

УДК 621. 548

ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

Михайленко Е.Ю., инженер.

Таврический государственный агротехнологический университет

Тел. (0619) 42-24-36

Аннотация – предлагается классификация ветроустановок по расположению ветроколеса относительно оси вращения и применение трех основных видов их в Украине. Даны рекомендации для проектирования ветроэнергетических установок.

Ключевые слова – возобновляемая энергетика, ветроустановка, коэффициент использования энергии ветра, отбор мощности.

Постановка проблемы. Новый критерий оценки экономического развития стран, появившийся в последние десятилетия, – это доля энергии, выработанной из нетрадиционных и возобновляемых источников.

Уже на протяжении нескольких тысячелетий человек использует энергию ветра для своих нужд. Ветер надувал паруса кораблей, заставлял работать ветряные мельницы. Кинетическая энергия ветра всегда была и остается доступной практически во всех уголках Земли. Энергия ветра привлекательна и с точки зрения экологии: при ее использовании нет выбросов в атмосферу, нет опасных радиоактивных отходов. Ветер, как первичный источник энергии, ничего не стоит.

Анализ последних достижений. Для получения энергии ветра применяют самые разные конструкции. Многолопастные «ромашки»; винты вроде самолетных пропеллеров с тремя, двумя и даже одной лопастью (тогда у нее есть груз-противовес). Вертикальные роторы, напоминающие разрезанную вдоль и насаженную на ось бочку. Некое подобие «вставшего дыбом» вертолетного винта: наружные концы его лопастей загнуты вверх и соединены между собой. Встречаются и совсем оригинальные решения – по кольцу из рельсов бежит тележка с парусом, и ее колеса приводят в действие электрогенератор. В общем, конструктивных решений ветродвигателей существует великое множество [1].

Формулировка цели статьи. В настоящее время существует большое количество типов ветроустановок (ВУ). Классифицировать ВУ по видам, выполняемой работы, по расположению ветроколеса,

относительно направления ветра, по количеству вырабатываемой мощности. При проектировании ВУ необходимо учитывать их особенностей.

Основная часть. В последние 20-25 лет бурно развивается использование ветроэнергетики для производства электрической энергии. Современные ветроэнергетические установки имеют мощность от единиц киловатт до нескольких мегаватт и позволяют экономически эффективно с высокой степенью надежности преобразовывать энергию ветра.

ВЭУ могут использоваться для различных целей, начиная от заряда аккумуляторных батарей (АБ) и энергоснабжения различных объектов (дома, фермы и пр.) до подачи электроэнергии в сети централизованного электроснабжения. ВИЭ могут быть использованы в сфере сельского хозяйства, что будет способствовать повышению надежности энергообеспечения, экологической чистоте и повышению продуктивности сельскохозяйственного производства Украины.

По данным Института возобновляемой энергетики НАН Украины, из 19651 МВт электрогенерирующих мощностей Европы, установленных в 2008 году, по видам источников энергии первое место занимает ветер (8484 МВт). На долю электростанций, использующих газ, приходится 6932 МВт, нефть – 2495, уголь – 762, гидроресурсы – 473 и ядерное топливо – всего 60 МВт.

Мировое лидерство в развитии ветроэнергетики принадлежит Германии, где к началу 2009 года установленная мощность ВЭС достигла 23903 МВт. Если верить долгосрочному прогнозу Института возобновляемой энергетики, к 2030 году в ФРГ будут выведены из эксплуатации атомные электростанции, а производство электричества из возобновляемых источников энергии достигнет 38% валового. В том числе на ВЭС – 17%, или 80 млрд. кВт·ч [2].

Ветроэнергетические установки классифицируются по двум основным признакам – геометрии ветроколеса и его положению относительно направления ветра. В настоящее время известно много различных типов ВЭУ. Основное распространение получили крыльчатые установки с горизонтальной осью вращения. Скорость вращения этого ветродвигателя обратно пропорциональна количеству лопастей, поэтому широкое распространение получили агрегаты, имеющие две, либо три лопасти. Чем больше мощность, тем больше размер лопастей. Для эффективной работы этой ВЭУ необходимо поднять ее на высоту не меньше 10 метров, поставить устройство для поворота ротора вдоль линии силы ветра. Также недостатком являются вибрационные нагрузки ротора из-за переменной скорости по высоте ротора, они дороги и сложны в эксплуатации. Научными исследованиями установлено, что они являются источником инфразвука < 20 Гц.



