

Застосування критерію ефективності використання ресурсів для визначення ефективності застосування рудничного електровозного транспорту

Олександр Омельченко, Валерій Титюк, Ігор Луценко

Кафедра електропостачання та ресурсозбереження, Криворізький технічний університет, УКРАЇНА, м. Кривий Ріг, вул. 22 партз'їзду, 11, E-mail: omelya-x@yandex.ru

Abstract – The analysis of efficiency of use of the traction electric drive of a miner electric locomotive by criterion of efficiency of use of resources is made.

Ключові слова – miner electric locomotive transport, overall performance, porosity, mathematical model, indicator of efficiency of use of resources, conference proceedings.

I. Вступ

Основним внутрішньшахтним вантажним транспортом є електровозний транспорт. Цей вид транспорту забезпечує до 95% вантажоперевезень у залізничних шахтах і близько 70% - у вугільних [1]. Згідно даним [2], на підземний транспорт доводиться 5,6 % від загального енергоспоживання шахти. Подальше підвищення ефективності роботи рудничного електровозного транспорту є актуальним завданням і лежить у площині оптимізації методів керування тяговим електроприводом.

II. Основна частина

Через складність і нелінійності досліджуваного об'єкта, зміни сквапності перетворювача в ході технологічного циклу в дуже широких межах (від 5% при рушанні до 80-90% на повному ході) єдино доступним методом дослідження циклового енергоспоживання рудничного електровоза є натурний експеримент на фізичному об'єкті або на математичній моделі. При цьому до математичної моделі рудничного електровоза необхідно пред'являти дуже тверді вимоги відносно адекватності моделі фізичному об'єкту.

У якості середовища розробки використовувався пакет Simulink 6.0 і бібліотека SimPowerSystems, яка містить готові моделі силових напівпровідникових ключів.

За допомогою моделі проводився аналіз режиму усталеного руху тягового електропривода з постійною кутовою швидкістю. Метою експерименту було визначення кількості електроенергії, що споживається електроприводом при повороті якоря привода на деякий заданий кут повороту (було прийняте значення $\varphi = 1000 \text{ c}^{-1}$).

У ході експериментів були отримані наступні основні залежності :

- залежність спожитої електроенергії від сквапності при постійній частоті перетворювача, рис.1;

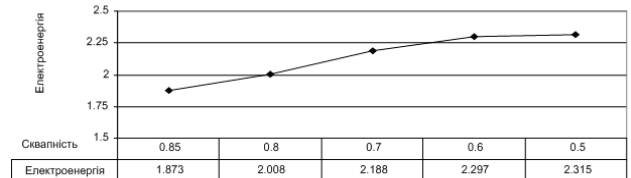


Рис. 1. Залежність спожитої електроенергії від сквапності при постійній частоті ШПП.

- залежність спожитої електроенергії від частоти перетворювача при постійній сквапності $\gamma=0,7$, рис. 2. при повному завантаженні состава;

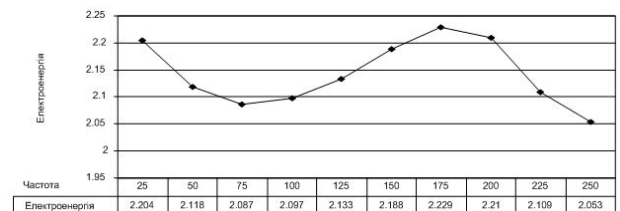


Рис. 2 Залежність спожитої електроенергії від частоти ШПП при постійній сквапності $\gamma=0,7$.

Була досліджена залежність споживаної електроенергії приводом від частоти широтно-імпульсного перетворювача при постійній сквапності $\gamma=0,75$ і $\gamma=0,5$ і повного завантаження состава. Отримані на математичній моделі результати наведені на рис. 3.

Кутова швидкість привода

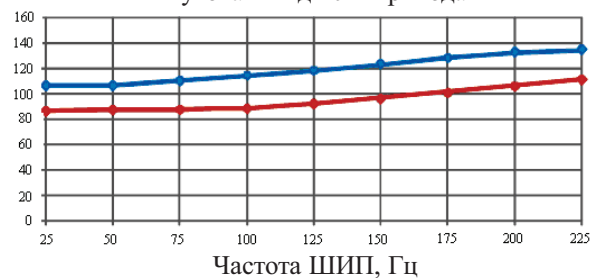


Рис. 3. Залежність установленної кутової швидкості електропривода від частоти ШПП при постійній сквапності

Була отримана формула для обчислення наведеного до вала електродвигуна моменту інерції рудничного електровоза із составом вагонеток:

$$J = \frac{[M_{el} + N \cdot M_w + \alpha \cdot N \cdot M_r] \cdot v_{nom}^2}{\omega_{nom}^2} \quad (1)$$

У формулі (1) прийняті наступні позначення:

M_{el} , M_w , M_r – вага електровоза, порожньої вагонетки й перевезеної руди відповідно, кг;

N – кількість вагонеток у складі; ω_{nom}^2 – номінальна кутова швидкість вала приводного двигуна, рад/с;

v_{nom}^2 – лінійна швидкість состава при номінальній кутовій швидкості вала приводного двигуна, м/с;

α – коефіцієнт завантаження вагонеток; змінюється від 0 (порожні вагонетки) до 1 (повне завантаження).

