

ЛІТЕРАТУРА

1. Файчук М. І. Експериментальне дослідження показників керованості, стійкості та маневреності автопоїзда з наближеними некерованими мостами, що мають перекося // Вісті Автомобільно-дорожнього інституту. – Донецьк : ДААТ, 2011. – №1(12). – С. 59-63.
2. Марчук Р. М. Автопоїзд-контейнеровоз для експериментальних досліджень маневреності і стійкості руху / Р. М. Марчук, В. П. Онищук, В. М. Придюк // IV міжнародна науково-практична конференція «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту», 24-26 жовтня, 2011. Збірник тез доповідей. – Вінниця : ВНТУ, 2011. – С. 49. – ISBN 978-966-641-432-1.
3. Крестьянполь О. А. Маневреність та стійкість руху автопоїзда з самовстановленою віссю напівпричепа : автореф. дис. к.т.н. : 05.22.02 / О. А. Крестьянполь. – К. : НТУ, 1999. – 18 с.
4. Стельмашук В. В. Поліпшення показників керованості та стійкості три ланкових автопоїздів : автореф. дис. ... к.т.н. : 05.22.02 / В. В. Стельмашук. – К. : НТУ, 2005. – 18 с.
5. Баженов Е. Е. Экспериментальное исследование длиннобазной сочлененной транспортно-технологической системы // Наука и образование. – Урал : УФУ имени первого президента России Б.Н. Ельцина, 2010. – №9. – 11с. – Режим электронного доступа: technomag.edu.ru/doc/161135.html.
6. Лиходій О. С. Оцінка маневреності дволанкових автопоїздів з системами керування коліс напівпричепа «STEER-BY-WIRE» [Текст] / О. С. Лиходій, М. В. Дячук // Вісник СевНТУ. – Севастополь : СевНТУ, 2011. – №121. – С. 143-145.
7. Лиходій О. С. Розробка пристосувань вимірювання кінематичних параметрів кермового керування для експериментальних досліджень керованості автопоїзда / О. С. Лиходій, М. В. Дячук // Вісник СевНТУ. – Севастополь : СевНТУ, 2012. – №135. – С. 34-37.

УДК 629.017

Д.І. ПЕТРЕНКО, пошукач, М.В. ДЯЧУК, канд. техн. наук.

ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури»

ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВАКУУМНОГО ПІДСИЛЮВАЧА ТА ГГЦ

ГАЛЬМІВНОЇ СИСТЕМИ ЛЕГКОВОГО АВТОМОБІЛЯ

Актуальність. У теперішній час з метою відповідності підвищеним вимогам безпеки автомобіль оснащується різними електронними системами контролю типу ABS/ESP. За даними Національної адміністрації безпечного руху (NHTSA) у США [1] застосування таких систем показало зменшення кількості аварій: для автомобілів з ABS на 7%, з ESP - на 34 %.

Функціонування таких активних систем безпеки базується на приладах гальмівної системи автомобіля. Розробка алгоритмів функціонування таких систем повинна ґрунтуватися на імітаційних моделях, які більш повно описують конструктивні особливості компонентів гальмівної системи.

Аналіз досліджень. Сучасні роботи [2, 3] не відрізняються доступним описом фізичного моделювання компонентів гальмівних систем. У багатьох роботах [4, 5] застосовується логіко-математичне моделювання активних систем безпеки, яке не враховує особливостей конструкції гальмівного керування, робочих процесів та їх фізичних параметрів.

Постановка задачі. У рамках розробки повної імітаційно-фізичної моделі гальмівного керування легкового автомобіля окремим завданням даної роботи є складання підсистеми «гальмівна педаль – підсилювач – головний гальмівний циліндр (ГГЦ)». Вимога до моделі - максимальне врахування елементів реального вузла.

Прийняті допущення. При моделюванні прийняті наступні допущення: в'язкість, щільність і температура робочої рідини не змінні; відсутні витоки рідини; створюється фіксоване розрідження в камерах підсилювача.

