

Разработка ветроэлектрокомплекса

Энергия ветра на земле неисчерпаема. Многие столетия человек пытается превратить энергию ветра себе на пользу строя ветростанции, выполняющие различные функции – мельницы, водяные и нефтяные насосы, электростанции. Как показала практика и опыт многих стран, использование энергии ветра крайне выгодно, поскольку, во первых, стоимость ветра равна нулю, а во-вторых электроэнергия получается из энергии ветра, а не за счет сжигания углеродного топлива, продукты горения, которого известны своим опасным воздействием на человека (СО, SO₂.....).

В связи с постоянными выбросами промышленных газов в атмосферу и другими факторами, возрастает контраст температур на земной поверхности. Это является одним из основных факторов, который приводит к увеличению ветровой активности, во многих регионах нашей планеты и, соответственно, актуальности строительства ветростанций.

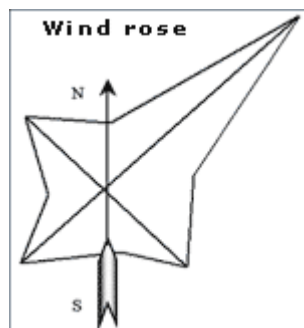


Ветроэлектрическая станция (ВЭС), ветроэнергетическая установка, преобразующая кинетическую энергию ветрового потока в электрическую. ВЭС состоит из ветромеханического устройства (ВМУ) (роторного или пропеллерного), генератора электрического тока, автоматических устройств управления работой ветродвигателя и генератора, сооружений для их установки и обслуживания.

Ветроэнергетическая установка (ВЭУ), комплекс технических устройств для преобразования кинетической энергии ветрового потока в какой-либо другой вид энергии. ВЭУ состоит из одного или нескольких ВЭС, аккумулирующего или резервирующего устройства, и систем автоматического управления и регулирования режимов работы установки.

Удаленные районы, недостаточно обеспеченные электроэнергией, практически не имеют другой, экономически выгодной альтернативы, как строительство ветроэлектростанций.

Ветер обладает кинетической энергией, которая может быть превращена ветромеханическим устройством (ВМУ) в механическую, а затем электрогенератором в электрическую энергию.



Скорость ветра измеряется в километрах в час (км/час) или метрах в секунду (м/с):

• 1 км/час = 0.28 м/с, • 1 м/с = 3.6 км/час.

Энергия ветра пропорциональна кубу скорости ветра.

Энергия ветра = $1/2 dAtS^3$, d - плотность воздуха, A - площадь через которую проходит воздух, t - период времени, S - скорость ветра.

Мощность (P) пропорциональна энергии ветра проходящей через поверхность ("ометаемая

поверхность") в единицу времени.

Мощность ветра = $1/2 \rho A S^3$

Ветер характеризуется следующими показателями:

- скорость среднемесячная и среднегодовая в соответствии с градациями по величине и внешним признакам по шкале Бофорта,
- скорость максимальная в порыве – очень важный показатель устойчивости работы ветроэлектростанции;
- направление ветра/ветров – «роза ветров», периодичность смены направлений и силы ветра (рисунок выше);
- турбулентность – внутренняя структура воздушного потока, которая создает градиенты скорости не только в горизонтальной, но и в вертикальной плоскости;
- порывистость - изменение скорости ветра в единицу времени;
- плотность ветрового потока, зависящая от атмосферного давления, температуры и влажности;
- ветер может быть однофазной, а также двухфазной и многофазной средой, содержащей капли жидкости и твердые частицы разной крупности, движущиеся внутри потока с разными скоростями.

Ветры, формирующиеся в континентальной местности и северных широтах, характеризуются резкими порывами и частой сменой направлений, отличаются от довольно спокойных ветров европейского морского побережья (Нидерланды, Германия). Структура ветра меняется в зависимости от высоты над земной поверхностью, при этом, стабильность воздушного потока увеличивается в высоких слоях воздуха. Различие в темпераменте ветров требует определенного конструктивного подхода при создании ветростанции.

Предлагаемое решение является универсальным для ветров любых направлений и скоростей, включая штормовые ветра.

