

УДК.621.3

**СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВЕТРОЭНЕРГЕТИКИ  
STATE OF THE ART WIND POWER**

А.М. Артишевский

Научный руководитель – С.В. Константинова, к.т.н., доцент  
Белорусский национальный технический университет, г. Минск

A. Artichevsky

Supervisor – S. Konstantinova, Candidate of Technical Sciences, Docent  
Belarusian national technical university, Minsk

**Аннотация:** В настоящее время ветроэнергетика получает все большее распространение. Основное внимание уделяется конструкциям установок. Непрерывно решается проблема концентрации ветровой энергии и её упорядоченности. Совершенствуются и создаются новые ветродвигатели, способные работать при всё меньших скоростях ветра

**Abstract:** In the present wind power is becoming more common. Focuses on constructions installations. Continuous problem of concentration of wind power and its orderliness. Improved and new wind generator, capable of operating in all the lower wind speeds.

**Ключевые слова:** ветроэнергетика, ветрогенератор, электрические станции, турбины.

**Keywords:** wind power, wind generator, power stations, turbines.

**Введение**

Из всех существующих ВИЭ ветроэнергетика в настоящее время является одним из самых притягивающих к себе внимание источником.

Еще в Древнем Египте применялись ветровые механизмы для подъема воды и размола зерна. У найденной в Персии старинной ветряной мельницы (рис. 1) крылья были насажены на ту же ось, что и жернова, работала она только при сильном устойчивом ветре.

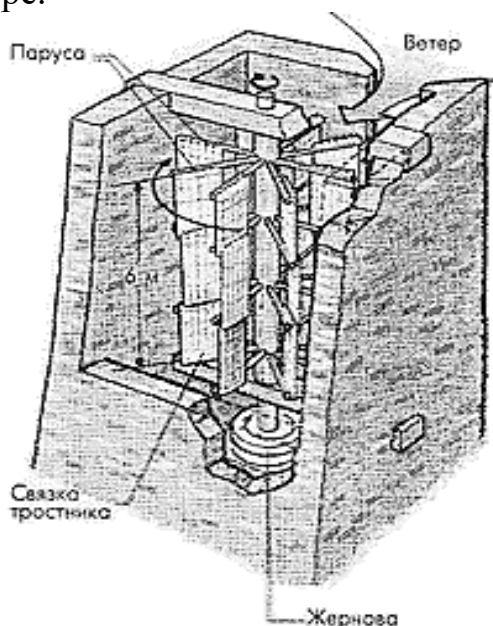


Рисунок 1 – Персидская ветряная мельница

600 лет назад, началось строительство мельниц башенного типа с расположенными горизонтально к поверхности земли, огромными крыльями.

### Основная часть

До 16 века широкое распространение получили мельницы на козлах (рис. 2.), которые целиком поворачивались вокруг дубового столба, установленного в центре тяжести, а не в центре симметрии, на фундаменте.



Рисунок 2 – Мельница козлового типа

Позже эта конструкция была усовершенствована: неподвижное здание мельницы снабжалось сверху поворотной рамой, несущей ветроколесо. Одна из первых таких мельниц появилась в Голландии (рис. 3).



Рисунок 3 – Мельница шатрового типа

Ветряная мельница использовалась для перекачки воды на более высокий уровень (например, осушение в 1612г. озера Бемстер в Северной Голландии, площадь которого составляет 7020 га. С помощью 42 ветряков этого достигли за 4 года.

В 1745 году Эдмунд Ли изобрел крылья нового типа – деревянные каркасы, обтянутые материей, что применяется в ветряках и сейчас.

В 1772 году шотландский изобретатель заменил паруса на автоматически отрывающиеся и закрывающиеся щитики, похожие на жалюзи, для предотвращения поломок от ураганных ветров. С вращающимися крышами и саморегулирующимися крыльями, мельницы практически не изменяли своей конструкции до XIX века. Значительным звеном явилась идея штампования лопасти из жести.

