

УДК 621.311

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК
В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

Хорошко Д.И.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Пономаренко Е.Г.

Ветроэнергетика – отрасль энергетики, которая специализируется на преобразовании кинетической энергии воздушных масс в атмосфере в электрическую, механическую, тепловую или в любую другую форму энергии, удобную для использования. Это направление динамично развивается во многих странах мира. Появляются новые установки и комплексы наземного базирования, а также морские (оффшорные) ветроэлектростанции. Лидерами на данный момент являются Китай, США и Германия, однако и остальной мир постепенно развивает это перспективное направление «чистой» энергетики, базирующейся на неисчерпаемом природном ресурсе – энергии ветра. С каждым годом в мире устанавливается все больше и больше ветрогенераторов, и налицо тенденция к дальнейшему распространению технологии.

Использование ветрогенераторов – одна из главных альтернатив традиционным технологиям производства электроэнергии. Кажущаяся простота и доступность природного энергоресурса ограничиваются жесткостью требований функционирования в составе электроэнергетических систем. Фундаментальными недостатками использования энергии ветра являются низкая плотность потока первичного энергоресурса и его неуправляемость.

Рассмотрим преимущества и недостатки использования ветроэлектрических установок.

Преимущества:

– используется полностью возобновляемый источник энергии. В результате действия солнца, в атмосфере постоянно движутся воздушные потоки, для создания которых не требуется добывать, транспортировать, и сжигать никакое топливо. Источник принципиально неисчерпаем;

– в процессе работы ветряной электростанции полностью отсутствуют вредные выбросы. Это значит, что отсутствуют как любые парниковые газы, так и какие бы то ни было отходы производства вообще. То есть технология экологически безопасна;

– ветряная турбина и основные рабочие части таких генераторов расположены на значительной высоте над землей. Мачта, на которой установлена ветряная турбина, занимает небольшую площадь на земле, поэтому окружающее пространство может быть с успехом использовано для хозяйственных нужд, там могут быть размещены различные здания и сооружения, например, для сельского хозяйства;

– применение ветрогенераторов особенно оправдано для изолированных территорий, куда обычными способами электроэнергию не доставить, и автономное обеспечение для таких территорий является, пожалуй, единственным выходом;

– после введения в эксплуатацию ветряной электростанции, стоимость киловатт-часа генерируемой таким образом электроэнергии значительно снижается. Например, в США специально исследуют работу вновь установленных станций, оптимизируют эти системы, и таким образом удается снижать стоимость электроэнергии для потребителей до 20 раз от первоначальной стоимости;

– техническое обслуживание в процессе эксплуатации минимально.

К недостаткам относятся:

– зависимость от внешних условий в конкретный момент. Ветер может быть сильным, или его может не быть вообще. Для обеспечения непрерывной подачи электроэнергии потребителю в таких непостоянных условиях, необходима система хранения электроэнергии значительной емкости. Кроме этого, требуется инфраструктура для передачи этой энергии;

– сооружение ветровой установки требует материальных затрат. В некоторых случаях привлекаются инвестиции в масштабах регионов, что не всегда легко обеспечить. Именно стартовый этап, само возведение проекта является весьма дорогостоящим мероприятием. Упомянутая выше инфраструктура – немаловажная часть проекта, которая также стоит денег. В среднем, стоимость 1 кВт установленной мощности составляет \$1000;

– некоторые эксперты считают, что ветряки искажают природный ландшафт, что их вид нарушает естественную природную эстетику. Поэтому крупным фирмам приходится прибегать к помощи профессионалов по дизайну и ландшафтной архитектуре;

– ветряные установки производят аэродинамический шум, который может причинить дискомфорт людям. По этой причине в некоторых странах Европы принят закон, по которому расстояние от ветряка до жилых домов не должно быть меньше 300 метров, а уровень шума не должен превышать 45 дБ днем и 35 дБ ночью;

– есть небольшая вероятность столкновения птицы с лопастью ветряка, однако она настолько мала, что вряд ли нуждается в серьезном рассмотрении. А вот летучие мыши более уязвимы, поскольку строение их легких, в отличие от строения легких птиц, способствует получению смертельной баротравмы, при попадании млекопитающего в область пониженного давления около края лопасти.

