

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЕТРОЭНЕРГОУСТАНОВОК (ВЭУ) ДЛЯ АВТОНОМНОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ НЕБОЛЬШОЙ МОЩНОСТИ

В статье даны краткие сведения о развитии энергетики произошедшие за последние годы в Кыргызстане и мире, рассмотрены характеристики воздушного потока, его эффективное использование в системе автономного энергоснабжения сельскохозяйственных потребителей с применением ВЭУ с асинхронным генератором в автономных условиях, а также классификации и некоторые характеристики ВЭУ.

Ключевые слова: Ветроэнергетика, воздушный поток, мощность, ветроэнергетическая установка, электроэнергия, скорость, ветроколесо, ветроагрегат, свойства, скорость, источник, генератор

Srazhidin gizi Bufatima master student,
Osh technological university

USE OF VETROENERGO INSTALLATIONS (VEU) FOR AUTONOMOUS ELECTRICAL SUPPLY OF AGRICULTURAL CONSUMERS OF SMALL POWER

The article gives brief information about the development of energy in recent years in Kyrgyzstan and the world, the characteristics of the air flow, its effective use in the system of autonomous power supply to agricultural consumers using a wind turbine with an asynchronous generator in autonomous conditions, as well as classifications and some characteristics of wind turbines.

Key words: Wind power, air flow, power, wind power, electricity, speed, wind, wind generator, properties, speed, source, generator.

Электроэнергетика продолжает оставаться одним из самых объективных индикаторов развития экономики большинства стран мира. За последние 30 лет производство электроэнергии в мире выросло в 3 раза и сегодня превышает 15000 млрд. кВт ч. Единственным регионом, где за последние 15 лет не было роста или рост не заметный, являются страны СНГ. Фактически электроэнергетика в данный момент продолжает использовать научные разработки и достраивать лишь те энергетические объекты, которые были спроектированы еще во время СССР. Например, Камбар-Атинская ГЭС-3 и др.

Именно в последние 15 лет увеличился количественный и качественный разрыв с передовыми странами по развитию электроэнергетики. Так, за последние 10 лет доля Китая в мировом производстве электроэнергии выросла более чем в два раза. Это полностью соответствует динамике изменения внутреннего валового продукта.

Необходимо отметить, что, несмотря на либеризацию энергетических рынков и расширение глобализации, электроэнергия до сих пор остается сугубо национальным товаром.

Общепризнанным становится факт ограниченности мировых запасов органического топлива и неизбежное, в связи с этим, дополнительное повышение цен на этот вид первичных источников энергии.

Развитие электроэнергетики, обеспеченность внутреннего рынка являются одной из важнейших национальных задач любого государства.

Следует признать, что в Кыргызстане за последние 15 лет вопросы развития электроэнергетики решались крайне неудовлетворительно.

Создание небольших (компактных) энергоустановок (микро-, мини- и малых ГЭС и ВЭУ) является дополнением и необходимым резервом для систем электроснабжения в условиях рыночной экономики.

Растущие потребности в электроэнергии ставят вопрос о поиске новых источников. Использование ветровой энергии осуществляется с помощью специальных установок.

Ветроэнергетика – отрасль энергетики, связанная с разработкой методов и средств для преобразования энергии ветра в механическую или электрическую энергию.

Ветроэнергетическая установка – установка, вырабатывающая электрическую энергию путем преобразования кинетической энергии ветра. По величине мощности вырабатываемой электрической мощности разделяются на: ВЭУ малой мощности – до 25 кВт (диаметр ветроколеса -до 10 м, период вращения -до 0,4 с), средней мощности- до 150 кВт (до 25м, 1,1с), большой мощности -до 1 МВт (64м, 3,1с, очень большой мощности - до 4МВт (130м, 5,7с)[2].

Ветроэнергетика – быстроразвивающаяся отрасль энергетики, в которой в каждый промежуток времени происходят изменения, касающиеся конструкции, принципов размещения ветроэнергетических агрегатов, компоновки ветроэнергетических агрегатов с другими источниками энергии – аккумуляторными батареями, солнечными энергетическими установками, бензо-дизельными агрегатами.

Экологическая ситуация, непрерывный рост территориально разнесенных и отдаленных от электрических сетей сельскохозяйственных объектов небольшой мощности,(до 100 кВт), ставят задачи создания недорогих и эффективных автономных автоматизированных ВЭУ с целью удовлетворения бытовых и производственных потребностей в электрической энергии.

