

STAND FOR LABORATORY TESTS OF WIND TURBINES

Radostin Dolchinkov, Burgas Free University, rado@bfu. bg

Abstract: *In this paper the types of wind turbines are examined and analyzed. A stand for static and dynamic analysis of the characteristics of the wind turbine with a vertical axis is designed.*

Keywords: *wind turbine, dynamic analysis*

СТЕНД ЗА ЛАБОРАТОРНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ НА ВЯТЪРНИ ТУРБИНИ

Радостин Долчинков, Бургаски свободен университет, rado@bfu. bg

Абстракт: *Разглеждат се и се анализират видовете вятърни турбини. Проектиран е стенд за статично и динамично изследване на характеристиките на вятърна турбина с вертикална ос.*

Ключови думи: *вятърна турбина, динамично изследване*

В началото на всеки проект трябва да се прави оценка на ресурса, с който ще се работи. Оценката на енергийния потенциал на вятъра е доста сложна задача. Вятърът се характеризира със скорост, посока и плътност, които всъщност са динамични величини и налагат различни конструкционни решения за изграждане на един ветрогенератор. Целта на статията е да се разгледат и анализират видовете вятърни турбини, както и начините и възможностите за статично и динамично им изследване.

Задачите, които трябва да се решат са следните:

1. Да се направи преглед на съществуващи стендове за изпитване на вятърни турбини.
2. Да се конструира и изработи стенд за изпитване на вятърни турбини.
3. Да се оптимизират конструктивните възможности на стенда.
4. Да се създаде методика за лабораторни изследвания и на различни видове вятърни турбини.

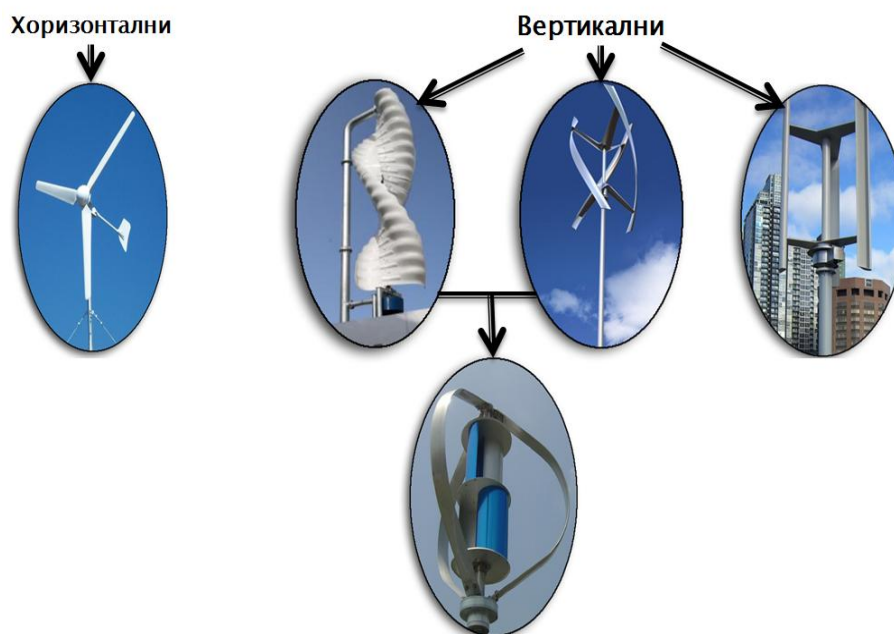
Ветрогенераторите се разделят на два вида – с хоризонтална ос и с вертикална ос (фиг. 1) [1]. Ветрогенераторите с хоризонтална ос имат предимство, че могат да се използват за мощности до 5 мега вата. Недостатъците им са, че те изискват постоянна ориентация на оста по посока на вятъра, трудна поддръжка и трудностите при изграждането на ветропаркове, които изискват обезлесени райони с подходящ релеф на земната повърхност.

Ветрогенераторите с вертикална ос имат предимствата пред тези с хоризонтална ос, че не зависят от посоката на вятъра и имат значително лесна поддръжка.

От своя страна ветрогенератори с вертикална ос се делят на 3 вида.