Основна частина. У створенні тиску робочої рідини в гідростатичному гальмівному приводі беруть участь гальмівна педаль, вакуумний підсилювач, головний гальмівний циліндр. У якості об'єкта моделювання були обрані компоненти гальмівної системи легкового автомобіля Nissan Almera Classic, а саме:

- робочою рідиною виступає гальмівна рідина DOT 4;
- педаль гальм забезпечує передатне відношення 6,5;
- двопоршневий підсилювач вакуумного типу з пружно-еластичним слідуючим пристроєм;
- головний гальмівний циліндр типу «тандем» з автономним живленням гальмівною рідиною для двоконтурної гальмівної системи.

Технічні параметри розглянутих компонентів прийняті з джерела [6].

Імітація робочого процесу компонентів виконувалась в середовищі імітаційно-фізичного моделювання Simulink/Simscape середовища MATLAB. Модель

«гальмівна педаль - підсилювач - ГГЦ» була створена з використанням блоків бібліотеки Simscape, а також скомбінованих з них авторських маскованих блоків.

На рисунку 1 представлений загальний вид моделі «гальмівна педаль - підсилювач - ГГЦ». Вхідною змінною для імітації роботи системи є зусилля на гальмівній педалі, яке при службовому гальмуванні не перевищує 200...300 Н (при аварійному гальмуванні - 500 Н) [7]. Вихідною змінною системи є тиск у гальмівних контурах, максимальне значення якого лежить у межах 12...15 МПа [7].

