

РАЗВИТИЕ ВЕТРОВОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

С.В. Котеленко, А.В. Чижкин

Рассмотрены вопросы, связанные с невозобновляемыми и возобновляемыми источниками энергии, развитие ветровой энергетики, ее преимущества, недостатки, применение новых технических решений.

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии, ветрогенератор, ветроустановка, коэффициент полезного действия.

Сокращение запасов невозобновляемых природных ресурсов и ухудшение экологической обстановки стали главными причинами необходимости развития альтернативной энергетики в мире.

К основным видам возобновляемых источников энергии относятся [2]

1. Солнечное излучение;
2. Гидроэнергия;
3. Энергия ветра;
4. Энергия приливов и отливов;
5. Геотермальная энергия.

Ветроэнергетика – вид альтернативной энергетики, основывающийся на свойствах ветрового потока, возобновляемого источника энергии [2]. Преимуществами ветроэнергетики является – возобновляемость и доступность природного ресурса, а также отсутствие вредных выбросов в атмосферу. Среди недостатков отмечается следующее:

1. Сложность выбора территории. Ветряные станции занимают значительные территории, чтобы иметь выработку электроэнергии на промышленном уровне, также ветряные станции производят большой шум, что обязывает их постройку вдали от населенных пунктов. Предпочтительной постройкой ветряных электростанций – в регионах с повышенной ветровой активностью.

2. Высокие финансовые затраты на установку оборудования. Стоимость европейских ветрогенераторов в среднем составляет около 100 тыс. рублей, за 1 день будет произведено около 50 кВт, тогда срок окупаемости будет составлять от 5 до 10 лет использования. Китайские аналоги значительно дешевле за счет снижения качества [7].

3. Шум. В непосредственной близости от ветрогенератора у оси ветроколеса уровень громкости может превышать 100 дБ [4].

4. Сильная зависимость от скорости ветра. Непостоянный и стихийный характер источника энергии несет финансовые затраты, связанные как с отсутствием ветра – штилем, что вынуждает подключения иных дополнительных источников энергии, как и штормовым ветром, что также вынуждает принудительно отключать ветроустановку или ремонтировать её в последствии. Резкие колебания коэффициента полезного действия несет неравномерность нагрузки. Например, при скорости ветра в 4 раза меньше той, которая указана в паспорте установки, мощность упадет в 64 раза [4].

Ветровые установки по направлению вращения подразделяются на установки с горизонтальной и вертикальной осью вращения [6]. Большинство ветряков приходится на первые. Ветровые турбины могут работать за счет давления ветра или подъемной силы, от чего сильно зависит коэффициент полезного действия установок 0,2 и 0,6 соответственно [3]. В ветряках с горизонтальной осью вращения генератор и ротор находятся в верхней части установки. Ветряки с горизонтальной осью вращения имеют большую эффективность, чем с вертикальной осью вращения, потому что они получают больше энергии потока. Такие установки следует устанавливать в местах с одним преобладающим направлением ветра. Ветрогенераторы с вертикальной осью вращения, использующие подъемную силу крыла имеют КПД немного меньше, чем у пропеллерных турбин, но чтобы они заработали их нужно раскрутить, самостоятельное начало вращения отсутствует, в отличие от ветряков с горизонтальной осью вращения, но устанавливать их можно в районах с непостоянным направлением ветра. [14].

Существуют отдельный вид ветрогенераторов турбинного типа, которые являются достаточно эффективными в сравнении с другими типами ветряков и имеют значительные перспективы. В данных устройствах стоит отметить оптимальную площадь лопастей и соответ-

ственно низкий уровень шумового эффекта по причине небольшой площади лопастей. Минимизирована опасность деформации установки при высокой скорости ветра (до 60 м/с) из-за меньшей, чем у аналогов парусностью. Данные установки не причинят вред птицам в отличие от открытых ветряков. В табл. 1 приведена сравнительная характеристика мощностей ветроустановок трехлопастной схемы и ветроустановки турбинного типа. [11].