Ветроэлектростанция «WEI windrotor» – станция с вертикально установленной осью вращения ветрового аппарата.

Ветроэлектростанция состоит из установленных вертикально модулей и направляющих аппаратов, образующих оригинальную центростремительную турбину, объединенную общим валом. Нижний конец вала соединен с электрогенератором специальной конструкции.

Внутренняя аэродинамика модулей согласована с местными свойствами ветра, а количество установленных модулей определяется требуемой мощностью ветроэлектростанции.

Ветросиловая часть станции сконструирована таким образом, что позволяет преобразовать, с высоким КПД преобразовать, кинетическую энергию ветра в механическую энергию вращения вала и работоспособна в любом диапазоне встречающихся в природе ветров.

Ветросиловая часть принимает ветер с любой стороны автоматически, без каких либо настроечных операций и не требует разворота станции при изменении направления ветра.

Ветроэлектростанция разработана в 1992 году. Использованный модульный принцип построения ветроэлектростанции позволяет довести установленную мощность единичной электростанции до уровня 100 кВт. Строительство ветроэнергетической платины, состоящей из нескольких машин, позволяет создать электростанции с установленной мощностью от 500 кВт до 5 МВт.

Отличительные особенности ветроэлектростанций «WEI windrotor»:

- **рабочая скорость ветра от 3 м/с и выше без ограничений;**
- **генератор, система автоматики и др. расположены на уровне земли.**
- **работа при ветрах любого направления без каких-либо настроечных операций;**
- **увеличивающаяся устойчивость конструкции при повышении скорости вращения ротора за счет гироскопического эффекта;**
- **бесшумность (40 дБ на расстоянии 5 м при ветре 15 м/с);**
- **простота монтажа и технического обслуживания;**
- **быстрый ввод в эксплуатацию;**
- **модульный принцип строения;**
- **возможность автономной работы или параллельной работы с другими источниками**

энергии;

- **абсолютно не требует наведения на ветер;**
- **надежность конструкции.**

Техническое описание

| | | |
|---|---------|-------------------------------|
| Установленная мощность, кВт | | 20 |
| Диаметр ротора, м | | 0.5 |
| Диаметр статора, м | | 0.84 |
| Скорость вращения вала, min ⁻¹ | | < 600 |
| Количество модулей, шт. | | 6 |
| Высота, м | | 20 |
| Вес, т | | 2.1 |
| Конструкционные материалы | | алюминий, оцинкованное железо |
| Рабочий диапазон скорости ветра, м/с | | 3 - 50 |
| Годовая выработка электроэнергии (кВт-ч) в зависимости от среднегодовой скорости ветра (м/с) без учета энергии ветра в порывах. | | |
| 5 м/с | kWt - h | 8240 |
| 6 м/с | | 17000 |
| 7 м/с | | 31600 |
| 8 м/с | | 54000 |

Транспортировка и установка.

Условия транспортировки и установки определяются в договоре покупки и технического обслуживания ветроэлектростанции.

Транспортировка осуществляется стандартными контейнерами или грузовым автотранспортом. Конечная стоимость установки ветроэнергетической системы зависит от того, сколько работы может быть выполнено самостоятельно заказчиком. Местные электрики и механики могут выполнить в принципе всю необходимую работу, следуя инструкции по установке.

Стоимость установки ветростанции нашими специалистами определяется договорными отношениями. Необычный рельеф местности, длина электропроводки (кабеля), специфические крепления приводят к увеличению стоимости установки.

Установка должна производиться на основании существующих правил и стандартов.

Срок эксплуатации

Срок эксплуатации ветроэлектростанции (механической части и генератора) при правильной технической эксплуатации должен составить 20-30 лет.

Сравнительная характеристика

Существующие ветроэлектростанции можно разделить на две основные группы в зависимости от расположения оси вращения вала генератора: Горизонтально расположенным валом генератора (HAWT- Horizontal Axis Wind Turbines) - пропеллерные и Вертикально расположенным валом генератора (VAWT - Vertical Axis Wind Turbines) - виндоторные. Исторически сложилось так, что пропеллерные (HAWT) получили широкое распространение. Виндоторные станции (VAWT), теоретически превосходя, по ряду экономических и технических характеристик пропеллерные ветроэлектростанции, до настоящего времени просто не имели достаточно простого и экономически оправданного решения конструкции.

