

УДК 621.313

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВЕТРОГЕНЕРАТОРОВ

Махамаджонов Содикжон Юлдашбой угли

Старший преподаватель Андижанского государственного технического
института
г.Андижан, Узбекистан

Абдурахмонов Султанбек Уктамович

Старший преподаватель Андижанского государственного технического
института
г.Андижан, Узбекистан

UDC 621.313

COMPARATIVE ANALYSIS OF WIND TURBINES

Mahamadjonov Sodikjon Yuldashboy Ugli

Senior Lecturer, Andijan State Technical Institute
Andijan, Uzbekistan

Abdurakhmonov Sultanbek Uktamovich

Senior Lecturer at Andijan State Technical Institute
Andijan, Uzbekistan

Аннотация: В статье рассмотрены основные типы ветроэнергетических установок, применяемых в мировой и российской практике. Проведен сравнительный анализ технических характеристик и стоимости ветрогенераторов отечественного и зарубежного производства. Особое внимание уделено особенностям работы асинхронных генераторов, их преимуществам и недостаткам по сравнению с синхронными машинами. Проанализированы конструктивные и эксплуатационные параметры российских бытовых и промышленных ветрогенераторов, а также представлены данные о ведущих мировых производителях ветряных установок.

Отмечены перспективы развития ветроэнергетики и значение использования возобновляемых источников энергии для энергетической системы.

Ключевые слова: ветроэнергетика, ветрогенератор, асинхронный генератор, возобновляемые источники энергии, технические характеристики, российские производители, мировые производители, сравнительный анализ, эффективность.

Abstract. The article discusses the main types of wind power plants used in global and Russian practice. A comparative analysis of the technical characteristics and cost of wind generators of domestic and foreign production is carried out. Special attention is paid to the features of asynchronous generators, their advantages and disadvantages compared to synchronous machines. The design and operational parameters of Russian household and industrial wind generators are analyzed, and data on leading global wind turbine manufacturers are presented. The prospects for the development of wind energy and the importance of using renewable energy sources for the power system are highlighted.

Keywords: wind energy, wind generator, asynchronous generator, renewable energy sources, technical characteristics, Russian manufacturers, global manufacturers, comparative analysis, efficiency.

Ветер является возобновляемым и неисчерпаемым источником энергии. В сравнении с другими источниками он является одним из самых используемых в настоящее время. С ростом доли возобновляемых источников энергии важное значение приобретает качество энергии, которую они поставляют в сеть. Эта проблема особенно актуальна для ветровых генераторов, поскольку скорость ветрового потока является очень нестабильной величиной, а следовательно, при отсутствии качественного регулирования нестабильными будут выходное напряжение, его частота и в конечном итоге мощность ветрогенератора.

На современном этапе развития ветроэнергетики можно выделить три основных типа ВЭУ получивших распространение: ВЭУ с постоянной частотой вращения ветроколеса (ВЭУ постоянной скорости), ВЭУ с частотой вращения ветроколеса изменяющейся в узких пределах (ВЭУ

полу - переменной скорости), ВЭУ с частотой вращения ветроколеса изменяющейся в широких пределах (ВЭУ переменной скорости). Каждому типу ВЭУ соответствует определенный тип электрического генератора. Так на ВЭУ постоянной скорости используются асинхронные генераторы с короткозамкнутым ротором, на ВЭУ полу - переменной скорости используются асинхронизированные синхронные генераторы и генераторы с изменяемым сопротивлением обмотки ротора с технологией OptiSlip, ВЭУ переменной скорости применяются кольцевые синхронные генераторы совместно с преобразователем по схеме переменная частота, переменное напряжение - стабилизированное напряжение, фиксированная частота.

Существует две принципиально различные концепции в построении схем электрических соединений генераторов ВЭУ на ВЭС - на переменном и постоянном (выпрямленном) токе. Если ВЭС строится на базе ВЭУ с генераторами следующих типов: асинхронные генераторы с короткозамкнутым ротором, асинхронные генераторы с технологией OptiSlip, асинхронизированные синхронные генераторы, то существует возможность построения схем соединения ВЭС на переменном токе, для последующего соединения ВЭС с электроэнергетической системой. В случае прибрежных ВЭС, когда ветропарки удалены на достаточное расстояние от берега и потери в кабелях переменного тока достигают значительных величин рассматриваются варианты построения схем ВЭС на постоянном токе. В случае применения на ВЭС синхронных генераторов кольцевого типа существует возможность построения схем соединения ВЭС, так называемого кластерного типа, отличающихся тем, что несколько генераторов соединяются между собой на генераторном напряжении, затем устанавливается преобразователь переменного тока переменной частоты в переменный ток фиксированной частоты со стабилизацией напряжения и повышающий трансформатор для последующего соединения ВЭС с электроэнергетической системой.

