

УДК 629.017

М.В. Дячук, доцент, канд. техн. наук

ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури».

Україна, м. Дніпропетровськ, вул. Чернишевського, 24а.

m_dyachuk@mail.ru

РОЗРОБКА ІМІТАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ ДИСКОВОГО ПНЕВМОМЕХАНІЧНОГО ГАЛЬМІВНОГО МЕХАНІЗМУ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ

Розглядаються питання складання імітаційної Simulink/Simscare моделі пневматичного дискового гальмівного механізму вантажного автомобіля. Розроблена модель враховує можливість гальмування енергоакумулятором. Виконано тестування функціонування моделі для деяких умов.

Ключові слова: дисковий гальмівний механізм, пневматична камера, імітаційна модель.

Актуальність. Дискові гальмівні механізми (ГМ) все частіше використовуються в сучасному вантажному транспорті [1]. Перехід викликаний рядом причин, серед яких – високий показник стабільності ГМ, що є визначальним фактором в мехатронних системах. При розробці систем типу EBS, ABS, а також алгоритмів їх керування, широко використовуються середовища імітаційного моделювання. Для встановлення специфіки взаємодії дискового пневмомеханічного ГМ та гальмівного контуру необхідна розробка імітаційно-фізичної моделі зазначеного ГМ. Враховуючи можливість параметризації, така модель буде універсальною.

Постановка задачі. Розробка моделі дискового пневмомеханічного ГМ у середовищі Simulink/Simscare в якості елемента бібліотеки компонентів гальмівних систем з пневмоприводом.

Прийняті припущення. Деформація гальмівних накладок – кусково-лінійна; коефіцієнт тертя залежить від швидкості ковзання, але не залежить від температури; термічна задача в моделі не розглядається, тобто нагрів ГМ не враховується; пневматична система приймається адиабатною.

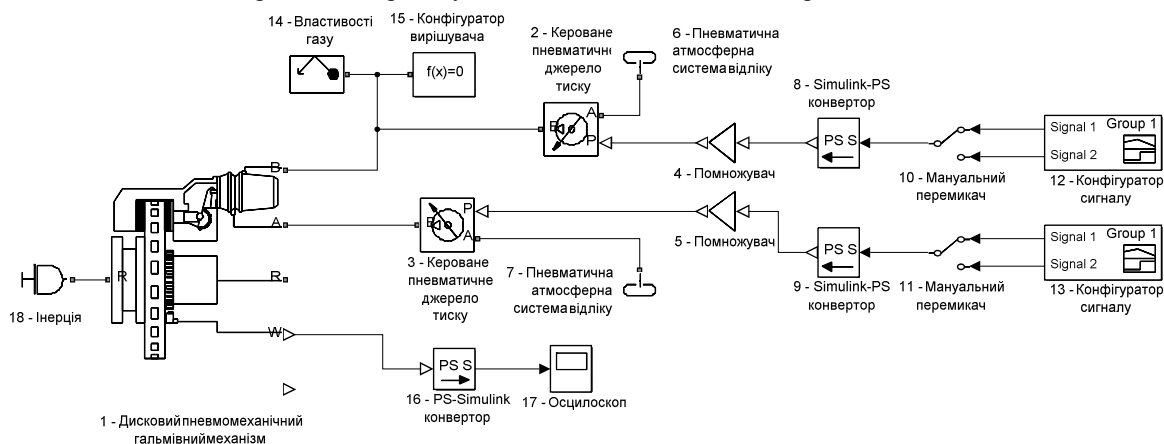


Рисунок 1 – Simulink/Simscare маскована модель дискового пневмомеханічного ГМ

Основна частина. Дисковий пневмомеханічний ГМ з плаваючою скобою приводиться в дію від важеля, взаємодіючого зі штовхачами. Привод важелю, в свою чергу, здійснюється штоком пневмокамери. На рисунку 1 представлена структурна схема пневмоприводу ГМ у вигляді моделі Simulink/Simscare [2], що дозволяє імітувати гальмування наповненням пневмокамери і енергоакумулятору. Модель складається з наступних елементів. Авторський маскований блок дискового ГМ - 1 має два порти А і В підключення відповідно пневмокамери і енергоакумулятору до керованих джерел пневматичного тиску 2 і 3; два порти R праворуч і ліворуч - для підключення механічних зв'язків, і порт W - виведення кутової швидкості диску. Конфігуратори сигналів 12 і 13 задають форму віртуальних сигналів управління, які після конверторів 8 і 9, помножувачів 4 і 5 трансформуються у фізичні сигнали. Джерела тиску 2 і 3 забезпечують надлишковий тиск по відношенню до атмосферного (блоки 6 і 7). Властивості газу встановлюються в блоці 14. Блок 15 замикає граф моделі Simscare і дозволяє вибрати вид вирішувальника системи ДР. У такому вигляді програма готова до імітації гальмування з різними комбінаціями керуючих сигналів.

