

**VERTICAL-AXIAL COMPONENT WIND TURBINE WITH
A HIGH COEFFICIENT USING FOR WIND ENERGY**

Yersin Ch. Sh., *Yersina A. K., Manatbev R.K., Tulebergenov A.K. °

*Al-Farabi, Kazakh National University, Almaty

Almaty, Kazakhstan, (Almaty, avenue Al-Farabi 71 ainakul82@mail.ru)

° Kazakh State Women's Pedagogical University, Almaty

Almaty, Kazakhstan, (Almaty, Aiteke bi 99 ainakul82@mail.ru)



Abstract

The report presents the results of research and development on of promising wind units carousel type with a high ratio utilization of wind energy. This devices use a well-known invention – the wind turbine Darrieus. The rotation of the turbine is due to the action of ascensional power to aerodynamic well-streamlined symmetrical about the chordwing profiles of NASA, which are working wind turbine blades. The shaft rotation can be connected with the working blades of one of two ways: using the “swings” or the way “troposkino”. Darrieus turbine has a ratio utilization of wind energy $x_{max}=0.45$. Despite the fact that this is a good indicator of the efficiency of the turbine working, the proposed option allows us to significantly increase the value of this coefficient. The bases methodology of this research is a method of technical and technological research and development design of prospective wind energy construction (WES).

Key words: wind turbine, the blade, coefficient utilization of wind energy

1. ВВЕДЕНИЕ

В Казахском национальном университете имени аль-Фараби в течение 15-ти лет разрабатываются перспективные ветровые агрегаты с турбиной карусельного типа. Настоящий доклад посвящен изложению результатов разработки одной из конструкции высокой удельной мощности по сравнению со всеми известными.

Техническим результатом является повышенное извлечение энергии из ветрового потока при одной и той же величине ометаемой лопастями турбины площади.

Технический результат предлагаемой ветротурбины карусельного типа достигается тем, что в отличие от известного ВЭУ Дарье [1] в башне, поддерживающей ветроустановку в вертикальном положении и с помощью подшипников центрирующей вертикальный вал вращения, установлены не 1, а 2 или даже несколько соосно расположенных валов, каждый из которых соединен с единственной рабочей лопастью с помощью маха или способом тропоскино, причем валы имеют некоторую свободу подвижности в заданных пределах, ограниченных необходимостью поддержания рабочих лопастей в строго определенном положении друг относительно друга. Например, при использовании двухлопастной турбины с двумя соосными валами их махи должны лежать на одной прямой при их круговом движении (см. напр. рис. 2).

Отличительной особенностью предлагаемого устройства является использование в конструкции принципа автономности взаимодействия с ветровым потоком каждой из рабочих

лопастей турбины, связанных только со своим валом, которые передают энергию ветра разным генераторам. Увеличение эффективного коэффициента использования энергии ветра достигается суммированием энергий вращения независимо друг от друга вращающихся валов.

В практике ветроэнергетики наибольшее распространение получили пропеллерные ветротурбины. Они хорошо освоены производством и выпускаются во многих странах. Эти ВЭУ могут быть мало- или многолопастными в зависимости от назначения ветрового агрегата. Многолопастные (больше 3 - их лопастей) относительно тихоходны, но создают большой вращательный момент и используются для получения механической энергии (подъем, перекачка воды, мельничное хозяйство и пр.). Многолопастные (до 3-х лопастей) быстроходны и используются для получения электрической энергии.

2. КОНСТРУКЦИЯ И ПРИНЦИП РАБОТЫ ВЕРТИКАЛЬНО-ОСЕВОЙ СОСТАВНОЙ ВЕТРОТУРБИНЫ

В Германии изготовлена одна из оригинальных моделей ВЭУ пропеллерного типа, известная под названием «Моноптерос» («Однокрыл»), имеет одно крыло (см. рис. 1), которая передает энергию вращения горизонтальному валу, соединенному с генератором. Такое конструктивное решение подсказало конструкцию (см. рис.2), в которой каждый из коаксиально расположенных автономно работающих валов приводится во вращение за счет действия энергии ветра на единственную рабочую лопасть независимо от того Н-ротор или тропоскино.



