

Література

1. D. Reigosa, D. Fernandez, C. Gonzalez, S. B. Lee, and F. Briz, "Permanent Magnet Synchronous Machine Drive Control Using Analog Hall-Effect Sensors," IEEE Transactions on Industry Applications, vol. 54, no. 3, pp. 2358-2369, 2018.
2. J. Kim, S. Choi, K. Cho, and K. Nam, "Position Estimation Using Linear Hall Sensors for Permanent Magnet Linear Motor Systems," IEEE Transactions on Industrial Electronics, vol. 63, no. 12, pp. 7644-7652, 2016.
3. M. Morse, "Linear Hall Effect Sensor Angle Measurement Theory, Implementation and Calibration," Texas Instruments, Tech. Rep., 2018.
4. AS5047P-ATSM ams. Board Mount Hall Effect Magnetic Sensors 14 bit core res Up to 28krpm. Електронний ресурс. Режим доступу - <https://www.xonelec.com/mpn/ams/as5047patsm>.
5. G. Escobar, M. F. Martinez-Montejano, A. A. Valdez, P. R. Martinez and M. Hernandez-Gomez, "Fixed-Reference-Frame Phase-Locked Loop for Grid Synchronization Under Unbalanced Operation," in IEEE Transactions on Industrial Electronics, vol. 58, no. 5, pp. 1943-1951, May 2011, doi: 10.1109/TIE.2010.2052534.

УДК 629.3

ВИБІР ТА ОБГРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ ЛІНІЙНОГО ГЕНЕРАТОРА ДЛЯ ПОСЛІДОВНОГО ГІБРИДНОГО ЕЛЕКТРОМОБІЛЯ

Нечаус Андрій Олександрович, канд. техн. наук, доцент кафедра АЕ,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
e-mail: nechaus@ukr.net, ORCID: [0000-0001-8833-0802](https://orcid.org/0000-0001-8833-0802)

Заховаєв Денис Євгенійович, бакалавр,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
e-mail: den64266909@gmail.com

У гібридних електромобілях, побудованих за послідовною схемою, двигун внутрішнього згоряння використовується виключно як джерело механічної енергії для генератора, який забезпечує заряд тягової акумуляторної батареї. Як один з варіантів покращення питомих та надійніших характеристик генераторної установки було запропоновано застосування двигуна внутрішнього згоряння з вільним поршнем [1]. Один з варіантів побудови такого двигуна наведено на рисунку 1 [2]. Двигун має поршні 1 та 2, які здійснюють зворотно-поступальний рух у циліндрах 3, при чому, поршень 2 у робочому ході забезпечує такт стиснення поршня 1, і навпаки. У такому двигуні не здійснюється перетворення лінійного руху поршнів на обертальний рух, через що зникає потреба у окремих складових традиційних двигунів внутрішнього згоряння, таких як шатуни, колінчатий вал, газорозподільна система, тощо. Через це будова двигуна значно спрощується, а його надійність та ефективність підвищуються.