Първият вид това е тип Савониус (фиг. 1). Този тип вятърна турбина се характеризира с това, че може да се използва при вятър със значително малка скорост.

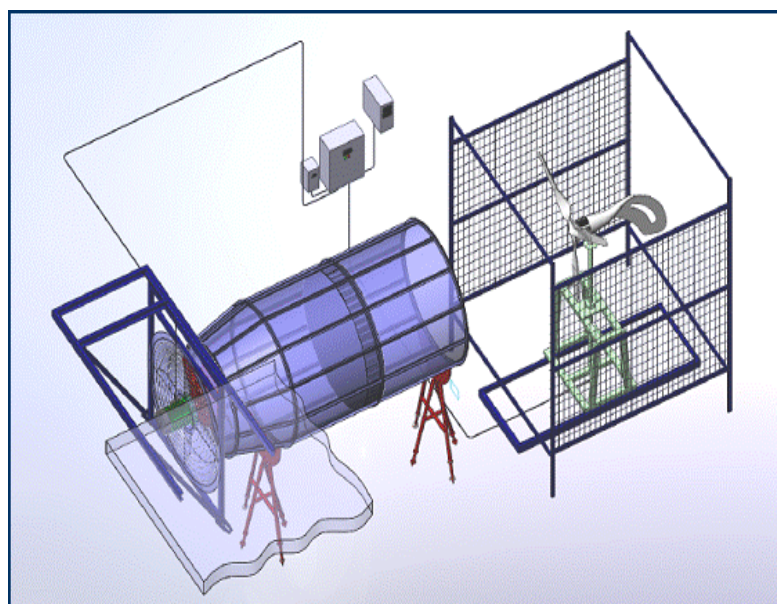
Вторият вид вятърна турбина е тип Дариус. В сравнение с вятърна турбина от тип Савониус, турбините от тип Дариус изискват малко по-високи скорости на вятъра. Те имат изключително проста конструкция и лесна поддръжка.



Фиг. 1. Видове вятърни турбини

Третият вид са така наречените турбини тип Н- ротор. Те са много близки до турбините от тип Дариус и изискват сравнително високи скорости на вятъра за тяхното развъртане.

Често се среща смесен вид вятърни турбини, като турбината тип Савониус служи за начално развъртане на турбината от тип Дариус. Вятърните турбини от вида Дариус, Савониус, Н- ротора и смесеният тип намират голямо приложение при изграждането на ветрогенератори за малки сгради и домакинства, които се монтират на покривите.



Фиг. 2. Идеен проект на стенд

Идеята за реализиране на стенд за статично и динамично изследване на вятърни турбини, се свежда до подобен на фигура 2 [2], който съдържа три отделни блока - вентилатор с въздуховод, работно колело за вятърна турбина с вертикална ос и апаратура, с която да се извършват лабораторните изследвания.

Реализацията на вентилатора с въздуховода трябва да бъде съобразена с някои изисквания:

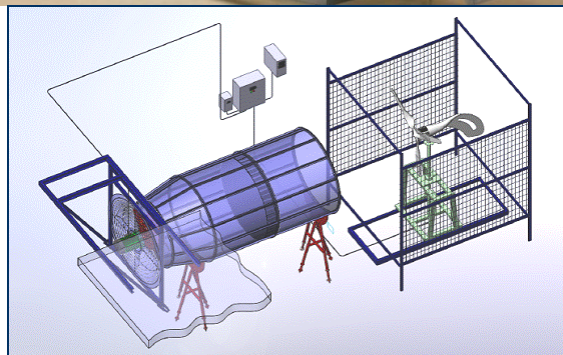
- мощен вентилатор за симулиране на вятър с достатъчно голяма скорост за да се направят възможно най-реални изследвания;
- устройство, с което да се променя посоката на вятъра;
- изправителна решетка.

Изграждането и оптимизирането на въздуховода трябва да е съобразено със симулирания въздушен поток, както и с големината на вятърната турбина.