Вместе с развитием теории электричества и магнетизма, изобретением первых аккумуляторных батарей, электромеханического преобразователя (электродвигателя) в начале-середине XIX века, а так же открывшиеся возможности трехфазного тока ( в 1891г. М.О. Доливо-Добровольский пишет статью «Передача энергии посредством переменных токов различных фаз» и демонстрирует возможности передачи электроэнергии с помощью трехфазной системы токов на Лауфен –Франкфуртской установке) наступает новая эра развития ветряков. В конце XIX века возникла идея применения энергии ветра для получения электрического тока. Потребность в подобных установках была большой, поэтому в разных странах проводился ряд экспериментов

Первое известие о создании ветряного генератора, который мог заряжать аккумуляторные батареи, относится к 1887 году. Создал её Джеймс Блайт (James Blyth) в Шотландии. Первый ветрогенератор для производства электричества был создан Чарльзом Ф. Брашем (Charles F Brush) в 1888 году в США в Кливленде, Огайо (Cleveland, Ohio), он был 18 метров высотой, весил 36 тонн и имел двигатель мощностью 12 кВт.

В переходе от ветряных мельниц к энергетическим ветряным установкам большое значение имеют работы Пол Лакур в Дании, который первым создал аэродинамическую трубу и использовал аэродинамический профиль в ветряных установках: 3-х лопастная ветротурбина Jacobs Wind Electric, с лопастями аэродинамического профиля, вращала генератор, мощностью 3 кВт, при напряжении 110В.

В 1922 году А. Флеттнер (авиационный инженер и изобретатель (1885–1961) получил немецкий патент на роторное судно, использующее эффект Магнуса, (открытого в 1852 году Генрихом Магнусом): когда воздушный (или жидкостный) поток обтекает вращающееся тело, образуется сила, перпендикулярная направлению потока и действующая на тело. Направление поперечной силы, зависит от направления вращения тела (рис 4).

