

## **ЕНЕРГОГЕНЕРУЮЧІ СХОДИНКИ, ЯК ДЕЦЕНТРАЛІЗОВАНІ ДЖЕРЕЛА ЖИВЛЕННЯ ДЛЯ АВТОТРАНСПОРТУ ТА ЙОГО ІНФРАСТРУКТУРИ**

**Гнатов Андрій Вікторович**, д.т.н., професор, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, [kalifus76@gmail.com](mailto:kalifus76@gmail.com),  
ORCID: 0000-0003-0932-8849

**Сулейманов Дмитро Валерійович**, студент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, [shurinox@gmail.com](mailto:shurinox@gmail.com).

### **Вступ**

З розвитком технологій відновлюваної енергетики виникає необхідність пошуку нових джерел енергії, особливо в умовах урбанізації та збільшення споживання електроенергії. Одним із перспективних напрямків є використання енергії, одержуваної від руху людей, для виробництва електроенергії. Одною з таких технологій є енергогенеруючі сходинки. Ці пристрої можуть стати важливою частиною інфраструктури міського електротранспорту, допомагаючи жити як самі транспортні засоби, так і відповідну інфраструктуру [1-5].

### **Принцип роботи енергогенеруючих сходинок**

Енергогенеруючі сходинки - це пристрій, який утворює механічну енергію від руху пішоходів в електричну. Принцип роботи таких систем, заснованих на використанні як п'єзоелектричних матеріалів, які при механічному натисканні генерують електричний заряд, так і електромашинних перетворювачів. Система може включати п'єзоелементи, індукційні генератори, електромашинні вузли або гібридні рішення, які дозволяють більш ефективно збирати і перетворювати енергію [6-15].

### **Використання енергогенеруючих сходинок**

У міській інфраструктурі та електротранспорті енергогенеруючі сходинки можуть знайти своє застосування для живлення різних пристроїв та елементів інфраструктури, таких як: електромобілі; плагін гібриди; електробуси; трамваї та інші види електротранспорту, що потребують джерела електроенергії для зарядки. Установка енергогенеруючої системи в місцях масового руху пішоходів, наприклад, на зупинках, може допомогти частково забезпечити їх електроенергію [16].

Системи освітлення в містах, а також інформаційні панелі на станціях і зупинках громадського транспорту можуть бути частково або повністю забезпечені електроенергією, отриманою від руху пішоходів. Також, у місцях масового скупчення людей можна встановити станції зарядки для мобільних пристроїв, які будуть працювати від енергії, генерованої пішоходами.

Використання енергогенеруючих сходінок в міській інфраструктурі та для електротранспорту має кілька важливих переваг:

– екологічність. Ці системи використовують енергію, яка в протилежному випадку була б втрачена, і не вимагають палива або викидів вуглекислого газу для виробництва електроенергії;

– автономність. Такі системи можуть працювати у віддалених районах і місцях з обмеженим доступом до централізованої електромережі, що дозволяє забезпечити енергію певних об'єктів без необхідності прокласти додаткові лінії електропередачі;

– зменшення навантаження на електромережу. У місцях масового скупчення людей установка енергогенеруючих систем дозволить зменшити навантаження на центральні електромережі, що особливо актуально в час пік або при високому рівні споживання енергії..

### **Проблеми та труднощі**

Незважаючи на всі переваги, енергогенеруючі системи мають свої обмеження:

1. Низький рівень вироблення енергії. На відміну від традиційних джерел енергії, таких як сонячні панелі або вітряні турбіни, енергогенеруючі сходінки генерують відносно малу кількість енергії. Для повноцінного забезпечення великих об'єктів ця енергія може бути недостатньою.

2. Сумісність по номінальним параметрам електроживлення з електромережею або з електроспоживачами.

### **Література**

1. Розробка системи енергозбереження та генерації електричної енергії для транспортних засобів. Заключний: науково –дослідна робота / [ А. В. Гнатов, Щ. В. Аргун, О. А. Дзюбенко та ін. ] – Харків : ХНАДУ, 12.2018. – № держреєстрації 0219U100696. – 144 с.

2. Гнатов, А. В. Енергозберігаючі технології на транспорті : конспект лекцій [Електронний ресурс] / А. В. Гнатов, Щ. В. Аргун ; М-во освіти і науки України, Харків. нац. автомоб.-дор. ун-т. - Харків, 2021. - 142 с.

3. Гнатов А. В., Аргун Щ. В., Ульянец О. А. Енергозберігаючі технології на транспорті //Наукові нотатки. – 2016. – №. 55. – С. 80-86.

