

**МОДЕЛЮВАННЯ УПРАВЛІННЯ РОБОТОЮ НАКОПИЧУВАЧА ЕНЕРГІЇ У СИЛОВОМУ ЛАНЦЮЗІ МАНЕВРОВИХ ЛОКОМОТИВІВ**  
**SIMULATION OF ENERGY STORAGE OPERATION CONTROL IN THE POWER CHAIN OF MANEUVERING LOCOMOTIVES**

*канд. техн. наук Р.О. Яровий*

*Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

**R. Yarovii, PhD (Tech.)**

*Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

Запропоновані методи управління роботою комбінованого накопичувача енергії у силовому ланцюзі маневрових локомотивів. Визначені параметри комбінованого накопичувача енергії та алгоритми управління енергетичною системою маневрового локомотива, що дозволяє реалізувати прийнятну стратегію управління накопиченням та вивільненням енергії в тяговому приводі, для різних типів маневрової роботи [1,2].

Для автоматизації процедури накопичення енергії у силових конденсаторах доцільно контролювати струму заряду та розряду, забезпечити контроль рівня напруги, контроль температури та автоматичне відключення при виникненні пошкоджень. При виконанні розряду конденсаторів також необхідно стежити за залишковим напругою і температурою.

Запропонована на рис. 1 структурно-функціональна схема містить умовні позначення необхідних компонентів і зв'язків між ними, що дозволяє зробити висновок про можливість реалізації проекту і продовження розробки в деталях.

Схема автоматизації контролю та управління конденсаторною батареєю побудована на однотипних осередках силової частини по числу конденсаторних збірок та відповідних контрольно-вимірювальних і виконавчих схем і загальної схеми управління[3].

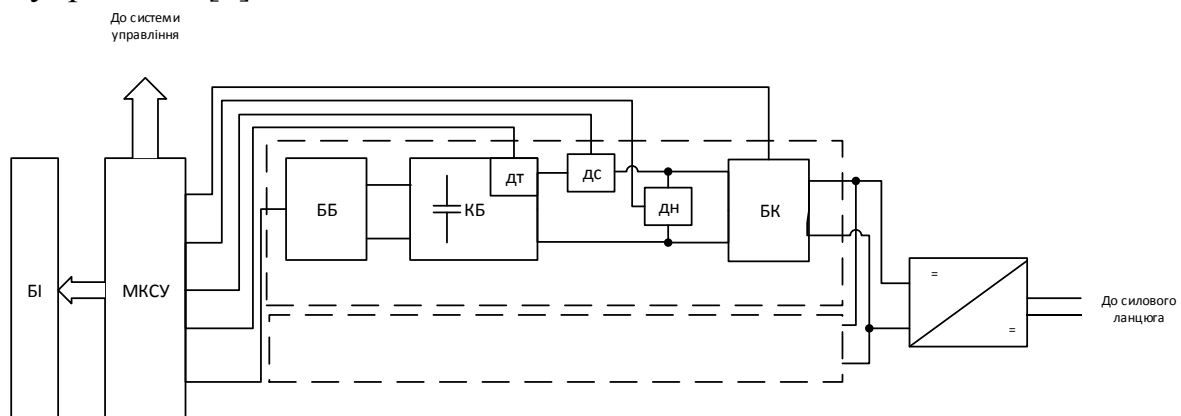


Рис. 1 Структурно-функціональна управління конденсаторними секціями накопичувача

Система складається з МКСУ мікропроцесорної системи управління НЕ, блоку ББ балансирів з розподілом зарядних та розрядних струмів, блоку БК управляємим вимикачів які для відєднання секцій конденсаторів, БІ блок

індексації та датчиків ДТ – датчик.

Для визначення необхідного значення ємності блоку суперконденсаторів та акумуляторної батареї розглянемо процес перетворення кінетичної енергії в електричну під час гальмування.

Енергія конденсаторних блоків може бути оцінена за формулами:

$$E_C = \frac{CU^2}{2} \quad (1)$$

Коефіцієнт використання силових конденсаторів розраховуємо за формулою

$$K_u = \frac{E_{C_{\max}} - E_{C_{\min}}}{E_{C_{\max}}} = 1 - \left( \frac{U_{C_{\min}}}{U_{C_{\max}}} \right)^2 \quad (2)$$

Відповідно до виразу на рис. 2 побудовано графік залежності коефіцієнта використання енергії конденсатора від співвідношення мінімального і максимального значення напруги заряду  $C$ . Як видно з представленої залежності, доцільно розряджати  $C$  до мінімальної напруги  $\leq 20\%$  від максимальної[4]. При цьому коефіцієнт використання енергії конденсаторної батареї буде максимальним.

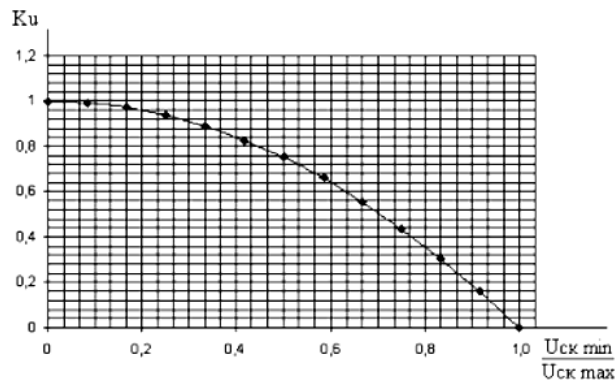


Рис. 2 Залежність коефіцієнта використання енергії конденсатора від співвідношення мінімального і максимального значення напруги заряду

Значення ємності конденсаторного блоку з урахуванням коефіцієнта використання

$$C = \frac{2,1A_C}{U_{C_{\max}}^2} = \frac{2,1A_{зал}}{U_{C_{\max}}^2} \eta \quad (3)$$

Отже, сумарна енергія конденсаторного накопичувача повинна дорівнювати вивільняємій енергії під час електродинамічного гальмування, що дозволить максимально зменшити витрати палива при маневровій роботі.

[1] Akli C.R. Integrated optimal design of a hybrid locomotive with multiobjective genetic algorithms / C.R. Akli, B. Sareni, X. Roboam, A. Jeunesse // International Journal of Applied Electromagnetics and Mechanics, 2009, vol. 30 (n°3-4). – pp. 151-162. ISSN 1383-5416.

[2] Lohner A. Intelligent Power Management of a Supercapacitor Based Hybrid Power Train for Light-Rail Vehicles and City Busses / A. Lohner, W. Evers // IEEE 35th Power Electronics Specialist Conference, 2004. – pp 672 – 676.

[3] Yap H.T. Hybrid Energy/Power Sources for Electric Vehicle Traction Systems / H.T. Yap, N. Schofield, C.M. Bingham // IEEE Power Electronics, Machines and Drives Conference, 2004. – pp 61 – 66.

[4] Cousineau R. Development of a Hybrid Switcher Locomotive / R. Cousineau. // IEEE Instrumentation & Measurement Magazine, February, 2006. – pp. 25-29.