Рисунок 1. Однолопастная

Известно, что ветротурбина Дарье с наветренной стороны (со стороны набегающего на турбину не возмущенного ветрового потока) снимает около 58% энергии ветра, с подветренной – остальные 42% [1]. Поэтому каждая, например, из трех лопастей со стороны свежего ветра снимает свою порцию его энергии. Но у турбины Дарье крутящий момент связан с парой сил, действующих на две противоположно расположенных лопастей. В нашем же случае работает одна лопасть со своим валом и электрогенератором. Поэтому возможный крутящий момент, создаваемый одной лопастью будет в 2 раза меньше, т.е. обходя наветренную сторону снимет из ветра энергию не 60%, а только 30%, но суммарно 3 вала могут извлечь до 90% энергии (что-то еще добавится и с подветренной стороны). Надо иметь в виду, что ветротурбина Дарье при средней скорости ветра при 7 м/с имеет до 90 об/мин. Поэтому инерционная сила достаточно велика, чтобы угловая скорость при движении лопасти по кругу не «прыгала».

Ввиду того, что угловые скорости вращения соосных валов (4а, 4б) одинаковы, основную нагрузку несут подшипники (5а), расположенные между неподвижной башней (3) и внешним валом (4а) турбины. Подшипники (5б), обеспечивающие свободу подвижности валов (4а, 4б) относительно друг друга, практически «не работают». В результате, момент сил, действующий на внешний вал (4а), снижается за счет трения быстро вращающихся подшипников (5а), тогда как такой же момент сил, действующий на внутренний вал, никаких потерь не несет. Это ведет к опережению скорости вращения центрального вала (4б) и отставанию внешнего (4а). Поэтому через некоторое время рабочие лопасти обеих валов могут сомкнуться, и вращаться как одно целое. Чтобы этого не происходило достаточно простого приспособления. На рис. 2а. крупным планом показано его конструктивное решение. Центральный вал (4б) из сплошного материала имеет один или несколько пальцев (6) (см. рис.2а.), находящихся от подшипников на некотором удалении. Пальцы установлены перпендикулярно к оси вращения валов, и их свободные концы проходят через отверстия (7), имеющиеся на внешнем валу (4а). Диаметры отверстий (7) несколько больше диаметра пальцев (6), что позволяет при крутильном движении центрального вала (4б) и неподвижном внешнем (4а) (и наоборот) пальцам свободно смещаться

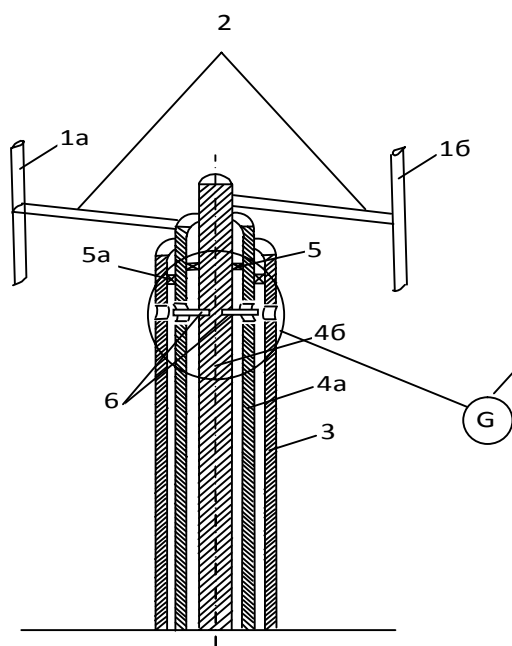


Рисунок 2.