Экологическими особенностями следует считать существенно большие площади отчуждаемых земель, шумовое воздействие, инфразвуковые вибрации, а также проблему утилизации крупногабаритных элементов конструкции и фундаментов.

Безусловное преимущество ветряных электростанций (ВЭС) по сравнению с традиционными – исключение выбросов продуктов горения на ТЭС, работающих на углеводородном топливе, а также исключение топливной составляющей себестоимости выработки электроэнергии. По сравнению с АЭС ветроэнергетика не демонстрирует явных преимуществ.

В Республике Беларусь развитие технологий выработки электроэнергии на основе возобновляемых источников определяется стратегией развития

национальной энергетики. Ввод и использование альтернативных генерирующих источников регламентируется законом. Целесообразность применения ветрогенераторов является предметом исследований и дискуссий.

ВЭУ установлены в Гродненской, Минской, Витебской, Могилевской областях. Самая крупная ветроэнергетическая установка в Беларуси действует в посёлке Грабники, Новогрудского района, Гродненской области: её мощность составляет 1,5 МВт. Эффективность и надежность работы ВЭУ способствовала повышению интереса у ряда частных фирм к участию в строительстве объектов так называемой «зеленой» энергетики. Так, в течение 2012–2013 годов по состоянию на 30 июля 2013 года РУП «Гродноэнерго» были выданы технические условия шести компаниям на сооружение более 10 ветроэнергетических станций общей мощностью 37 МВт.

В середине августа 2007 года в СЭС «Брест» начала работать первая на Брестчине ветроэнергетическая установка.

Энергия ветра, преобразованная в электрическую, используется на автозаправочной станции, принадлежащей совместному белорусско-итальянскому предприятию «БелТрансОйл». СП «БелТрансОйл» в сутки потребляет 30–35 кВт·ч электроэнергии, что обходится предприятию в течение года в 50 тыс. долларов. Использование ВЭУ позволит экономить до 10 % финансовых средств.

На въезде в д. Занарочь германским благотворительным общественным объединением «Дома вместо Чернобыля» для переселенцев из Чернобыльской зоны были построены две ВЭУ. На 50-метровой башне установлена ветровая турбина Nordex мощностью 250 кВт, а на 60-метровой цельнометаллической опоре – Repower мощностью 600 кВт. Обе установки производят в год около 1,3–1,4 млн. кВт·ч электроэнергии. Такого количества электроэнергии хватит на то, чтобы обеспечить теплом и светом хотя бы агрогородок Занарочь и близлежащие населенные пункты. Ученые ведут постоянное наблюдение за их работой. Анализ данных показывает, что наши показатели ничуть не хуже, а иногда даже лучше зарубежных. Ветер нашу республику не обходит стороной. Остается только использовать его бесплатную энергию.

По данным Государственного кадастра возобновляемых источников энергии, в Беларуси на конец 2017 г. работали 47 ветроэнергетических установок общей мощностью 84 МВт. Среднегодовая скорость ветра на территории страны не превышает 4,4 м/с, однако в отдельных районах, расположенных на холмах Минской, Оршанской и Городокской возвышенностей, наблюдается скорость ветра от 5,2 до 5,7 м/с на высоте 80–100 м, что является оптимальным для ВЭУ большой мощности.

На 2019 год количество ветроэнергетических установок увеличилось до 96 мощностью 100,95 МВт. Крупнейший ветропарк (6 объединенных ВЭУ) – Новогрудский р-н (9 МВт, РУП «Гродноэнерго»).

Широкое распространение ВЭС требует анализа приемлемости географических и климатических условий, выбора наиболее целесообразных технических решений и параметров отдельных ВЭС и ветропарков в целом,

учета условий и результатов эксплуатации введенных ВЭС и проверки методик расчета конструктивных и режимных параметров.