Рис. 1. Классификация ветроустановок по расположению ротора:
1 – горизонтальная ось вращения; 2 – вертикальная ось вращения;
3 – ортогональный ветродвигатель.

Другой разновидностью ветроколеса является ротор Савониуса. Вращающий момент возникает при обтекании ротора потоком воздуха за счет разного сопротивления выпуклой и вогнутой частей ротора. Колесо отличается простотой, но имеет очень низкий коэффициент использования энергии ветра – всего 0,1-0,15.

Ветродвигатель с ротором Дарье – этот ротор имеет вертикальную ось вращения и состоит из двух – четырех изогнутых лопастей. В роторе Дарье коэффициент использования энергии ветра достигает значений 0,30-0,35.

Ортогональные ветроагрегаты перспективны для большой энергетики. Сегодня перед пользователями ортогональных конструкций стоят определенные трудности. Среди них – проблема запуска. В ортогональных установках используется тот же профиль крыла, что и в дозвуковом самолете. Самолет, прежде чем «опереться» на подъемную силу крыла, должен разбежаться. Так же обстоит дело и в случае с ортогональной установкой. Сначала к ней нужно подвести энергию – раскрутить и довести до определенных аэродинамических параметров, а уже потом она сама перейдет из режима двигателя в режим генератора. Отбор мощности начинается при скорости ветра около 5 м/с, а номинальная мощность достигается при скорости 14-16 м/с.

Вертикальные конструкции хороши тем, что улавливают ветер любого направления; остальным приходится разворачиваться по ветру.

Эффективность оборудования зависит от скорости ветра, продолжительности периодов наличия ветра, мощности и КПД ветроэнергетических установок [3]. Одним из элементов оценки эффективности ветроустановки является коэффициент использования мощности, характеризующий производство электроэнергии конкретного устройства с учетом простоев и наличия ветра. В современных ветроустановках этот коэффициент составляет 25-35%, тогда как в обычных электростанциях он равен 40%, а в теплоэлектростанциях доходит до 80% [4].

Типы ветроустановок. С учетом традиций и объективных факторов для условий Украины целесообразным является применение трех основных видов ветроустановок:

1. Механические ветроустановки. Энергию ветра издавна применяли для выполнения механической работы — перекачки воды, помола зерна, передвижения парусных судов и т. п. В настоящее время в связи с развитием индивидуальных сельских хозяйств такое направление применения ветровой энергии особенно актуально, а в будущем будет еще возрастать. Механические ветроустановки небольшой мощности могут эффективно использоваться на всей территории Украины независимо от показателей скорости ветра. Более перспективно их применение на морских и речных судах, курсирующих на небольшие расстояния, в частности на паромах.

2. Ветроэлектрические установки, работающие на электросеть. В данном случае эффективным является применение ветроустановок мощностью от 100 до 1000 кВт, причем наиболее перспективными считаются ВЭУ мегаваттного класса (1 МВт и более).

Как правило, ветроэлектрические установки, работающие на электросеть, применяются в региональных системах общего энергообеспечения. Срок службы таких ветрогенераторов — более 20 лет, выработанная электроэнергия дешевле, чем произведенная на тепловых электростанциях [5].

3. Автономные ветроэнергетические установки. Эта группа, наиболее многочисленная по своему применению и разнообразию, включает в себя ветроэлектрические установки средней и малой мощности. Можно выделить следующие подгруппы:

— ветроэнергосистемы, использующие в качестве резервного источника энергии дизель-генератор;

— ветроустановки малой мощности (до 10 кВт) с аккумуляторами электрической энергии. Разработана система аккумулирования электрической энергии на основе электрохимических аккумуляторов, обеспечивающая стабильное снабжение потребителей электроэнергией от ветроустановок (освещение, бытовые приборы и т. п.) [6];

— автономные энергосистемы средней мощности для индивидуальных домов и сельских усадеб включают в себя, кроме ветроустановок, системы аккумулирования тепловой и электрической энергии. Излишек энергии и низкопотенциальная энергия от ветроустановок накапливаются в виде тепловой энергии в тепловых аккумуляторах и используются для отопления и горячего водоснабжения.

