

1-2 рет өртенген аймақ. Себебі, бұл аймақта барлық тіркелген өсімдіктердің тең жартысы кездеспеген. Яғни, 21 тұқымдасқа жататын 53 өсімдіктің түрі кездеспегендігі анықталды. Бұл жерлерде басқа зерттеу аймақтарына қарағанда тек алабұталар тұқымдасына жататын шығыс сораңы (*Salsola orientalis*) кездесті. Ал, тек осы аймақтарда кездеспеген өсімдіктер: күрделігүлділер тұқымдасына жататын таза мыңжапырақ (*Achillea nobilis*), дала қазқұрт (*Filago arvensis*), собалақ далазығыр (*Galatella villosa*), Шренк жусаны (*Artemisia schrenkiana*), көпгүлді ақжапырақ (*Jurinea multiflora*), күмән зиягүл (*Senecio dubitabilis*); крестгүлділер тұқымдасына жататын өзгергіш сарбасқурай (*Sisymbrium polymorphum*), шөл жінішкемасак (*Alyssum desertorum*); астық тұқымдасына жататын жатаған бидайық (*Elytrigia repens*), тырса (*Stipa capillata*), Залесский қауы (*Stipa zaleskii*); қалампырлар тұқымдасына жататын ұзын жапырақты құмдақшөп (*Eremogone longifolia*); шатыргүлділер тұқымдасына жататын татар сасыр (*Ferula tatarica*); лалагүлділер тұқымдасына жататын жуашықты қазжуа (*Gagea bulbifera*); қазтамақтар тұқымдасына жататын көлденентүйнек қазтамақ (*Geranium transversale*); сарғалдақтар тұқымдасына жататын жалпақ тұқым сарғалдақ (*Ranunculus platyspermus*)[2]. Соңғы 15 жылда 3-5 рет өртенген жерлерде 14 тұқымдасқа жататын 32 өсімдіктің түрі кездеспегендігі анықталды. Тек осы жерлерде ғана кездеспеген өсімдіктер: алабұталар тұқымдасына жататын сортаң бұйырғын (*Anabasis salsa*), тарбақ торғайоты (*Climacoptera brachiata*); күрделігүлділер тұқымдасына жататын Лерх жусаны (*Artemisia lerchiana*); крестгүлділерге жататын София сармала (*Descurainia sophia*); астық тұқымдасына жататын ақмамық (*Puccinellia dolicholepis*). Зерттелген барлық аймақтардың ішінде тек осы жерде кездесетін өсімдіктерге жуа тұқымдасына жататын Паллас жуасы (*Allium pallasii*); бұршақтар тұқымдасына жататын мүйіз жемісті таспа (*Astragalus cornutus*); ерінгүлділер тұқымдасына жататын украин көкжалбызы (*Nepeta uscanica*); қалампырлар тұқымдасына жататын Корин құмдақшөбі (*Eremogone koriniana*); күрделігүлділер тұқымдасына жататын тікенді түймебас (*Serratula cardunculus*) жатады.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1. Ә.Әметов Ботаника - Алматы : Дәуір, 2005. - 512 с.
2. Мухитдинов Н.М., Паршина Г.Н. Лекарственные растения, Алматы, Қазақ Университеті, 2002, 313 С.
3. Кашина Л. И., Красноборов И. М., Шауло Д. Н. Флора Сибири. – Т.1-14. – Новосибирск, 1988 – 2003.
4. Флора Казахстана. –Т.1. –Алматы, 1999-2001.
5. Флора Казахстана. –Т.2. –Алматы, 1999-2001.
6. Ботаническая география Казахстана и Средней Азии (в пределах пустынной зоны) под. ред. Е.И.Рачковской–Спб, 2003. -424 с.
7. И.В.Ларин, Т.А.Работнов, А.Ф.Любская, М.А.Косименко, Ш.М.Агабабин Кормовые растения сенокосов и пастбищ СССР. –М.-Л., Сельхозгиз, 1950-1956.

