

ГЕНЕРИРАНЕ НА ЕЛЕКТРИЧЕСКА ЕНЕРГИЯ В ОБЩЕСТВЕНИ СГРАДИ С ПОМОЩТА НА ПИЕЗОЕЛЕКТРИЧНИ МОДУЛИ

Методи Димитров, Орлин Петров

Русенски университет "Ангел Кънчев"

7017, гр. Русе, ул. Студентска 8, E-mail: opetrov@uni-ruse.bg, тел. 082/888 455

ELECTRIC POWER GENERATION IN PUBLIC BUILDINGS BY A PIEZOELECTRIC MODULES

Metodi Dimitrov, Orlin Petrov

University of Ruse "Angel Kanchev"

7017, Ruse, 8 Studentska Str., E-mail: opetrov@uni-ruse.bg, tel. +359 82 888 455

ABSTRACT

The report presents the ability to generate electricity from large public buildings using piezo technology. These buildings are of interest, because many people focus there, suggesting greater efficiency and large amounts of generated electricity.

Keywords: renewable energy; energy efficiency; piezoelectric.

ВЪВЕДЕНИЕ

Генерирането на евтина енергия винаги е било една от най-дискутираните теми в обществото. Тъй като развитието на цивилизацията е пряко обвързано с енергията, винаги са се търсели нови начини за създаване на енергия.

Един от начините за генериране на електрическа енергия е чрез пиезо-ефекта. Той е познат от дълги години и е изследван обширно. Реализирани са най-различни проекти, изследващи и доказващи ефективността на технологията.

Генерирането на електричество става чрез деформиране на пиезо кристала. На базата на деформирането са разработени различни методи за генериране на електричество като най-разпространените са два:

- Генериране на електричество от вибрация – пиезо генераторите се поставят до или на места излъчващи вибрации. Това могат да са например пътища, магистрали и др. От вибрациите пиезо елементите се деформират и генерират електричество;
- Генериране на електричество от натиск – пиезо генератори се поставят на места през които преминават хора, автомобили и др., или на места на които с подходяща механика се предава натиск върху пиезо кристала. В резултат на натиска, пиезо елементите се деформират и генерират електричество.

Интерес за текущото изследване представляват възможностите за генериране на електрическа енергия в големите обществени сгради, с помощта на пиезо технологията. Докладът предлага методика, позволяваща изследване на възможностите за генериране на електрическа енергия в големи обществените сгради, като училища, университети, болници, общини, молове и др., в които е съсредоточен голям човеко-поток.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Както бе споменато по-горе, работата се съсредоточва върху генерирането на електрическа енергия в обществени сгради и сгради с голям човеко-поток. „Събирането“ на електрическата енергия става с помощта на пиезо подложки, разположени на ключови места като входове, коридори, проходи, стълбища и др.

Съставена е и методика, базирана на разработените пиезо подложки, позволяваща определяне на количеството на генерирана електрическа енергия в сградата.

