проектуємий – "Тип2".

Дослідження моделей традиційного і проектного пружно-демпферних модулів підвіски проводилося у двох режимах: у першому випадку задавались постійними підресорена маса m і коефіцієнт в'язкого опору демпферного елемента α , жорсткість пружного елемента c змінювалась в процесі дослідження; у другому випадку задавались постійними підресорена маса m і жорсткість пружного елемента c , а змінювали коефіцієнт в'язкого опору демпферного елемента α . Результати розрахунків і динаміка процесу досліджень відображались на екрані комп'ютера у вигляді числової та графічної інформації (рис. 7).

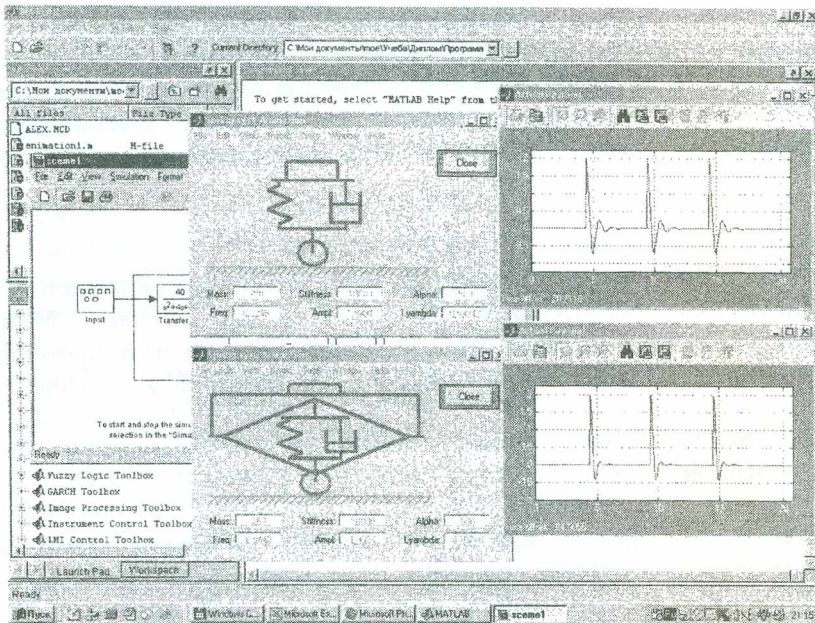


Рис. 7. Графічний інтерфейс програми дослідження підвіски

В досліді приймалась величина підресореної маси $m = 250$ кг, жорсткість пружного елемента змінювалась в межах $0 < c < 16000$ Н/м, а в'язкий опір – в межах $0 < \alpha < 1000$ Н·с/м, фіксовані значення коефіцієнта жорсткості приймалися $c = 10000$ Н/м, коефіцієнт в'язкого опору – $\alpha = 500$ Н·с/м.

Результати досліджень представлені у вигляді залежності власної частоти коливань підресорної маси від жорсткості пружного елемента та залежності декременту затухань від коефіцієнта в'язкого опору для обох типів пружно-демпферних модулів підвіски (рис. 8).

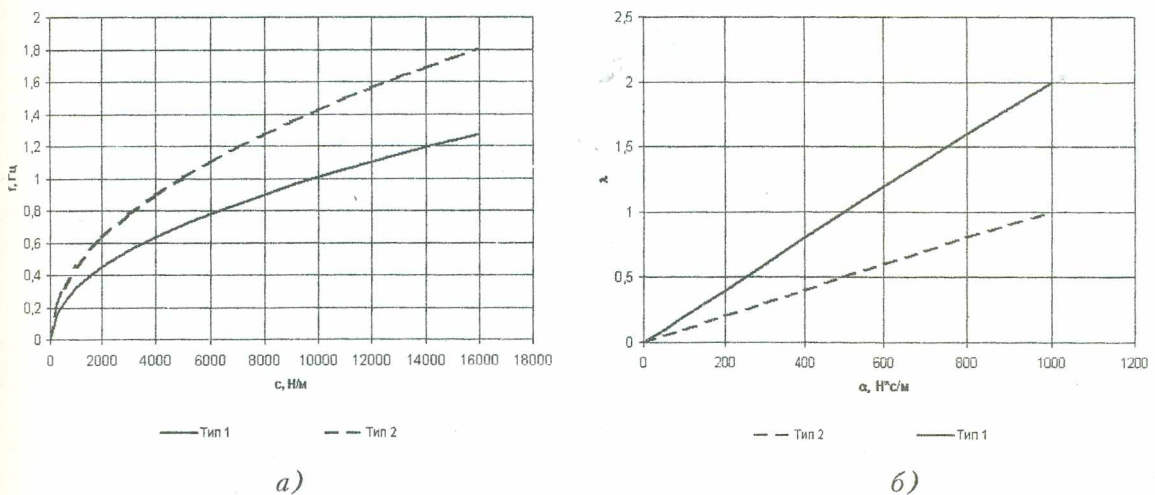


Рис. 8. Залежність власної частоти коливань підресорної маси від жорсткості пружного елемента (а) та залежність декременту затухань від коефіцієнта в'язкого опору (б)

Графіки в порівнянні показують, що пружно-демпферний модуль підвіски на основі чотириланкового ромбовидного важільного механізму забезпечує той же рівень плавності ходу автомобіля (визначені значення власної частоти коливань підресореної маси та декременту затухань) використанням пружного та демпферного елементів з вдвічі меншими коефіцієнтами жорсткості та в'язкого опору. Отже, даний тип пружно-демпферного модуля в підвісці автомобіля дозволить значно розширити діапазон регулювання одного з основних експлуатаційних показників автотранспортного засобу – плавності ходу.

Проведення проектних модельних випробувань пружно-демпферного модуля підвіски транспортних засобів на основі чотириланкового важільного ромбовидного механізму за допомогою його математичної моделі в інтерактивному режимі часу показали велику зручність і наочність такого методу досліджень технічних систем. В наступному планується продовження досліджень модулів підвіски транспортних засобів з різним компонованням пружних і демпферних елементів в поєднанні з чотириланковим важільним ромбовидним механізмом.

ЛІТЕРАТУРА:

1. *Судаков Р.С.* Испытания технических систем. – М.: Машиностроение, 1988. – 271 с.
2. *Потемкин В.Г.* Система MATLAB 5 для студентов. – М.: Диалог – МИФИ, 1998.
3. *Мельничук С.В., Рибалкін Є.М.* Моделювання підвіски автомобіля на основі важільного чотириланкового механізму // Вісник ЖДТУ. – 2003. – № 3 (27). – С. 36–39.
4. *Кошарний М.Ф.* Основи механіки та енергетики автомобіля: Навч. посібник. – Житомир: РВВ ЖІТІ, 1998. – 200 с.

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

Наукові інтереси:

– плавність ходу автомобіля, проектування підвіски автомобіля.

БЕЗПАЛЮК Олександр Володимирович – інженер Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

– плавність ходу автомобіля, проектування підвіски автомобіля;
– комп'ютерні системи та технології.

Подано 11.03.2004