Есіркеп А.Ж., Карагандинский государственный университет имени академика Е.А.Букетова, физико-технический факультет, гр. МТЭк-61, магистрант

Дюсембаева А.Н., Карагандинский государственный университет имени академика Е.А.Букетова, физико-технический факультет, гр. ДФиз-81, докторант

(Научный руководитель, консультант — доктор PhD., доцент Танашева Н.К.)

ИССЛЕДОВАНИЕ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОМБИНИРОВАННОГО ВЕТРОДВИГАТЕЛЯ С ВЕРТИКАЛЬНОЙ ОСЬЮ ВРАЩАЮЩЕГОСЯ ЦИЛИНДРОВ

Введение

В настоящее время, одним из приоритетных направлений развития электроэнергетики и решения экологических проблем Казахстана является использование возобновляемых энергетических ресурсов и реализация программ энерго- и ресурсосбережения. В Посланиях Президента Республики Казахстан – Лидера Нации Н.А. Назарбаева народу Казахстана от 14 декабря 2012 г. «Стратегия «Казахстан – 2050» определяется новый политический курс состоявшегося государства, указывается на необходимость развития производства альтернативных видов энергии и активного внедрения технологий, использующих энергию солнца и ветра.

Казахстан обладает огромным потенциалом возобновляемых источников энергии. С целью экономии топливно-энергетических ресурсов, снижения негативного влияния на окружающую среду, а также обеспечения электроэнергией регионов, требуется развитие использования возобновляемых источников энергии. Большинство территории Казахстана имеют среднегодовую скорость ветра порядка 4 м/с. Разрабатываемая нами модель ветродвигателя на основе вращающихся цилиндров переменного сечения сможет эффективно работать в условиях низких среднегодовых скоростей ветра. Для повышения эффективности работы названного ветродвигателя необходимо изучение аэродинамических характеристик элементов ветродвигателя – системы вращающихся цилиндров переменного сечения. В связи с этим, эта задача является актуальной как в научном плане, так и с точки зрения практического использования.

Первый ветродвигатель был простым устройством с вертикальной осью вращения, таким, например, как устройство, которое применялось в Персии за 200 лет до нашей эры для размала зерна. Использование такой мельницы с вертикальной осью вращения получило впоследствии повсеместное распространение в странах Ближнего Востока. Немного позднее была разработана мельница с горизонтальной осью вращения, которая состояла из десяти деревянных стоек, оснащенных поперечными парусами.

Целью данной работы является анализ полученных экспериментальных исследований аэродинамических характеристик комбинированного ветродвигателя с вертикальной осью вращения.

Методика эксперимента

Экспериментальные исследования проводились в лаборатории «Аэродинамических измерений». Макет установлен в рабочей части аэродинамической трубы Т-1-М закреплен с помощью тонких металлических растяжек к раме трехкомпонентных аэродинамических весов. Трехкомпонентные аэродинамические весы с достаточно высокой степенью точности позволяют измерять силу лобового сопротивления и подъемную силу.

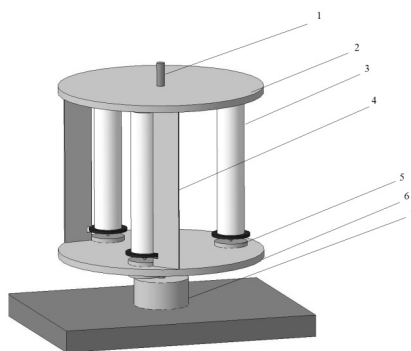
Для расчета коэффициента лобового сопротивления C_x в ходе выполнения работы использовались следующие формулы:

$$C_x = \frac{\Delta F_x}{\rho \cdot \frac{u^2}{2} \cdot S}, \text{ или } C_x = \frac{2F_x}{\rho u^2 \cdot S}$$

где C_x – коэффициент лобового сопротивления; ΔF_x – сила лобового сопротивления, [N]; ρ – плотность воздуха, [kg/m³]; u – скорость потока воздуха, [m/s]; S – площадь миделевого сечения, [m²].