1. Пиезо подложка

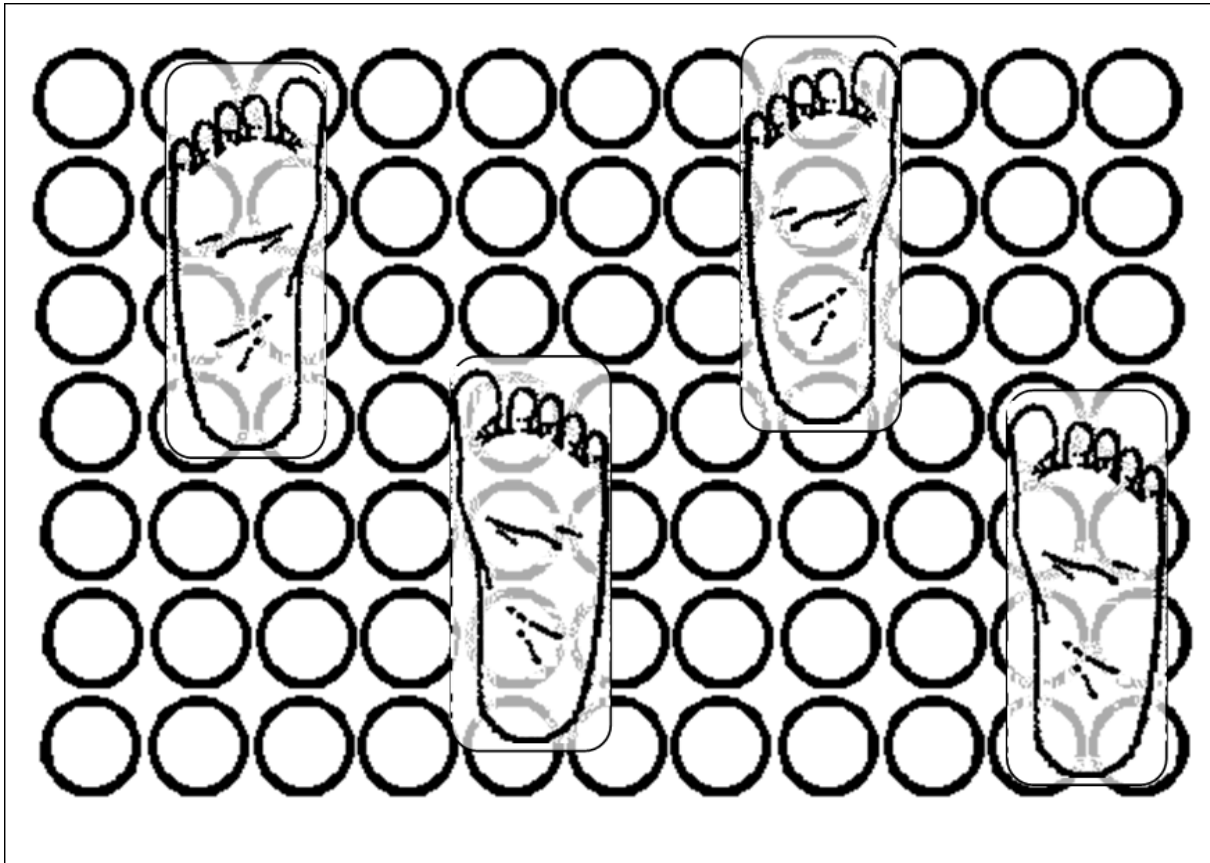
Пиезо подложките са изградени от множество пиезо елементи, които при натискане генерират електрическа енергия. На фиг. 1 (най-горе вдясно) е показан пиезо елемента PSI-5A4E, използван за изграждане на пиезо подложката. Електродите на елемента са изведени от двете му страни и електрическата връзка се осъществява чрез спояване или точкова заварка.



Фиг.1. Пиезо елемент PSI-5A4E, използван за изграждане на пиезо подложките

Пиезо подложката е широка 500 mm, дълга е 700 mm и съдържа 77 пиезо диска PSI-5A4E, разположени в мрежа от 7x11 диска, всеки с диаметър 63.5mm. Дължината на подложката е така подбрана, че да може да бъде поставена пред или зад врата.

На фиг. 2. е показан общия вид на разработената подложка заедно с използваните пиезо елементи и няколко примерни стъпала, съпоставени по мащаб с подложката.



Фиг. 2. Пиезо подложката, показваща в мащаб използваните пиезо дискове и човешки стъпала

2. Методика за пресмятане на потенциално генерираната електрическа мощност в обществени сгради

Методиката съдържа следните стъпки:

- 1) Намиране на заряда, генериран в един пиезо елемент, в резултат на настъпването от преминаващ през подложката човек:

$$Q = d_{33} * F, C \quad (1)$$

където d_{33} е пиезоелектрична константа, C/N;

F – силата на натиск, N.

За пресмятане на Q се използва теглото на човека, стъпващ върху подложката, преобразувано в нютони.

- 2) Намиране на напрежението, генерирано в един пиезо елемент в резултат на настъпването от преминаващ през подложката човек:

$$U = \frac{Q}{C'}, V \quad (2)$$

където Q е заряда, пресметнат в т. 1, C;

C' - капацитета на един пиезо елемент, F.

- 3) Намиране на енергията, генерирана от един пиезо елемент в резултат на настъпването от преминаващ през подложката човек:

$$W' = \frac{C' \cdot U^2}{2}, \text{ J} \quad (3)$$

- 4) Преобразуване на получената енергия в електрическа мощност:

$$P = \frac{W'}{t}, \text{ W} \quad (4)$$

където W' е енергията, пресметната в т. 3, J;

t - времето на въздействие върху пиезо елемента, s.

Представлява времето, за което преминаващия човек поставя и вдига крака си от пиезо елемента. Опитно е установено, че средното въздействие върху пиезо елементите (времето за преминаване на човек) е 0,7 s.

- 5) Намиране на електрическата мощност, генерирана от преминаването на един човек през пиезо подложката. Формула (5) съдържа константа 2, показваща, че се генерира електрическа мощност, както в резултат на натиск (поставяне на стъпалото) върху пиезо елемента, така и в резултат на отпускане (отместване на стъпалото) на пиезо елемента.

$$P' = 2 \cdot P \cdot n, \text{ W} \quad (5)$$

където P е електрическата мощност, пресметната в т. 4, W;

n – броят на настъпаните от преминаващия човек пиезо елементи. Опитно е установено, че преминаващ човек средно настъпва по 8 пиезо елемента.