Під маскою блоку 1 (рисунок 1) - дисковий ГМ - підсистема базових блоків Simscare (див. рисунок 2). Входи А і В відповідно в пневмокамеру 1 і енергоакумулятор 2 представлені дроселями постійного перерізу 3 і 4. Шток пневмокамери 1 рухає приведену масу 5, сприймаючи сили опору від елементів пружно-дисипативного опору 7, 8 і обмежувача 6. Енергоакумулятор 2, пов'язаний з робочою

пневмокамерою корпусом, навантажений пружиною 15, лінійним демпфером 14, а жорсткий зупинник 13 обмежує переміщення штоку з приведеною масою 12 при зарядці. Звернення їх дії здійснюється рівноплечим важелем 11. Штоки пневмокамери і енергоакумулятору взаємодіють через поступальний жорсткий зупинник 23. Важіль 10 з певним передавальним числом забезпечує рух затискних частин гальма в різних напрямках. Плаваюча скоба з приведеними до неї масами 9 пов'язана з корпусними частинами пневмокамер 1 і 2. Накладки гальмівних колодок імітуються пружно-грузлим і інерційним опорами з обмеженням деформування (елементи 26-29 для правої і 31-34 для лівої накладок). Зусилля на накладку від важеля механізму 10 і рівноплечого важеля 24 передаються через жорсткі упори 25 і 30 після вибору зазорів. Виникаючі симетричні зусилля за допомогою ідеальних сенсорів сили 35 і 36 у вигляді фізичних сигналів подаються в блоки 37, 38 обертового тертя з контактним навантаженням. У цих блоках задаються геометрія диску, закон тертя і початкові умови. Інерцію обертового диска задає блок інерції 39. За допомогою сенсору 40 обертового руху виводиться сигнал кутової швидкості диску. У разі здійснення теплопередачі через стінки гальмівної камери і енергоакумулятору до портів Н підключається блок термічної маси 15 (корпус камер акумулює тепло), блок 17 кондуктивної теплопередачі (через стінки циліндрів), блок 18 конвективної теплопередачі, який замикається блоком 20 - ідеальним джерелом температури. Значення температури визначається різницею між температурою, встановленою блоком 21 - термічною системою відліку, і встановленою блоком 22 - фізичною константою.

