

СОЗДАНИЕ МУЛЬТИФУНКЦИОНАЛЬНОГО ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ВЭУ

Воротынцев Денис Владимирович

магистрант, НИУ МЭИ, РФ, г. Москва

Ануфриев Олег Викторович

магистрант, НИУ МЭИ, РФ, г. Москва

Теряев Ростислав Эдуардович

магистрант, НИУ МЭИ, РФ, г. Москва

Стеценко Константин Петрович

магистрант, НИУ МЭИ, РФ, г. Москва

Васьков Алексей Геннадьевич

научный руководитель, доц. НИУ МЭИ, РФ, г. Москва

В данной работе студентами НИУ МЭИ была разработана настольная аэродинамическая труба для проведения лабораторных занятий на кафедре ГВИЭ и изучения характеристик модельных ветрогенераторов. Полученная модель обладает лучшими качествами по сравнению с используемой ранее.

1. Описание лабораторного стенда «Натурная модель ВЭУ».

Комплект типового лабораторного оборудования «Нетрадиционная электроэнергетика – Натурная модель ветроэлектродвигателя» НЭЭ2- ВЭГ-Н-Р предназначен для проведения лабораторно-практических занятий по дисциплинам «Проектирование и эксплуатация СЭС и ВЭС» и «Возобновляемые источники энергии». Лабораторный стенд позволяет получать основные механические рабочие характеристики ветроэлектрической установки наглядным способом на натурной модели ВЭУ.

Лабораторный стенд состоит из следующих элементов и блоков (рис. 1):

1. Ветроэлектродвигатель (поз. 1 на рис. 1);
2. Блок нагрузки и измерения (поз. 2 на рис. 1);
3. Вентилятор напольный (поз. 3 на рис. 1);
4. Анемометр (поз. 4 на рис. 1);
5. Тахометр на подставке (поз. 5 на рис. 1).

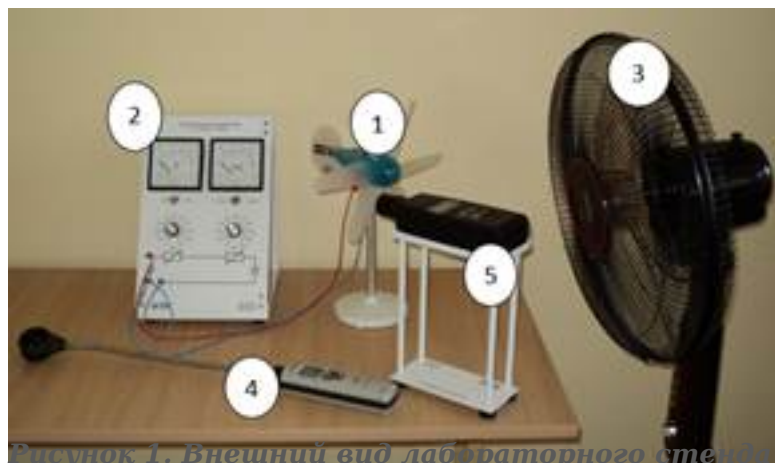


Рисунок 1. Внешний вид лабораторного стенда «Натурная модель ВЭУ»

Вентилятор напольный предназначен для создания ветрового потока заданной скорости. Регулирование скорости ветрового потока осуществляется переключением скорости вращения вентилятора и изменением расстояния между вентилятором и ветроэлектрогенератором. Блок нагрузки и измерения предназначен для моделирования нагрузки и измерения режимных параметров ветроэлектрогенератора. Технические характеристики блока нагрузки и измерения приведены в табл. 1.

Таблица 1.

Технические характеристики блока нагрузки и измерения

Нагрузка	Напряжение, В не более	10
	Ток, мА, не более	100
	Сопротивление нагрузки, Ом	0...1200
Измеряемые параметры	Напряжение постоянного тока, В	0...10
	Постоянный ток, мА	0...100

Анемометр позволяет измерять скорость ветрового потока в диапазоне 0...30 м/с. Тахометр имеет предел измерений 0 ... 10000 м/с [1].

