

ОЦЕНОЧНЫЙ РАСЧЕТ ЭЛЕКТРОГЕНЕРАТОРА ДЛЯ ПРОЕЗЖЕЙ ЧАСТИ

М. О. Внуков

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Д. И. Зализный

Энергоэффективность и энергосбережение являются приоритетными направлениями энергетической политики большинства стран мира. Прежде всего это обусловлено исчерпанием невозобновляемых топливно-энергетических ресурсов, отсутствием реальных альтернатив их замены, наличием рисков и значительных затрат при их производстве и транспортировке. В последнее время эти факторы приобретают все большее значение в связи с общей нестабильностью в регионах добычи ТЭР, напряжением на топливно-ресурсных рынках и неблагоприятными прогнозами по дальнейшему росту цен на энергоресурсы. Развитые страны мира, которые уже достигли значительных успехов в решении проблем энергоэффективности, продолжают поиск новых источников энергообеспечения. Одним из направлений развития таких технологий является использование энергии движущихся людей и машин. Преобразование кинетической и потенциальной энергии движущихся тел в электрическую может осуществляться посредством приведения в движение ротора электрического генератора.

На основе электрогенератора можно создать систему получения и хранения энергии, которая обычно растрачивается напрасно. Источником такой энергии является давление, которое оказывает на поверхность движущийся автомобиль, поезд, самолет или пешеход, велосипед и т. д. На место ранее находившейся или планируемой искусственной неровности должна быть произведена установка системы, позволяющей вырабатывать электрическую энергию при переезде через нее транспортного средства.

Цель работы: формирование математической модели для расчета количества вырабатываемой энергии в установке, преобразующей механическую энергию транспортных средств в электрическую энергию.

Основная задача исследований – произвести оценку эффективности работы рассматриваемой системы генерации электроэнергии.

Для оценки потенциально возможного количества энергии, которая может быть выработана в генерирующей установке, рассмотрим упрощенную модель этой установки (рис. 1).

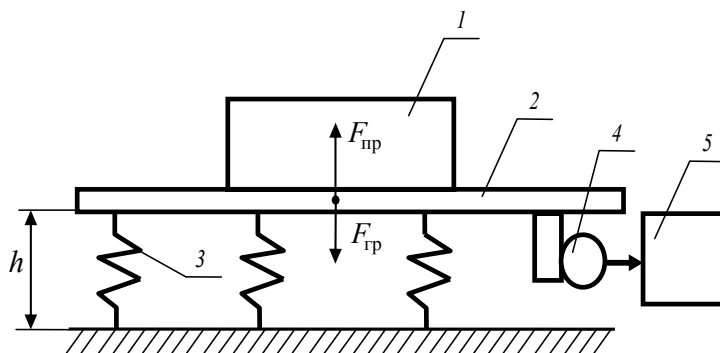


Рис. 1. Схема упрощенной модели электрогенерирующей установки:
1 – груз; 2 – платформа; 3 – пружины; 4 – трансмиссия; 5 – электрогенератор

Автомобиль, наезжающий на искусственную неровность, будем представлять в виде груза массой $m_{гр}$, который мгновенно появляется на подпружиненной платформе с массой $m_{пл}$. После этого груз под действием силы тяжести $F_{гр} = m_{гр}g$ начинает опускаться, преодолевая сопротивление пружин. Сила сопротивления на рис. 1 обозначена как $F_{пр}$. Очевидно, что минимальное значение этой силы должно быть достаточным для поднятия платформы при отсутствии груза, т. е. можно записать:

$$F_{пр} = m_{пл}g, \quad (1)$$

где $m_{пл}$ – масса платформы; g – ускорение свободного падения.

Тогда суммарная сила, воздействующая на платформу, будет равна:

$$F = F_{гр} - F_{пр} = (m_{гр} - m_{пл})g, \quad (2)$$

где $m_{гр}$ – масса груза.

Из формулы (2) следует, что если мысленно представить груз как свободно падающее тело, то его эквивалентная масса составит:

$$m = m_{гр} - m_{пл}. \quad (3)$$

Максимальная энергия, которая может быть передана от опускающегося тела к электрогенератору, в идеальной системе будет равна потенциальной энергии $E_{пот}$ этого тела в момент начала его движения:

$$E_{пот} = mgh = (m_{гр} - m_{пл})gh, \quad (4)$$

где h – высота платформы.

Выполним расчет значений потенциальной энергии для среднестатистических показателей движения автомобилей по ул. Советская г. Гомеля за наиболее загруженные 12 ч, приняв массу платформы $m_{пл} = 300$ кг.

Результаты расчета приведены в таблице.

Расчет потенциальной энергии

Тип транспортного средства	Средняя масса, кг	Среднее количество единиц, проезжающих за 12 ч, штук	Количество вырабатываемой энергии одним транспортным средством, кВт · ч	Суммарное количество энергии выработанной за 12 ч, кВт · ч
Легковой автомобиль	1500	1000	0,00033	0,33
Легковой автомобиль	2000	1500	0,00046	0,69
Легковой автомобиль	3000	1400	0,000735	1,029
Грузовой автомобиль	4500	800	0,001143	0,914

Окончание

Тип транспортного средства	Средняя масса, кг	Среднее количество единиц, проезжающих за 12 ч, штук	Количество вырабатываемой энергии одним транспортным средством, кВт · ч	Суммарное количество энергии выработанной за 12 ч, кВт · ч
Грузовой автомобиль	7000	600	0,001823	1,094
Троллейбус модели 32100D	15000	300	0,004001	1,2
Автобус типа МАЗ-107	20000	700	0,005444	3,811
<i>Итого</i>				9,068

Полученное суммарное значение потенциальной энергии рассчитано для идеальной системы. В реальной установке в соответствии с Первым законом термодинамики часть энергии опускающейся платформы будет расходоваться на сторонние силы, обусловленные неравномерностью хода пружин, работой трансмиссии, редуктора, электрогенератора и других элементов. Условно предположив, что КПД всей установки будет равным 50 %, окончательное значение вырабатываемой энергии будет равно 4,5 кВт · ч. Учитывая, что расчетный интервал времени равен 12 ч, определим среднюю мощность для питания нагрузки:

$$P_{\text{cp}} = \frac{4500}{12} = 375 \text{ Вт.}$$

Таким образом, при условии накопления вырабатываемой энергии в аккумуляторах в течение первых 12 ч, следующие 12 ч можно обеспечить питанием электроприемники общей мощностью 375 Вт. Это могут быть уличные светильники, светофоры и другие устройства вблизи проезжей части.

Полученные результаты носят лишь оценочный характер и требуют дальнейших исследований, как теоретических, так и экспериментальных.