Испытания проводились комбинированного ветродвигателя с вертикальной осью вращающихся цилиндров с гладкой поверхностью. Скорость воздушного потока менялся от 3 до 15 м/с, общий диаметр ветроколеса $D = 200$ мм=0,2 м, диаметр цилиндров $d=40$ мм=0,04 м, длина цилиндров 110 мм.

На рисунке 1 показана схема комбинированной ветроэнергетической установки с вертикальной осью вращения.



1 – ось вращения ветроколеса (вертикальный вал); 2 – верхний диск крепления цилиндров и неподвижной лопасти; 3 – вращающиеся цилиндры; 4 – неподвижная лопасть; 5 – привод вращения цилиндров (приводные электродвигатели); 6 – нижний диск крепления привода вращения цилиндра и неподвижной лопасти; 7 – генератор

Рисунок 1. Схема комбинированной ветроэнергетической установки с вертикальной осью вращения.

На рисунке 2 показана экспериментальная установка комбинированного ветродвигателя с вертикальной осью вращения в рабочей части аэродинамической трубы.

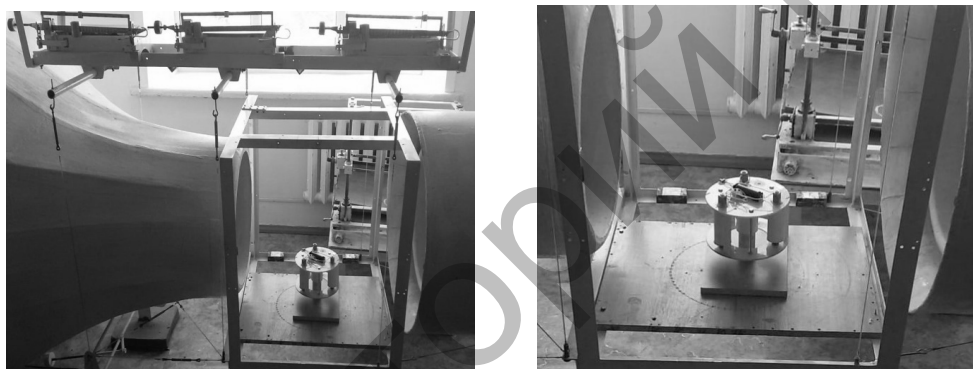


Рисунок 2. Экспериментальная установка комбинированного ветродвигателя с вертикальной осью вращения

Результаты исследования

На рисунке 3 представлен результат экспериментальных исследований, зависимость силы лобового сопротивления от скорости воздушного потока с вращением и без вращения цилиндров.

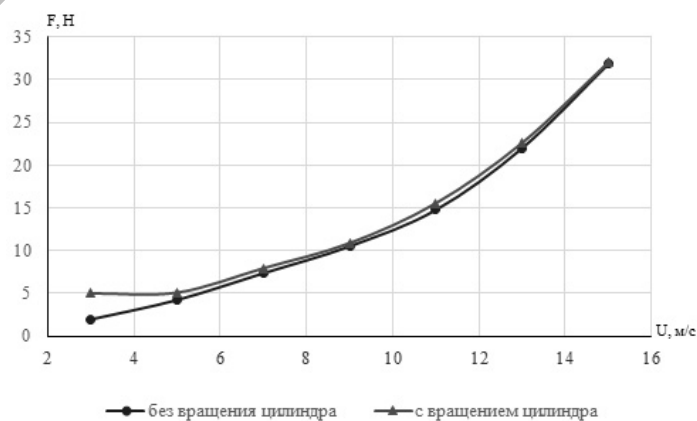


Рисунок 3. Зависимость силы лобового сопротивления от скорости воздушного потока с вертикальной осью вращения цилиндров

Из рисунка 3 видно, что с ростом количества оборотов с вращением и без вращения цилиндров силы лобового сопротивления возрастает. Этот рост тем выше, чем больше скорость набегающего потока. Доказано, что разница в силе лобового сопротивления постепенно уменьшается с увеличением скорости ветра и при скорости ветра 15 м/с она (практически) одинакова и составляет 32,02 Н.