ВЭУ просты по конструкции, имеют низкую стоимость, высокий коэффициент полезного действия (КПД), надежны и просты в эксплуатации.

ВЭУ удобны для небольших поселков, геологических партий, фермерских хозяйств. Они с успехом могут работать параллельно с дизельными электростанциями, существенно сокращая расход дизельного топлива или заменяя последние в случае аварии.

Использование ВЭУ не только решить проблемы энергоснабжения отдаленных хозяйств, но и вопросы улучшения комфортности жизни сельского населения Кыргызстана (отдаленные населенные пункты, дачи, кошары, стойбища и геологические лагеря, метеостанции и т.д.). Достигается снижение вредных выбросов в атмосферу за счет более широкого внедрения ВЭУ.

Энергия ветра - это форма проявления солнечной энергии. Благодаря солнечному излучению происходит неравномерный нагрев поверхности Земли, который влечет за собой движение воздушных масс. Мерой силы ветра в метеорологии часто является шкала Бофорта.

Самый важный параметр для оценки ветрового потенциала в любой местности это среднегодовая скорость ветра. По данным среднегодовых скоростей ветра далее строится многолетняя среднегодовая скорость ветра. Выгодным с энергетической, а также с экономической стороны является ветровой потенциал при средней многолетней скорости ветра значительно выше 4 м/с на высоте 10м.

Ветроэнергетика является самой динамично развивающейся отраслью электроэнергетики, увеличивая установленную мощность по всему миру на 25-30% ежегодно. К концу 2011 г. общая мощность крупных ветроэнергетических установок (ВЭУ) в мире превысила 239 ГВт. Основной особенностью ветроэнергетики является использование в качестве энергоресурса ветрового потока, изменяющегося по величине

и направлению по стохастическому закону. Повышенный интерес к ветроэнергетике объясняется бесплатностью и экологической чистотой используемого энергоресурса - ветра, возможностью быстрого монтажа ВЭУ. К недостаткам ветроэнергетики относят низкую плотность энергии ветрового потока, что обуславливает использование больших диаметров ветроколес[3].

Ветроколесо – вращающееся под действием ветра вокруг горизонтальной или вертикальной оси конструкция, служащая для преобразования кинетической энергии ветра в механическую энергию своего вращения. Различают ветроколеса с горизонтальной и вертикальной осью вращения. К ветроколесам с горизонтальной осью вращения относятся: однолопастное, двухлопастное, трехлопастное и многолопастное колеса. К ветроколесам с вертикальной осью вращения относятся: ветроколесо чашечное, ротор Савониуса, ротор Дарье, ротор Масгрува, ротор Эванса и др. Мощность ветроколеса зависит от параметров ветра, параметров ветроколеса (угол атаки лопасти, площадь ометаемой поверхности, положения гондолы к набегающему потоку ветра)[5].

Различают ветросиловые установки и ветроэнергетические станции.

Ветродвижитель – устройство для превращения кинетической энергии ветра в механическую энергию. Существуют, лопастные, барабанные и роторные ветродвигатели. Используются на ветроэнергетических установках и ветроустановках для выработки механической энергии (ветряные мельницы, ветряные водоподъемные установки).

Башня – чаще трубообразная, реже – решетчатая, на ней в гондole размещается основное энергетическое, механическое и вспомогательное оборудование ВЭУ, в том числе рабочее колесо или ротор с лопастями, преобразующие энергию ветра в механическую энергию вращения вала, редуктор - для повышения частоты вращения вала ротора и электрический генератор. Лопасти ротора могут быть жестко закреплены на его втулке или изменять свое положение в зависимости от скорости ветра для повышения полезной мощности ВЭУ.

Эффективность преобразования кинетической энергии воздушного потока в электрическую энергию определяются рядом его специфических особенностей как энергоносителя, а также свойствами механических преобразователей энергии - ветровых турбин [1].

Диапазон изменения скорости ветра от 0 м/с (затишье) до 50-65 м/с (шорм, ураган) определяет широкие возможности использования энергии ветра.