Сравнительная характеристика ветроэлектростанций.

Пропеллерные ветростанции имеют 1,2 или 3 лопасти сложной конструкции, дорогой редуктор, систему контроля и тормоза. Известно, что из ветра максимально можно извлечь 59% кинетической энергии, после чего движение воздуха прекратится.

Извлечение кинетической энергии ветра пропеллерными станциями в механическую, широко варьируется в пределах от 10 до 30 %, в зависимости от типа станции. Можно уточнить, что эти

результаты верны только в том случае если направление ветра перпендикулярно рабочему профилю лопастей станции. При порывистом и изменчивом ветре результаты извлечения энергии ветра более удручающие, поскольку системы "наведения на ветер" являются примитивными в виде хвоста и расположены за рабочей поверхности пропеллера, в "отработанном" потоке воздуха, а не в поступающем. Из-за неэффективности даже такого наведения на ветер, многие современные ветростанции выпускаются без системы "наведения" (в больших станциях, "наведение на ветер" осуществляется за счет поворота лопастей пропеллера специальным механизмом). Механическая энергия пропеллерных станций преобразуется в электрическую с КПД 50-69%. (различные типы редукторов, вязкость трансмиссионного масла...). Другой факт - пропеллерные станции часто выходят из строя из-за высоко расположенного ветроагрегата, поскольку не производится ежегодное обслуживание и замена масла. Как результат - относительно высокая стоимость кВт-ч электроэнергии.

Виндроторная электростанция "WEI windrotor"

WEI Windrotor - ветроэлектростанция с вертикально расположенным валом генератора (VAWT). Основным преимуществом конструкции ветростанции является ее независимое "наведение на ветер". Неограниченная скорость вращения ротора, позволяет работать со всеми встречающимися ветрами включая штормовые.

Использование уникального решения системы ротор-статор, которая "форсирует" поступающий ветер, а также грамотного решения электрической схемы и генератора стало возможным: Извлечение кинетической энергии ветра в механическую на уровне 39-42 % и преобразование механической энергии в электрическую на уровне 90-94 % соответственно. Модульная конструкция позволяет установить необходимую мощность для потребителя, основываясь на характеристиках ветра в месте установки. Другое преимущество ветроэлектростанции - расположение генератора, электрической схемы и аккумуляторов на уровне земли. Это позволяет своевременно, легко и без больших затрат производить техническое обслуживание станции. Как результат - низкая стоимость кВт-ч электроэнергии удобство эксплуатации.

Техническая характеристика

Техническая характеристика приведена для определенного географического места с типичной ветровой нагрузкой (заявленный диапазон распределения скоростей). Для получения объективной оценки характеристик "WEI windrotor" и Пропеллерной установок используется «удельная мощность» ветросиловой части на квадратный метр рабочей поверхности ветростанции Вт/м². Сравнительная характеристика пропеллерной и виндроторной электростанций (см, графики ниже) проводилась в одном и том же географическом месте, Средней Азии.

