

сферы является одной из приоритетных стратегических задач государства. В настоящее время в стране создана достаточно развитая нормативно-правовая база, создающая необходимые условия для перехода к низкоуглеродному развитию. В то же время, требуется усиление мер мониторинга и отчетности по реализации каждого нормативного, стратегического и программного документа для успешного достижения намеченных индикаторов и национальных обязательств в рамках Нового климатического соглашения.

### Литература

1. Экологический Кодекс Республики Казахстан от 9 января 2007 года № 212
2. Регулирование выбросов парниковых газов как фактор повышения конкурентоспособности России/ А.А. Аверченков, А.Ю. Галенович, Г.В. Сафонов, Ю.Н. Федоров, Москва: НОППУ, 2013, 88 с.
3. Закон РК от 4 июля 2009 года № 165-IV. «О поддержке использования возобновляемых источников энергии»
4. Сенат парламента Казахстана принял норму об индексации тарифов на курсовую разницу, несмотря на протесты металлургов. [http://abctv.kz/ru/news/za\\_zelenuyu\\_ekonomiku\\_platit\\_pridetsya\\_zelenyu](http://abctv.kz/ru/news/za_zelenuyu_ekonomiku_platit_pridetsya_zelenyu)
5. Закон РК «Об энергосбережении и повышении энергоэффективности» от 13 января 2012 года № 541-IV
6. Закон РК от 14 января 2015 года № 279-V «О внесении изменений и дополнений в некоторые законодательные акты Республики Казахстан по вопросам энергосбережения и повышения энергоэффективности»
7. Концепция по переходу Республики Казахстан к «зеленой экономике». /Указ Президента Республики Казахстан от 30 мая 2013 года №577
8. Программа «Энергосбережение - 2020»/Постановление Правительства от 29 августа 2013 года № 904
9. Концепция развития топливно-энергетического комплекса до 2030 года /Постановление Правительства РК от 28 июня 2014 года № 724

УДК 533.6.011:536.24

Б.Р. НУСУПБЕКОВ<sup>1</sup>, Н.К. ТАНАШЕВА<sup>1,2</sup>, А.Н. ДЮСЕМБАЕВА<sup>1</sup>,  
С.Б. БАГДАТОВА<sup>\*1</sup>, В.И. КИВРИН<sup>1</sup>

### ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВЕТРОВОГО ГЕНЕРАТОРА

<sup>1</sup>Карагандинский государственный университет им. академика Букетова Е.А., Караганда, Казахстан

<sup>2</sup>Кокшетауский государственный университет имени Ш.Уалиханова, Кокшетау, Казахстан  
E-mail: [sanduyo@mail.ru](mailto:sanduyo@mail.ru)

*The paper presents a general view of an electric permanent magnet disc. The authors obtained an electric power depending on the speed. Designed and assembled electric part of the wind power plant with the stabilization of the variables on the basis of power semiconductor electronics. The dependence of current, voltage and power from the electric generator rotor speed.*

Республика Казахстан находится на этапе перехода к устойчивому социально-экономическому развитию. Ежегодный прирост Внутреннего Валового Продукта составляет порядка 8 процентов. Предпринимаются усилия для диверсификации экономики и развития несырьевых отраслей промышленности и сельского хозяйства. Поставлена задача входа страны в 50 наиболее конкурентных стран мира. В то же время экономика страны характеризуется высоким потреблением энергии [1-4]. Высокая энергоёмкость экономики приводит к нерациональному использованию топливно-энергетических ресурсов, снижает конкурентоспособность экономики и приводит к существенному загрязнению окружающей среды, в том числе парниковыми газами. Данная проблема на современном этапе развития науки в нашей республике приобрела еще большую актуальность связи с подготовкой Казахстана к всемирной выставке достижений науки и техники «EXPO-2017». Основными тематическими направлениями «EXPO-2017» являются понятия «Энергетика будущего» и «Экологически чистая энергетика».

Ранее нами были исследованы аэродинамические характеристики паруной ветротурбины. Получены экспериментальные результаты, которые могут быть использованы для разработки ветрогенераторов [5-6].

Цель работы – расчет и измерение электрофизических параметров ветрового генератора, разработанного для работы ветроустановок на основе эффекта Магнуса.

В лаборатории аэродинамических измерений разработана и спроектирована новая конструкция электрогенератора с использованием круглых магнитных дисков (в виде небольших цилиндров) на основе неодимового магнита. Постоянные магниты из сплава NdFeB (неодим-железо-бор) обладают большой магнитной индукцией и соответственно большой магнитной силой. По времени потеря магнитных свойств неодимовых магнитов (рисунок 1) составляет 2 % за 5 лет.