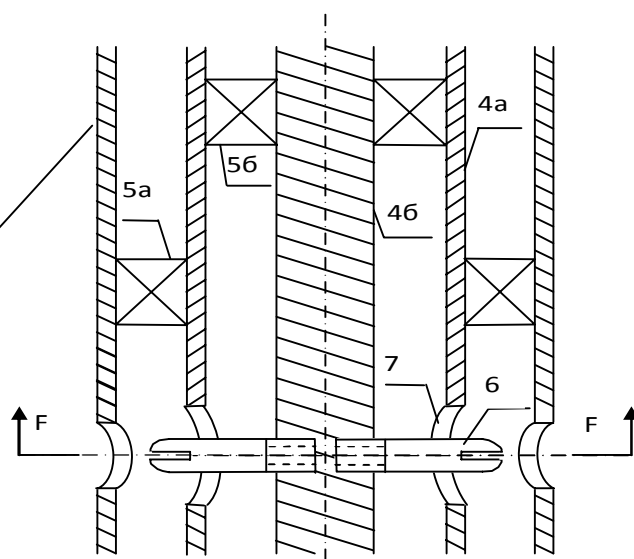


Рисунок 2а.

Конструкция двухлопастной вертикально – осевой составной ветротурбины с вертикальной осью вращения. 1а, 1б – лопасти, 2 – махи, 3- неподвижная башня, 4а - подвижный внешний вал, 4б- подвижный центральный вал, 5а – подшипник между неподвижной башней и внешним валом (4а) турбины. 5б – подшипник между внешним валом (4а) и центральным валом (4б) турбины, 6-

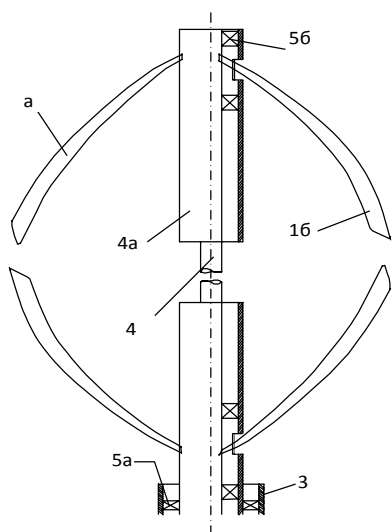
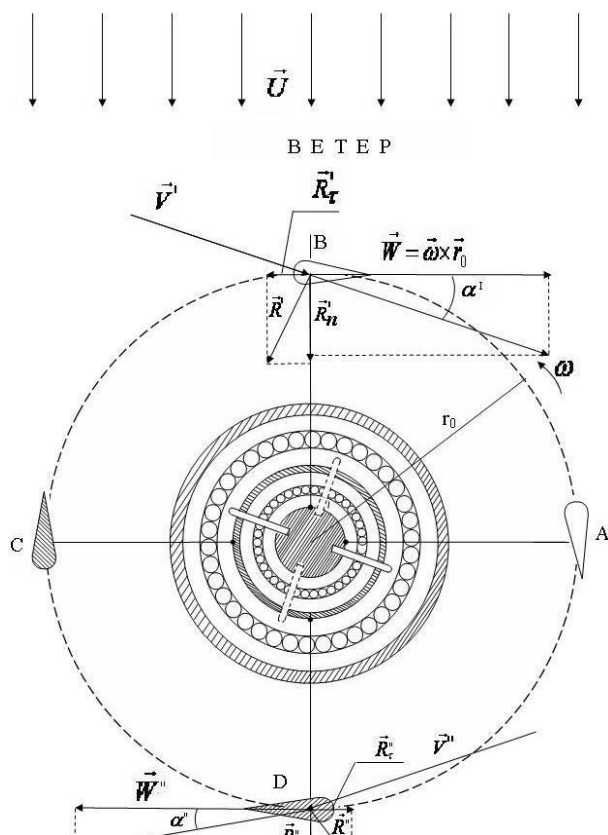


Рисунок 2б.