Таблица 1

Зависимость мощности ветроустановки от диаметра колеса и скорости ветра

Производительность ВЭУ разного диаметра в зависимости от скорости ветра					
Ветроустановки трех-лопастной схемы Siemens			Ветроустановки турбинного типа Aero-Energy		
					
Диаметр (м) ветроколеса	Мощность (кВт) при скоростях ветра:		Диаметр (м) турбины	Мощность (кВт) при скоростях ветра:	
	V=6м/с	V=12 м/с		V=6м/с	V=12 м/с
1	0,04	0,3	1	0,18	1,4
2	0,15	1,2	2	0,7	5,8
5	1	7,5	5	4,5	36
10	3,8	30	10	18	145
20	15	120	20	72	580
30	34	270	30	160	1 300
50	95	760	50	450	3 600
80	242	2 000	80	1 160	9 300
100	378	3 000	100	1 800	14 500
150	850	7 000	150	4 100	32 800
---	---	---	Теоретический горизонт на ближайшие 10 лет		
---	---	---	200	7 200	58 000
---	---	---	250	11 300	91 000

Помимо ветряных электростанций имеет место быть гибридные электростанции, совмещающие в себе несколько способов получения электрической энергии, например, ветросолнечные электростанции. На территории России в условиях умеренного климата это отличный вариант, данная электроустановка может обеспечить стабильное энергоснабжение частных домов. Происходит развитие новых технических решений по развитию совмещения применения в одном устройстве двух и более видов энергии. Примером может служить изобретение – многофункциональная гибридная альтернативная электростанция [12], задачей которой является освещение объектов без энергоснабжения и опоры на традиционные электростанции. Используются энергия ветрового потока, а также солнечная энергия. Еще одним примером может служить ветросолнечная электростанция Кашеварова [13]. Изобретение основано на зависимости от параметров датчика направления и интенсивности солнечного излучения, а также датчика направления и скорости ветра, которые расположены на верхней плоскости поворотного обтекателя. Электрическая станция способна работать в режимах использования энергий ветра, солнца, ветра и солнца одновременно.

На сегодняшний день наиболее эффективные ветровые электростанции работают в западных странах [5]. В Германии эти устройства производят около 8% от общего производства электроэнергии, в Дании же до 40%, в Испании около 20%. В России на данный момент с помощью ветровых установок получается лишь около 3,5% электрической энергии. Существуют масштабные проекты, которые в будущем будут обеспечивать электроэнергией отдельные регионы страны – Башкортостан, Карелия, Чукотка, Крым [8]. Крупнейшие ветровые электростанции расположены на Крымском полуострове. Донузлавская ветровая электростанция, находящаяся на территории Сакского района. Всего на электростанции работает 97 ветровых агрегатов, за первую половину 2010 года было выработано 1,4 млн кВт/час электрической энергии. Также стоит отметить Тарханкутскую ВЭС, которая располагается на черноморском побережье Крымского полуострова. На 2009 год ВЭС имела мощностью 16,7 МВт, всего установлено около 130 ветроустановок.

На рис. 1 представлена карта распределения скорости ветра по России, из чего следует, что наиболее пригодные для работы ветряков регионы располагаются в северной части Восточно-Европейской равнины, центральной России, а также на Дальнем Востоке и Краснодарском крае [15].



Рис. 1. Распределение скорости ветра на территории Российской Федерации

Большая часть потребителей электроэнергии находится в центральной части страны. В связи с этим возникает проблема транспортировки электроэнергии, и экономическая нецелесообразность в связи с повышением стоимости электроэнергии. Поэтому основными препятствиями развития ветроэнергетики в России являются:

- транспортировка полученной электрической энергии;
- низкий КПД. Наивысший КПД горизонтальных ветроустановок равен 0,4 [6];
- высокая стоимость оборудования, установки и обслуживания.

Существует проблема зависимости производительности ветрогенераторов от погодных условий, в частности скорости ветра, поэтому существуют технические решения, позволяющие решить эту проблему, таковым является ветрогенератор Третьякова.

Ветрогенератора Третьякова, который более экономичен и обладает большей мощностью в сравнении с европейскими ветроустановками. Общий вид ветрогенератора представлен на рис. 2. Изобретение является воздухозаборником, улавливающим даже небольшие воздушные потоки, что уменьшает зависимость производства электроэнергии от погодных условий. Кроме того, отсутствует необходимость в дорогом и сложном монтаже, устройство монтируется на мосту, здании. Устройство имеет небольшие размеры, КПД составляет примерно 50%, мощность достигает до 5 кВт, минимальный шумовой эффект до 20 Дб. Принципиально новая конструкция лопастей делает турбины более простыми в техническом обслуживании, легкими и удобными для транспортировки.