Рисунок 1 – Постоянный магнит NdFeB

Электрогенератор предназначен для ветротурбины. Используются небольшие неодимовые магнитные диски, модель 30×10, сила удержания 20 кг, вес 54 г. Было приобретено 20 магнитных дисков, из которых изготовлены отдельные части ротора ветрового генератора. Общая конструкция нашего электрогенератора приведена на рисунке 2.

В данной разработке мы отошли от традиционного подхода, когда на роторе магнитное поле возбуждается на основе токов, протекающих через катушку на вращающемся роторе. Отличие нашего варианта (от других ранее известных) в том, что диск с магнитами один, он расположен в центре системы. Два диска с катушечными обмотками расположены симметрично с обеих сторон от диска с постоянными магнитами. Диск с магнитами вращается, а два диска с катушками неподвижны и жестко закреплены. Общая конструкция отличается от ранее известных вариантов.

В центре располагается диск, на котором установлены 20 постоянных магнитов. С обеих сторон от этого диска расположен один внешний диск, на которой располагаются 15 катушек из медного провода. Диаметр медного провода 0,6 мм. По расчетам данная обмотка может генерировать мощность до 800 Вт при скорости ветра до 5 м/с.

На рисунках 2 и 3 показаны общий вид электрогенератора и внешний вид катушки из общей катушечной цепи.

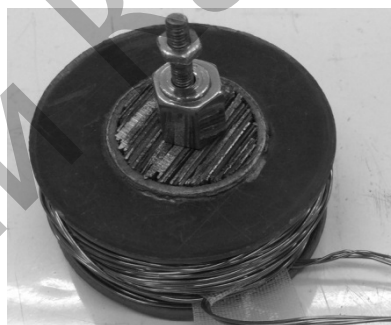
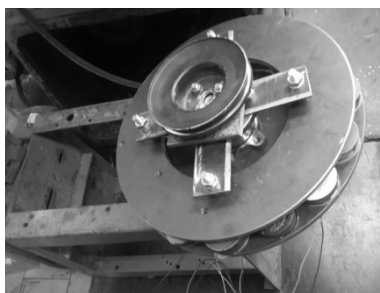


Рисунок 2 – Общий вид электрогенератора на постоянных дисковых магнитах  
Рисунок 3 – Одна катушка из общей катушечной цепи

При отсутствии залипания винт генератора стартует гораздо раньше и вырабатывает электрическую энергию при слабом приземистом ветре, а генератор, например, из асинхронного двигателя, чаще всего имеет залипания, которое создает трудность для вращения винта, при этом не генерируя электрическую энергию, в то время аксиальный генератор вращается и заряжает аккумулятор.

Собрана экспериментальная установка, на которой можно непосредственно экспериментально измерять наведенную ЭДС. Принцип показан на рисунке 4.

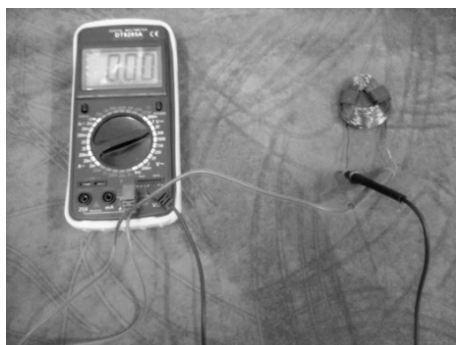


Рисунок 4 – Схема эксперимента по определению усредненной ЭДС

После испытаний собранной конструкции на следующем этапе исследований была создана новая и модернизированная конструкция электрогенератора стабилизацией переменных величин.

Пластик в качестве материала выбран не случайно, а для уменьшения веса и предотвращения залипания магнитов к металлическим частям корпуса и облегчения работ по монтажу.

На рисунке 4.1 представлен график зависимости мощности электрогенератора от числа оборотов. Мощность электрогенератора находится в линейной зависимости от числа оборотов ротора. Максимальная мощность электрогенератора равная 899 Вт достигается при 350 об/мин.

