

УДК 621.363:621.313

Деремед В.С., Галецький О.С.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського», м. Київ

СИСТЕМА РЕКУПЕРАЦІЇ КІНЕТИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В ЕНЕРГІЮ СТИСНУТОГО ПОВІТРЯ ДЛЯ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Стиснуте повітря застосовується у системах коли необхідно отримати високу швидкість при середніх потужностях машин. Однак, суттєвим недоліком є те, що стиснуте повітря у транспортних засобах досить дороге для використання. При цьому існує ряд спеціалізованих задач де у вигляді носія енергії можливе застосування тільки стиснутого повітря.

При цьому підвищення енергоефективності таких систем можливе, в основному, по двом напрямкам – покращення загального ККД елементів пневматичної системи і накопичення енергії при гальмуванні рухомих частин системи тобто перетворення кінетичної енергії в енергію стиснутого повітря.

Одна зі сфер застосування це транспортні засоби, що приводяться в дію стиснутим повітрям або мають бортову пневматичну мережу для допоміжних виконавчих систем та пристроїв. Так, наприклад, одним з доцільних варіантів підвищення загального ККД існуючих тягових транспортів та составів, а також залізничних тягових пасажирських вагонів є введення у конструкцію додаткового модуля, що буде під час гальмування перетворювати кінетичну енергію і накопичувати енергію у вигляді стиснутого повітря в ресивери. Далі за необхідності стиснуте повітря може використовуватися для живлення бортової пневматичної мережі, що забезпечить зменшення потреби у необхідності вмикання компресора, що живить пневматичну мережу (рис.1) [1].

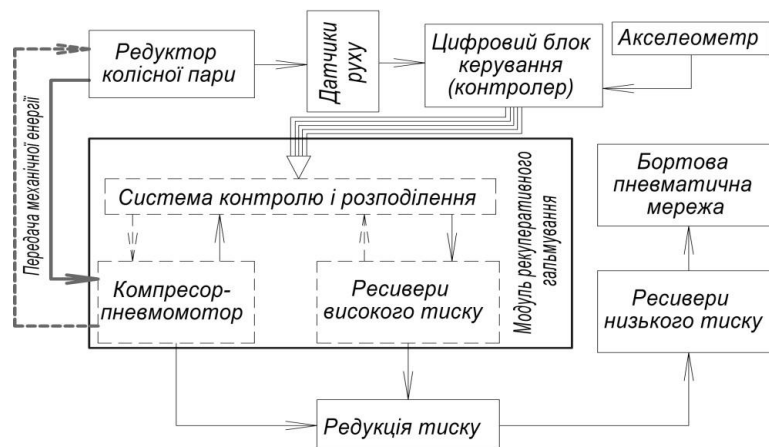


Рис. 1. Блок-схема взаємодії модулів системи рекуперативного гальмування [2]

Модулі системи рекуперативного гальмування додатково оснащуються мехатронною системою контролю режимів роботи тягових електродвигунів. При режимі гальмування через редуктор колісної пари приводиться в дію компресор високого тиску, і через систему контролю та розподілення, наповнює стиснутим повітрям ресивери. При цьому частина стиснутого повітря, через редукційну систему клапанів, потрапляє до ресиверів низького тиску, заповнення, яких є пріоритетним. При режимі розгону (зрушенні з місця), якщо ресивери високого тиску достатньо заповнені, компресор через редуктор колісної пари в режимі роботи пневмодвигуна створює додатковий крутний момент для початку руху. При режимі сталого руху модуль рекуперативного гальмування фізично розмикається від редуктора колісної пари фрикційною муфтою.

Таким чином така компоновка модуля рекуперативного гальмування теоретично дозволить накопичувати енергію у вигляді стиснутого повітря і надалі використовувати її для потреб пневматичних систем низького тиску. В свою чергу застосування, складнішого по конструкції, компресора, що може працювати і в режимі пневматичного двигуна та ресиверів високого тис-

ку також дозволить частково зменшити навантаження на тягові двигуни при зрушенні потягу. Все це дозволить зменшити витрати електроенергії при зрушенні потягу, на ввімкнення компресору низького тиску та витрати на обслуговування гальмівної системи і тягових електродвигунів.

