

О.М.СІНЧУК, д-р техн.наук, проф.,  
В.О. ФЕДОТОВ, А.Б. СЬОМОЧКИН, кандидати техн наук, доценти  
Криворізький національний університет

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ РОЗГІНУ ШАХТНОГО ПОЇЗДУ З ЕЛЕКТРОВОЗАМИ ЗА СИСТЕМОЮ БАГАТЬОХ ОДИНИЦЬ

Відомо, що підвищення техніко-економічної ефективності електровозного відкочування залежить частково від вантажопідйомності поїзда. При неможливості використання більш потужних електровозів приходиться використати декілька електровозів, включених за системою декількох одиниць. Схема включення електровозів може бути різною. Метою даній роботі є дослідження динаміки у випадку, коли обидва електровози знаходяться в голові електровозного відкочування, при їх розгоні з місця до деякої швидкості. Для дослідження поставленого завдання, була розроблена модель поїзду, що складається з 8-ми вагонеток та двох електровозів з асинхронними частотними ЕП з векторним регулюванням. Зчіпні пристрої поїзду – гнучкі та не мають люфтів. Приймаємо для простоти, що тахограми керування обох електровозів ідентичні. В результаті досліджень, виконаних на математичній моделі на Матлаб, було встановлене наступне. Перші 20 секунд розгону основна величина тягового зусилля формується двигунами другого від початку поїзда електровозу, перший же електровоз розганяється практично вхолосту (наприкінці розгону пружне зусилля першого електровозу складає 30% від сталого, іншого же – 130% від середнього сталого значення). У подальшому, через приблизно 200 секунд рівномірного ходу, навантаження між електровозами вирівнюється: момент електромагнітний усіх двигунів обох електровозів сягає приблизно 100 Нм, пружне зусилля на зчіпних пристроях першого та другого електровозах складають сталі значення 5 та 10 кН. Відповідно, розподіл пружних зусиль по зчіпним пристроям вагонеток складуть, з інтервалом 1,25 кН, наступні числа 10, 8.75, 7.50, 6.25, 5.0, 3.75, 2.5 та 1,25 кН. Зрозуміло, що кожен електровоз в сталому режимі формує по 5 кН рушійного зусилля, але кожна вагонетка формує 1.25 кН гальмівного зусилля. Треба ще відмітити при цьому, що якщо рушійне зусилля першого електровозу має гладкий характер, то у іншого електровозу – значний коливальний характер (з розмахом більш 50% від середнього значення зусилля). Це пояснюється тим, що через пружні зчіпки по іншому електровозу вдаряють вагонетки, швидкість яких розхитується біля значення швидкості електровозу. Тому що проковзування коліс електровозу нами не приймалося до уваги (цілком обґрунтовано), то удари від вагонеток відображались в виді деформацій зчіпок, а отже, мікроколивань швидкості електровозу. Останні є занадто незначні, щоб через зчіпний пристрій між електровозами збурення передавалося першому електровозу.

Як видно, однаковий закон керування двигунами електровозів при роботі за системою багатьох одиниць при розгоні приводить к значному перекоосу в розподілі пружних зусиль в зчіпних пристроях електровозу, а також в навантаженнях асинхронних двигунів с початку руху. Звідси стає ясним, що при використанні перших двох електровозів в голові складу необхідно використати спеціальну роздільну систему керування окремо кожним електровозом, яка здатна буде забезпечити однакове навантаження між електровозами при будь-яких перехідних режимах.

Як варіант, в подальших дослідженнях слід перевірити можливість однакового керування для електровозів, які за системою багатьох одиниць сформовані трохи по-іншому: перший електровоз знаходиться в голові поїзду, здійснюючи, як звичайно, «тягнучу» функцію, а другий електровоз знаходиться в кінці поїзду, здійснюючі «штовхаючу» функцію.

### Список літератури

1. **Shaofeng Lu, S. Hillmansen, C. Roberts** A power-management strategy for multiple-unit railroad vehicles Published 1 february 2011 Engineering IEEE transactions on vehicular technology. Doi:10.1109/tvt.2010.2093911. Corpus id: 10385427
2. **Jacek Jackiewicz** Coupler force reduction method for multiple-unit trains using a new hierarchical control system Rail. Eng. Science (2021) 29(2):163–182 <https://doi.org/10.1007/s40534-021-00239-w>
3. **Sun, J., Chi, M., Jin, X., Liang, S., Wang, J., Li, W.**: Experimental and numerical study on carbody hunting of electric locomotive induced by low wheel–rail contact conicity. Veh. Syst. Dyn. (2019). <https://doi.org/10.1080/00423114.2019.1674344>