Как известно, асинхронный генератор является наиболее мощным и экономным решением для ветрогенератора.

Асинхронный генератор - это работающая в генераторном режиме асинхронная электрическая машина. При помощи приводного двигателя (в нашем случае ветродвигателя) ротор асинхронного электрогенератора вращается в одном направлении с магнитным полем. Скольжение ротора при этом становится отрицательным, на валу асинхронной машины

появляется тормозящий момент, и генератор передает энергию в сеть. Для возбуждения электродвижущей силы в его выходной цепи используют остаточную намагниченность ротора, а для ее усиления применяются конденсаторы.

У асинхронных генераторов есть несколько преимуществ перед синхронными:

1) простота конструкции;

2) небольшие габариты и масса при достаточно большой мощности;

3) нет необходимости в напряжении возбуждения. Используется конденсаторное возбуждение. Подключаем конденсаторы к обмоткам и при вращении ротора двигателя остаточное магнитное поле действует на одну из обмоток статора. При этом возникает небольшой электрический ток, который заряжает один из конденсаторов. Благодаря тому, что фаза напряжения на конденсаторе отстает на 90 градусов, на роторе возникает магнитное поле уже большой величины, которое действует на следующую обмотку. Соответственно, следующий конденсатор, зарядится на большее напряжение, ротор генератора войдет в насыщение и после этого уже можно использовать вырабатываемую генератором энергию;

4) надёжность. Асинхронные генераторы не восприимчивы к коротким замыканиям. Такой генератор лучше защищен от попадания грязи и влаги, более устойчив к короткому замыканию и перегрузкам, а выходное напряжение асинхронного электрогенератора отличается меньшей степенью нелинейных искажений. Это позволяет использовать асинхронные генераторы не только для питания промышленных устройств, которые не критичны к форме входного напряжения, но подключать электронную технику. В нем полностью отсутствуют вращающиеся обмотки и электронные детали, которые чувствительны к внешним воздействиям и довольно часто подвержены повреждениям. Поэтому асинхронный генератор мало подвержен износу и может служить очень долго;

5) высокий КПД;

6) на выходе генераторов идет сразу 220/380В переменного тока, который можно использовать напрямую к бытовым приборам (например обогреватели), для зарядки аккумуляторов, для подключения к пилораме, а также для параллельной работы с традиционной сетью;

7) высокая стабильность напряжения на выходе;

8) выходная частота практически не зависит от скорости вращения ротора генератора.

Недостатки асинхронного генератора:

1) не выдерживает перегрузки, просто "тухнет". В других системах часто нет буферов (аккумуляторов) поэтому вероятность возникновения перегрузок достаточно высока, что и не даёт использовать асинхронные генераторы;

2) сложно регулировать выходное напряжение. Но это в обычных условиях этого и не нужно;

3) для оптимального использования в автономном режиме емкость конденсаторных батарей должна меняться в зависимости от индуктивности нагрузки. Но при работе в сеть можно обойтись без конденсаторов;

4) в качестве конденсаторов в асинхронных двигателях и генераторах могут использоваться различные типы конденсаторов, при этом рабочее напряжение должно быть в 1,5 раза выше за рабочее напряжение генератора;

5) из-за чрезмерной громоздкости (масса конденсаторов сравнима с массой генератора) и высокой стоимости конденсаторных батарей асинхронные генераторы с самовозбуждением не получили распространения. Асинхронные генераторы применяются лишь на электростанциях вспомогательного значения малой мощности, например в ветросиловых установках;

6) чем меньше оборотность генератора (двигателя), тем выше его масса при одинаковой мощности, например, двигатель 3 кВт на 3000 оборотов в минуту весит в 3 раза меньше, чем двигатель на 1000 оборотов, и цена в столько же раз меньше. Поскольку обмоток у него меньше.

Ветряные генераторы, в том числе и производимые в России по своему целевому назначению делятся на следующие виды:

- промышленные;
- бытовые;

К промышленным установкам относятся генераторы, мощность которых достигает нескольких мегаватт. Их устанавливают на территории крайнего севера и на территориях с постоянными сильными ветрами.

