

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ КОМБІНОВАНИХ НАКОПИЧУВАЧІВ ЕНЕРГІЇ НА ТЯГОВОМУ РУХОМОМУ СКЛАДІ

Пріоритетним напрямком підвищення енергоефективності тягового рухомого складу є використання в складі тягового електроприводу накопичувачів енергії. Створення силових енергетичних установок, до складу яких входять основні джерела енергії (контактна мережа, дизельгенераторних установка) і бортові накопичувачі енергії дозволяє організувати ефективне акумулювання і подальше використання енергії електричного гальмування і являє собою найбільш потужний інструмент енергозбереження. Для більшості транспортних засобів характерними є пуско-гальмівні режими, при яких потрібно розвивати великі потужності протягом щодо коротких періодів часу, і режими руху з усталеною швидкістю, при яких споживається відносно невелика потужність протягом тривалого часу. Таким умовам роботи в найкращій мірі відповідають властивості ємнісного накопичувача енергії (батарея суперконденсаторів) і електрохімічного накопичувача енергії (аккумуляторна батарея).

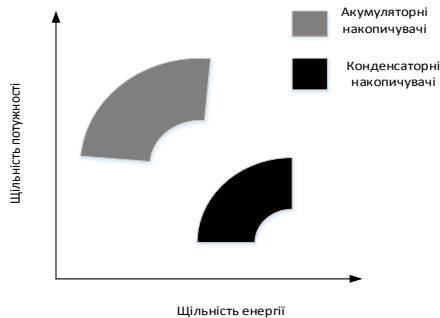
Основним засобом для накопичення і збереження вироблюваної при рекуперативному гальмуванні енергії для харчування тягових електродвигунів при розгоні, а також харчування допоміжних бортових споживачів під час стоянки в даний час є системи зберігання енергії на основі аккумуляторних батарей і конденсаторів великої ємності. Ці пристрої - одна з останніх інновацій в області зберігання електричної енергії та вважаються перспективною технологією для майбутніх електричних і гібридних транспортних засобів. Дія аккумуляторних батарей і суперконденсаторів засноване на електрохімічних процесах, однак їх відносну енергію (relative energy) і питому потужність (power density) визначають різні електрохімічні механізми. Протягом останніх років дослідження в області зберігання енергії значно розширилися, отримані нові матеріали, використання яких дозволяє поєднувати високу щільність енергії аккумуляторних батарей з тривалим життєвим циклом і значною швидкістю зарядки суперконденсаторів. У гібридному тяговому приводі аккумуляторна батарея служить для накопичення і збереження вироблюваної при рекуперативному гальмуванні енергії і харчування допоміжних бортових споживачів під час стоянки і тягових двигунів при розгоні. Якщо ємність батареї

недостатня, вона не може в достатній мірі акумулювати вироблювану при гальмуванні енергію, в зв'язку з чим істотне підвищення енергетичної ефективності системи стає проблематичним. Однак при зайвої ємності батареї ефективність системи знижується, оскільки вироблення енергії при рекуперативному гальмуванні обмежена. Для акумуляторної батареї основними характеристиками є її електрична ємність, напруга, величини максимального струму розряду і заряду, еквівалентний послідовний опір.

Таким чином, енергія, що зберігається в акумуляторі, є не постійною величиною, а функція двох змінних – напруги і ємності, які сильно залежать від температури і ступеня заряду акумуляторної батареї. Ступінь заряду - один з найважливіших параметрів системи зберігання енергії. Розряд акумуляторної батареї характеризується глибиною розряду.

Акумуляторні батареї критичні до глибокого розряду і не повинні піддаватися йому, так як це може призвести до незворотних ушкоджень. Зазвичай рекомендується підтримувати ступінь заряду батареї в межах 20-95%. Енергетична ефективність акумуляторної батареї визначається як коефіцієнт, що показує, яка частина енергії, отримана при заряді акумуляторної батареї, може бути віддана в навантаження при розряді, і залежить від величини розрядного струму. Типове його значення лежить в межах 55-95%.

Найкращі результати побудови систем накопичення енергії для гібридних транспортних засобів дає комбінація батарейної і конденсаторної систем, як видно з діаграми, наведеної на мал. 1. При оптимальному співвідношенні батарейна і конденсаторна системи накопичення і зберігання енергії доповнюють один одного, покращуючи показники щільності енергії та потужності на одиницю ваги, що є одним з найважливіших показників для будь-яких транспортних засобів. Така, комбінована, система зберігання енергії отримала назву гібридної.



мал. 1. Порівняльна діаграма

З огляду на тривалість життєвого циклу акумуляторних батарей, слід підтримувати рівень їх заряду в діапазоні 20-60 %. Підзарядка акумулятора до заданого рівня напруги відбувається при вибігу і в режимі рекуперативного гальмування так, щоб до наступної зупинки рівень заряду батареї знову досяг заданого значення.

Для управління гібридним тяговим приводом в екстрених ситуаціях контролер управління інвертором повинен виконувати наступні функції: 1) якщо отриманий сигнал «Акумуляторна батарея перезаряджаючи», інвертор припиняє прийом енергії електричного гальмування; 2) якщо отриманий сигнал «Акумуляторна батарея розряджена», режим роботи інвертора знижується, і енергія надходить тільки від основного джерела; 3) якщо напруга на вході інвертора знижується, він зменшує свою вихідну потужність з метою підтримки напруги постійного струму на заданому рівні.

Гібридний тяговий привід широко застосовується для модернізованих і нових локомотивів. Він здатний оптимально узгоджуватися з різними класами потужності тягового рухомого складу. Плануючи використання гібридного тягового приводу, необхідно починати підготовку з аналізу майбутнього характеру роботи локомотива, умов в місцях експлуатації, а також поставлених цілей. Ретельність і точність при проведенні аналізу є вирішальними факторами, покликаними забезпечити економічний успіх гібридного тягового приводу.

Список використаних джерел

1. Golubenko A., Mogila V., Nozhenko H. Energy of diesel locomotive's electrodynamic braking for increase of efficiency of diesel locomotive engines. *Coll. Of scientific labours. 2007. Issue 69. P. 147 – 153.*
2. Liudvinavičius L. Lingaitis L. P. 2010. New locomotive energy management systems. / Main ten anceand reliability. *Eksploatacja i niezawodność. Polish Academy of Sciences Branch in Lublin. Warszawa. ISSN 1507-2711. No 1, 2010, P. 35-41*
3. P. Barrade, Series connexion of Super capacitors : comparative study of solutions for the active equalization of the voltage. *École de Technologie supérieure (ETS). Montréal, Canada, 2001*
4. J. D. Boyes and H. H. Clark, Technologies for energy storage fly wheels and superconducting magnetic energy storage, IEEE, 2000.