Воздух, а в особенности ветер, содержит в зависимости от погодных условий пары воды, мелкие частицы воды в виде облаков и туч, дождь, ветер с дождем, снежинки, частицы соли и почвы при солевых и песчаных бурях.

Присутствие этих примесей в составе воздуха не меняет общей картины воздушных течений и скоростных характеристик ветра, но влияет на энергетические показатели.

При порывах и сильных шквалах скорость ветра у поверхности земли может превышать 50 м/с, а в отдельных случаях достигать 100 и более м/с.

В результате системы регулирования положением лопасти не успевают отреагировать на быстрые изменения скорости и лопасти работают не в расчетном режиме.

Важнейшей характеристикой реального воздушного потока является его направление, непрерывно изменяющееся во времени и пространстве, а также такие показатели, как частота смены направления, скорость изменения направления, длительность случая существования ветра в одном направлении. Эти показатели называются “динамикой курса ветра”.

При изменении скорости ветра происходит изменение частоты вращения ветроколеса и связанного с ним электрогенератора, что, в свою очередь, приводит к изменению ЭДС генератора и частоты тока. Зависимость между частотой тока и

частотой вращения носит прямопропорциональный характер и для поддержания постоянной частоты тока необходимо поддержание постоянной частоты вращения ветроколеса. ЭДС генератора зависит от двух величин – частоты вращения и величины магнитного потока. Обеспечить ее постоянство при изменении частоты вращения в широких пределах в соответствии с изменением скорости ветра можно регулированием тока возбуждения, что, однако, приводит к снижению КПД преобразования энергии. Выработка электроэнергии стандартного качества ветроэлектростанциями, рассчитанными для работы при среднегодовой скорости ветра ($4,5 \div 9$ м/с) обеспечиваются системами регулирования, снижающими частоту вращения и, следовательно, развиваемую ветроагрегатами мощность и выработку электроэнергии. По этой причине коэффициент использования установленной мощности пропеллерных ВЭУ составляет $10 \div 20$ %, что сказывается на их технико-экономических показателях [4].

Одной из важной составляющей характеристики ветра является его порывистость и шквальность. Ветроэнергетика с ее современным техническим оснащением является вполне сложившимся направлением энергетики.

Огромна энергия движущихся воздушных масс. Запасы энергии ветра более чем в сто раз превышают запасы гидроэнергии всех рек планеты. Постоянно и повсюду на земле дуют ветры – от легкого ветерка, несущего желанную прохладу в летний зной, до могучих ураганов, приносящих неисчислимый урон и разрушения. Энергия ветра может удовлетворить потребителей отдаленных от электрических сетей сельскохозяйственных объектов небольшой мощности до 100 кВт в потребности электроэнергии.

Почему же столь обильный, доступный да и экологически чистый источник энергии так слабо используется? В наши дни двигатели, использующие ветер, покрывают всего одну тысячную долю мировых потребностей в энергии.

ВЭУ мощностью от нескольких киловатт до мегаватт производятся в Европе, США и других частях мира. Большая часть этих установок используются для производства электроэнергии – как в единой системе, так и автономных режимах.

Сегодня ветроэлектрические агрегаты надежно снабжают энергией нефтяников; они успешно работают в труднодоступных районах, на дальних островах, в Арктике, на тысячах сельскохозяйственных фермах, где нет поблизости крупных населенных пунктов и электростанций общего пользования.

Ветроэнергетические установки классифицируются по двум основным признакам – геометрии ветроколеса и его положению относительно направления ветра.

Опытным путем установлено, что ветряки с вертикальной осью ротора менее эффективны, чем ветровые колеса с горизонтальной осью и двумя – тремя лопастями. Современные лопасти изготавливают из стеклопластика, проектируют их методами гидродинамики с учетом трехмерного обтекания. Ширина лопасти уменьшается к концу для ослабления шума. Уровень шума около ВЭУ, работающей на полную мощность, не превышает 100 дБ. Длина лопасти достигает 50 м, соответственно высота башни-мачты превышает 50 м. КПД современных ветродвигателей η в на уровне 25...33%. Работа ВЭУ рассчитана на скорости ветра от 3 до 25 м/с, максимальная расчетная скорость ветра до разрушения ротора – 60 м/с.

При разной силе ветра должна обеспечиваться одинаковая стандартная частота, т.е. одинаковое число оборотов ротора. Это достигается автоматическим регулированием угла атаки лопасти. Гондола ветроагрегата автоматически разворачивается на башне против ветра.