- 6) Намиране на електрическата мощност, генерирана в една сграда за един ден.

$$P_D = P' \cdot r \cdot h \cdot m, \text{ W} \quad (6)$$

където P' е мощността, пресметната в т. 5, W;

r – броя подложки разположени в съответната сграда;

h – броя хора, преминаващи през подложките за един ден;

m – броя преминавания. В зависимост от сградата, на хората в нея се налага да преминават многократно от една стая в друга. Коефициента показва колко пъти за съответният ден един човек преминава през пиезо подложка.

- 7) Намиране на електрическата мощност, генерирана в една сграда за един месец.

$$P_M = P_D \cdot D, \text{ W} \quad (7)$$

където P_D е мощността, пресметната в т. 6, W;

D – средният брой работни дни през годината. Приема се, че средният брой работни дни за месец е 21.

- 8) Намиране на електрическата мощност, генерирана в една сграда за една година.

$$P_Y = P_M \cdot 12, \text{ W} \quad (8)$$

3. Примерно пресмятане на генерирана електрическа мощност в Русенския Университет

Извършено е пресмятане за потенциалното количество генерираната електрическа мощност в Русенския университет „Ангел Кънчев“. Пресмятането е направено според методиката представена в точка 2. Тъй като методиката изисква някои данни относно използваните пиезо елементи и броя на хората намиращи се в съответната обществена сграда, както и някои особености относно движението и поведението на хората, то в таблица 1 са посочени данните използвани за конкретното пресмятане.

Таблица 1

Данни, използвани за пресмятането на генерираната електрическа мощност в Русенския Университет

№ по ред	Показател	Означение	Мерна единица	Стойност
1	Силата, с която преминаващ човек въздейства върху пиезо подложката ¹	F	N	693,84
2	Пиезоелектрична константа на пиезо елемента, използван за изграждане на пиезо подложката	d_{33}	C/N	$390 \cdot 10^{-12}$
3	Капацитет на пиезо елемент	C	F	$265 \cdot 10^{-9}$
4	Време на въздействие върху пиезо подложката ²	t	s	0,7
5	Брой настъпани пиезо елементи от преминаващ човек ²	n	бр.	8
6	Брой подложки, разположени в съответната сграда ³	h	бр.	960
7	Брой преминавания през пиезо подложка ⁴	m	бр.	78
8	Среден брой дни за месец	D	бр.	21

Забележки към таблица 1:

1 – За намиране на силата е използвано теглото на средностатистическият европейец – 70,8 kg;

2 – Данните са установени опитно;

3 – Броя е установен след приемане, че подложките са разположени пред вратите на всички сгради на Русенския Университет, както и в ключови места като фойета, коридори и др.;

4 – Броят е установен след като е анализиран деня на един студент.

На базата на методиката описана в точка 2 и данните посочени в таблица 1 е пресметнато потенциалното количество генерирана електрическа мощност в Русенския университет. Получените данни са поместени в таблица 2.

Таблица 2

Потенциално количество генерирана електрическа мощност в Русенския университет

№ по ред	Показател	Означение	Мерна единица	Стойност
1	Мощност генерирана от преминаване на един човек върху една пиезо подложката	P'	μW	3,16
2	Мощност, генерирана за един ден в Русенски университет	P_D	kW	2,36
3	Мощност, генерирана за един месец в Русенски университет	P_M	kW	49,66
4	Мощност, генерирана за една година в Русенски университет	P_Y	kW	595,88

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение могат да се отбележат следните по важни изводи:

- 1) Докладът предлага възможност за производство на електрическа енергия от обществени сгради. Генерирането на електрическа енергия е предложено да става чрез разполагане на специално разработени пиезо подложки, разположени на ключови места, през които преминават множество хора в съответните сгради.
- 2) Докладът предлага методика, по която може да се пресметне евентуалното количество генерирана електрическа енергия в конкретна обществена сграда или комплекс от сгради.
- 3) Според предложената методика е направено пресмятане на количеството генерирано електричество в Русенският Университет. На пръв поглед количеството енергия е много малко, но тъй като това е безплатна възобновяема енергия, тя може да се употреби в общия енергиен баланс на сградата.
- 4) Остава проблемен въпросът със събирането и отвеждането на енергията, получена от пиезо подложките.

Литература

1. Daniel M., T. Fessler, Kevin J. Haley, R. Lal, Sexual dimorphism in foot length proportionate to stature, *Annals of Human Biology*, 2005
2. Piezo Systems, Спецификация на пиезо елемент PSI-5A4E, <http://piezo.com>, 2011

КОНТАКТИ

гл. ас. д-р инж. Методи Любчев Димитров, Русенски Университет “Ангел Кънчев”, тел: 082 888 470, e-mail: mdimitrov@uni-ruse.bg

доц. д-р инж. Орлин Любомиров Петров, Русенски Университет “Ангел Кънчев”, тел: 082 888 455, e-mail: opetrov@uni-ruse.bg