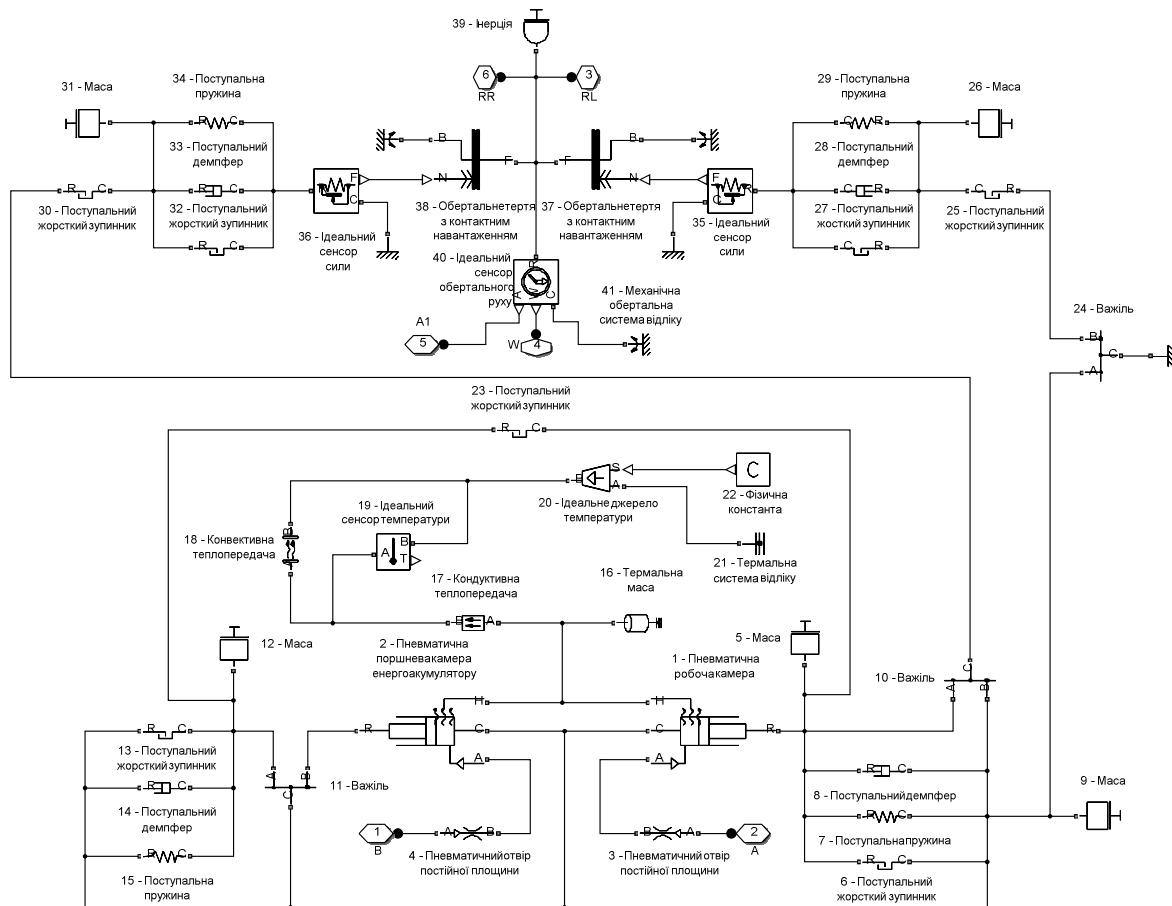


Рисунок 2 – Simulink/Simscape модель дискового пневмомеханічного ГМ під маскою блоку

Результати. У якості прикладу введемо до моделі основні технічні параметри дискового пневмомеханічного гальмівного механізму Knorr Bremse, що застосовується на вантажних автомобілях DAF XF95.430. Будемо імітувати гальмування пов'язане з ГМ обертової маси (блок 18, рисунок 3). Моделювання передбачає дві комбінації керуючих сигналів 12, 13: гальмування тільки робочою пневмокамерою при зарядженому енергоакумуляторі і гальмування енергоакумулятором у разі відмови робочої пневмокамери.

Перший тест імітує умови службового гальмування. Початкова кутова швидкість обертання інерційної маси відповідає лінійній швидкості колеса вантажного автомобіля 80 км/год. Тест виконується для різних значень тиску на вході у пневматичну камеру: 7, 4 та 2 атм надлишкового тиску (рисунок 3). Початок гальмування - на значенні часу 1 с. Як бачимо (рисунок 4), при робочому тиску 7 атм

відбувається блокування механізму, у той час як при 4 та 2 атм - пригальмовування. Характер кривих кутової швидкості - сталий з чіткою лінійною ділянкою відповідно до керуючого сигналу.

На рисунку 5 представлений гальмівний момент, що виникає при гальмуванні. У випадку вхідного тиску 4, 2 атм. момент майже повністю пропорційний деформації гальмівних накладок. У випадку вхідного сигналу 7 атм. гальмівний механізм блокується, що спричиняє його кінематичну замкнутість, тому гальмівний момент миттєво досягає 0. Таким чином, модель механізму генерує гальмівний момент тільки для випадку обертання диску.

