

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УСТРОЙСТВ ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ АЭРОДИНАМИЧЕСКОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ВЕТРОДВИГАТЕЛЯ С АТМОСФЕРНЫМ ВОЗДУШНЫМ ПОТОКОМ

Зверев Л.О., Цимбал В.Д.

Высшая школа технологии и энергетики СПбГУПТД, Санкт-Петербург

Ключевые слова: энергия, ВИЭ, ветроэнергетика, ветроустановка, электроэнергия, аэрогенератор.

Аннотация. Развитие возобновляемых источников энергии является одной из ключевых целей электроэнергетической отрасли в России, выполнение которой позволит повысить энергетическую эффективность в нашей стране. Автономные ветроэлектростанции способны заменить дизельные электростанции и тепловые установки, работающие на нефтепродуктах. В статье обсуждаются перспективы использования различных конструктивных устройств для увеличения аэродинамического взаимодействия ветродвигателя с атмосферным воздушным потоком.

THE USE OF DEVICES TO INCREASE THE AERODYNAMIC INTERACTION OF A WIND TURBINE WITH ATMOSPHERIC AIR FLOW

Zverev L.O., Tsimbal V.D.

Higher School of Technology and Energy SPbGUPTD, St.Petersburg

Keywords: energy, renewable energy sources, wind energy, wind turbine, electric power, air generator.

Abstract: The development of renewable energy sources is one of the key goals of the electricity industry in Russia, the fulfillment of which will increase energy efficiency in our country. Autonomous wind farms are capable of replacing diesel power plants and thermal installations that run on petroleum products. The article discusses the prospects for the use of various design devices to increase the aerodynamic interaction of a wind turbine with atmospheric air flow.

К категории возобновляемых источников энергии (ВИЭ) обычно относят источники, обеспечивающие постоянное возобновление энергии за счет природных процессов. Такие источники тесно связаны с природными процессами в литосфере, гидросфере, атмосфере, биосфере и космическом пространстве [1].

Ветроэнергетика с ее современным техническим оснащением – очень перспективное направление энергетики.

Официальные оценки возможной доли ветроэнергетики в энергетическом секторе в целом, например, в Великобритании и Западной Германии дают не менее 20 %. Автономные ветроэлектростанции весьма перспективны для замены дизельных электростанций и тепловых установок, работающих на нефтепродуктах.

Наиболее эффективным способом использования энергии ветра является использование ветряных турбин для выработки электроэнергии. Эффективность преобразования механической энергии в электрическую в электрогенераторе обычно составляет 95 %, а потери электрической энергии не превышают 10 % [1].

Эффективность преобразования механической энергии ветра в тепловую при ее рассеивании составляет 100 %. Различные турбулизующие ветрогенераторы, используемые для этой цели, производят тепло непосредственно на самой установке, но такие установки очень шумны и сложны в эксплуатации. Гораздо выгоднее для этих целей использовать тепловые насосы [2].

В Америке и Европе государственные организации субсидируют исследования и разработки, направленные в первую очередь на использование ветряных турбин в региональных высоковольтных энергосистемах [3].

Ветрогенераторы мощностью от 10 до 100 кВт могут быть использованы для электроснабжения жилых помещений, фермерских хозяйств и различных организаций. Выработка энергии ветра напрямую зависит от силы ветра. Они эффективно работают при скорости ветра от 5 до 25 м/с. Параметры ветроэнергетических установок представлены в таблице 1 [1].

Табл. 1 Параметры ветроэнергетических установок при скорости ветра 12м/с

Класс ВЭУ	Диаметр ветроколеса, м	Расчетная мощность, кВт	Период вращения, с
Малые	6,4-10	10-25	0,3-0,4
Средние	14-25	50-150	0,6-1,1
Большие	32-64	250-1000	1,4-3,1
Очень большие	90-130	2000-4000	3,9-5,7

В настоящее время применяются методы повышения аэродинамического взаимодействия ветротурбины и воздушного потока с помощью концентраторов воздушного потока. Этот метод применим к двигателям горизонтальной оси плана. При увеличении количества воздуха, проходящего через ветроколесо, аэродинамическое взаимодействие усиливается.

Используются следующие типы концентраторов воздушного потока: вытяжные, приточные и комбинированные воздухопроводы. Чаще всего используются ветряные турбины с атмосферными диффузорами. Из-за вакуума за ветроколесом скорость увеличивается в поперечном сечении перед диффузором. Поток воздуха через ветротурбину и перепад давления на ветроколесе увеличиваются, а коэффициент использования энергии ветра может достигать значения 1,0-1,5, что в 2-3 раза выше, чем для ветротурбины без диффузора. Преимуществами использования диффузора являются: уменьшение диаметра ветроколеса и возможность использования ветрогенераторов в регионах с низкими среднегодовыми скоростями ветра, повышение его КПД. Недостатками атмосферного диффузора является разделение потока (снижение КПД) при увеличении угла утечки потока воздуха из диффузора более чем на 10-15; увеличение осевых усилий на башне, усложнение конструкции ветрогенераторов [3].

Для хорошего взаимодействия ветротурбины с воздушным потоком можно использовать вихревые структуры, которые создаются в свободной атмосфере и в

специальных каналах. Генераторы закрученного потока обладают хорошим запасом кинетической энергии.

Одной из конструкций ветротурбины с вихревыми структурами, ограниченными стенками, является вертикально-осевой пропеллер ветротурбины, над которым расположена башня торнадо. Воздушный поток, закручиваясь, проходит внутри башни через регулируемые направляющие лопасти. В приосевой зоне вихря происходит сильное разрежение и большие угловые скорости, что приводит к отсасыванию дополнительных воздушных масс из окружающей среды. В результате скорость перед ветроколесом значительно превышает скорость атмосферного потока, а за самим ветроколесом образуется значительный вакуум.

Способность вихревых структур концентрировать энергию из окружающего пространства в своей осевой части позволяет использовать такие ветрогенераторы в местах с низкими скоростями ветра. Рассмотренная схема ветротурбины также исключает необходимость установки ветротурбины в направлении ветра [3].

Одним из последних инновационных решений в разработке ветрогенераторов стало создание кольцевого воздушного ветрогенератора КВВ-1. Современные ветрогенераторы неэффективно работают при низких скоростях ветра, что затрудняет запуск ветрогенератора при скорости ветра 2,5 м/с.

Список литературы

1. Лабейш В.Г. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. – СПб.: СЗТУ, 2003. – 80 с.
2. Губин В.Е. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии / В.Е. Губин, А.А. Матвеева, А.С. Матвеев. – Томск: Изд-во ТПУ, 2011. – 216 с.
3. Янсон Р.А. Ветроустановки. – М.: МГТУ имени Н.Э. Баумана, 2007. – 37 с.

Сведения об авторах:

Зверев Леонид Олегович – студент, ВШТЭ СПбГУПТД, Санкт-Петербург;

Цимбал Виктор Дмитриевич – ассистент, ВШТЭ СПбГУПТД, Санкт-Петербург.