

«Сейфуллин окулары-14: Жастар, ғылым, инновациялар: цифрландыру – жаңа даму кезеңі» атты Республикалық ғылыми-теориялық = **Материалы Республиканской научно-теоретической конференции «Сейфуллинские чтения-14: Молодежь, наука, инновации: цифровизация – новый этап развития».** - 2018. - Т.1, Ч.3 – С. 157-160

ИССЛЕДОВАНИЯ ЛОПАСТЕЙ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ С КОНЦЕНТРАТОРОМ ПОТОКА

Харжау Е.

Современные ветродвигатели довольно просты в обслуживании. Они могут быть установлены в любых отдаленных районах, куда трудно доставить топливо или другие источники энергии. Дальнейшее развитие ветроэнергетики невозможно без широкого развития научных исследований в данном направлении.

Вплоть до конца XIX века исследования Д. Бернулли, Л. Эйлера, Даламбера и других известных ученых не выходили за рамки общего рассмотрения течения воздуха в окрестности ветроколеса. Первые попытки аналитического описания течения, близкого по характеру к тому, которое реализуется при обтекании лопасти ветроколеса, были связаны с исследованиями гребного винта [1].

В последней четверти двадцатого столетия вопросы аэродинамики ветродвигателей были обобщены и изложены в ряде публикаций [2, 3]. Устаревшая инфраструктура производства энергии в Казахстане и срочная необходимость в ее замене для поддержания приемлемых уровней качества и надежности снабжения электроэнергией является возможностью для использования ветровой энергии [4]. В настоящее время Казахстан является одним из крупнейших источников выбросов углерода в мире на душу населения. Имеется сильная зависимость (приблизительно 85 %) от производства электроэнергии с использованием угля. Переход на умеренное использование угля при производстве электроэнергии является стимулом для развития ветровой энергии. Очень низкая интенсивность углерода от ветростанций привлекает инвесторов, поскольку развивающиеся финансовые механизмы по изменению климата позволяют сделать такие проекты коммерчески осуществимыми [5].

Известная конструкция ветровой электрической станции (ВЭС) состоит из концентратора потока воздуха в виде шатра с вытяжной трубой и конусом с вогнутой поверхностью, ветроколеса, генератора и аккумулятора [6].

Конус и шатер соединены между собой вертикальными перегородками, которые образуют сужающиеся воздушные каналы, широкая часть для входа потока воздуха, а узкая - для подачи ускоренного потока в вертикальную вытяжную трубу, в которой установлены ветроколеса на вертикальных валах. К недостаткам ВЭС относится низкая эффективность, концентрации потока не происходит по рабочей поверхности лопасти ветроколеса, что приводит к

значительному снижению КПД двигателя и ресурсов времени эксплуатации узлов механизма.

Конструкция вихревой ВЭС (рисунок 1) имеет тепловую составляющую, т.е. поток предварительно нагревается и подается под купол. Градиент температуры производит движение воздуха, который приводит в движение лопасти генераторов[7].

На вертикальном валу генератора внутри трубы закреплены ветровые колеса с лопастями. Для завихрения воздушного потока в нижней части трубы имеются вертикальные прорезы с направляющими лопатками.

Недостатками обеих конструкции являются: низкий к. п. д. из-за неэффективной концентрации потока и его воздействие на обратный ход лопасти, низкая надежность, наличие системы подогрева воздуха, необходимость дополнительных заслонок для разворота струи воздуха.

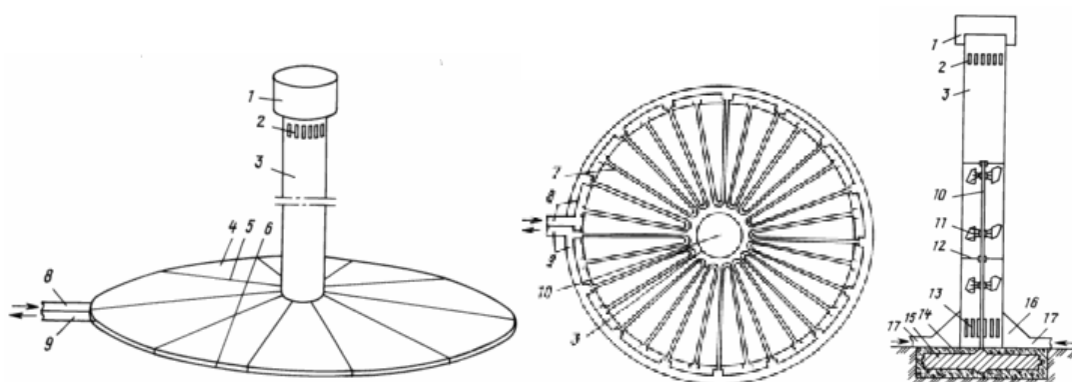


Рисунок 1 – Тепловая ВВЭС (Патент Российской Федерации RU2070660).