От анализа на конструкцията на изграждащия въздуховод се стига до извода, че съществуват две решения (фиг. 3). [3]

Първо: работното колело да бъде инсталирано във въздуховода. Така то се поставя в среда на постоянно и независимо от външни фактори въздушно течение, което означава, че направените изследвания ще бъдат при перфектна среда (фиг.3а).

Второ: работното колело на вятърната турбина се инсталира пред въздуховода. Така тази схема се доближава възможно най-много до среда, в която работят вятърните турбини, с което ще може да се направят и възможно най-реални изследвания.



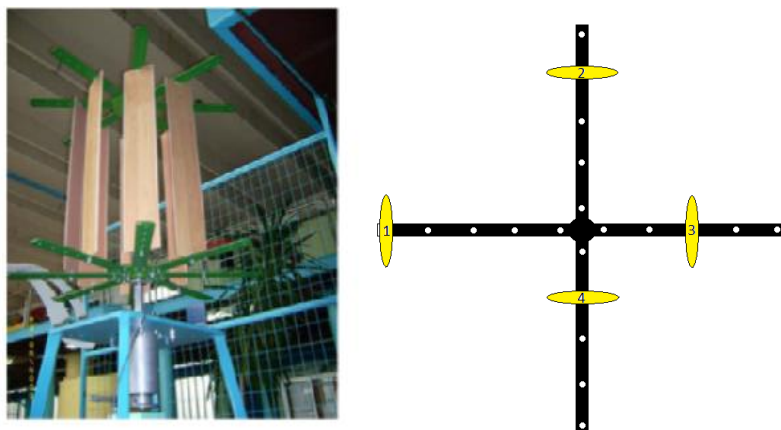
Фиг. 3 а. Във въздуховода

Фиг. 3 б. Пред въздуховода

Реализирането на проекта ще се осъществи с вятърна турбина с вертикална ос. Този тип турбини имат много добри резултати при малки мощности, не изискват специални терени за инсталиране, не зависят от посоката на вятъра. Различните методи и конструктивни решения за тяхното изграждане ще дадат възможност за лабораторни изследвания от различен характер и възможност да се изследват различните типове работни колела за вятърни турбини на една установка.

Работното колело ще се изработи, като в двата края на вала се закрепят 2 кръстачки, реализирани от шина, на които са пробити отвори на определени разстояния, които служат за закрепване на различните видове витла (фиг. 4). С помощта на отворите и

различни видове витла ще може да се реализират и изследват различните типове вятърни турбини.



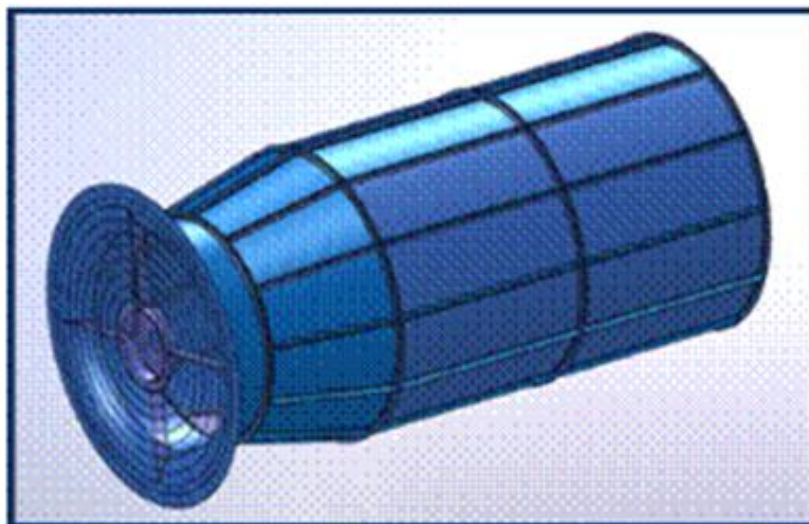
Фиг. 4. Работното колело

На фиг. 5 са показани различните конструктивни решения за вятърни турбини с вертикална ос, като разликата между тях е в различните видове витла които са използвани за тяхното изграждане. С помощта на избрано работно колело и различните видове витла може да се реализират различните видове вятърни турбини.



