

Мобильная ветротурбина для сейсмически активных регионов

Толибжон Мамасолиевич Сабиржанов
talibjan1956@mail.ru
Ферганский политехнический институт

Аннотация: В работе описывается конструкция Ветротурбины с вертикальной осью вращения, для преобразования энергии ветра в механическую энергию, принципиально отличающейся от традиционных винтовых конструкций. Данная конструкция предназначена для регионов, где наиболее часто наблюдается землетрясение.

Ключевые слова: ветротурбина, ветроэнергетика, возобновляемые источники энергии, альтернативные источники энергии, автономные источники энергии, экологически чистые источники энергии.

Mobile wind turbine for seismic active regions

Talibjon Mamasoliyevich Sabirjanov
talibjan1956@mail.ru
Fergana Polytechnic Institute

Abstract: In work design wind the turbine with a vertical axis of rotation, for transformation of a wind power in mechanical energy, essentially to differ from traditional screw designs is described. The given design is intended for regions where earthquake most is frequently observed.

Keywords: wind turbine, wind power, renewable energy sources, alternative energy sources, autonomous energy sources, environmentally friendly energy sources.

Применение установок и аппаратов, использующих возобновляющиеся и другие новые источники энергии, сейчас приобретает особенно важное значение в связи с проблемами, вызванными так называемым энергетическим кризисом, дефицитом углеводородного топлива, задачами по его экономии и ухудшением экологии.

Центральная Азия относится к регионам, где имеются благоприятные условия для использования энергии ветра. Республики расположенные в этом

регионе располагают огромными, практически неисчерпаемыми запасами ветроэнергии.

Особую важность этой проблемы, т.е. преобразование энергии ветра в механическую или электрическую энергии, направлено прежде всего на улучшение энергоснабжения относительно небольших рассредоточенных объектов, расположенных в зонах с малой плотностью населения, удаленных от крупных электрических сетей, нефти и газопроводов.

В то же время использование автономных источников электроэнергии крайне необходимо в пастбищах и труднодоступных пересеченных местностях, куда доставка энергоносителей затруднительна. Но, тем не менее, ветроэнергетические установки в этих регионах практически не используются, по нашему мнению наиболее значимой причиной является сейсмическая опасность региона, так как существующие серийно выпускаемые ветро агрегаты не рассчитаны на сейсмические колебания, т.е. они могут разрушаться от воздействия подземных толчков.

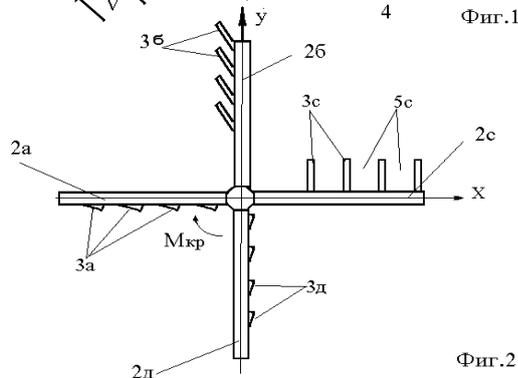
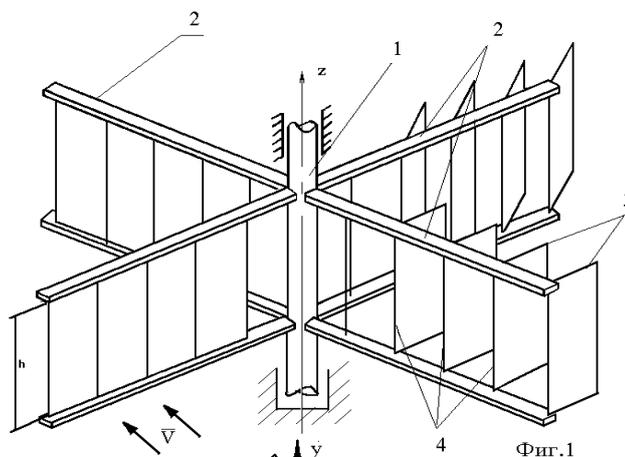
В этих регионах, ветер часто изменяет свое направление, и существующие конструкции пропеллерного типа необходимо снабдить дополнительными устройствами (электрическими серводвигателями) для автоматической само ориентации пропеллера против потока ветра.

