

ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСТВО. ГЕНЕРАЦИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Тум А.А., Ёщук Ю.А.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь*

Савилова Ю.И. – канд. техн. наук

Аннотация. Исследование рассматривает пьезогенераторы как потенциальный источник энергии. В ходе исследования изучены история пьезоэффекта, принцип работы устройств на его основе и выявлены их преимущества.

Потребление энергии является жизненно важным для человечества, так как обеспечивает удовлетворение его потребностей, улучшение условий жизни и увеличение продолжительности существования. Энергетический кризис происходит, когда спрос на энергию значительно превышает ее предложение. Человек всегда стремится к получению большего количества энергии для обеспечения прогресса, но иногда наука и техника не способны удовлетворить его потребности. Появление новых технологий в производстве энергии связано с растущим спросом на возобновляемые ресурсы и их важностью.

Отсутствие физического пространства в городах и постоянный рост энергетической потребности позволяют нам представить будущее, в котором постоянное улучшение существующей энергетической матрицы становится неотъемлемой практикой для более интеллектуальных городов [1]. Следуя исследованиям Прии и Инмана, мы идем по пути их пьезоэлектрического решения, цитируя их слова [2]: “Одним из возможных решений этой проблемы являются техники сбора энергии, которые позволяют использовать остаточную энергию из окружающей среды, делая ее чистой и бесплатной”.

Гипотеза: пьезогенераторы могут стать эффективным источником энергии и превзойти существующие методы генерации энергии.

Цель исследования: изучить потенциал пьезогенераторов как альтернативного источника энергии.

Задачи:

- изучить историю открытия пьезоэффекта;
- изучить работу устройств, основанных на пьезоэффекте;
- оценить плюсы использования пьезогенераторов в качестве альтернативного источника электроэнергии.

Создание новых вариантов для удовлетворения растущих потребностей в энергии приводит к существенному увеличению исследований и разработок в области поддержки генерации энергии. Представьте себе, что генерация энергии может быть поддерживаема простыми действиями, такими как путешествие по общественным дорогам, посещение парка или использование волновых колебаний моря. В 1880 году братья Жак и Пьер Кюри обнаружили, что при сжатии или растяжении некоторых естественных кристаллов, на гранях кристаллов возникали электрические заряды. Братья назвали это явление «пьезоэлектричеством» (греческое слова «пьеzo» обозначает «давить»), а сами такие кристаллы они назвали пьезоэлектрическими кристаллами. Как выяснилось, пьезоэлектрическим эффектом обладают кристаллы турмалина, кварца и другие естественные кристаллы, а также многие искусственно выращиваемые кристаллы. При растяжении или сжатии в нужном направлении такого пьезоэлектрического кристалла, на некоторых из его граней возникают разноименные электрические заряды, обладающие небольшой разностью потенциалов. Эти заряды пропорциональны механическому напряжению, меняют знак вместе с ним и исчезают при снятии напряжения. Если же поместить на эти грани соединенные между собой электроды, то в момент сжатия или растяжения кристалла, в образованной электродами цепи возникнет короткий электрический импульс. Это и будет проявлением пьезоэффекта. Пьезоэлектрический кристалл обладает высокой упругостью. Когда деформирующее усилие снимается, кристалл без инерции возвращаются к своему первоначальному объему и форме. Стоит снова приложить усилие или же изменить уже приложенное, и он сразу отзовется новым импульсом тока.

Понятие и область применения пьезоэлектрических материалов продолжают развиваться. Рассматривая одно из самых последних определений этого явления, мы цитируем Али Б. и А. Машалех [4]: “Пьезоэлектричество – это свойство некоторых материалов, заключающееся в генерации электрического напряжения под действием механических напряжений и наоборот”.

В настоящее время проводятся различные исследования по использованию этого явления, начиная от специальных кирпичей на тротуарах для пешеходов до точек давления на автомобильных и железных дорогах [5], а также специализированных волноразделителей для прибрежных зон [5].

Если мы рассмотрим плитку как кирпичный пол, через который проходят пешеходы, можно генерировать электричество, когда люди ходят по этой плитке, используя принципы пьезоэлектрических материалов. Это можно рассматривать как микрогенерацию энергии для вспомогательного питания [6]. С. Джу и его коллеги предлагают следующую классификацию:

“Существуют два способа генерации энергии с использованием пьезоэлектрических модулей: удар и вибрация”. При ударе материал непосредственно подвергается нагрузке на пьезоэлектрические модули. В методе вибрации нагрузки менее интенсивные, но этот метод более устойчив к повреждениям. Из-за амплитуды поверхностей пьезоэлектрические материалы можно устанавливать в более широких областях, что делает их источником макроэнергии [7]. Поскольку людям необходимо передвигаться пешком, что может быть лучше, чем выбрать пешеходные переходы, офисные здания, торговые центры или даже дискотеки, чтобы использовать эту энергию и генерировать электричество. Это инновационный способ генерации чистой энергии, и его успех гарантирован, потому что человечество не перестанет перемещаться с одного места в другое пешком. Таким образом, у нас появится генерация энергии с использованием пьезоэлектрических плиток.