2. В процессе использования лабораторного стенда по изучению характеристик натурной модели ветроэлектрической установки был выявлен ряд проблем, которые было необходимо решить в данной работе:

а) Неравномерность ветрового потока по скоростям в пространстве и времени, вызванные несовершенством напольного вентилятора. В связи с этим получаем неравномерное поле скоростей и непостоянные характеристики ВЭУ;

б) Турбулентные и встречные потоки, вызванные наличием помех;

с) Недостаточность регулировочного диапазона скоростей воздушного потока (3 фиксированные скорости вращения вентилятора) для максимального использования возможностей стенда.

Актуальность данной работы состоит в том, что в связи с несовершенством, возможности лабораторного стенда ограничены, а выполнение работы требует избегать многих факторов, негативно влияющих на результаты измерений.

3. Основной задачей при проектировании настольной аэродинамической трубы являлась стабилизация ветрового потока при условии сохранения мобильности и простоты конструкции стенда.

При поиске оптимальной конструкции аэродинамической трубы были изучены и проработаны разные варианты исполнения.

Так, были изучены возможности создания:

а) Полуцилиндрической трубы, с жесткими стенками;

б) Цилиндрической трубы большого радиуса, который и был выбран в качестве основы для прототипа.

- Основой для цилиндрической трубы прототипа был взят листовой поликарбонат.
- Диаметр трубы (450 мм) был выбран исходя из размеров натурной модели трёхлопастного ветроэлектродгенератора.
- Длина трубы (1 м) была выбрана на основании проведенных ранее опытов, где выбиралось расстояние от вентилятора до оси ветроэлектродгенератора для оптимизации заданной скорости ветрового потока.
- Труба установлена на двух опорах, обеспечивающих устойчивость конструкции.
- В ходе тестовых испытаний было выяснено, что имеющийся напольный вентилятор (60 Вт) не мог обеспечить стабильности ветрового потока и постоянной скорости вращения ветроэлектродгенератора. Для обеспечения более стабильного потока был выбран новый вентилятор под заданные размеры, мощностью 120 Вт.
- Для расширения регулировочного диапазона и плавной регулировки скорости воздушного потока был подобран оптимальный диммер, позволивший регулировать скорость ветрового потока от 0,9 до 7,1 м/с.
- В связи с необходимостью измерения скорости вращения ветроколеса с помощью тахометра, было принято решение сделать отверстие диаметром 30 мм для беспрепятственного прохождения светового луча тахометра.
- Для равномерного распределения ветрового потока по радиальному сечению трубы, на расстоянии 20 см от оси вентилятора, была дополнительно установлена ламинирующая сетка.

Итоговая конструкция представляет собой:



Рисунок 2. Прототип аэродинамической трубы в профиль

4. После окончания сборки всей установки и проведения лабораторных опытов были получены следующие результаты:

а) С помощью аэродинамической трубы и нового вентилятора удалось добиться ламинарности воздушного потока, избежать посторонних помех, минимизировать потери ветрового потока. В результате, характеристики лабораторного ветроэлектрогенератора стали более приближенными к характеристикам реальной ВЭУ.

б) С помощью диммера добились плавности и более широкого диапазона регулировки скоростей от 0,9 до 7,1 м/с.

5. Планы и дальнейшая работа со стендом.

1) В связи с изменившимися условиями проведения опытов, заменой имеющегося оборудования и добавлением нового, было принято решение переработать «Руководство по выполнению базовых экспериментов» [2].

2) На данной установке будет проведен ряд экспериментов и опытов, не связанных непосредственно с имеющейся ВЭУ, что делает данную установку multifunctionальной.

Список литературы:

1. «Методические указания по проведению лабораторных работ». Васьков А.Г., Матвиенко Н.И., Солдаткин А.Ю. ФГБОУ ВПО «НИУ МЭИ», Москва, 2015.

2. «Руководство по выполнению базовых экспериментов «Натурная модель ветроэлектрогенератора». Сенигов П.Н. Инженерно-производственный центр «Учебная техника», Челябинск, 2009.