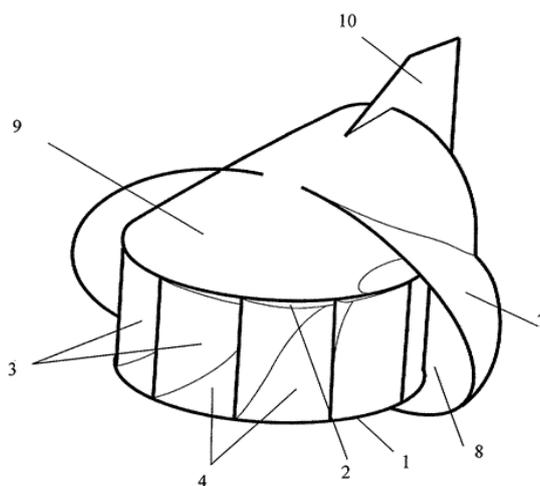


Рис. 2. Ветроустановка Третьякова (общий вид установки): 1 – нижнее основание; 2 – верхний элемент корпуса; 3 – пространственные лопасти; 4 – рабочий канал направляющего аппарата; 5 – центральный выходной канал корпуса; 6 – рабочее колесо; 7 – воздухозаборник; 8 – внутренняя полость воздухозаборника; 9 – сопло; 10 – стабилизатор

Стоит отметить ветровую силовую установку [14]. Технический потенциал изобретения заключается в отсутствии принудительного механизма управления приемниками ветрового потока, взаимных перекрытий, а также соударений при неоднородном ветровом потоке, отмечен увеличенный КПД. Данная установка включает в себя приемники ветрового напора, которые установлены на вращающихся радиальных балках, которые совершают угловые повороты вокруг вертикальных осей.

Использование гибридных электростанций, совмещающих в себе применение солнечной энергии и энергии ветра позволяет расширить область применения ветровой энергии. Развитие ветрогенераторов турбинного типа имеет значительные преимущества по сравнению с лопастными и потенциал развития, на данный момент получили широкое распространение в населенных пунктах, расположенных на большом расстоянии от городов, применяющихся для комплексного освещения частных домов.

В России ветровая энергетика пока не получила широкого распространения в промышленности по причине экономической нецелесообразности и низкого КПД. Вопросы, связанные с удаленностью основных потребителей от источника энергии, ведут к повышению стоимости производимой электроэнергии. Зависимость от погодных условий, высокая стоимость оборудования, монтажа и обслуживания значительно продлевает срок окупаемости установок. Внедрение новых технических решений направлено на снижение зависимости работы ветрогенераторов от погодных условий, повышение коэффициента полезного действия, упрощение монтажа. Развитие ветроэнергетики с успехом развивается в отдельных регионах страны, что позволяет сокращать траты на электроэнергию, полученную традиционным способом и повышать уровень жизни потребителей.

Список литературы

1. Патент. «Ветроустановка Третьякова», №2276743 РФ, МПК: F03D3/04, 2005.
2. Кривцов В.С., Олейников А.М., Яковлев А.И. Неисчерпаемая энергия. Книга 2. Ветроэнергетика. Харьков, Изд. Национальный аэрокосмический ун-т, 2004. 119 с.
3. Харитонов В.П. Автономные ветроэлектрические установки. М.: Изд. Академии сельхознаук, 2006. 280 с.
4. Типы ветродвигателей. Новые конструкции и технические решения» Журнал «Энергетика и ТЭК, №1, 2013.
5. Wind Energy. A Guide for small to medium sized enterprises. Изд. European Comission, 2001.
6. Шефтер Я.И., Рождественский И.В. Изобретателю о ветродвигателях и ветроустановках. М.: Изд. Минсельхоза СССР, 1967. 148 с.
7. Strickland M.D., Arnett E.B., Erickson W.P., Johnson D.H., Johnson G.D., Morrison M.L., Shaffer J.A., Warren-Hicks W. Comprehensive guide to studying wind energy/wildlife interactions // National Wind Coordinating Collaborative, 2011.
8. Каргиев В.М., Мартиросов С.Н., Муругов В.П., Пинов А.Б., Сокольский А.К., Харитонов В.П. «ВЕТРОЭНЕРГЕТИКА. Руководство по применению ветроустановок малой и средней мощности». Изд. «Интерсолацентр». М, 2001.
9. Светлана Константинова. Типы ветродвигателей. Новые конструкции и технические решения: // кандидат технических наук. 2017. [Электронный ресурс]. -URL: <http://ec.cfuv.ru/arkhiv-statej/127-tipy-vetrodvigatelej-novyie-konstruktsii-i-tekhicheskie-resheniya.html>(дата_обращения:10.08.2021).
10. Ветряки [Электронный ресурс]. -URL: <http://2012god.ru/vetryaki>(дата_обращения:10.08.2021).
11. Ветрогенераторы. [Электронный ресурс]. -URL: <http://akb-energy.ru/rus/produkti/vetrogeneratori/>(дата_обращения:10.08.2021).
12. Патент 2528627 РФ «МГАЭС», МПК: F21S 9/02 (2006.01), Бюл.№26 [Электронный ресурс]. -URL: <http://www1.fips.ru/iiss/document.xhtml?faces-redirect=true&id=c5868b266f053d18311d31f61df5165d>(дата_обращения:10.08.2021).
13. Патент 1800097 СССР. «Ветросолнечная электростанция Кашеварова», МПК: F03D 5/02 (25.06.1990). 1990.
14. Патент 2305795 РФ «Ветровая силовая установка», МПК: F03D 5/04 (24.06.2005), Бюл. №25. 2005.
15. Методы расчета ресурсов возобновляемых источников энергии. М.: МЭИ, 2009. 144 с.