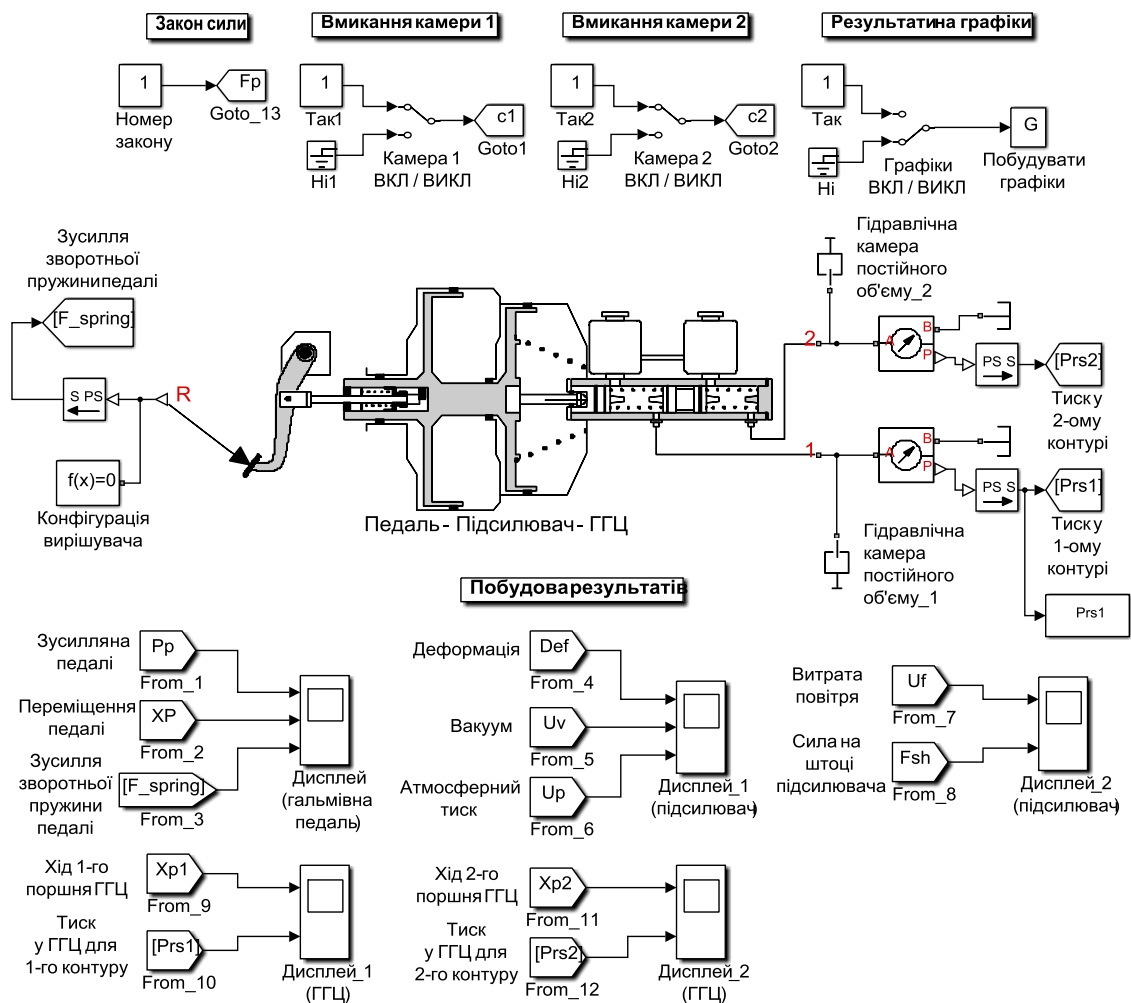


Рис. 1. Загальний вид Simscape моделі «гальмівна педаль - підсилювач - ГГЦ».

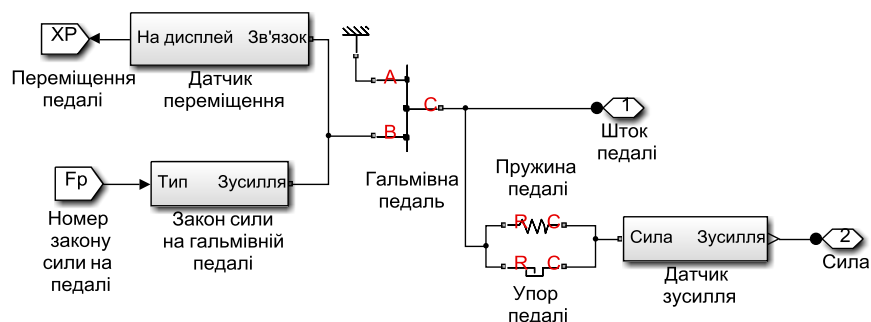


Рис. 2. Simscape модель підсистеми гальмівної педалі.

На рис. 2 представлена модель гальмівної педалі у вигляді важеля зі зворотною пружиною. Вхідною змінною є закон зміни зусилля, а вихідними - переміщення педалі й сила на штокові.