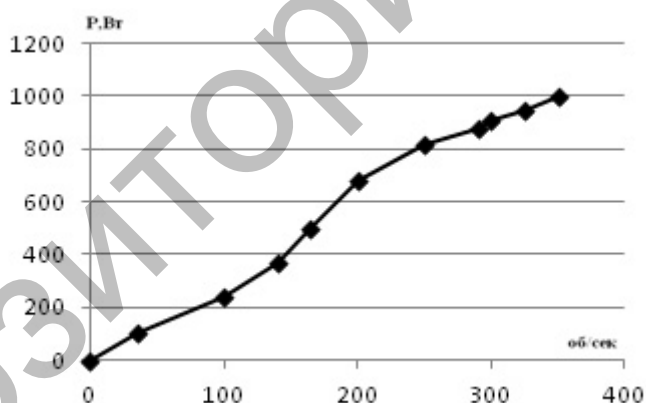


Рисунок 4.1 - График зависимости мощности электрогенератора от числа оборотов

На рисунке 4.2 представлена зависимость напряжения от числа оборотов. Напряжение так же зависит от числа оборотов ротора электрогенератора. Максимальное напряжение равное 31,5 В достигается при 350 об/мин.

На рисунке 4.2 представлена зависимость силы тока от числа оборотов. Максимальная сила тока 31,5 А достигает при 350 об/мин.

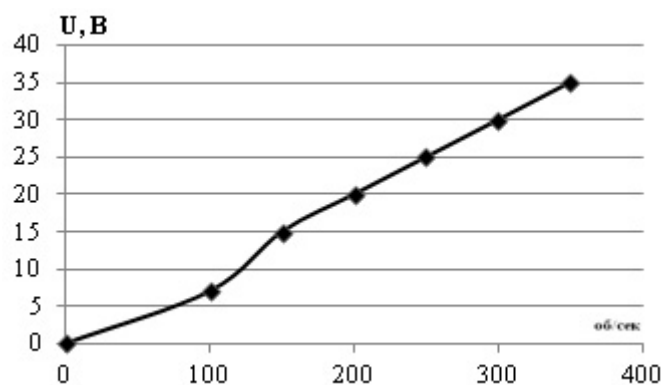


Рисунок 4.2 - Зависимость напряжения от числа оборотов

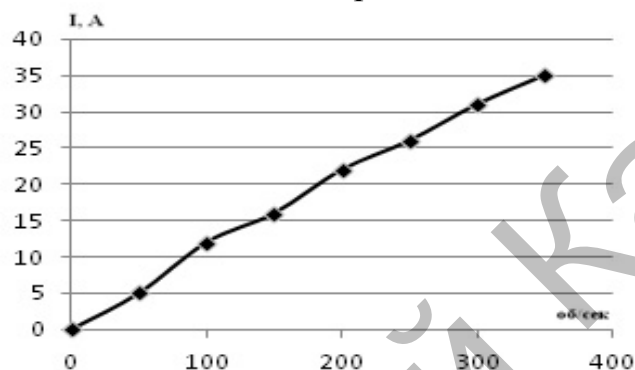


Рисунок 4.3 - Зависимость силы тока от числа оборотов

Таким образом, разработана и собрана электрическая часть ветроэнергетической установки со стабилизацией переменных величин на основе силовой полупроводниковой электроники. Получены зависимости силы тока, напряжения и мощности электрогенератора от числа оборотов ротора. Максимальная мощность электрогенератора 900 Вт достигается при 350 обор / мин.

### Литература

- 1 Грахов Ю.В. Инженерный метод расчета аэродинамических характеристик ортогональных ветроколес // *Альтернативная энергетика и экология*. - 2010. - № 1. - С. 72-82.
- 2 Хозяинов Б.П. Вычисление угловой скорости вращения ветротурбины с вертикальной осью // *Энергетик*. - 2011. - № 5. - С. 28-30.
- 3 Прейскурант № 15-01: Оптовые цены на машины электрические средней и малой мощности.- М.: Прейскурантиздат, 1980.-331 с.
- 4 Фридкин П. А. Безредукторный дугостаторный электропривод. – Л.: Энергия, 1970. – 130 с.
- 5 Кусаиынов К., Камбарова Ж.Т., Танашева Н.К., Алибекова А.Р. Исследование обтекания парусной лопасти ветротурбины воздухом // *Инженерно-физический журнал*. – 2015 г. – Т.88 , № 2. - С. 484-489.
- 6 Kusaiynov K., Kambarova Zh.T., Tanasheva, N.K., Shaimerdenova K.M., Alibekova A.R. Flow past the Sail Blade of a Wind Turbine // *Journal of Engineering Physics and Thermophysics*. - 2015. - V.88, No.2. – P. 497-504.