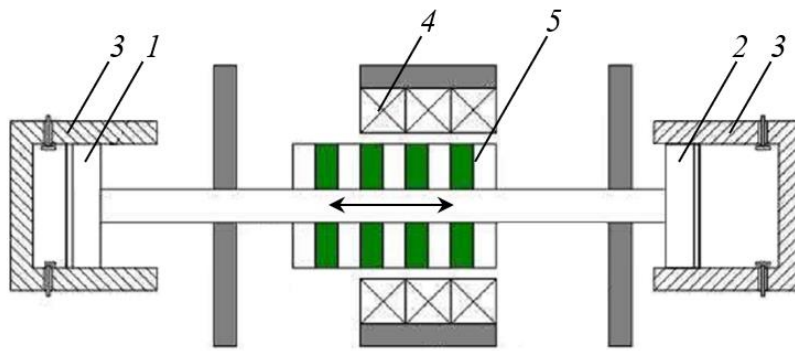


Рисунок 1 – Вільно-поршневий лінійний генератор

Перетворення лінійного зворотно-поступального руху поршнів на електричну енергію здійснюється лінійним генератором, який має котушки 4 (рисунок 1) на статорі та масив постійних магнітів 5 на трансляторі. Постійні магніти мають різну полярність яка чергується вздовж транслятора і розділені немагнітними шайбами. Подібні генератори отримали новий поштовх розробки у зв'язку з появою доступних потужних постійних магнітів на основі рідкоземельних металів. При русі індуктора вздовж обмоток статора магнітний потік перетинає котушки розміщені на статорі, індукуючи в них електрорушійну силу, при цьому можливі різні способи розміщення та з'єднання котушок для отримання одно- або багатофазних систем напруги.

На теперішній час у зарубіжній літературі є досить велика кількість публікацій присвячених розробці подібного роду пристроїв (рисунок 2) [2-4]. Розглядаються найпростіші конструкції як однофазного виконання генератора, наприклад, як показано на рисунку 2, а, так і більш складні варіанти багатофазного виконання з аксіальними котушками статора (рисунок 2, б), чотири та шести сторонні конструкції з радіальним розміщенням котушок (рисунок 2, в, г), а також з двома статорами – зовнішнім та внутрішнім (рисунок 2, д).

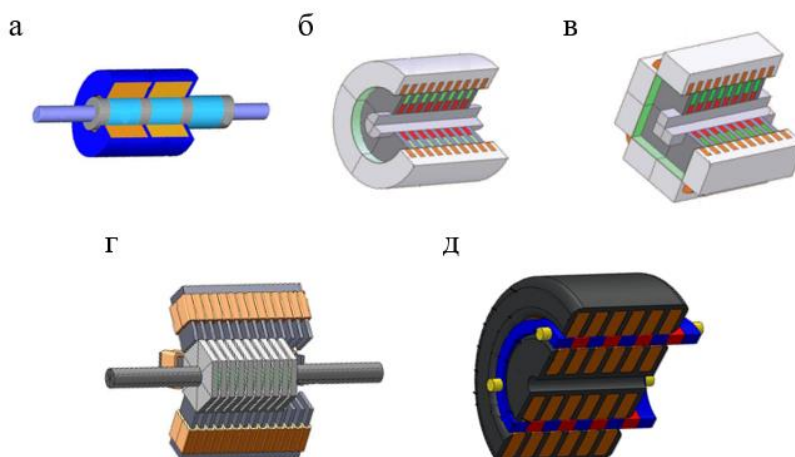


Рисунок 2 – Конструкції лінійних генераторів

Індуктор лінійного генератора, як було вказано раніше, являє собою

масив постійних магнітів з полярністю, що чергується. Однак, також досліджувалися питання щодо варіантів побудови цього масиву. Окремо слід відзначити конструкції зі збірками Хальбаха, а також використання магнітів різної геометрії (рисунок 3) [5]. Подібного роду заходи пропонуються для підвищення ефективності використання енергії постійних магнітів, зменшення вмісту вищих гармонік у вихідній напрузі та втрат на вихрові струми. Ще однією з проблем, яку доводиться вирішувати при проектуванні, є наявність сил магнітного притягання індуктора до феромагнітного осердя статора, що в деяких випадках також призводить до необхідності застосування компромісних технічних рішень.

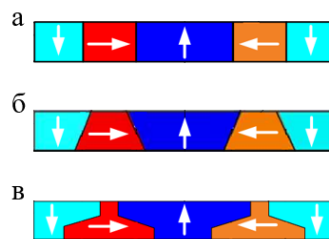


Рисунок 3 – Збірки Хальбаха для індукторів лінійних генераторів

Аналіз літератури показує, що технічна реалізація запропонованих технічних рішень лінійних генераторів поки що знаходиться на рівні діючих макетів та прототипів, як наприклад [6]. Серійного виробництва подібного роду пристроїв досі немає не зважаючи на доведені їх високі характеристики порівняно з традиційними технічними рішеннями. Крім того, розроблені певні рекомендації та критерії стосовно проектування лінійних генераторів для різних галузей застосування, при цьому, в більшості випадків, акцент робиться саме на автомобільній галузі.