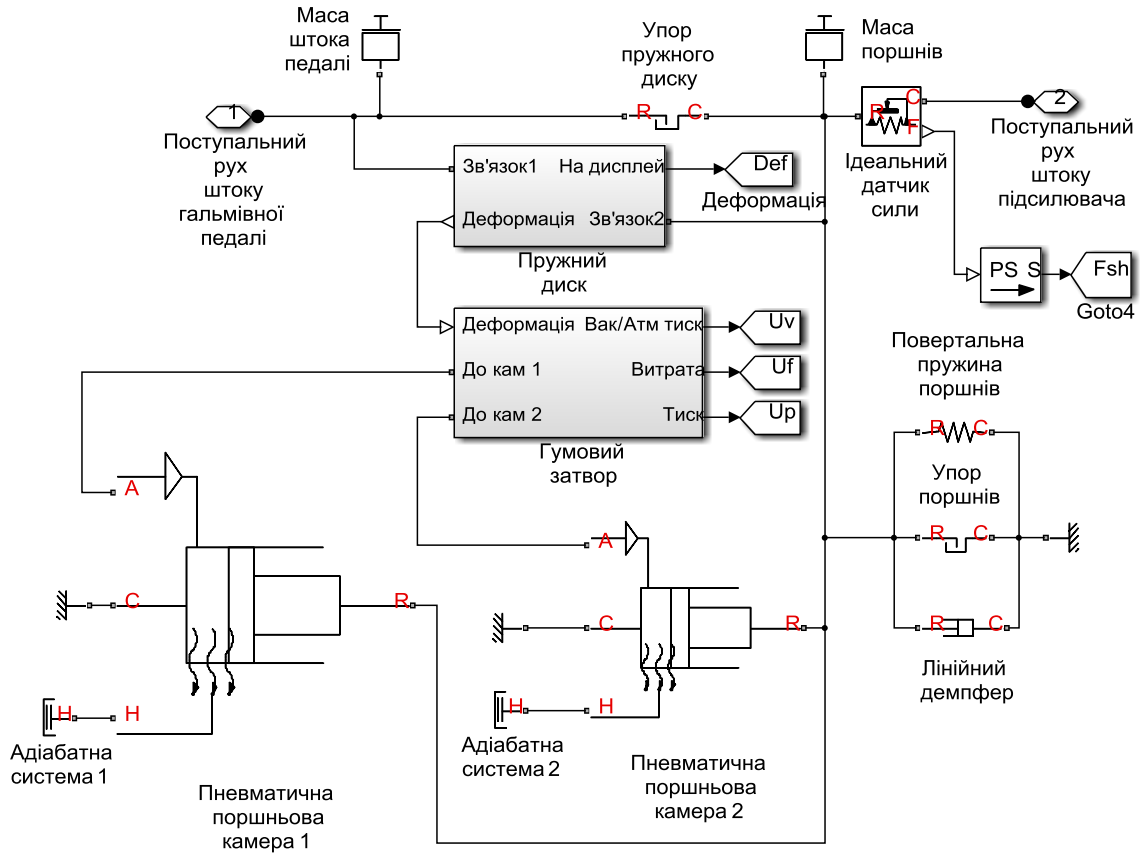


Рис. 3. Simscape модель вакуумного підсилювача.

На рис. 3 показана модель двопоршневого вакуумного підсилювача: послідовно з'єднані пневмокамери з підсистемами слідкуючого і дозуючого пристроїв. Ці підсистеми являють собою моделі відповідних пристроїв підсилювача (рис. 4, 5).

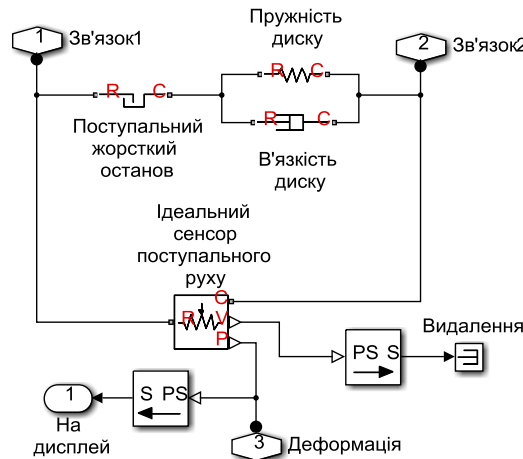


Рис. 4. Simscape модель підсистеми слідкуючого пристрою підсилювача.

Слідкуючим пристроєм підсилювача є пружний диск, гранична деформація якого прийнята приблизно рівною 4 мм. В моделі підсилювача прийнятий сумарний зазор між штоком педалі й плунжером підсилювача, плунжером і пружним диском - рівним 2 мм. Значення цього зазору відповідає граничним значенням, зазначеним у джерелі [7].