Розглянемо рух транспортного засобу на різних етапах. На графіку представлено залежності швидкості 1, моменту гальмування 2, рушійного моменту 3 та тиску в ресивері системи рекуперації 4 від часу (рис. 2.).

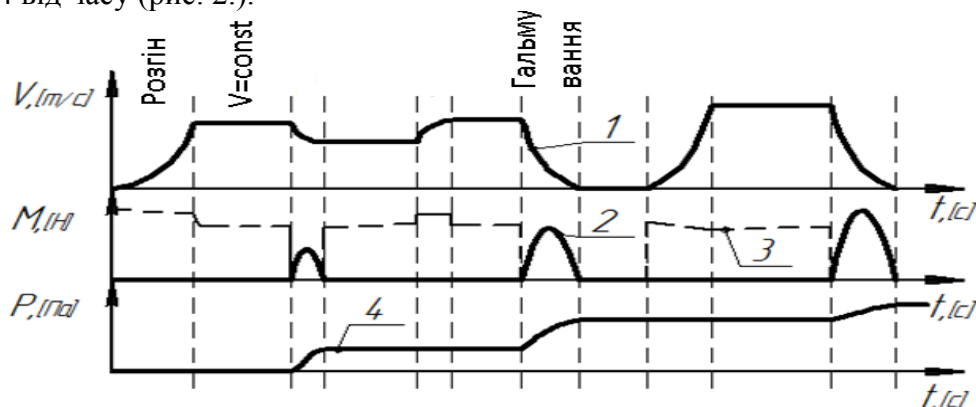


Рис. 2. Імовірний графік руху транспортного засобу
(1 - залежність швидкості; 2 - момент гальмування; 3 - рушійний момент; 4 - тиск)

На етапі розгону транспорту, його рушійний момент різко зростає та, з набором заданої швидкості, починає знижуватися для підтримання швидкості транспортного засобу. Так, наприклад, для розгону 1000 кг транспортного засобу до швидкості 60 км/год з прискоренням 0,8 м/с потрібно затрати 235000 Дж.

На етапі постійного руху - рухаємось з однаковою швидкістю, і за умов руху по рівній площині, для підтримання постійної заданої швидкості затрачається енергія у 13400 Дж. При цьому накопичена кінетична енергія складає близько 144500 Дж.

На етапі гальмування гальмівний момент зростає, наприклад при застосуванні модуля рекуперації теоретично можливо накопичити до 80 % кінетичної енергії. При цьому, з врахуванням ККД компресора, накопичена енергія може скласти 34680 Дж, але потенційно можливо повторно використати 22000 Дж, що складає 8,85 % від енергії затраченої для розгону транспортного засобу.

Таким чином є можливість повторно використовувати стиснуте повітря для потреб бортової мережі транспорту. Також при використанні машин з пневматичними рушіями накопичена енергія, при гальмуванні, може використовуватися для підтримки постійної швидкості руху або вцілому для руху машини.

ВИСНОВОКИ. Відомий факт, що в будь якому транспортному засобі який рухається, накопичена кінетична енергія, при гальмуванні, у 95% випадків, енергія перетворюється в теплову з подальшим її розсіюванням у навколишнє середовище. Авторам запропоновано ввести додатковий модуль перетворення кінетичної енергії в енергію стиснутого повітря. Теоретичний розрахунок показав ефективність запропонованої системи на рівні більше 8% від енергії яка була затрачена для розгону транспортного засобу. Таким чином є доцільним розроблення експериментального стенду для підтвердження ефективності системи.

Список використаних джерел

1. Галецький О. С. До питання системи рекуперації пневматичної енергії у залізничному транспорті / О.С. Галецький // XXII міжнародна науково-технічна конференція «гідроаеромеханіка в інженерній практиці» // Київ – 2017.
2. Деремед В.С. Доцільність застосування рекуперації пневматичної енергії у залізничному транспорті / В.С. Деремед, О.С. Галецький // тези доповіді Всеукраїнська науково-технічна конференція молодих вчених та студентів «інновації молоді - машинобудуванню» // Київ – 2017.
3. Ошкін Б.О. Особливості застосування рекуперації пневматичної енергії / Б.О. Ошкін, О.С. Галецький // тези доповіді Всеукраїнська науково-технічна конференція молодих вчених та студентів «інновації молоді - машинобудуванню» // Київ – 2017.