С другой стороны, оси вращения этих пропеллеров расположены в горизонтальной плоскости, что вызывает определенные трудности при передаче крутящего момента вниз. Поэтому электрогенератор и редуктор, соединяющий его с ветроколесом располагают обычно на верху опорной башни. Вследствие этого центр тяжести всей конструкции переместится наверх, что нежелательно для сейсмических регионов, к числу которых относятся Центральная Азия.

Ветроэлектрогенераторы с вертикальной осью вращения вследствие своей геометрии при любом направлении ветра всегда находятся в рабочем положении, при этом только за счет удлинения вала ротора можно установить редуктор с генератором внизу башни.

К наиболее распространенным ветроэлектрогенераторам с вертикальной осью вращения относятся Ротор Савониуса, Ротор Дарье, Ротор Масгрува, Ротор Эванса. Но все они обладают следующими двумя принципиальными недостатками: во-первых они подвергаются большим усталостным разрушениям из-за более часто возникающих автоколебательных процессах, во-вторых за счет пульсации крутящего момента появляются нежелательные процессы в электрогенераторах.

Учитывая вышеизложенное, нами предложена новая конструкция ротора ветротурбины [1] с вертикальной осью вращения (фиг.1), существенно отличающаяся от традиционных ветроагрегатов.



Ротор ветротурбины включает установленный в опорах вертикальный вал 1, на концах которого горизонтально закреплены каркасы 2 с плоскими вертикальными лопастями, причем лопасти выполнены в виде нескольких мини лопастей 3, с вертикальными мини осями вращения 4, шарнирно закрепленными на кромках каркасов 2. Ширина мини лопастей 3 выполнена несколько большей, чем расстояния между мини осями их вращения 4. В их открытых положениях между ними имеются щели-5, для свободного прохода потока ветра.

Стрелкой - V указано направление ветра; $M_{кр}$ - направление крутящего момента ротора; φ - угол поворота ротора; Oz , Oy и Ox - направление декартовых осей координат.

Ротор ветротурбины работает следующим образом:

В статическом положении мини лопасти-3 закрыты и расположены вдоль каркасов-2, причем свободные концы мини лопастей свободно опираются на соседние мини оси-4. Под действием давления потока ветра, направленного перпендикулярно оси Ox и параллельно оси Oy (фиг.2), мини лопасти-3с на каркасах-2с открываются и принимают флюгерные положения, образуя щели-5с между мини лопастями, а на каркасах-2а мини лопасти остаются закрытыми и образуют стену против направления потока ветра.

Мини лопасти 3б и 3д, расположенные на каркасах 2б и 2д, (по направлению ветра), находятся во флюгерных положениях. Вследствие этого на каркасах создается крутящий момент $M_{кр}$, вызывающий вращение ротора ветротурбины вокруг вертикальной оси 1, с некоторой угловой скоростью ω .

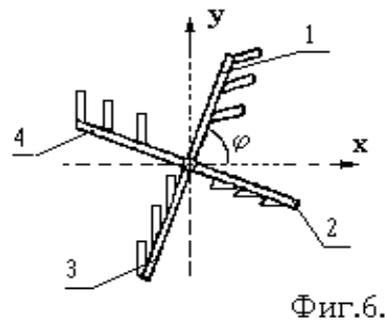
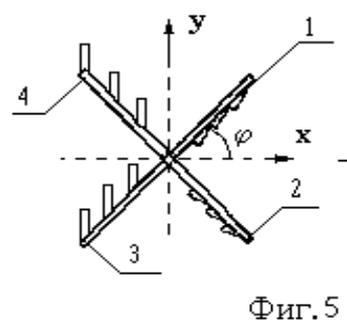
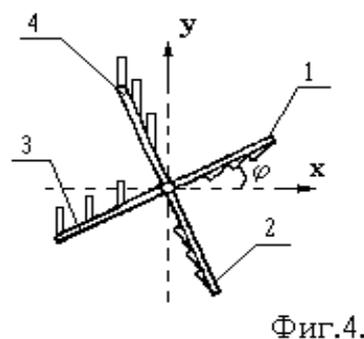
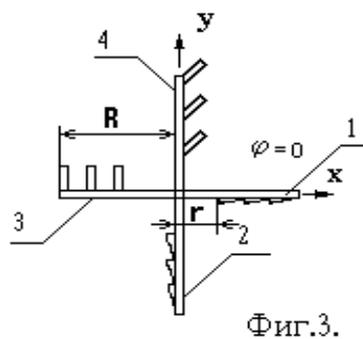
Одним из наиболее важных параметров всякой ветротурбины является крутящий момент, возникающий от давления потока ветра, передаваемого на главный вал.