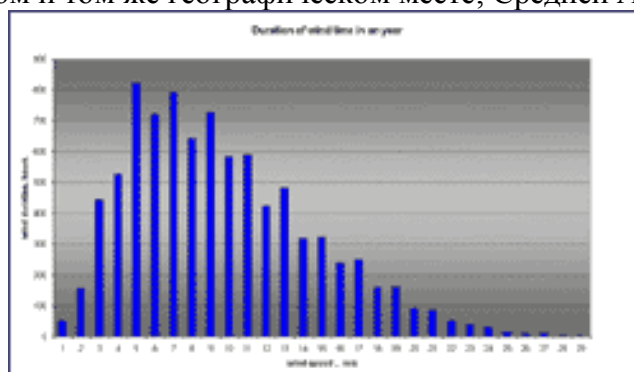


Рис.1 Распределение скоростей ветра, в часах, в течение года

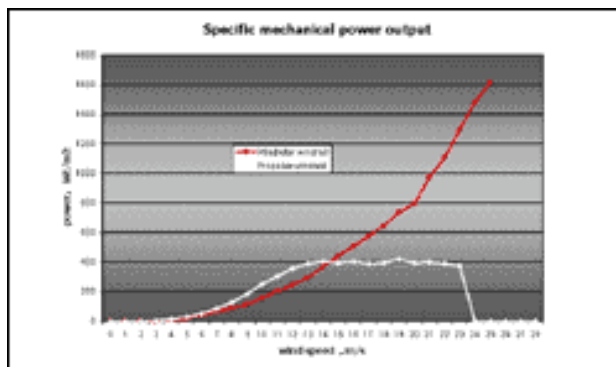


Рис. 2 Сравнительная характеристика удельной механической мощности от скорости ветра. Удельная мощность - это мощность вырабатываемая 1м² рабочей поверхности ветроэлектростанции.

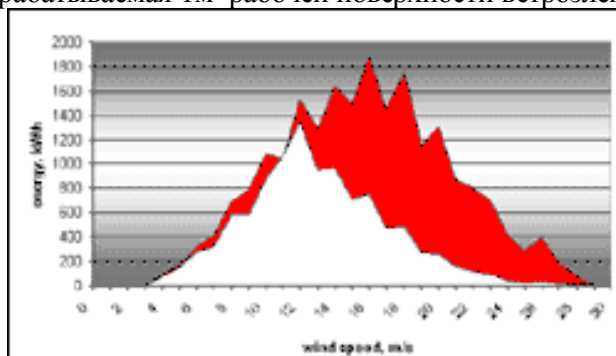


Рис. 3 Сравнительная характеристика выработки электроэнергии для ветра (Рис. 1) полученных экспериментально. Сравнивались ветростанций установленной мощности 10 кВт.

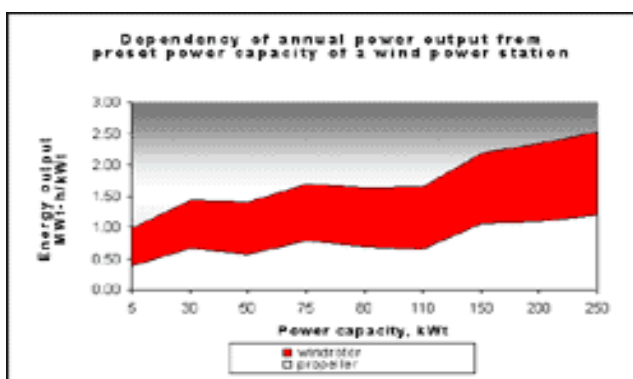


Рис. 4 Зависимость годовой выработки электроэнергии от установленной мощности ВЭС. Этот несколько необычный график наглядно демонстрирует теоретическую зависимость годовой выработки электроэнергии при увеличении установленной мощности ветроэлектростанций.

Парадокс: Среднее значение кубов скоростей различных ветров, составляющих ветра, всегда больше куба средней скорости ветра (см. "Энергия ветра").

Причина этого явления в том, что усреднение скорости ветра приводит к игнорированию энергии ветров, которые пропорциональны кубу скорости ветра, выше и ниже среднего значения (S). Способность воспринимать энергию ветра, любого направления, в такой же кубической зависимости, является "краеугольным камнем" ветроэлектростанции "WEI windrotor" (Рис. 2 и 3)

Почему выбирают ветроэлектростанции малой и средней мощности для снабжения электроэнергией автономного объекта:

Часто местные электросети слишком слабы и не рассчитаны на подключение крупной электростанции с переменной выработкой электроэнергии.

Экономические условия.

Установка больших ветростанций требует наличие хороших дорог для транспортировки тяжелой турбины и кранов для ее установки и технического обслуживания. Развитой электрической инфраструктуры.

Стоимость кранов и технического обслуживания очень высока. Часто этот фактор не рассматривается внимательно при первом обсуждении проекта.