подветренной стороне турбины от точки С до точки А, где энергия ветра уже несколько ослаблена. В результате, первая лопасть движется более ускоренно и пальцы, прикрепленные к центральному валу (4а) и имеющие относительную свободу перемещения в пределах отверстий (7), будут прижаты к бортику этих отверстий в направлении вращения турбины, передавая



от одного бортика отверстий (7) к другому. На рис.3. по разрезу FF (рис. 2а) схематично показаны два момента, когда лопасти валов находятся в точках А и С, и их линейные скорости ($\vec{W}$) и скорость ветра ($\vec{U}$) коллинеарны, т.е. угол атаки $\alpha=0$ и действие подъемной силы на крыло отсутствует. Лопасти в этот момент проходят точки А и С по инерции. По мере продвижения заштрихованной лопасти, связанной с внешним валом (4а) от точки С к точке Д, а второй (незаштрихованной), связанной с центральным валом – от точки А к точке В их вращательные моменты нарастают и в точках В и Д достигают максимальных значений. Однако, та лопасть, которая движется по дуге от А до С, проходит по наветренной стороне вращающейся турбины и снимает энергию с невозмущенного свежего ветра. Поэтому имеет несколько более высокий вращательный момент по сравнению с другой лопастью, движущейся по дуге от С до точки А, где энергия ветра уже несколько ослаблена. В результате, первая лопасть движется более ускоренно и пальцы, прикрепленные к центральному валу (4а) и имеющие относительную свободу перемещения в пределах отверстий (7), будут прижаты к бортику этих отверстий в направлении вращения турбины, передавая часть своего вращательного момента внешнему валу (4а). Затем, они (лопасти) поменяются местами и теперь внешний вал (4а) получит преимущество, что заставит отверстия (7) прижаться своим противоположным бортиком к пальцам (6) центрального вала и увлекать его за собой. Соотношения диаметров отверстий (7) и пальцев (6) подбираются так, чтобы перемещения последних давали от их нейтрального положения отклонения не более $\pm 5^\circ$.

Предлагаемый вариант ВЭУ позволит уменьшить размеры ометаемой площади не снижая при этом установленной мощности ВЭУ.

Если обратится к рис.4, где приведены данные, показывающие зависимость извлекаемой энергии ветра различных ВЭУ [2], то можно заметить, что чем меньше у ветроколеса лопастей (сравните кривые 1,2,3 на рис.4), тем выше значение коэффициента

Рисунок 3.

извлечения энергии ветра ξ и кривые в зависимости $\xi(\chi)$ смещаются в сторону возрастания степени быстроходности χ турбины, т.е. происходит более быстрое вращение, а значит и вырабатываемая электрическим генератором энергия. Это объясняется тем, что с возрастанием количества лопастей у вращающейся турбины растет и степень загромождения на пути ветрового потока. Ветер начинает обтекать препятствие, которое возбуждает возмущения давления, распространяющихся от источника возмущения давления со скоростью звука, в том числе и навстречу ветровому потоку. Тем самым сигнализируя о наличии препятствия и величины его возмущающего сопротивления. В результате истинная (индуктивная) скорость потока, непосредственно действующая на рабочие лопасти, будут снижаться или расти в зависимости от количества лопастей и скорости вращения турбины. Замена вала вращения на 2 или даже 3 концентрично расположенных цилиндрических валов, каждый из которых имеет только одну лопасть и соединен со своим электрогенератором, т.е., если 3 концентричных вала, то такой ветровой агрегат должен иметь 3 генератора (см. рис. 5), если два вала – соответственно 2 генератора. Энергия, вырабатываемая электрогенераторами суммируется. Валы отделены друг от друга подшипниками 5 (см. рис.2 и 3).

