



УДК 537.226.86:620.92

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ П'ЄЗОЕЛЕМЕНТІВ

І. І. Яремак, С. О. Максим'юк

*ІФНТУНГ; 15, вул. Карпатська, м. Івано-Франківськ,
76019; E-mail: snp@iung.edu.ua*

П'єзоелемент – це пристрій, в тілі якого відбувається електромеханічна (зворотній п'єзоэффект) та механіко електрична (прямий п'єзоэффект) трансформація енергії.

Аналіз літературних джерел [1-4] показав, що властивості п'єзоелементів застосовують в галузі медичної ультразвукової томографії, комп'ютерній техніці, радіоелектроніці, метрології в конструкціях різного роду давачів, генераторів, перетворювачів. На сьогодні є лише декілька досліджень, де п'єзоелемент використовують в якості джерела альтернативної енергії [6,7]. Зокрема, Ізраїльська компанія Innowattech Ltd вперше застосувала установку з п'єзоелементів, що здійснює перетворення механічної енергії автомобілів в електричну [5].

У зв'язку з значним ростом цін на енергоносії та критичним рівнем забруднення атмосфери, на даний час в Україні актуальною є задача впровадження альтернативних джерел енергії. Тому метою роботи є дослідження та застосування властивостей п'єзоелементів генерувати електроенергію при дії на них механічного збурення для живлення світильників зовнішнього освітлення доріг і наближених споживачів.

Кристалічна решітка кристалів, що володіють п'єзоелектричним ефектом, не має центру симетрії, тому вплив (стискаючий чи розтягуючий), прикладений до такого кристала, спричиняє поділ позитивних і негативних зарядів, наявних у кожній окремішній елементарній частинці, тобто його поляризації. Оскільки електрична провідність п'єзоелектрика дуже мала, то поляризація проявляється у вигляді механічно індукованих електричних зарядів на його поверхні [7].

Кількісно п'єзоэффект оцінюється п'єзомодулем K_d , який є коефіцієнтом пропорційності між виникаючим зарядом Q і прикладеною силою F :

$$Q = K_d \cdot F. \quad (1)$$



Значення величини п'єзомодуля залежить від типу кристалу, в якому виникає п'єзоэффект і співвідношення напрямків дії механічної сили і поляризації, що виникла.

Конструктивно п'єзоелемент являє собою пластину з п'єзоелектрика, на дві грані якої нанесені електроди, з яких знімається заряд або напруга. Таким чином, напруга на обкладинках складає:

$$U = \frac{Q}{C} = \frac{K_d \cdot F}{C}, \quad (2)$$

де C – ємність, утворена струмоз'ємними гранями елемента п'єзоелектрика, що визначається за формулою:

$$C = \frac{\varepsilon \cdot \varepsilon_0 \cdot S}{l}, \quad (3)$$

де ε_0 – діелектрична стала вакууму; ε – діелектрична матеріалу п'єзоелемента; S – площа п'єзоелемента; l – ширина між електродами.

Таким чином енергія, генерована п'єзоелементом за певний час роботи t з інтенсивністю натискань N , складає:

$$W = N \cdot P \cdot t, \quad (4)$$

де P – потужність однієї п'єзоустановки.

На даний час дороги, шосе та автостради завантажені транспортом. Доцільно використати їх енергію, адже даний енергоресурс має значний потенціал. Тому в роботі запропоновано для живлення світильників зовнішнього освітлення і наближених споживачів вздовж автостради розмістити смуги, які містять п'єзоелементи. Згідно запропонованої вище методики розрахунку, встановлено, що п'єзоелектричні смуги довжиною 10 м здатні генерувати в середньому 141,6 кВт·год електроенергії протягом доби. Виробленої таким чином енергії достатньо для живлення світильників зовнішнього освітлення.

Отже, властивості п'єзоелементів генерувати електроенергію при дії на них механічного збурення доцільно застосовувати для живлення світильників зовнішнього освітлення доріг. Запропоноване джерело альтернативної енергії можна використовувати також для живлення невіддалених споживачів, таких, як екрани, світлофори, дорожні камери, освітлення білбордів тощо. Встановленні п'єзоустановки не



потребують додаткового виділення території, не наносять шкоду навколишньому середовищу, система працює не залежно від погодних умов.

Література

1. Ю. М. Поплавко П'єзоелектрики: навч. посіб. / Ю. М. Поплавко, Ю. І. Якименко. – К.: НТУУ «КПІ», 2013. – 328 с.
2. Кэди У. Пьезоэлектричество и его практическое применение / У. Кэди; пер. с англ. — М.: ИЛ, 1949. — 720 с.
3. Piezoelectric Energy Harvesting: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://piceramic.com/applications/piezo-energy-harvesting.html>
4. Жуков С. О пьезокерамике и перспективах ее применения: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.compitech.ru/html.cgi/arhiv/01_01/stat-48.htm
5. Innowattech Alternative Energy Harvesting System Roads Solution: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.youtube.com/watch?v=AEpiDulKc8s>
6. Электроэнергия от наших шагов: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.gizmonews.ru/2011/10/26/elektroenergiya-ot-nashix-shagov>
7. С. Жуков О Пьезокерамике и прспективах ее применения / С. Жуков // Компоненты и технологии №1, 2001. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.kit-e.ru/assets/files/pdf/2001_01_48.pdf

УДК 006.86:681.121.4

ДОСЛІДЖЕННЯ МОДЕЛЕЙ ВИМІРЮВАННЯ ОБ'ЄМУ ГАЗУ ТУРБІННИМ ЛІЧИЛЬНИКОМ

С.А. Чеховський, Н.Б. Клочко, Б.В. Долішній

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, 76019. (097)653-70-72

Облік природного газу має велике значення для його економії і раціонального використання. Для організації дієвої системи енергозбереження необхідно реалізувати ефективну систему вимірювання і обліку витрати та кількості природного