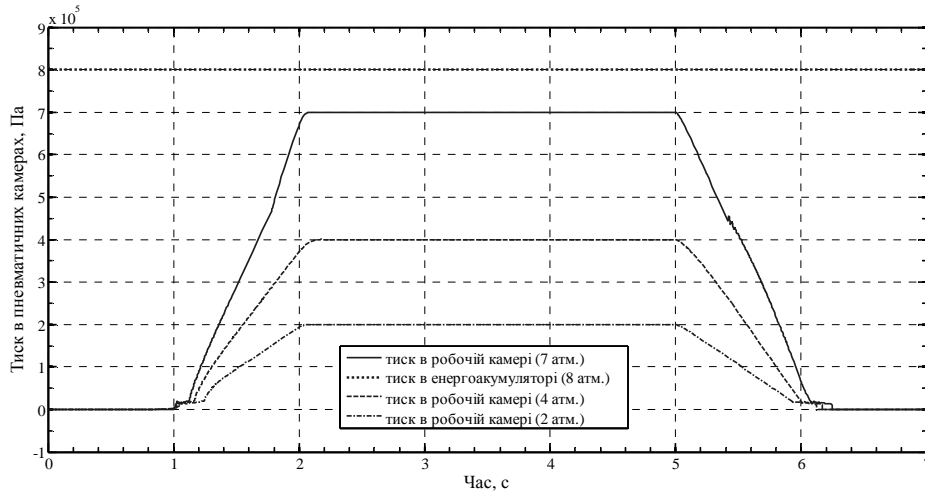


Рисунок 3 – Тиск у камерах гальмівного механізму при гальмуванні з постійною інтенсивністю

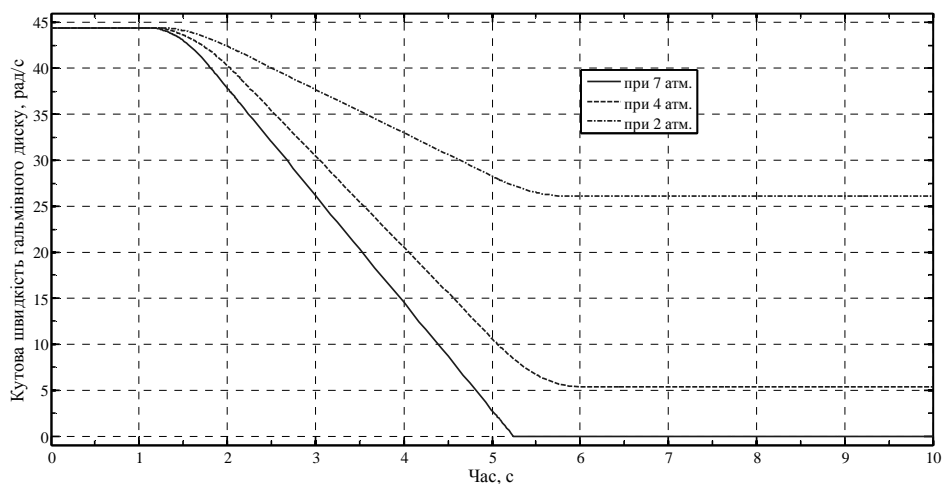


Рисунок 4 – Зміна кутової швидкості диску при гальмуванні з постійною інтенсивністю

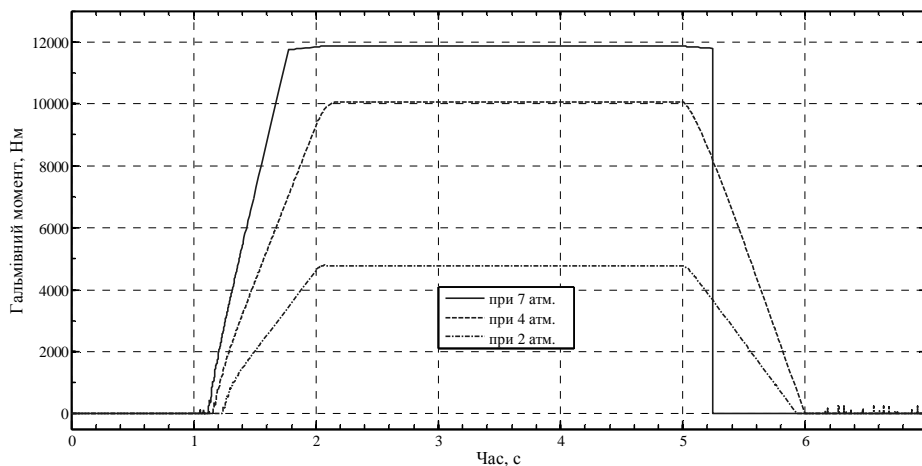


Рисунок 5 – Гальмівний момент, що генерує ГМ, при гальмуванні з постійною інтенсивністю

Тест другий. Важливим моментом є випадок розриву пневматичної магістралі, коли повинний спрацювати енергоакумулятор. Тестування моделі проводиться при спаді від 8 до 0 атм надлишкового тиску у пневмокамері енергоакумулятору на часі 1 с. Як видно з результату на рисунку 6, енергоакумулятор моделі цілком виконує свої функції та спроможний гальмувати та блокувати колесо. Власне, міцність пружини енергоакумулятору може варіюватися.