Фиг. 5. Различни конструктивни решения за изграждане на вятърна турбина с вертикална ос

За да се направят качествени изследвания, е необходима добра и прецизна апаратура. За стенда са необходими генератор, инвертор, устройство за регулиране оборотите на вентилатора, анемометри и уред за следене на напрежението на изхода на генератора. Изследванията, които ще бъдат направени ще са при различни характеристики на въздушния поток във въздуховода (фиг. 6) и при различни параметри на работното колело, с които ще може да се построят работните характеристики на различните видове работни колела. За целта трябва да се измерят скоростта на въздушното течение, честотата на въртене на работното колело, мощността му и коефициента на полезно действие.



Фиг. 6. Въздуховод с изправителна решетка

Скоростта на въздушното течение пред работното колело на изпитваните ветродвигатели ще се измерва с помощта на дигитални пропелерни анемометри. Стендът ще разполага с три анемометъра. Измерванията ще се правят за няколко честоти на въртене на осовия вентилатор, генериращ въздушното течение. Изменението на честотата на въртене на вентилатора ще се осъществява с помощта на честотния инвертор. [4]

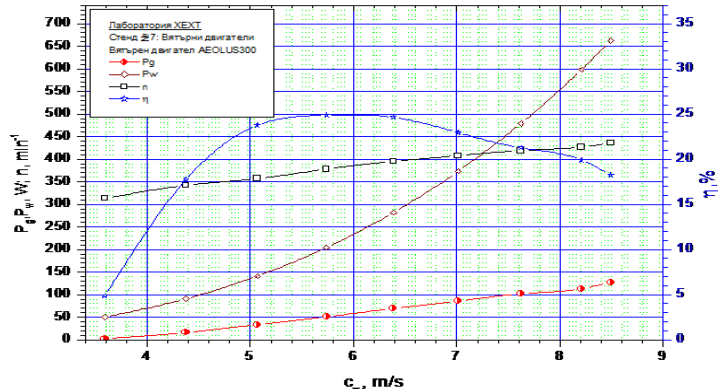
За измерването на честотата на въртене n на работните колела на ветротурбините ще се използват индуктивен преобразувател за честота и процес-индикатор.

Мощността на вала на ветродвигателя (ефективната мощност) ще се определя посредством въртящия момент M и ъгловата скорост ω . Въртящият момент ще се определя чрез силата F , която лагеруваният статор на спирачката упражнява чрез лоста върху измервателен уред. За измерването на силата се използва преобразувател и процес-индикатор. Мощността на въздушното течение ще се определя по израза:

$$P = \rho \cdot S \cdot C(w, s) \cdot 3 / 2$$

След като са направят всички измервания те ще се впишат в таблица и след необходимите изчисления ще се построят работните характеристики фиг. 7.

№	Мощност на генератора			Честота на въртене	Скорост на вятъра		Мощност на вятъра	К.п.д.
	U	I	P _g	n	f	c _w	P _w	h _w
	V	A	W	min ⁻¹	Hz	m/s	W	%
1.								
.								
.								
N.								



Фиг. 7. Таблица и примерна работна характеристика

Изводи

1. При реализиране на стенда ще се изследват и оптимизират различни видове вятърни генератори на една установка.
2. Открива се възможност за реализиране и изследване на различни режими на работа /възможност за промяна характеристиките на вятъра/.
3. Получените резултати ще са максимално близки до действителните.
4. Установката ще бъде изработена и монтирана в лаборатория на ЦИТН – БСУ, ще дава възможност за провеждане на широк спектър изследвания, които ще намерят приложение както в учебната, така и в научноизследователската работа.

References

- [1] <http://www.hydrolab.tu-sofia.bg>
- [2] International Standard IEC 61400: Wind turbines.
- [3] Обретенов, В., Стенд за изпитване на вятърни турбини. Научна конференция ЕМФ`2009, сборник доклади, т.ІІ, стр. 61-65, Созопол, 2009.
- [4] Обретенов, В., Опитно изследване на вятърен двигател с хоризонтална ос. Научна конференция ЕМФ`2010, сборник доклади, т.ІІ, стр. 53-58, Созопол, 2010.