

Исследование влияния конструктивных особенностей и условий работы на производительность ременного микроветрогенератора

В.Д. Китаев

Филиал Самарского государственного технического университета в г. Сызрани, Россия

Обоснование. Количество маломощных электрических устройств во всем мире активно растет, для их питания рассматривается возможность применения ременных микрогенераторов, использующих альтернативные источники энергии. Например, в сельской местности для питания датчиков, чтобы на основе их показаний своевременно принимать меры для повышения урожайности посевных культур. Эти ременные микрогенераторы просты в изготовлении и способны обеспечить автономное питание устройств, но на данный момент обладают низкой энергоэффективностью.

Цель — повышение энергоэффективности ременного микрогенератора, разработанного на основе технологии Energy Harvesting.

Методы. Анализ существующих решений [1, 2] показал, что сечение микрогенератора для выработки электроэнергии используется неэффективно. Основным критерием эффективности ременного микрогенератора была выбрана удельная мощность, которая находится как мощность микрогенератора, деленная на площадь рабочего сечения микрогенератора.

Эксперимент проводился на базе Сф СамГТУ. На верстаке была собрана экспериментальная установка. В ее состав вошла аэротруба, состоящая из пластиковой трубы диаметром рабочей части 200 мм и длиной 0,5 м и вентилятора мощностью 25 Вт. Скорость воздушного потока на выходе из аэротрубы составляла 2 м/с и измерялась анемометром, поток был ламинарным. Скорость воздушного потока регистрировалась анемометром Benetech GM816, электрические величины измерялись мультиметром Remizoff DT9205. Микрогенератор располагался на выходе из аэротрубы. Рабочая площадь микрогенератора составила 150×150 мм². В рамках эксперимента изменялась намотка катушек по высоте бобины и по диаметру бобины. Изменение намотки происходило от полностью намотанной катушки до намотанной на треть от максимального значения. Было проведено 12 замеров, 6 замеров с полным неодимовым магнитом и 6 замеров с использованием половины неодимового магнита. Также производилось сравнение мощности микрогенератора при использовании ПЭТ и тканевых ремней разной формы сечения.

В рамках эксперимента были проведены замеры двух показателей: сопротивление R и напряжение U на катушке индуктивности. Мощность по закону Ома:

$$P = \frac{U^2}{R}. \quad (1)$$

Была выдвинута следующая гипотеза: конструктивные параметры микрогенератора, такие как размер магнита, высота и диаметр намотки катушки, материал и форма ремня, положение относительно воздушного потока, влияют на удельную мощность микрогенератора.

Результаты. Было установлено, что поворот модуля микрогенераторов относительно вектора, перпендикулярного вектору воздушного потока, способствует стабилизации колебаний ремня в состоянии резонанса. На актуальной установке со скоростью воздушного потока 2 м/с наиболее эффективно себя показал ПЭТ ремень. Тканевые ремни в тех же условиях показали меньшую энергоэффективность. Были получены следующие данные (рис. 1). Габаритные размеры катушки и магнита являлись наиболее важными параметрами.

Как видно из рисунка, при уменьшении площади магнита в два раза общая мощность уменьшается на 15 %, вследствие чего увеличивается удельная мощность микрогенератора. Таким образом, изменение процента намотки проволоки как по высоте, так и по диаметру на удельную мощность влияет нелинейно, при этом с 30 % объема намотанной проволоки можно получить энергии как с 80 % намотки.