16. ГОСТ Р 54418.2-2014 (МЭК 61400-2:2006). М., 2006.

Котеленко Светлана Владимировна, канд. техн. наук, доцент, S.V.Kuzmina@yandex.ru, Россия, Тула, Тульский государственный университет,

Чижкин Алексей Владимирович, студент, neizvestnyj.aleksej00@mail.ru, Россия, Тула, Тульский государственный университет

DEVELOPMENT OF WIND ENERGY

S.V. Kotelenko, A.V. Chizhkin

The issues related to non-renewable and renewable energy sources, the development of wind energy, its advantages, disadvantages, the use of new technical solutions are considered.

Key words: renewable energy sources, wind generator, wind turbine, efficiency coefficient.

Kotelenko Svetlana Vladimirovna, candidate of technical sciences, docent, S.V.Kuzmina@yandex.ru, Russia, Tula, Tula State University,

Chizhkin Aleksey Vladimirovich, student, neizvestnyj.aleksej00@mail.ru, Russia, Tula, Tula State University

УДК 621.3.051.3

СОВРЕМЕННЫЕ РЕШЕНИЯ ДИАГНОСТИКИ И МОНИТОРИНГА ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

С.В. Котеленко

Рассмотрены вопросы, связанные с современными решениями диагностики и мониторинга высоковольтного оборудования.

Ключевые слова: высоковольтное оборудование, износ электрооборудования, диагностика, мониторинг.

Начиная с 1955-го года с целью профилактики и своевременного выявления дефектов энергооборудования энергетики использовали Единую систему планово-предупредительных работ [1]. Комплекс работ, направленных на доведение технических показателей оборудования до проектных и расчетных значений путем ремонта и замены отдельных деталей и узлов и обеспечивающих длительную, надежную и экономичную работу оборудования за годы своего применения был отлажен и показывал хорошие результаты. Тем не менее, данная методика не учитывает современные условия тенденции повышения энергопотребления и соответствующие повышенные требования к надежности работы электрооборудования, а также к росту количества механизмов, исчерпавших свой нормативный ресурс и морального устаревания электрооборудования. Низкая эффективность использования Единой системы планово-предупредительных работ обуславливается недостаточным экономическим обоснованием используемых нормативов. Специализированные институты, занимавшиеся разработкой и совершенствованием планов работы давно прекратили свое действие. Применение Единой системы планово-предупредительных работ в условиях нынешних реалий экономически нецелесообразно, поскольку согласно данной системе, техобслуживание и плановые ремонты проводятся после отработки оборудованием определенного промежутка времени без учёта его технического состояния, интенсивности нагрузки и выработки. Преждевременное техническое обслуживание, согласно нормативной документации, разработанной во времена СССР, содержала избыточный страховой запас, что становилось причиной неоправданных простоев и увеличивало суммы затрат на содержание объекта. Таким образом, прежняя система, определяющая остаточный ресурс оборудования исходя из времени его эксплуатации, не находит подтверждения на практике и носит затратный характер.