Предполагая что лопасти неподвижны вычислим максимальные значения крутящего момента $M_{кр}$. Для примера возьмем четырехлопастную конструкцию, в таком случае график крутящего момента будет изменяться с периодом 90 градусов, меняясь от своего минимума до максимума и наоборот.

Хотя период изменения крутящего момента равен 90 градусам, но внутри этого периода ее значение будет изменяться по разному, в зависимости от того, сколько лопастей одновременно будут участвовать при создании крутящего момента.

На фиг.3 (вид в плане) изображена четырехлопастная конструкция ротора ветротурбины, в этом положении, т. е. когда $\varphi=0$, в работе участвует только лопасть 1, а затем после того, как угол φ будет расти от 0 до $\arctg(r/R)$, одновременно будут работать первая и вторая лопасти (см. фиг.4).

Затем (фиг.5) в промежутке, когда $\arctg(r/R) < \varphi < \pi/4$ вторая лопасть начинает частично заслонять первую лопасть от потока ветра, а при $\pi/4 < \varphi < \pi/2$ она полностью перекроет ее (фиг.6).



Ниже приводим полученные нами формулы для определения модуля крутящего момента в каждой зоне, принимая следующие обозначения:

V - скорость ветра,

ρ - плотность воздуха,

R - длина одной лопасти,

r - щель, расстояние от главного вала до первой мини оси,

h - высота одной лопасти.

1 - зона, когда $0 < \varphi \leq \arctg(r/R)$

$$M_{кр} = \frac{\rho h V^2}{4} \cdot (R^2 - r^2)$$

2 - зона, когда $\arctg(r/R) < \varphi \leq \pi/4$

$$M_{кр} = \frac{\rho h V^2}{4} \cdot ((R^2 - r^2) \cdot \sin^2 \varphi + R^2 \cdot \cos 2\varphi)$$

3 - зона, когда $\pi/4 < \varphi \leq \pi/2$

$$M_{кр} = \frac{\rho h V^2}{4} (R^2 - r^2) \sin^2 \varphi$$

Вычисленный и построенный график зависимости крутящего момента от угла поворота ротора при постоянном значении скорости ветра оказался слишком нелинейным, при этом перепад значений от минимума до максимума оказался в пределах 50 процентов, что нежелательно для работы электрогенератора.

Поэтому с целью сглаживания графика крутящего момента предложили двухъярусную конструкцию, сущность которой заключается в следующем: берем восемь вертикальных лопастей и на главный вал ротора ветротурбины сначала закрепляем четыре вертикальные лопасти, как показано на фиг. 3, затем на тот же вал повыше первых закрепляем еще четыре другие лопасти, при этом угол между плоскостями первых четырех лопастей и второй четверки составляет 45 градусов, т. е. они сдвинуты по фазе на 45 градусов.

В таком расположении восьми лопастей, за счет того что, когда крутящий момент, передаваемый от первого яруса ротора достигает своего максимума, крутящий момент от второго яруса уменьшится до своего минимума, и график изменения суммарного крутящего момента на главном валу существенно сглаживается. Таким образом, при суммировании крутящих моментов от обоих ярусов получим более пологий график.

Что касается периода изменения крутящего момента при двухъярусной конструкции, то он будет равным 45 градусам, но внутри него теперь имеются две зоны с различной формулой для определения крутящего момента.