Механическая энергия ветроколеса передается через редуктор и разъемную муфту на асинхронный генератор, размещенный в капсуле ВЭУ. Постоянный ток от нескольких ВЭУ, входящих в состав ВЭС, преобразуется в переменный со стандартной частотой и подается в энергосистему. Мировой ветроэнергетикой отработаны методы

синхронизации частоты и группового регулирования ВЭУ при работе на энергосистему, сохранения частоты при толчках, связанных с изменением скорости ветра.

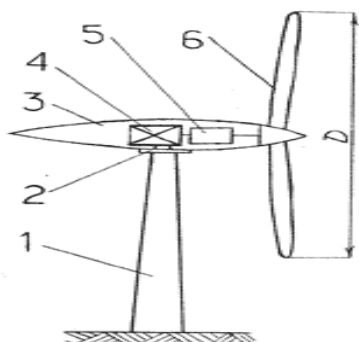


Рис. 1. Схема ВЭУ: 1 – башня; 2 – токосъемник; 3 – гондола; 4- электрогенератор; 5-редуктор; 6 – ротор.

Основными достоинствами ветроэнергетики являются: простота конструкций и простота их эксплуатации; доступность этого поистине неисчерпаемого источника энергии. К недостаткам следует, прежде всего, отнести непостоянство направления и силы ветра; возможность длительных простоев и вытекающая из этого необходимость аккумулирования и резервирования ветроэнергетических установок; отчуждение территорий и изменение традиционных ландшафтов[5].

Ветроустановки с асинхронным генератором могут работать и в автономных условиях, т.е. без включения в общую сеть. Но в этом случае для получения реактивной мощности, необходимой для намагничивания генератора, используется батарея конденсаторов, включенная параллельно нагрузке на выводы генератора. Непременным условием такой работы асинхронных генераторов является наличие остаточного намагничивания стали ротора, что необходимо для процесса самовозбуждения генератора.

Изменением емкости конденсаторов можно изменять величину намагничивающего тока, а, следовательно, и величину напряжения генераторов.

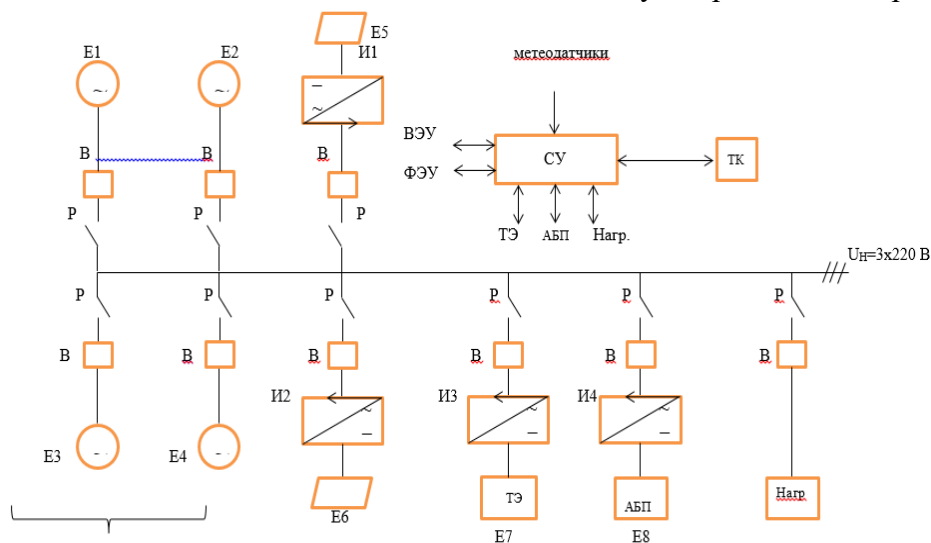


Рис. 2. Схема САЭ на переменном токе.

На рис. 2 принимаются следующие обозначения: Р – разъединители, В – выключатели, И – инверторы напряжения, ТЭ – топливные элементы, АБП - автономный бесперебойный блок питания, СУ -система управления, ТК - телеканал. Кроме того, E1 ÷ E4 - э.д.с. четырех установок ВЭУ, каждая мощностью по 4 кВт, E5 ÷ E6 – э.д.с. двух установок ФЭУ, каждая мощностью по 1 кВт, E7 – э.д.с. топливных элементов ТЭ мощностью 1 кВт, E8 – э.д.с. аккумуляторной батареи АБ, входящей в состав АБП мощностью 1 кВт.