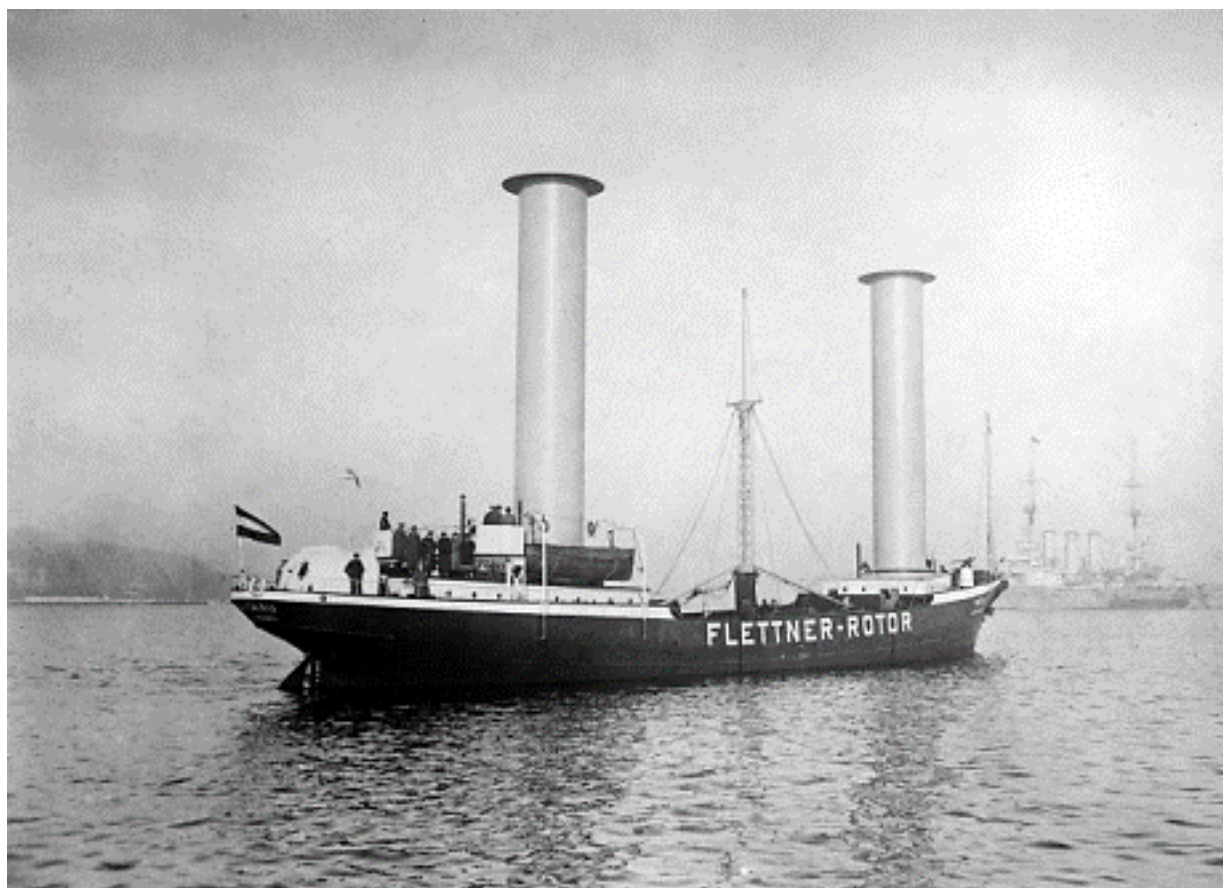


Рисунок 4 – Экспериментальное роторное судно Вискау 1924 г

В 1925 году был разработан ротор Савониуса, обладающий высоким стартовым моментом, но низким КПД использования энергии ветра и небольшой быстроходностью.

В 30-х годах Ф. Дарье предложил вертикальную ветряную турбину. Ротор Дарье обладал 2 или 3 изогнутыми лопастями, зафиксированными снизу и сверху центральной колонны, улавливающий ветер со всех сторон.

В 1918 году профессор В. Залевский, создал теорию ветряной. В 1925 году профессор Н. Е. Жуковский разработал теорию ветродвигателя и организовал соответствующий отдел в Центральном аэрогидродинамическом институте. В 1930-х годах было освоено серийное производство ветроустановок мощностью 3-4 кВт. В 1931 году в СССР, в районе Балаклавы, заработала сетевая ветроэнергетическая установка, опорная конструкция которой была построена по проекту В.Т. Шухова (диаметр колеса 30 м, асинхронного генератора 100 кВт).

Наиболее крупным считается немецкий проект ВЭУ Growian (турбина в диаметре 100 м, башня высотой 100 м, асинхронизированным синхронным генератором). ВЭУ была первой, работающей с переменной скоростью вращения.

В 1981 году знаменитый океанограф Жак-Ив Кусто построил судно с турбопарусом – катамаран «Ветряная мельница» (Moulin à Vent), работающее на эффекте Магнуса, доказав, работоспособность и перспективность разработок Флеттнера (рис. 5). Этот эффект Жак-Ив Кусто использовал при постройке нового судна «Алсиона»: 2 турбопаруса установлены на палубе, 2 дизельных

двигателя давали питание нагнетателям. Турбопарусы включали осевые турбины для выработки энергии. Компьютеры координировали работу турбопарусов и дизелей.



Рисунок 5 – Катамаран «Ветряная мельница» (Moulin à Vent) с турбопарусом, 1981г

В 2010 году появился третий в истории корабль с роторными парусами - тяжелый грузовик E-Ship 1, построенный по заказу компании Enecon, одного из крупнейших производителей ветрогенераторов (рис. 6).



Рисунок 6 – Грузовой корабль с роторными парусами E-Ship 1, 2010г

Проектирование и строительство мощных ВЭУ ведет к удешевлению кВт-ч электроэнергии. Установка ветрогенераторов в открытом океане, повышает их экономичность, из-за силы ветра.