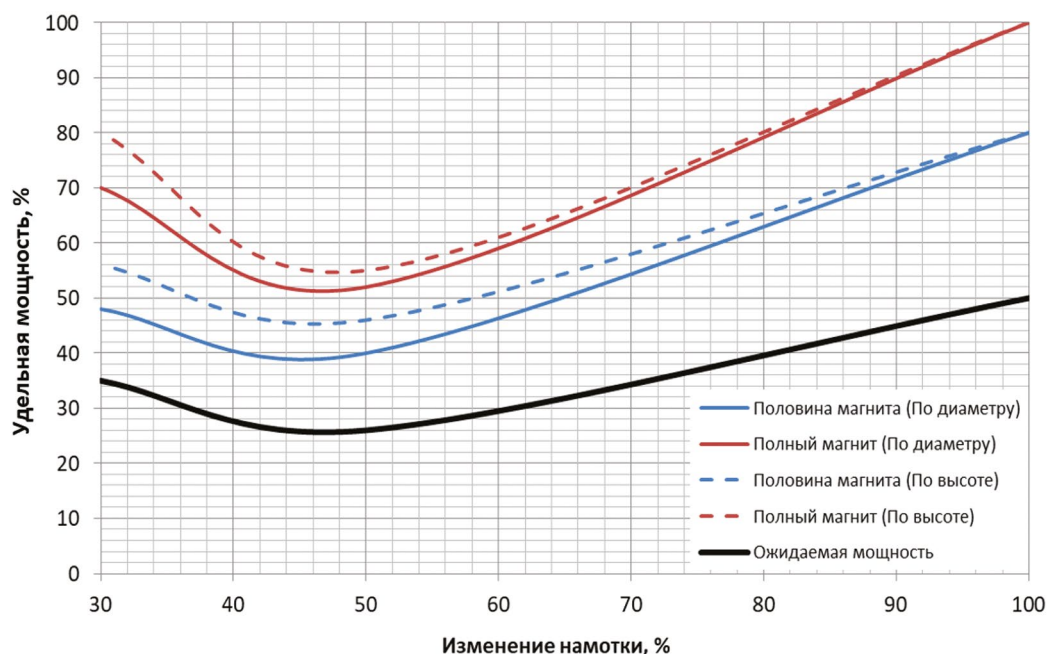


Рис. 1. Зависимость удельной мощности от конструктивных параметров ременного микрогенератора

Также при уменьшении площади магнита уменьшается и его масса, из-за чего можно подобрать более эффективный ремень с большим рабочим диапазоном скоростей воздушного потока.

Выводы. В результате эксперимента были даны следующие рекомендации по конструкции ременного микрогенератора.

В большинстве случаев можно существенно сократить высоту катушки, что повлечет за собой увеличение удельной мощности.

Под диапазон скоростей подбирается магнит, а под него ширина и толщина ремня, чтобы вместе с натяжением обеспечить нужную жесткость. Также это подтверждается прошлыми работами [3–5].

Цель была достигнута, поскольку разработанная конструкция микрогенератора показала увеличение энергоэффективности за счет увеличения удельной мощности конструкции.

Ключевые слова: ременной микрогенератор; электроэнергия; Energy Harvesting; автономное питание; зеленая энергетика.

Список литературы

1. Shawn Frayne. — Energy converters utilizing fluid-induced oscillations URL: <https://patents.google.com/patent/US7986051B2/en>
Дата обращения: 01.03.2025.
2. researchgate.net [Электронный ресурс] Winayan V.A. Design of Aeroelastic Wind Belt for Low-Energy Wind Harvesting. Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/334189260_Design_of_Aeroelastic_Wind_Belt_for_Low-Energy_Wind_Harvesting
Дата обращения: 01.03.2025.
3. Китаев В.Д., Осипов А.П. Безлопастной ременной ветрогенератор, работающий на принципе кручения // Материалы V Всероссийской научно-практической конференции: «Молодежная наука: вызовы и перспективы»; Самара: СамГТУ, 2022. С. 242–244.
4. Китаев В.Д., Осипов А.П. Регенерация кинетической энергии воздушного потока электромагнитными преобразователями малой мощности // Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции: «Молодежная наука: Вызовы и перспективы»; Самара: СамГТУ, 2023. С. 363 с. ISBN: 978-5-7964-2417-9
5. Китаев В.Д., Осипов А.П. Разработка устройства для регенерации энергии систем вентиляции на основе технологии Energy Harvesting // Материалы VII Всероссийской научно-практической конференции. Самара: СамГТУ, 2024.

Сведения об авторе:

Вадим Дмитриевич Китаев — студент, группа МТ-22, кафедра «Технология машиностроения»; Филиал Самарского государственного технического университета, Сызрань, Россия. E-mail: kitaev.vadim2004@yandex.ru

Сведения о научном руководителе:

Александр Петрович Осипов — заведующий кафедрой, кандидат технических наук, доцент; Филиал Самарского государственного технического университета, Сызрань, Россия. E-mail: 12345655@mail.ru