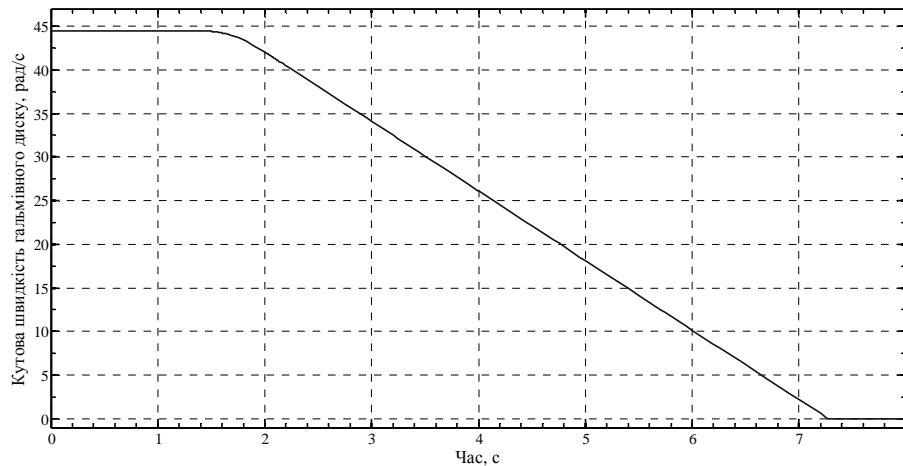


Рисунок 6 – Зміна кутової швидкості диска при спрацьовуванні енергоакумулятору

Висновки. Отже, результати моделювання показують достатню адекватність моделі гальмівного механізму, сталість процесу гальмування, можливість блокування колеса, можливість гальмування камерою енергоакумулятору.

Завданням цього дослідження було встановлення працездатності моделі гальмівного механізму у широкому спектрі початкових умов, стійкості режиму та відтворення характеру зміни гальмування, узгоджено з законами пневматики та механіки. Деталізація моделі ГМ дозволяє настроювати її за багатьма параметрами, узгоджено з конкретними конструктивними особливостями.

Представлено декілька найважливіших вихідних параметрів функціонування моделі ГМ: кутова швидкість, гальмівний момент, тиск у камерах. Загалом, результат даного етапу дослідження - якісна оцінка складеної моделі. Основна мета розробки - перспектива інтеграції моделей гальмівних механізмів з іншими апаратами EBS/ABS/ESP, що дасть можливість створювати алгоритми керування та прототипи мехатронних систем транспортних засобів.

Бібліографічний список використаної літератури

1. Продукція компанії Knorr-Bremse. [Електронний ресурс]. – 2012. – Режим доступу: <http://www.knorr-bremse.com>
2. Simscape examples. [Електронний ресурс]. – 2013. – Режим доступу: <http://www.mathworks.com/help/physmod/simscape/examples/index.html>.

Надійшла до редакції 10.06.2013 р.

Дячук М.В. Разработка имитационной модели дискового пневмомеханического тормозного механизма грузового автомобиля

Рассматриваются вопросы составления имитационной Simulink/Simscape модели пневматического дискового тормозного механизма грузового автомобиля. Разработанная модель учитывает возможность торможения энергоакумулятором. Выполнено тестирование функционирования модели для некоторых условий.

Ключевые слова: дисковый тормозной механизм, пневматическая камера, имитационная модель.

Dyachuk M. Simulation model development of the truck disk pneumomechanical brake gear

Questions of truck's pneumatic disk brake's simulation by Simulink/Simscape software are considered. The developed model allows to brake by power accumulator. Testing of model's functioning for some conditions is executed.

Keywords: pneumatic disk brake, pneumatic chamber, simulation model.