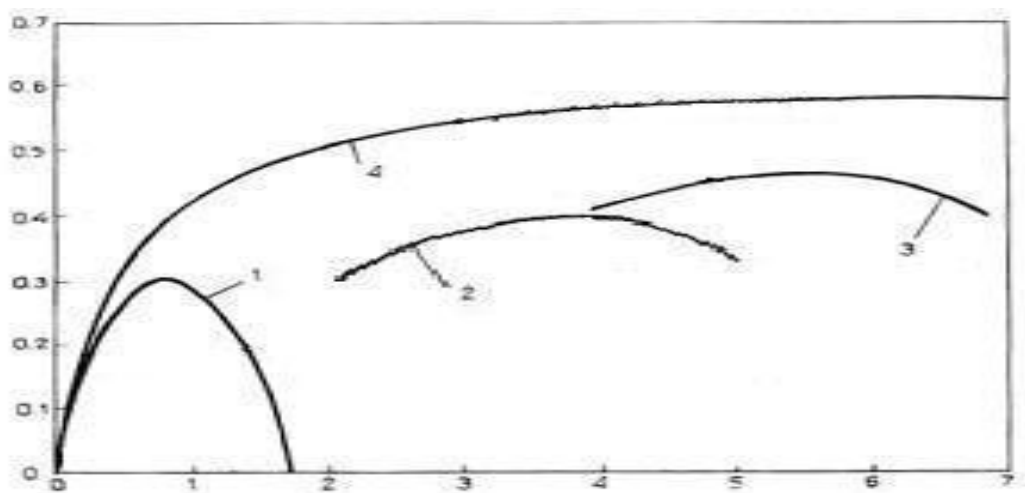


Рисунок 4. Зависимости коэффициента использования энергии ветра ξ для различных типов и конструкций ветровых турбин от степени их быстроходности χ

1 – многолопастное американское ветроколесо, 2 – трехлопастное ветроколесо, 3 – быстроходное двухлопастное ветроколесо, 4 – идеальное крыльчатое ветроколесо

По-видимому, наиболее эффективным будет двухлопастной ветровой агрегат, валы вращения которого соединены с двухконтурным электрогенератором, позволяющий вращаться и ротору и статору в разные стороны. Во-первых, такой аппарат будет компактным с одним генератором, мощность которого удвоится. Во-вторых, уменьшится загромождения на пути ветрового потока по сравнению с трехлопастным ВЭУ. Соответственно, возрастут коэффициент извлечения энергии ветра ξ и скорость вращения турбины – быстроходность. Все это приведет к экономичности машины.

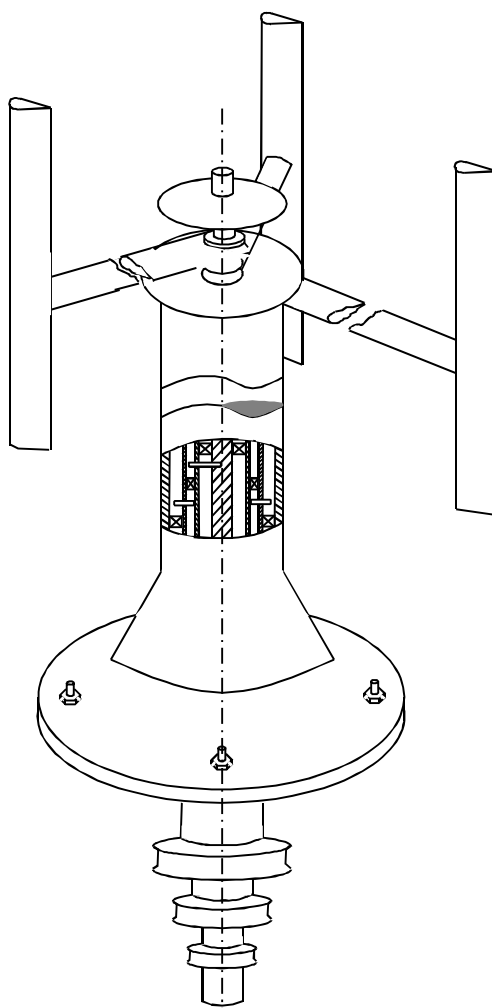


Рисунок 5.Трехлопастные вертикально-осевая составная ветротурбина.

Список Литературы

1. Ершина А. К., Ершин Ш. А., Жапбасбаев У. К. Основы теории ветровые турбины Дарье. - Алматы, 2001. - 104 с.
2. Безруких П.П. Использование энергии ветра. – Москва, 2008. – 196 с.