Ветровые генераторы с вертикальной осью вращения имеют важные преимущества перед ветровыми генераторами с горизонтальным расположением оси. Для них отпадает необходимость в устройствах для ориентации на ветер, упрощается конструкция и уменьшаются гироскопические нагрузки, вызывающие дополнительные напряжения в лопастях, системе передач и прочих элементах установок с горизонтальной осью вращения.

Принципиальными недостатками таких установок являются:

- а) гораздо большая подверженность их усталостным разрушениям из-за более часто возникающих в них автоколебательных процессов;
- б) пульсация крутящего момента, приводящая к нежелательным пульсациям выходных параметров генератора
- в) проблемы гибкого вала.

Из-за этого подавляющее большинство ветровых электрических генераторов выполнено по горизонтально-осевой схеме, однако исследования различных типов вертикально-осевых установок продолжаются.

Мощность ветровой энергетической установки зависит от эффективности использования энергии воздушного потока. Одним из способов ее повышения является использование специальных концентраторов (усилителей) воздушного потока. Для горизонтально-осевых ветровых электрических генераторов разработаны или предложены различные варианты таких концентраторов. Это могут быть диффузоры или конфузоры (дефлекторы), направляющие воздушный поток с площади, большей сметаемой площади ротора, на ветровое колесо, и некоторые другие устройства. Широкого распространения в промышленных установках концентраторы пока не получили.

Дело в том, что на практике эффективность конфузора оказывается меньше ожидаемой. Больше чем на 20 - 30 % скорость ветра увеличить практически невозможно, так как при больших значениях скорости воздушного потока в конфузоре образуются воздушные вихри, препятствующие прохождению воздуха.

Разработаны также устройства для преобразования энергии ветра в электрическую энергию без применения движущихся частей. К ним относится, например, устройство, в котором для выработки электрической энергии на основе термоэлектрического эффекта Томсона применяется процесс охлаждения веществ в ветровом потоке.

В случае вихревой ветровой турбины воздух вследствие сжатия в конфузорах нагревается и тем самым создает дополнительную разность для усиления скорости исходящих из верхней части трубы газов.

Для решения вышеназванных проблем была разработана вихревая ветротурбина [8], которая показана на рисунке 2.

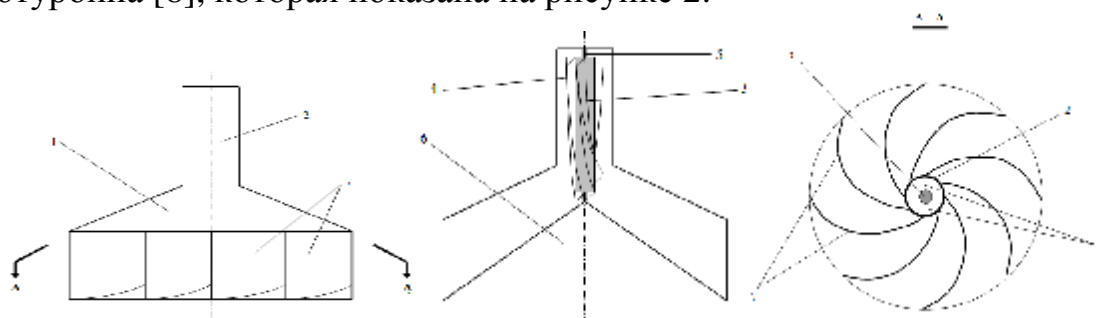


Рисунок 2 – Вихревая ветростанция.

В предлагаемом решении внутри концентратора между шатром и конусом установлены криволинейные направляющие стенки, образующие криволинейные воздушные каналы, криволинейные лопасти закреплены на оси генератора. Криволинейность поверхностей направляющих стенок и лопастей ветрового колеса задана логарифмической зависимостью.

Воздушный поток, попадая в концентратор, нагревается и движется по криволинейному каналу к вытяжной трубе. Сужение канала позволяет увеличить скорость потока и тангенциально направить его к вытяжной трубе. Выход каждого канала направлен только на одну криволинейную лопасть,

т.е. действие потока направлено таким образом, чтобы исключить его воздействие на обратный ход лопастей.

Технический результат достигается тем, что предлагаемое устройство так же, как известное, включает концентратор потока воздуха в виде шатра с вытяжной трубой и конуса с вогнутой поверхностью, ветроколесо, генератор.

Однако, в отличие от известного устройства, внутри концентратора между шатром и конусом установлены криволинейные направляющие стенки, образующие криволинейные воздушные каналы, генератор расположен внутри по центру ветрового колеса, криволинейные лопасти закреплены на поверхности генератора. Криволинейность направляющих стенок и лопастей ветрового колеса задана логарифмической зависимостью.