Также было рассчитана зависимость коэффициента лобового сопротивления от числа Рейнольдса с вращением и без вращения цилиндров (рисунок 4).

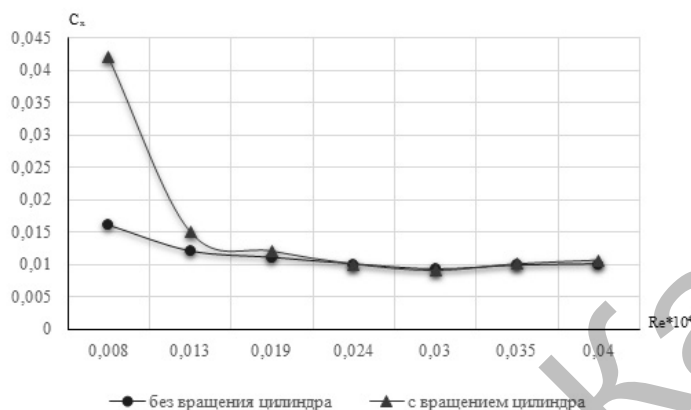


Рисунок 4. Зависимость коэффициента лобового сопротивления от числа Рейнольдса для гладкой поверхностью с вертикальной осью цилиндров

Установлено, что коэффициент лобового сопротивления с вращением цилиндра при числе Рейнольдса $Re=0,008$ составляет 0,042, а без вращения цилиндра составляет 0,015. С увеличением числа Рейнольдса коэффициент лобового сопротивления уменьшается, а при числе $Re=0,04$ остается постоянным (не меняется) и составляет 0,01 с вращением и без вращения цилиндра.

Выводы

На основе полученных экспериментальных результатов зависимости силы лобового сопротивления от скорости вращения цилиндров, приходим к выводу, что с ростом скорости потока, скорость вращения и без вращения цилиндров, возрастает сила лобового сопротивления.

Таким образом, наличие гладкой поверхности цилиндров максимально улавливая воздушный поток воздуха приводит к увеличению силы лобового сопротивления на 25–30%. Этот положительный эффект связан с дополнительной турбулизацией потока как за счет гладкой поверхности вращающегося цилиндра, так и за счет возникающей силы Магнуса.

Это явление используется нами в работе при разработке макета многолопастной комбинированной ветротурбины с силовыми элементами в виде вращающихся цилиндров постоянного сечения.

Данная работа выполнена при поддержке грантового финансирования АР05131520 «Разработка и создание опытного образца ветроэнергетической установки для альтернативного электроснабжения с применением электрогенератора отечественного производства».

Литература:

- 1 Программа по развитию электроэнергетики Республики Казахстан на 2010–2014 годы.
- 2 Национальная Программа развития ветроэнергетики в Республике Казахстан до 2015г. с перспективой до 2024г.
- 3 Tanasheva N.K., Kunakbaev T.O., Dyusembaeva A.N., Shuyushbayeva N.N., Damekova S.K. Effect of a rough surface on the aerodynamic characteristics of a two-bladed wind-powered engine with cylindrical blades. *Technical Physics*. 2017. Vol. 62, № 11. P. 1631-1633.
- 4 Tanasheva N.K., Nusupbekov B.R., Dyussembayeva A.N., Shuyushbayeva N.N. Analysis of Aerodynamic Characteristics of Two Parallel Rotating Cylinders. *Technical Physics*. – 2019. – Vol. 64. – № 7. – P. 947-949.
- 5 Tanasheva N.K., Nusupbekov B.R., Min'kov L.L., Nurgalieva Zh.G., Sadenova K.K. The study of the aerodynamic coefficients of rotating cylinders. *Bulletin of the Karaganda University. Physics Series*. – 2019. – №2(94). – P. 108-114.