Висновки

Зважаючи на переваги лінійних генераторів з вільно-поршневим двигуном внутрішнього згоряння порівняно з традиційними двигун-генераторними установками, їх високі питомі характеристики та перспективність їх застосування у складі гібридних електромобілів, пропонується розрахунок лінійного генератора із заданими технічними характеристиками.

Література

1. R. Mikalsen, A.P. Roskilly, A review of free-piston engine history and applications, *Applied Thermal Engineering*, Volume 27, Issues 14–15, 2007, Pages 2339-2352, ISSN 1359-4311, <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2007.03.015>.
2. C. A. Oprea, L. Szabó and C. S. Martiș, "Linear permanent magnet Electric Generator for Free Piston Engine applications," 2012 XXth International Conference on Electrical Machines, Marseille, France, 2012, pp. 691-696, doi: 10.1109/ICEIMach.2012.6349946.
3. Oprea, Claudiu Alexandru et al. "Permanent magnet linear generator for

renewable energy applications: Tubular vs. four-sided structures.” 2011 International Conference on Clean Electrical Power (ICCEP) (2011): 588-592.

4. Tajdiny, Arman & Monsef, Hassan & Lessani, Hamid. (2021). Design and analysis of a novel yokeless mover permanent magnet linear generator for free piston engine converter. IET Electric Power Applications. June 2021 15(3). DOI:10.1049/elp2.12101.

5. I. I. Abdalla, T. Ibrahim and N. M. Nor, "Analysis of Tubular Linear Motors for Different Shapes of Magnets," in IEEE Access, vol. 6, pp. 10297-10310, 2018, doi: 10.1109/ACCESS.2017.2775863.

6. No crankshaft, no problem: Toyota's free piston engine is brilliant. Електронний ресурс. Режим доступу - <https://www.roadandtrack.com/culture/a6326/out-of-turn-toyota-engine>.

УДК 629.3

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАСОБІВ ЗМЕНШЕННЯ ВПЛИВУ ЗАРЯДНИХ СТАНЦІЙ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ НА МЕРЕЖУ ЖИВЛЕННЯ

Нечаус Андрій Олександрович, канд. техн. наук, доцент кафедра АЕ,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
e-mail: nechaus@ukr.net, ORCID: [0000-0001-8833-0802](https://orcid.org/0000-0001-8833-0802)

Петрачков Владислав Олегович, бакалавр,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
e-mail: ostr9ik.2015@ukr.net

Зарядна станція електромобілів, відносно мережі живлення, відіграє роль досить потужного споживача електричної енергії. Крім того, виходячи з функцій, які вона виконує, містить у своєму складі силові напівпровідникові перетворювачі. Таким чином, при своїй роботі, вона має значний вплив на режим роботи мережі живлення. Розрізняють декілька основних впливів з боку зарядної станції на електричну мережу [1,2]:

- втрати потужності, які обумовлені перетіканням великої кількості електричної енергії у силових елементах мережі;
- коливання напруги, які обумовлені підключенням та відключенням споживачів великої потужності;
- несиметрія напруги, яка виникає при використанні потужних однофазних зарядних станцій;
- викривлення форми напруги та струму у мережі, які обумовлені роботою силових напівпровідникових перетворювачів.

Перша, друга і, частково, третя проблеми, повинні вирішуватися енергопостачальними компаніями, які забезпечують обслуговування електричних мереж. Зокрема, вони повинні забезпечити модернізацію мереж та їх основного обладнання, впроваджувати засоби регулювання та відповідні резерви потужності для забезпечення кінцевого споживача електричною енергією заданої якості у відповідній кількості. З боку розробників зарядних