По центру шатра установлена вытяжная труба. Внутри трубы размещается ветроколесо в виде генератора, на внешней стороне которого жестко закреплены криволинейные лопасти. Вал генератора неподвижно закреплен по центру конуса и в верхней части трубы. В концентраторе потока между шатром и конусом расположены криволинейные направляющие стенки, которые образуют криволинейные сужающиеся воздушные каналы, обеспечивающие тангенциальный подвод воздушного потока в вытяжную трубу. Наружные поверхности шатра и вытяжной трубы окрашены в черный цвет. Кривизна направляющих стенок и лопастей, задана логарифмической зависимостью.

Благодаря направлению оси вращения вдоль потока лопасти не испытывают лобового удара воздушным потоком и консольного напряжения, даже в случае неравномерного подхода воздушного потока к входным отверстиям каналов концентратора и при изменении его направления. Лопасти, вращаясь, передают крутящий момент генератору, который преобразует механическую энергию вращения в электрическую. Поток воздуха, попадая в концентратор, нагревается и движется по спирали к центру. Спиральное движение воздуха обусловлено направляющими стенками и конфигурацией лопастей. Направление угловой скорости вихря зависит от кривизны стенок. С увеличением радиуса концентратора возрастает мощность агрегата.

Предлагаемую конструкцию можно установить не только на суше, но и на поверхности моря или океана. Эффективность данной конструкции проявляется особенно для удаленных мест, где невозможно подача электроэнергии обычным способом. Предлагаемое решение позволяет увеличить мощность агрегата за счет устранения воздействия сил сопротивления и установлением лопастей на внешней стороне генератора. При этом повышается надежность работы агрегата, ее эксплуатационные характеристики.

К дополнительным преимуществам данной конструкции можно отнести: отсутствие вибрации лопастей, устранение ударного воздействия на них воздушным потоком.

Использование предлагаемого ветроагрегата обеспечивает достижение технического результата: воздух, попадая в концентратор, нагревается и с

помощью криволинейных направляющих стенок получает вращательное движение. Повышение температуры и уменьшение живого сечения потока также способствуют его стабильному ускоренному вращательному движению. Вихревое движение воздуха приводит к вращению лопастей и самого генератора, при этом лопасти на обратном ходе не испытывают сил сопротивления. Криволинейные лопасти обеспечивают плавное обтекание потоком, воспринимают его воздействие, придают вращение генератору. Консольной нагрузки на лопасти не возникает, а увеличение его длины не вызывает роста ударного воздействия потока, как в случае прототипа, и, соответственно, отсутствует момент напряжения в местах крепления лопастей с генератором. Так как нет консольного напряжения, то толщина лопастей может быть очень малой величины, что снизит материалоемкость конструкции. Применение предлагаемой конструкции улучшает условия работы лопастей, снижает усталостное напряжение и повышает надежность его работы. Лопасти закреплены на внешней стороне генератора и энергия вращения передается ему без дополнительных механизмов. Все это упрощает конструкцию, обеспечивает быстрый монтаж или демонтаж агрегата, визуальный осмотр и устранение неполадок при его эксплуатации.

Список литературы

1. Абрамович Г.Н. Теория турбулентных струй. 1960. – М. – Л.: Физматгиз,– 716 с.
2. Ярас Л., Хоффман Л., Ярас А., Обермайер Г. Энергия ветра Пер. с англ.; Под ред.Я.И. Шефтера. — М.: Мир, 1982,— 256 с.
3. WilsonR.E. Windturbineaerodynamics// J. ofInd. Aerod.1980,Vol.5.-P.357 – 372.
4. Современное состояние и перспективы развития ветроэнергетики. 2000. – М.: АО «Информэнерго»,– 157с.
5. Перминов Э.М. Развитие ветроэнергетики в европейских странах //Энергетик. 2004. – С.30.
6. Ефимов Г.И., Абдурашитов Ш.Р. Патент RU2062353 «Ветроэлектростанция». Опубл. 20.06.1996.
7. .Liu, XM (Liu, Xingmou); Yang, YM (Yang, Yongming) ; Huang, YC (Huang, Yichen) ; Jadoon, A (Jadoon, Ammad), Vibration characteristic investigation on distribution transformer influenced by DC magnetic bias based on motion transmission model, INTERNATIONAL JOURNAL OF ELECTRICAL POWER & ENERGY SYSTEMS, JUN 2018, 389-398 p.
8. Кошумбаев М.Б. Предварительный патент РК № 20243 «Ветроагрегат», опубл. в бюл. № 11, 17.11.2008.