Имея в виду усредненный коэффициент использования мощности (КИУМ) для ВЭУ, равный 30%, получаем выдаваемую за год мощность ВЭУ 50 кВт, для ФЭУ можно принять КИУМ 50% и выдаваемая мощность составит 10 кВт. Более

реалистичные оценки обычно делаются с учетом карт ветровых нагрузок и инсоляции для определенных регионов.

В качестве ВЭУ наиболее перспективны установки роторного типа, которые бесшумны, модульные, менее заметны и экологичны. Они запускаются при минимальном ветре любого направления при скорости от 1 ÷ 3 м/с (лопастные ВЭУ дорогие, шумят и запускаются при скорости от 5 м/с). В качестве ФЭУ наиболее распространены и дешевы установки планарного типа, обладающие низким КПД примерно 10 ÷ 12%. ФЭУ с использованием гетеропереходов более дорогие, но обладают повышенным КПД до 20 ÷ 30%. ВЭУ и ФЭУ выдают электроэнергию стохастически, и поэтому их применение возможно лишь при ее аккумуляции, причем ТЭ выполняет функцию долговременного хранения в течение месяцев за счет использования наряду с баллонной металлгидридной системой накопления водорода, аккумуляторы в виде гелиевых или кислотных АБ и суперконденсаторов СК обеспечивают кратковременное хранение и используются для покрытия пиков нагрузки.

Ядром автономной системы энергоснабжения по схеме рис. 2 является система управления, регулирования, защиты, автоматики, мониторинга (СУ), которая через спутник или телеканал ТК связана с удаленным диспетчерским и сервисным пунктом.

Указанная система энергоснабжения работает следующим образом. При получении команды от диспетчера СУ подключает через соответствующие выключатели накопители электроэнергии ТЭ и АБП, затем подключается один или несколько источников Е1 ÷ Е6 для обеспечения заряда накопителей. После достижения на шинах нагрузки напряжения на уровне, близком к номинальному значению, СУ подключает через соответствующий выключатель нагрузку, уставка мощности которой задается диспетчером или автономно на пульте СУ. Получая данные от метеодатчиков, и с учетом поправки на мощность собственных нужд (для управления, защиты, сигнализации, вентиляции, нагрева и др.), СУ корректирует уставку мощности и дополнительно подключает необходимое число источников генерации, обеспечивая номинальный уровень напряжения на шинах нагрузки. При изменении метеоусловий или получении в СУ сигналов аварий уставки мощности источников корректируются. При аварийных ситуациях СУ определяет место повреждения и отключает соответствующий источник или нагрузку.

Экологическая ситуация, непрерывный рост территориально разнесенных и отдаленных от электрических сетей сельскохозяйственных объектов небольшой мощности (от 1 до 100 кВт), ставят задачи создания недорогих и эффективных автономных автоматизированных ВЭУ с целью удовлетворения бытовых и производственных потребностей в электрической энергии.

ВЭУ просты по конструкции, имеют низкую стоимость, высокий коэффициент полезного действия (КПД), надежны и просты в эксплуатации.

ВЭУ удобны для небольших поселков, геологических партий, фермерских хозяйств. Они с успехом могут работать параллельно с дизельными электростанциями, существенно сокращая расход дизельного топлива или заменяя последние в случае аварии

Литература:

1. **Белей В.Ф.** Выбор ветроустановок на основе опыта эксплуатации ветропарка Калининградской области // Электрика. [Текст]/. 2003 № 2 Стр.120
2. **Белинский С.Я.** Энергетические установки электростанций. [Текст]/ Ю.М. Липов // М., "Энергия"2014. Стр.356
3. **Быстрицкий Г.Ф.** Основы энергетики. [Текст] /3 изд., М., "КноРус"2012. Стр.350
4. **Быстрицкий Г.Ф.** Энергосиловое оборудование промышленных предприятий. [Текст] / М. "Академия"2003. Стр.320
Ветроэнергетика. Под ред.Д. де Рензо [Текст] /М, Энергоатом издат, 1982. Стр. 160