Компания StatoilHydro и концерн AG разработали плавающие ветрогенераторы для морских станций большой глубины (турбина под названием Nuwind (Siemens) мощностью 2,3 МВт, вес 5300 тонн при высоте 65м. (рис. 7) с июня 2009г установлена неподалеку от берегов Норвегии. Ветряная электростанция London Array (рис. 8), расположенная в устье Темзы суммарной мощностью 630 МВт (175 турбин, с диаметром ротора 120 м, мощностью генератора 3.6 МВт)



Рисунок 7 – Турбина Nuwind (Siemens)



Рисунок 8 – Турбины электростанция London Array

Для эксплуатации и технического обслуживания станции в Ramsgate Port построен пункт управления (рис. 9). План морской ветряной электростанции мощностью 1 ГВт был утвержден в 2006 году.



Рисунок 9 – Оффшорная подстанция (фото London Array Ltd.)

Новым современным направлением развития ВЭУ являются многомодульные ветроустановки, состоящие из нескольких небольших ветроагрегатов, например, турбины Power Flowers (рис. 10), систему Wind Cube, для крепления на стене здания, (рис. 11).

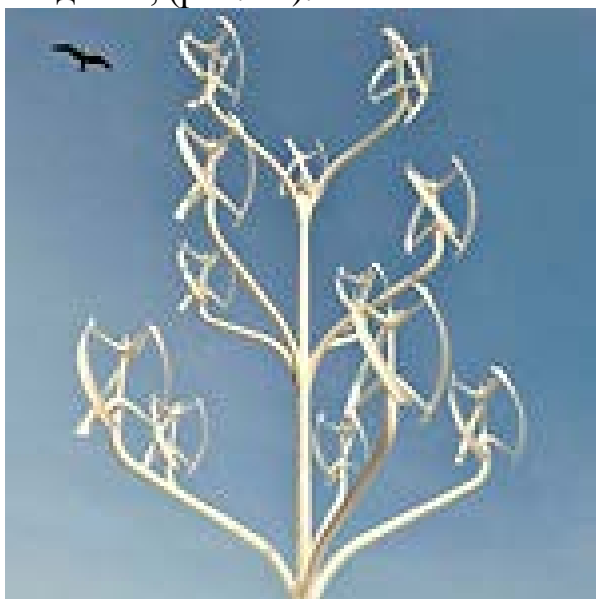


Рисунок 10 – Ветровая турбина Power Flowers



Рисунок 11 – Система ветряных генераторов Wind Cube

Сами турбины небольшой мощности, но, собранные вместе, генерируют электроэнергию, достаточную для питания нескольких домов. Преимущество таких ветротурбин – установка их вблизи домов, что значительно сократит потери при передаче электроэнергии.

Проект для реконструкции моста Ф. Коларосси, Д. Сарацино и Л. Сарацино Solar Wind (рис. 12) заключается в том, чтобы прикрепить к опорам моста 26 ветряных турбин разного размера, которые смогут генерировать до 36 млн кВт·ч в год.



Рисунок 12 – Проект Solar Wind



### Заключение

Конструкции ВЭС постоянно совершенствуются: улучшаются их аэродинамика и электрические параметры, уменьшаются механические потери и т.д. ВЭУ можно разделить на две категории: промышленные и для частного использования (работающие параллельно с сетью и автономные).

В области развития ветроэнергетики можно отметить, что мощные установки, будут вырабатывать электроэнергию в составе уже существующих энергетических систем. Огромные перспективы открываются у ветрогенераторов мощностью от 5 до 100 кВт (особенно, автономных), для снабжения электроэнергией частных домов, палаток на отдыхе, маломерных судов, ферм и небольших производств.

### Литература

1. Власов В.Н., Есть ли будущее у ветрогенератора? // "Академия Тринитаризма", М., Эл. № 77-6567, публ.14557, 01.09.2007
2. Энергетика: история, настоящее и будущее [Электронный ресурс] / Ветряные мельницы США – Режим доступа: <http://energetika.in.ua/ru/books/book-1/part-1/section-4/4-3> – Дата доступа: 10.10.2024
3. Константинова С.В. Типы ветродвигателей. Новые конструкции и технические решения // Энергетика и ТЭК. – 2013. – №1 .