Использование автономных энергосистем на базе ветроустановок экономически оправдано для районов, труднодоступных для доставки электроэнергии, а также традиционных энергоносителей. Такие установки будут пользоваться спросом в странах с большим количе-

ством сельского населения. В Украине, где имеется множество сел, поселков, небольших городков, а также индивидуальных сельских хозяйств, автономные ветросистемы с аккумуляторами энергии должны иметь самое разнообразное применение.

Использование ветроустановок для производства электроэнергии является наиболее эффективным способом утилизации энергии ветра. Эффективность преобразования механической энергии в электрическую в электрогенераторе составляет обычно 95%, а потери электрической энергии при передаче не превышают 10%. Предъявляемые при этом требования к частоте и напряжению вырабатываемой электроэнергии зависят от особенностей потребителей этой энергии. Эти требования жесткие при работе ветроустановок в рамках единой энергосистемы и достаточно мягкие при использовании энергии ВЭУ в осветительных и нагревательных установках. При проектировании ветроэлектрических установок надо учитывать следующие их особенности:

1) для обеспечения максимальной эффективности работы ветроколеса следует изменять частоту его вращения при изменении скорости ветра, сохраняя постоянным коэффициент быстроходности, в то же время для максимально эффективной работы электрогенератора необходима практически постоянная частота вращения;

2) механические системы управления частотой вращения ветроколеса достаточно сложны и дороги. Гораздо эффективнее и дешевле управлять частотой его вращения, изменяя электрическую нагрузку электрогенератора;

3) оптимальная частота вращения ветроколеса тем меньше, чем больше его радиус, поэтому только очень малые ветроколеса (радиусом не более 2м) удастся соединить с генератором напрямую. При больших размерах ветроколеса приходится использовать повышающие редукторы, удорожающие ветроустановку и ее обслуживание.

4) в конструкции ветроэлектрической установки предусматривается, как правило, возможность отключения генератора от ветроколеса и вращения его от химического или механического аккумулятора энергии, поэтому систему управления генератором не связывают с работой ветроколеса. При отсутствии такой связи даже при «мягком» соединении генератора с ветроколесом необходимы специальные демпфирующие устройства, для того чтобы исключить механические удары, перегрузки и броски напряжений на выходе генератора [5].

Выводы.

1. Дана классификация ветроустановок по расположению ротора.
2. Рассмотрены три основных вида ВУ применяемых в Украине.
3. Даны рекомендации для проектирования ВУ.

Литература:

1. *Фролов Н.* Энергия ветра: день за днем – доступнее, надежнее, эффективнее / *Н. Фролов* // Энергосбережение. – №7. – 2009. – С.10-11.
2. Перспективы развития ветряных электростанций в Запорожской области [Электронный ресурс] – режим доступа /<http://timeszp.com/articles/7972-perspektivy-razvitiya-vetryanych-ehlektrostantsijj-v-zaporozhskojj-oblasti.html>
3. *Коваленко В.И.* Проблемы создания и использования возобновляемых источников энергии / *В.И. Коваленко* // Сб. научн. трудов. – К.: Ин-т электродинамики НАН Украины, 1991.
4. Наиболее часто задаваемые вопросы об энергии ветра. – К.: Информ. агентство «Эхо-Восток», 1999.
5. *Твайдел Дж.* Возобновляемые источники энергии: Пер. с англ. / *Дж. Твайдел, А. Уайер.* – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 391 с.
6. *Кудря С.А.* Разработать автономную систему накопления и хранения энергии возобновляемых источников, обеспечивающую аккумуляцию энергии до 60 кВт·час / *С.А. Кудря* // Технический отчет № 1. – Деп. в ВИНТИ, 1984. – № 01829003679.
7. *Мхитарян Н.М.* Энергетика нетрадиционных и возобновляемых источников. Опыт и перспективы: [Монография] / *Н.М. Мхитарян.* – К.: Наукова думка, 1999. – 317 с.

ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ ВІТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК

Михайленко О.Ю.

Анотація

Пропонується класифікація вітроустановок по розташуванню вітроколеса відносно осі обертання і застосування трьох основних видів їх в Україні. Дано рекомендації для проектування вітроенергетичних установок.

AN OVERVIEW OF THE EXISTING CONSTRUCTIONS OF WIND DRIVEN POWER PLANTS

L. Mikhailenko

Summary

There were proposed a classification of the wind power plants according to the location of the wind-wheel relative to the rotation axis which three main types are using in Ukraine. The recommendations for the wind-power plants designing are given.