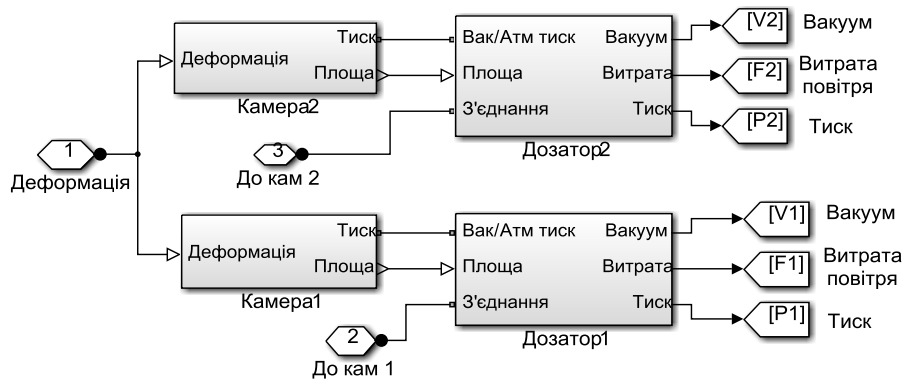


Рис. 5. Simscape модель підсистеми гумового затвору підсилювача.

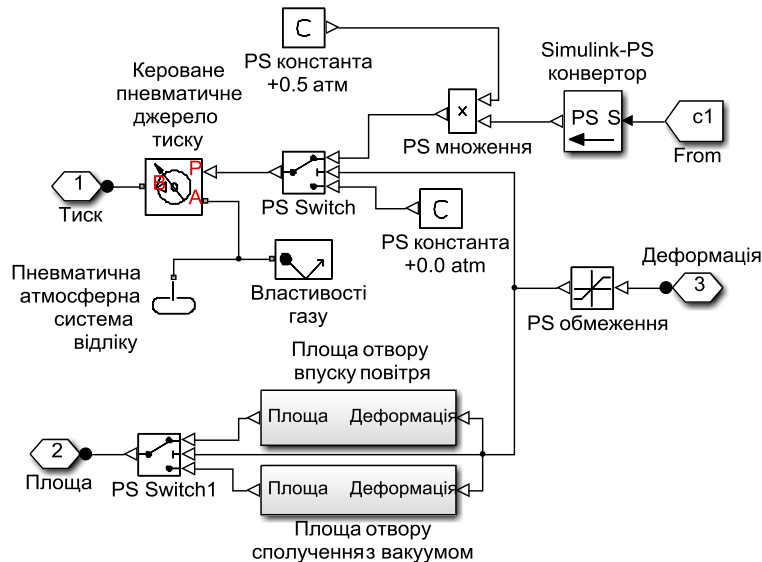


Рис. 6. Simscape модель підсистеми площин перерізів каналів до камери 1 підсилювача.

Імітаційна модель дозуючого пристрою підсилювача, представлена на рисунку 5, складається у свою чергу з моделей площин перерізів каналів до кожної з камер (рис. 6) і моделей дозаторів камер (рис. 7).

Модель ГГЦ (рис. 4) представляє послідовно з'єднані два циліндри, поршні яких підтиснуті пружинами. В моделі ГГЦ враховуються тертя поршня в циліндрі, масові й габаритні показники ГГЦ, властивості гальмівної рідини. Зазор між штоком підсилювача й поршнем ГГЦ прийнято 1,5 мм, що відповідає зазначеним в [7] значенням.

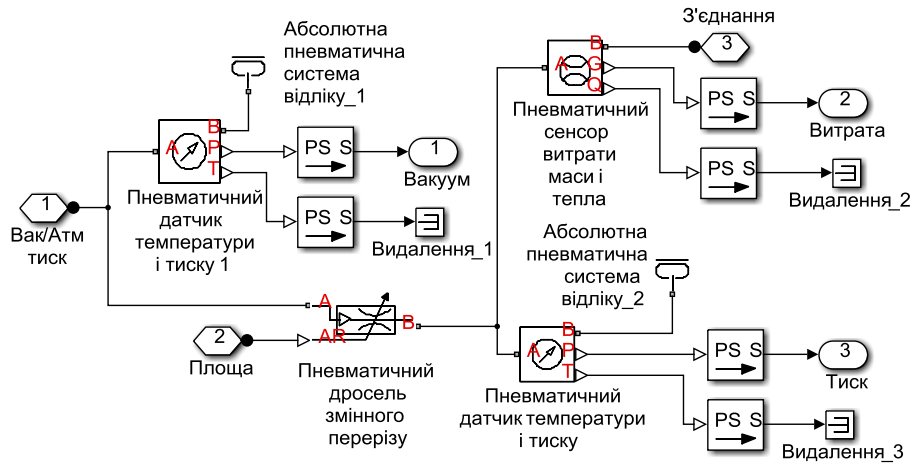


Рис. 7. Simscape модель підсистеми дозатора камери 1 підсилювача.