4. Гнатов А. В. Енергогенеруюча плитка як альтернативне малопотужне джерело електричної енергії / А. В. Гнатов, Щ. В. Аргун // Автомобильный транспорт. – Х. : ХНАДУ. – 2017. – Вып. 40. – С. 167-172.

5. Гнатов А. В. Вибір схеми технічного рішення енергогенеруючої сходінки / А. В. Гнатов, Щ. В. Аргун, О. А. Дзюбенко // Вісник ХНАДУ. – 2018. – № 81. – С. 29-38. <https://doi.org/10.30977/BUL.2219-5548.2018.81.0.29>.

6. Аргун Щ.В. Енергогенеруюча плитка з електромашинним вузлом на базі крокових двигунів / Щ.В.Аргун, А.В. Гнатов, О.А. Дзюбенко, С.В. Понікаровська // Вісник національного технічного університету «ХПІ». Серія:

Енергетика: надійність та енергоефективність – Харків: НТУ «ХПІ», 2019. – №. 14 (1339). – С. 20 – 25.

7. Аргун, Щ., Гнатов, А., & Сохін, П. (2024). Ефективність енергогенеруючих плиток з різними типами мультиплікаторів. Автомобіль і електроніка. Сучасні технології, (25), 42–52.

8. S. Arhun, A. Hnatov, O. Dziubenko, S. Ponikarovska. A Device for Converting Kinetic Energy of Press into Electric Power as a Means of Energy Saving. J. Korean Soc. Precis. Eng., Vol. 36, No. 1, pp. 105-110. January 2019.

9. Гнатов А.В., Аргун Щ. В., Дзюбенко О.А. Понікоровська С.В. Вибір схеми підключення електродвигунів у електромашинному вузлі пристрою генерації електричної енергії. Автомобіль і електроніка. Сучасні технології: електронне наукове спеціалізоване видання. – Х.: ХНАДУ, 2018. – № 13. – С. 13-21.

10. Hnatov, A., Arhun, S., Dziubenko, O., & Ponikarovska, S. (2018). Choice of Electric Engines Connection Circuits in Electric Machine Unit of Electric Power Generation Device. Majlesi Journal of Electrical Engineering, 12(4), 87-95.

11. Andrey Gnatov. Smart Road as a Complex System of Electric Power Generation / Andrey Gnatov, Shchasyana Argun, Natalia Rudenko // 2017 IEEE First Ukraine Conference on Electrical and Computer Engineering (UKRCON) – May 29 – June 2, 2017. – Kyiv, Ukraine – P. 457–461.

12. Andrey Gnatov. Joint Innovative Double Degree Master Program «Energy-Saving Technologies in Transport» / Andrey Gnatov, Shchasyana Argun, Olga Ulyanets // 2017 IEEE First Ukraine Conference on Electrical and Computer Engineering (UKRCON) – May 29 – June 2, 2017. – Kyiv, Ukraine – P. 1203–1207.

13. Patlins, A., Hnatov, A., Arhun, S. Using of Green Energy from Sustainable Pavement Plates for Lighting Bikeways. In: Transport Means 2018: Proceedings of 22nd International Scientific Conference, Lithuania, Trakai, 3-5 October, 2018. Kaunas: Kaunas University of Technology, 2018, pp.574-579.

14. Patlins, A., Hnatov, A., Arhun, S. Safety of Pedestrian Crossings and Additional Lighting Using Green Energy. No: Transport Means 2018: Proceedings of 22nd International Scientific Conference, Lietuva, Trakai, 3-5. October, 2018. Kaunas: Kaunas University of Technology, 2018, 527-531.

15. Patlins, A., Hnatov, A., Arhun, S., & Dzyubenko, O. (2019). Design and research of constructive features of paving slabs for power generation by pedestrians. Transportation Research Procedia, 40, 434-441. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2019.07.063>.

16. Patlins, A., Hnatov, A., Arhun, S., Bogdan, D., Dziubenko, O. Development of an Energy Generating Platform for Converting Kinetic Energy into Electrical Energy Using the Kinematic Synthesis of a Three-Stage Multiplier. In: TRANSPORT MEANS 2019. Sustainability: Research and Solutions. PROCEEDINGS OF THE 23rd INTERNATIONALSCIENTIFIC CONFERENCE PART I., Lithuania, Palanga, 2-4 October, 2019. Kaunas: Kaunas University of Technology, 2019, pp.403-408.