Также пьезоэлектрический путь предполагает установку устройств на асфальте, способных преобразовывать давление и вибрацию, создаваемую автомобилями, в электрическую энергию. Так, как говорит М. Гатто [8]: “Одним из основных источников возобновляемой энергии находится прямо под нашими ногами – или, более точно, под нашими шинами. Калифорния – автомобильная столица мира. Логично преобразовать в электричество энергию, которая теряется при движении автомобилей по нашим дорогам”. Специализированные участки дорог были разработаны для преобразования вибраций, вызванных автомобилями, в энергию в таких странах, как Израиль, Япония, США и Колумбия[6]. Это относительно новое и интересное применение, потому что, например, грузовик может генерировать большое количество энергии, двигаясь по дороге с пьезоэлектрическим слоем под асфальтом. Этот слой также служит для получения данных, таких как скорость, вес и частота проезжающих транспортных средств. Кроме того, существует литература о высокой генерационной способности даже на коротких участках дорог длиной всего в один километр с использованием пьезоэлектрической технологии [9]. Прототипные испытания методов сбора энергии с реальными практическими применениями показывают большой потенциал, который может быть использован при движении транспортных средств [10]. Таким образом, проектирование новых дорог с ожидаемым интенсивным движением, с использованием пьезоэлектрического покрытия, может помочь в генерации энергии.

Генерация электричества через железнодорожные пути – это адаптация применения для генерации энергии с дорог с помощью покрытий с пьезоэлектрическими элементами. Такой вид транспорта неизбежно создает вибрацию и давление в конкретных точках рельсов. Преимущество применения в железных дорогах заключается в том, что гарантированно будет оказываться давление в одной и той же точке многократно [9]. Это происходит потому, что деформируемые пьезоэлектрические устройства находятся в соединениях, составляющих опору рельсов, которые связаны с остальным оборудованием, чтобы собранная энергия могла быть использована [4, 11]. Будь то для питания поездов, для сигналов дороги или даже для подачи энергии в общую сеть, каждое из них может быть возможным, потому что при движении поездов можно сгенерировать как минимум 120 Киловатт-часов чистой энергии и одновременно получить информацию о скорости и весе[12].

В ходе исследования было установлено, что пьезогенераторы успешно используются в качестве источника энергии, хотя их производство ограничено, и они функционируют преимущественно на местном уровне. Они показывают потенциал как эффективное дополнение к существующим промышленным источникам энергии.

Продолжается активная работа по повышению эффективности пьезогенераторов. Ожидается, что усовершенствования в этой области существенно увеличат производство энергии и расширят область их применения. В долгосрочной перспективе это может способствовать развитию энергетической отрасли и сделать пьезоэлектричество более широко применимым в различных сферах человеческой деятельности, включая инфраструктурные проекты и мобильные технологии.

Список использованных источников:

1. *Strategic principles for smart city development: A multiple case study analysis of European best practices* / L. Mora, M. Deakin, and A. Reid // *Technol. Forecast. Soc. Change*, 2018. – P. 1.
2. *Piezoelectric energy harvesting* / A. Erturk and D. J. Inman // *Wiley Online Library*, 2011. – P. 1-5.
3. 1 of 6 / H. Office, K. Park, R. West, P. Wa, P. O. Box, and W.P. Wa // *Journal Elsevier*, vol. 3, 2008. – P. 1-6
4. *Power Generation Using Piezoelectric Materials* / B. Ali and A. Mashaleh // *Journal of Power and Energy Engineering*, 2018. – P. 11-18.
5. *Piezoelectric Materials for Energy Harvesting* / D. Maurya, Y. Yan, and S. J. Priya // *Journal Joule*, vol. 2, 2015. – P. 21-23.
6. *Designing and manufacturing a piezoelectric tile for harvesting energy from footsteps* / S. Joo [et al.] // *Curr. Appl. Phys.*, vol. 15, no. 6, 2015. – P. 669-674,
7. *Corrigendum: Theoretical analysis of piezoelectric energy harvesting from traffic induced deformation of pavements* / H. J. Xiang, J. J. Wang, Z. F. Shi, and Z. W. Zhang // *Smart Mater. Struct.* 2, vol. 095024, 2013. – P. 3-5.
8. *Piezoelectric roads for California | Off Grid Energy Independence* / M. Gatto // *Stanford University library*, 2013. – P. 2-3.
9. *Piezo-Smart Roads* / P. Kumar // *Int. J. Enhanc. Res. Sci. Technol. Eng.*, vol. 2, no. 6, 2013. – P. 2319-2331.
10. *Captación de energía en la carretera mediante transductores piezoeléctricos* / A. P. Lepe // *Journal Asfalto*, vol. 5, no. 18, 2015. – P. 21-27.
11. *Design and implementation of a piezoelectric generator tile, to power a low power lighting system* / E. Pineda Perez and S. Velázquez Alfaro // *Thesis, Instituto Politécnico Nacional*, 2016. – P. 18-24.
12. *Facultad Ciencias Obtención de energía de las olas empleando materiales Piezoeléctricos (Ocean wave power generation using piezoelectric devices)* / M. González Díaz // *Universidad de Cantabria*, 2017. – P. 9-28.