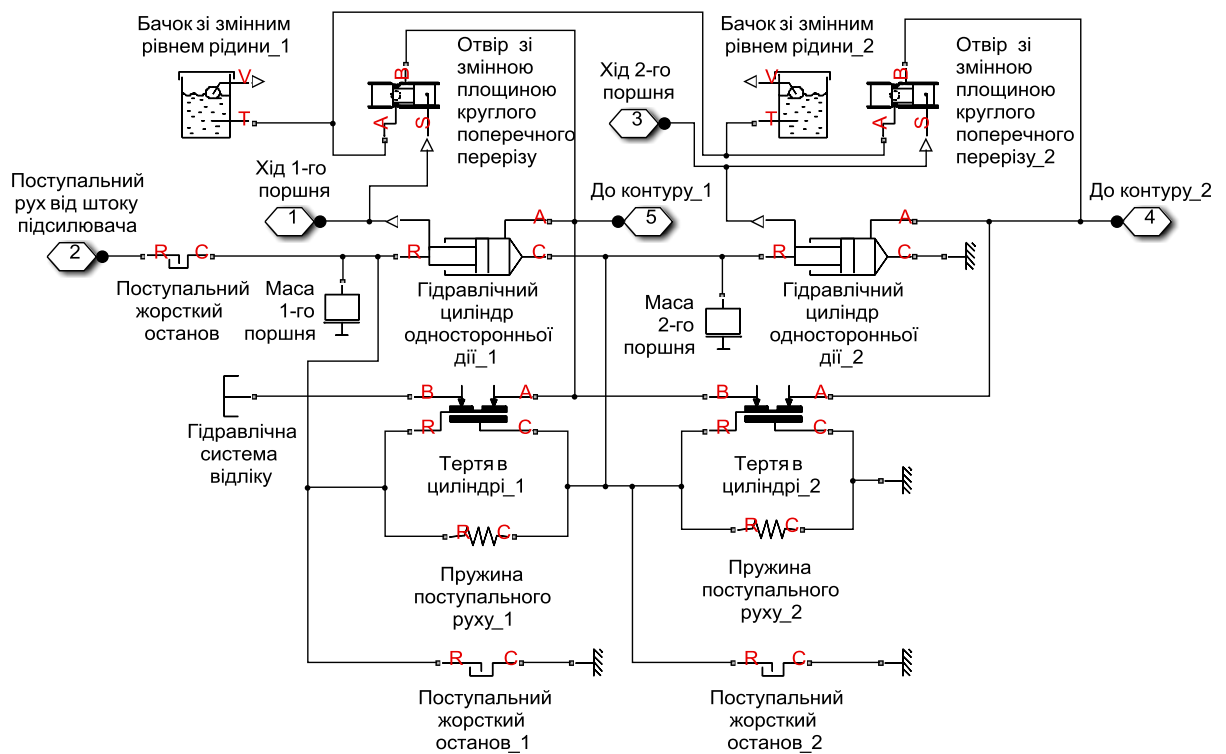


Рис. 8. Simscape модель головного гальмівного циліндра.