Функціонування електровозного транспорту, як і всякої складної системи, описується значним числом різних показників. Зміна в процесі керування одного з показників приводить до зміни інших показників електровозного транспорту. Критерій оптимізації, ефективність, функція мети – це формалізована уява дослідника про якість процесів функціонування електропривода.

Зовсім очевидно, що оптимізація роботи електровозного транспорту, по якому-небудь із відомих технічних критеріїв навряд чи приведе до збільшення ефективності функціонування системи в цілому за рахунок зміни інших показників. При оптимізації роботи електровозного транспорту необхідно враховувати взаємодію вхідних і вихідних параметрів технологічного процесу, які перебувають один з одним у складних технічних і економічних залежностях.

В [3] наведені основні вимоги до критерію керування складною системою, які впливають із розгляду складності й багатфакторності:

- критерій повинен найбільше повно відповідати уявам про ефективність процесу й забезпечувати найбільш сприятливі умови функціонування для наступної за ієрархією системи, у яку він входить;
- критерій для складної системи вибирається як компроміс декількох видів оцінок;
- критерій повинен бути максимально простим, зрозумілим і легко обчислюватися.

Усім перерахованим вимогам відповідає критерій ефективності використання ресурсів, запропонований в [4], який у найпростішому випадку може бути обчислений по формулі

$$k_e = \frac{(p-r)^2}{p \cdot r \cdot t^2}, \quad (2)$$

де r , p – вартісні оцінки відповідно вхідного й вихідного продуктів операції; t – тривалість операції.

Для розрахунків показника ефективності по формулі (2) потрібно задати вартісну оцінку вихідного продукту перетворення. У цьому випадку це вартісна оцінка збільшення собівартості руди, яка перевезена на задану відстань. Значення цієї вартісної

оцінки знайти досить складно, тому що відстань перевезень була обрана довільно. Для дослідження загальних закономірностей прийємо значення $p=0,06$.

Графіки залежності показника ефективності від частоти тиристорного регулятора наведені на рис. 4.

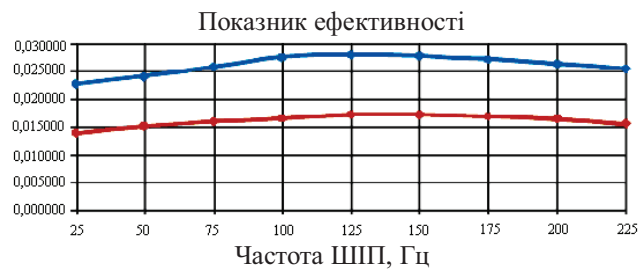


Рис. 4. Залежність показника ефективності технологічної операції від частоти ШПП

ВИСНОВОК

Аналізуючи наведені залежності й графіки, можна зробити наступні висновки:

- точки мінімуму енергоспоживання й максимуму показника ефективності використання ресурсів не збігаються, тому оптимальне керування по показникові ефективності не збігається з оптимальним керуванням по мінімуму втрат електроенергії. Це абсолютно різні завдання;
- положення точки максимуму показника ефективності перетворення ресурсів суттєво залежить від вартісної оцінки вихідного продукту технологічної операції. При збільшенні вартісної оцінки вихідного продукту точка максимуму показника ефективності використання ресурсів зрушується у бік більш високих частот тиристорного регулятора.

References

- [1] Рудничные электровозы с тиристорным приводом. Пироженов В.Х., К.: Техніка, 1981, 157с.
- [2] Закладний О.М., Праховник А.В., Соловей О.І. Енергозбереження засобами промислового електропривода: Навчальний посібник. – К: Кондор, 2005. – 408 с.
- [3] Моделирование электромеханических систем: Підручник / Чорний О.П., Луговой А.В., Родькін Д.І., Сисюк Г.Ю., Садовой О.В. – Кременчук, 2001. – 376 с.
- [4] Луценко И.А. Технологии эффективного управления. – Кривий Ріг: ПП «Видавничий дім», 2004. – 152 с.