При проведении обзора российских ветрогенераторов нужно обратить на такие технические характеристики этих устройств:

- вес установки;

- мощность аппарата;
- издаваемый шум;
- какой высоты достигает установка;
- какая скорость ветра требуется для полноценной работы ветряных генераторов;
- цена;

Производители наделили российские бытовые ветрогенераторы небольшой мощностью, однако, достаточной для того, чтобы снабжать электрической энергией одно частное домохозяйство или бытовку, расположенных вдали от линий электропередач. Работа большей части таких генераторов требует постоянной скорости ветра, достигающей до 5 м/с, но сегодня отечественные производители осуществляют производство аппаратов, работающих и при не таких сильных ветрах.

Ветрогенератор ВЭУ-2000. Одним из самых простых и доступных по цене ветрогенераторов является установка «ВЭУ-2000» с мощностью в 200 Ватт, а характеристика напряжения составляет 24 Вольта. Рассматриваемый генератор имеет три лопасти, которые изготовлены из стекловолокна.

Высота устройства достигает шести метров, а диаметр крыльчатки- 2,2 метра. Устройство очень компактно и для его установки достаточно участка площадью 4 квадратных метров. Для работы этого бюджетного аппарата достаточно ветра скоростью 4 м/с.

Агрегат имеет устойчивое крепление с помощью металлических тросов, его стоимость не превышает \$ 215, поэтому его приобретение доступно практически каждому жителю.

Представлен российскими производителями и более дорогой аппарат стоимостью в 27000 рублей и мощностью в 600 Ватт- “СОС 600”. Для его установки потребуется большая территория площадью в 6 квадратных метров, но несмотря на наличие таких свойств, аппарат для частных лиц имеет один существенный недостаток, при работе он издает большой уровень шума, поэтому требуется установка этого аппарата на более отдаленном от дома расстоянии.

Преимущества и недостатки

К неоспоримым достоинствам российских ветряных генераторов относятся:

- функционирование ветрогенераторов не требует дополнительных видов топлива.

- возможность осуществления быстрого ввода согласно модульной системе электрических мощностей на основе ветрогенераторов.

- экологичность.

- работа ветрогенераторов, установленных в ветропарках, автоматизирована, поэтому не требуется постоянное наблюдение за их работой.

- использование ветрогенераторов не требует отделения больших земельных площадей.

- экономическая эффективность.

Недостатки российских ветрогенераторов заключаются в следующем:

- выработка электрической энергии ветряными генераторами носит непостоянный, нерегулируемый характер.

- воздействие на человека при работе ветрогенератора шума и электромагнитных полей.

- техническая сложность установки ветрогенераторов, требующая использования высотных автокранов.

Мировые производители ветрогенераторов. Мировые бренды по производству устройств для преобразования силы ветра в электрическую энергию принадлежат странам, в которых развитие этого источника возобновляемой энергии является задачей государственной важности.

Итак, передовыми производителями в этой отрасли являются:

1. Компания Vestas – Дания.

2. GEEnergy- США.

3. Sinovel, Goldwind, Dongfang Electric, United Power- Китай.

4. Enercon, Siemens Wind- Германия.

5. Suzlon Energy-Индия.

6. Gamesa- Испания.

Сравнительные цены на ветрогенераторы мировых и российских производителей. При приобретении ветряных генераторов для потребителя, как и в любом другом вопросе важна его стоимость. И зарубежные аппараты в этом плане занимают далеко не выигрышную позицию.

Так, рядовой гражданин при необходимости ветрогенератора для использования в частном доме может приобрести аппарат Российского производства за \$ 215- 430.

Для большинства сограждан СНГ сумма довольно приемлемая, а зарубежный аппарат с аналогичными техническими характеристиками обойдется в \$ 850-1450, которые уже не являются такой незаметной суммой для семейного бюджета.

Список литературы

1. Franquesa M. Kleine Windrader: Berechnung und Konstruktion / M. Franquesa. - Weis-baden Berlin: Udo Pfriemer Buchverlag in der Bauverlag, 1989. - 175 s.

2. Безруких, П. П. Ветроэнергетика мира и России. Экономические и технические аспекты // Вести в электроэнергетике. - 2010. - N 1. - С. 26-31.

3. Лукутин, Б. В. Ветроэнергетическая установка с асинхронным генератором для отопительных систем / Б. В. Лукутин, А. И. Муравлев // Электрика. - 2009. - N 2. - С. 27-30.