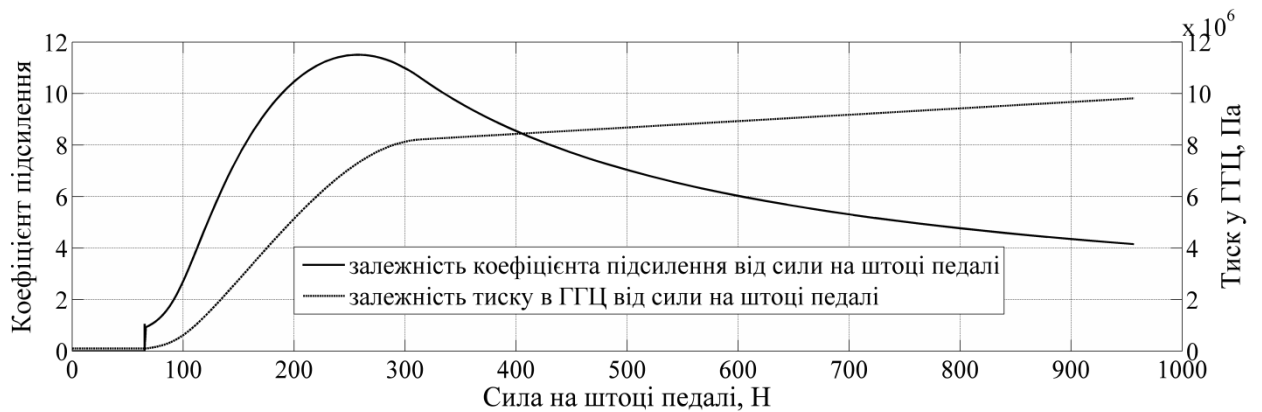


Рис. 9. Квазістатичні характеристики підсилювача вакуумного типу.

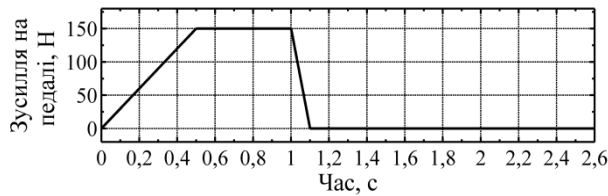


Рис. 10. Закон зміни сили на педалі при 1-му законі.

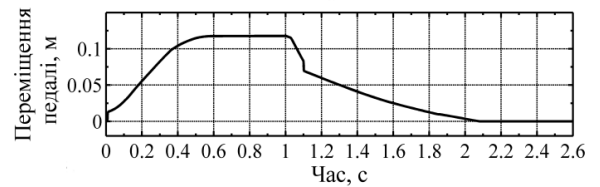


Рис. 11. Переміщення педалі при 1-му законі.

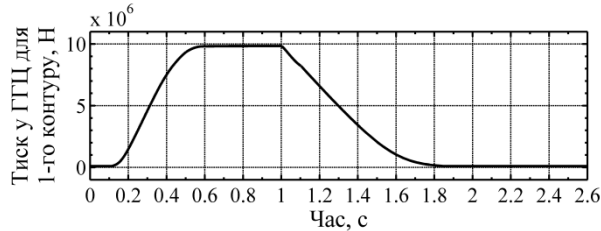


Рис. 12. Тиск у ГГЦ для 1-го контуру гальмівної системи при 1-му законі.

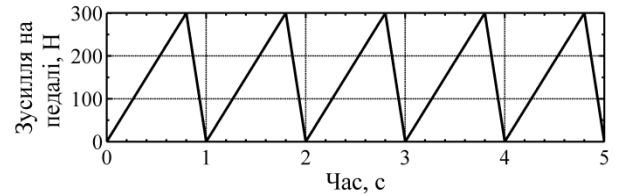


Рис. 13. Закон зміни сили на педалі при 2-му законі.

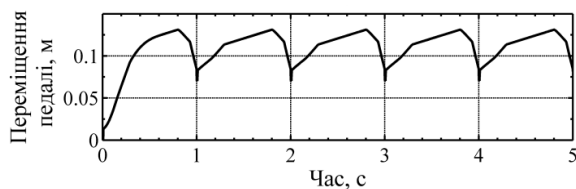


Рис. 14. Переміщення педалі при 2-му законі.

