

РЕКУПЕРАТИВНИЙ АМОРТИЗАТОР ВІБРАЦІЙНИХ НАВАНТАЖЕНЬ ХОДОВОЇ ЧАСТИНИ ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ

В останні роки дистанційне електрообладнання стає повсюдно поширеним на транспортні інфраструктури, як, наприклад, застосування бездротових датчиків для підвищення безпеки, управління та забезпечення безперебійної роботи транспортної системи [1, 2]. З великою кількістю вузлів чи мереж датчиків, просте підмикання їх до джерел електроенергії без можливості автономної роботи є неефективним. Тому стале та екологічно чисте джерело енергії є актуальним для задоволення потреби транспортної галузі. Потенційним способом акумулювання електричної енергії є рекуперативні системи, які використовують динамічний процес гальмування транспортного засобу [3].

Механічну енергію, що перетворюється в тепло в процесі роботи типового амортизатора, можна перетворювати в електричну, за допомогою генератора, який базується на п'єзоелектричних елементах (п'єзогенератор). Основною перевагою п'єзоелектричних матеріалів для отримання енергії (порівняно з іншими механізмами перетворення) є велика питома потужність, яку можна отримати за їх допомогою, а також простота використання. На рис. 1 наведена схема підключення пропонованого рекуперативного амортизатора з п'єзогенератором.

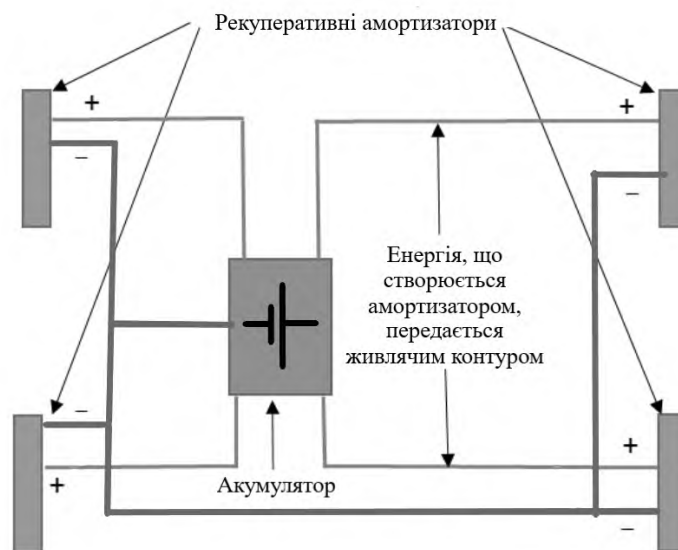


Рисунок 1 – Графік залежності питомої вихідної потужності від вихідної напруги

Ефективність впровадження п'єзогенератора можна визначити через типовий розрахунок. Напругу, що виникає при одноразовому прикладенні навантаження, визначається за формулою [4]:

$$U_1 = \frac{d_{33} \cdot F}{C} = 2,566 \text{ В},$$

де d_{33} – п'єзоелектричний модуль, для матеріалу PZT-8 $d_{33} = 280 \cdot 10^{-12}$ Кл/Н [5];

F – сила, яка впливає на елемент конструкції із закріпленим перетворювачем, прийемо $F = 1360$ Н;

C – електрична ємність п'єзоелектричного перетворювача $C = 1,484 \cdot 10^{-7}$.

Сила струму I , що виникає на електродах одного перетворювача при одноразовому прикладанні навантаження, становить 0,01 А. Тоді елемент конструкції машини або механізму, з чотирьох приєднаними амортизаторами може виробляти електричну енергію потужністю [6]:

$$P=U_1 \cdot I \cdot n_1 \cdot n_2=30,792 \text{ Вт},$$

де n_1 – циклічність прикладання навантаження, $n_1=50$ впл/хв;

n_2 – кількість використовуваних перетворювачів, $n_2=4$ шт.

При безперервній роботі за одну годину часу перетворювачі зможуть виробляти електричну енергію потужністю до 1847,52 Вт (без обліку втрат).

Висновки:

1. Амортизатори, які встановлені для гасіння коливань, споживають велику кількість механічної енергії, перетворюючи її в тепло, що розсіюється в атмосферу. Таку енергію, без зниження ефективності функціонування, можна корисно використовувати, шляхом використання п'єзогенератора, з застосуванням п'єзокераміки, для перетворення механічної енергії в електричну.

2. Застосування рекуперативних амортизаторів дозволяє реалізувати додаткове джерело електричної енергії для живлення обладнання, що використовується в транспорті, наприклад, акумулятора. Для забезпечення функції рекуперативності, в конструкцію амортизатора доцільно монтувати п'єзоелектричні генератори, які забезпечують ефективну рекуперацію енергії. Згідно з розрахунків, можливо отримати рекуперативну потужність за годину експлуатації транспортного засобу величиною в 1847,52 Вт, за напруги, при одноразовому прикладанні навантаження, з одного генератора $U_1=2,566$ В.

Список використаної літератури

1. Міжнародне енергетичне агентство. Вступаємо в десятиліття електроприводу?. IEA Publications, 2020. 273 с. URL: <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2020> (дата звернення: 26.10.2022).;
2. EnergyFloors. *Енергонідлогу*. URL: <https://energy-floors.com/> (дата звернення: 27.10.2022).;
3. Поплавко Ю. М., Якименко Ю. І. П'єзоелектрики : навч. посіб. / ред. С. О. Воронов. Київ : НТУУ «КПІ», 2013. 327 с.;
4. Физические основы, методы исследования и практическое применение пьезоматериалов: монография / В. О. Головинта ін. 2-ге вид. Москва : Техносфера, 2016. 272 с.;
5. CeramicMaterials (PZT) - BostonPiezo-OpticsInc. *BostonPiezo-OpticsInc*. URL: <https://www.bostonpiezooptics.com/ceramic-materials-pzt> (дата звернення: 28.10.2022).;
6. Учіно К., Іші Т. Аналіз потоку енергії в п'єзоелектричних системах збору енергії. *Ferroelectrics*. 2010. Т. 400, № 1. С. 305–320. URL: <https://doi.org/10.1080/00150193.2010.505852> (дата звернення: 28.10.2022).

References

1. International Energy Agency, "Entering the decade of electric drive?," IEA Publications, Paris, Global EV Outlook 2020, Jun. 2020. Accessed: Oct. 26, 2022. [Online]. Available: <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2020>;
2. "Energy Floors - Energy Floors." Energy Floors. <https://energy-floors.com/> (accessed Oct. 27, 2022);
3. Y. Poplavko and Y. Yakymenko, *Piezoelectrics*. Kyiv: NTUU "KPI", 2013.;
4. V. Golovnin, I. Kaplunov, O. Malyshkina, B. Pedko, and A. Movchikova, *Physical foundations, research methods and practical application of piezomaterials*, 2nd ed. Moscow: Tekhnosfera, 2016.;
5. "Ceramic Materials (PZT) - Boston Piezo-Optics Inc." Boston Piezo-Optics Inc. <https://www.bostonpiezooptics.com/ceramic-materials-pzt> (accessed Oct. 28, 2022).;
6. K. Uchino and T. Ishii, "Energy Flow Analysis in Piezoelectric Energy Harvesting Systems," *Ferroelectrics*, vol. 400, no. 1, pp. 305–320, Nov. 2010. Accessed: Oct. 28, 2022. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1080/00150193.2010.505852>.