1 - зона, когда $0 < \varphi \leq \arctg(r/R)$

$$M_{кр} = \frac{\rho h V^2}{2} \cdot (R^2 - r^2) \cdot (1 + \sin^2(\varphi + \frac{\pi}{4}))$$

2 - зона, когда $\arctg(r/R) < \varphi \leq \pi/4$,

$$M_{кр} = \frac{\rho h V^2}{2} \cdot ((R^2 - r^2) \cdot (\sin^2 \varphi + \sin^2(\varphi + \frac{\pi}{4})) + R^2 \cdot \cos 2\varphi)$$

Предлагаемая конструкция обладает следующими преимуществами по сравнению с другими конструкциями такими параметрами как, низкой себестоимостью, простотой конструкции, независимостью его работы от частых изменений направления потока ветра и не требует запуска т.е. она всегда самозапускается.

В связи с тем что такая конструкция ранее не существовало то нами была построена математическая модель её работы. которая охватывает следующие задачи: определение момента инерции конструкции, определение оптимального количества лопастей и мини лопастей, определение работы силы потока ветра и крутящего момента в зависимости от угла поворота лопастей, составлено дифференциальное уравнение Лагранжа 2-го рода для исследования режимов работы конструкции.

На основе проведенных теоретических исследований и лабораторных экспериментов, авторы пришли к выводу что данная предлагаемая новая конструкция ротора ветротурбины, является наиболее перспективной для сейсмоопасных регионов к которым относится Центральная Азия. При наличии инвестиций можно в кратчайший срок изготовить экспериментальный образец конструкции и провести натурные полевые испытания, и затем начать серийное изготовление на заводах Республики Узбекистан.

Таким образом, можно предположить, что предлагаемая нами новая конструкция ротора ветротурбины с вертикальной осью вращения поможет решению проблемы превращения энергии ветра в механическую энергию.

Использованная литература

1. С.И.Исмаилов, У.Дехканов, Патент, «Ротор-ветродвигателя, Фергана – 01», рег.№2186, приоритет от 04.03.93 г.
2. С.И.Исмаилов, Т.М. Сабиржанов, Определение оптимального количества вертикальных лопастей ветродвигателя. Материалы международной конференции "Нетрадиционные методы техники и технологии", г.Фергана, 21-24 мая 2017 г.
3. Мирсаидов М.М., Собиржонов Т.М. Назарий механика (математик дастурлаштириш асослари билан). Фарғона, “Классик”, 2020.

4. Mirsaidov, M., Abdikarimov, R., Khudainazarov, S., & Sabirjanov, T. (2020). Damping of high-rise structure vibrations with viscoelastic dynamic dampers. In E3S Web of Conferences (Vol. 224, p. 02020). EDP Sciences.

5. Khudainazarov, S., Sabirjanov, T., & Ishmatov, A. (2019, December). Assessment of dynamic characteristics of high-rise structures taking into account dissipative properties of the material. In Journal of Physics: Conference Series (Vol. 1425, No. 1, p. 012009). IOP Publishing.

6. Khudainazarov, S., Donayev, B., Sabirjanov, T., & Qosimov, J. (2021). Dynamics of high-rise structures taking into account the viscoelastic properties of the material. In E3S Web of Conferences (Vol. 304, p. 02004). EDP Sciences.

7. Djalilov, M. L., & Sabirjanov, T. M. (2022). ANALYSIS OF THE GENERAL EQUATIONS OF THE TRANSVERSE VIBRATION OF A PIECEWISE HOMOGENEOUS VISCOELASTIC PLATE. American Journal Of Applied Science And Technology, 2(04), 18-28.

8. Abduqodirov, N. S. O. G. L., Oqyo, K. R. O. G. L., Omonov, A. A. O. G. L., & Raimjonov, Q. R. O. (2021). XOM PAXTANI QURITISH VA TOZALASH UCHUN REGRESSIYA MODELINI QURISH. Scientific progress, 2(1), 687-693.