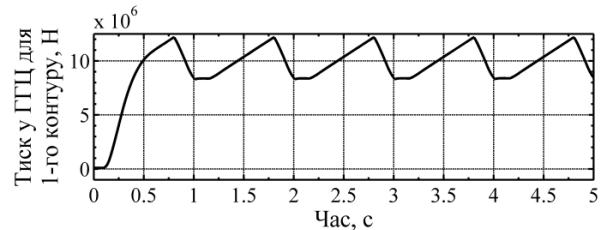


Рис. 15. Тиск у ГГЦ для 1-го контуру гальмівної системи при 2-му законі.

Характеристиками вакуумного підсилювача [7] є залежності тиску в ГГЦ і коефіцієнта підсилення підсилювача від зусилля на штоку педалі. Одержимо характеристики (рис. 5) моделі підсилювача (рис. 3).

Виконаємо імітацію роботи системи «гальмівна педаль - підсилювач - ГГЦ» при двох законах зміни зусилля на педалі. На рис. 10 - 12 представлені результати із плавним наростанням зусилля до 150 Н (1-й закон): закон зміни зусилля на гальмівній педалі; переміщення педалі; тиск у ГГЦ для 1-го контуру. На рисунках 13 - 15 представлені відповідні результати із циклічною зміною зусилля на педалі в межах 300 Н (2-ой закон).

Висновки. Імітація робочого процесу вакуумного підсилювача й ГГЦ демонструє виконання наступних важливих умов: слідкуючої дії між зусиллям на педалі й тиском у ГГЦ; відтворенням різких циклічних дій на гальмівну педаль. Виконання даних умов представлено результатами модельних тестів (рис. 10 - 15). Сповільнене реагування на вхідний сигнал (рис. 10 - 12) досліджуваного об'єкту пов'язане із зазорами між

елементами, прийнятими в моделі, і пружністю слідкуючого пристрою й робочого тіла. Плавне зниження тиску, пов'язане з вирівнюванням тиску в порожнинах підсилювача, сприяє швидкому зростанню й зменшенню амплітуди коливань тиску при циклічному впливі на педаль (рис. 13 - 15).

Модель підсилювача з ГГЦ, що представлена в роботі, на достатньому рівні імітує робочий процес досліджуваного об'єкта, демонструє стійкість та швидкодію обчислень і надалі буде використовуватись у створенні комплексної моделі гальмівного керування легкового автомобіля.

ЛІТЕРАТУРА

1. Federal register: rules and regulations. Federal motor vehicle safety standards. Electronic stability control systems. Controls and Displays. Final Rule. / Vol. 72, No. 66, NHTSA DOT, Washington, USA, 2007 – 88 p.

2. Day T.D., Roberts S.G. A simulation model for vehicle braking systems fitted with ABS. SAE Paper No. 2002-01-0559, 2002. – 21 p.

3. O'Dea K. Anti-lock braking performance and hydraulic brake pressure estimation. SAE Paper No. 2005-01-1061, 2005. – 17 p.

4. Rangelov. K.Z. Simulink model of quarter-vehicle with an anti-lock braking system. MSc thesis, Stan Ackermans Instituut, Netherlands, 2004. – 132 p.

5. Kinjawadekar T.S. Model-based design of electronic stability control system for passenger cars using CarSim and Matlab-Simulink. MSc thesis, Ohio State University, USA, 2009. – 87 p.

6. Nissan Almera Classic. Модели B10 выпуска с 2006 г. с бензиновым двигателем QG16DE. Устройство, техническое обслуживание, ремонт. Новосибирск: «Автонавигатор», 2007. -344 с.

7. Гришкевич А.И. Автомобили: Конструкция, конструирование и расчет. Системы управления и ходовая часть: Учебное пособие для вузов / А.И. Гришкевич, Д.М. Ломака, В.П. Автушко и др.; Под ред. А.И. Гришкевича. – Мн.: Выш. шк., 1987. – 200 с.