9. Abducodirov, N., & Okyulov, K. (2021). Improvement of drum dryer design. Экономика и социум, (4-1), 13-16.

10. Abduqodirov, N. S. O., Oqyolov, K. R. O., Jalilova, G. X. Q., & Nishonova, G. G. (2021). CAUSES AND EXTINGUISHING EQUIPMENT OF VIBRATIONS OCCURRED BY MACHINERY AND MECHANISMS. Scientific progress, 2(2), 950-953.

11. Oqyo, K. R. O. G. L., Abduqodirov, N. S. O. G. L., O'G'Li, A. T. L., & G'Azaloy, G. (2021). MASHINA VA MEXANIZMLARNING ISH JARAYONIDA VUJUTGA KELGAN VIBRATSIYA SABABLARI VA SO'NDIRISH QURILMALARI. Scientific progress, 2(6), 576-579.

12. Обичаев, И. В. Ў., Абдуқодиров, Н. Ш. Ў., & Оқйўлов, К. Р. Ў. (2021). КОТЕЛЬ ВА БОШҚА ОЛОВЛИ ТЕХНОЛОГИЯЛАР УЧУН НЕФТ ШЛАМЛАРНИ ТОЗА ЁҚИЛҒИ СИФАТИДА ҚЎЛЛАШ. Scientific progress, 2(6), 918-925.

13. Abduqodirov, N. S. O. G. L., Oqyo'Lov, K. R. O. G., & Jalilova, G. X. Q. (2021). PAXTA XOMASHYOSINI QURITISH VA TOZALASH. Scientific progress, 2(1), 857-861.

14. Отақулов, О. Х., & Таджибоев, Р. К. (2020). КОМПРЕССОР ВАЛЛАРИДАГИ САЛБИЙ ТИТРАШЛАРНИ БАРТАРАФ ЭТИШДА КИМЁВИЙ ТЕРМИК ИШЛОВ БЕРИБ ЦЕМЕНТИТЛАШ ЖАРАЁНИНИНГ МЕТОДОЛОГИЯСИ ВА АФЗАЛЛИКЛАРИ. In МОЛОДОЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬ: ВЫЗОВЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ (pp. 312-316).

15. Abducodirov, N. Improvement of drum dryer design / N. Abducodirov, K. Oquyulov // Экономика и социум. – 2021. – No 4-1(83). – P. 13-16.

16. Oquyulov, K. R. O. G. L., & Abduqodirov, N. S. O. G. L. (2021). KARTOSHKKA TUGANAKLARINI SARALASH MASHINALARINING SAMARADORLIK ASOSLARI. Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences, 1(10), 189-196.

17. Tolibjon Sobirjonov Mamasoliyevich, & R. o. (2020). Kinematika masalalarini matematik dasturlashtirish asosida yechish muammolari. Iqdirorli talabalar, magistrantlar, doktorantlar va mustaqil izlanuvchilar. Online Ilmiy-amaliy anjuman, 102-105

18. Abduqodirov Nurzod Shavkatjon o'g'li, & O. K. (2021). Main characteristics electric vibrators based on a linear motor with permanent magnets. Tadqiqot.uz, 112-118.

19. Камолитдин Рахмат Ўғли Окйўлов, & Нурзод Шавкатжон Ўғли Абдуқодиров (2021). ДЕТАЛЛАРНИ ЮЗАЛАРИНИ КИМЁВИЙ-ТЕРМИК ИШЛАШ УСУЛИ ОРҚАЛИ ҚАТТИҚЛИГИНИ ОШИРИШ МУАММОЛАРИ. Scientific progress, 2 (8), 237-242.

20. Umurzaqov Akramjon Hakimovich, & Oquyulov Kamoliddin Rahmat O'g'Li (2022). Kartoshka saralash mashinasidagi vibratsion ishchi yuzaning gori-zontga nisbatan maqbul qiyaligini aniqlash. Mexanika i texnologiya, 3 (8), 31-38.

21. Mamasolievich, S. T., & Yuldashaliyevich, E. A. (2022). Development of an on-Board System for Monitoring the Condition of the Road Surface. Central Asian Journal of Theoretical and Applied Science, 3(11), 189-193.