Применение ветроэнергетики в мировой энергетике и развитие технологий производства и эксплуатации пока не дали ответов на ряд фундаментальных и технологических ограничений в использовании ветряных электростанций. Упомянем некоторые из них:

- вынужденность места расположения;
- ограниченный срок службы (20–25 лет);
- низкий коэффициент использования установленной мощности (0,25–0,30);
- недостаточная надежность покрытия графика нагрузки (наиболее опасными являются порывы ветра, провоцирующие останов всего ветропарка), приводящая к нестабильности работы энергосистемы;
- необходимость дополнительной электрической сети по сбору электроэнергии;
- гололедообразование как наиболее неблагоприятное явление в климатических условиях Беларуси.

Было бы ошибкой считать работу ВЭС экологически безупречной:

- площадь ветропарка более чем в 100 раз превышает площадь отчуждения для традиционных ТЭС на единицу установленной мощности, а с учетом различия коэффициента использования установленной мощности цифра увеличивается еще в разы;
- шум лопастей распространяется существенно дальше (до 2 км) принятых норм удаления ВЭС от мест проживания (300–500 м), вызывая тем самым перманентный стресс и вероятность ухудшения здоровья людей;
- мало изучена проблема генерации, распространения и влияния инфранизких вибраций и визуального воздействия на психику движущихся элементов исполинских объектов;
- не решены вопросы эффективной утилизации оборудования (лопасти, мачта) и демонтажа фундаментов (тысячи тонн высокопрочного армированного бетона каждый).

Практика применения показывает:

- габариты и максимальные единичные мощности ВЭС подбираются к своим пределам (150–180 м, 10–12 МВт) из-за ограничений монтажа, прочности материалов и экономической целесообразности;
- наилучшая производительность получается при расположении в прибрежном мелководье, но требует вдвое больших капитальных вложений;
- уменьшение централизованного субсидирования в странах Европы снижает темпы роста мощностей ВЭС и ужесточает требования конкурентоспособности;
- оплата повышающего тарифа на покупку коммерческой ветровой электроэнергии в 2–3 раза превышает себестоимость ее получения на ВЭС Белэнерго.

Следует отметить, что, несмотря на обширность географического пространства, в Беларуси нет пустынных территорий, а строительство

сверхвысоких объектов имеет ограничение по использованию воздушного пространства.

Успешное преобразование кинетической энергии ветрового потока в электрическую, кроме наличия подходящего ветрового потока, требует тщательного выбора площадки для строительства с учетом требований охраны окружающей среды, температурно-влажностного атмосферного режима, рельефа местности и геологических особенностей места расположения. Выбор площадки для строительства будущего объекта – один из важнейших этапов исследовательских работ. Место установки ВЭС должно отвечать требованиям в области охраны окружающей среды с учетом ближайших и отдаленных экологических, экономических, социальных и иных последствий эксплуатации ВЭУ, с соблюдением приоритета сохранения благоприятной окружающей среды, биологического разнообразия, рационального использования и воспроизводства природных ресурсов.

Первоочередными факторами при выборе площадки являются параметры ветрового потока. Для определения мест наиболее рационального размещения ВЭУ организуются измерения параметров ветра – средней максимальной скорости, направления ветра, повторяемости направления ветров (розы ветров). По результатам полученных параметров ветра или расчетным климатическим данным о них определяется ветроэнергетический потенциал (ВЭП) предполагаемой площадки размещения ВЭУ, оценивается ожидаемый выход электрической энергии, даются рекомендации по выбору ВЭУ. На практике для определения ВЭП используют данные с опорных метеостанций, располагающихся на расстоянии до 40 км от площадки. Затем осуществляется пересчет для выбранной площадки с учетом высоты над уровнем моря и открытости местности.

Необходимо учитывать влияние рельефа местности на энергетические характеристики будущей ВЭУ. Характер поверхности размещения ВЭУ определяет возможное падение скорости ветрового потока, проходящего над поверхностью земли, а также изменение направления потока и возникновение касательных напряжений. При рассмотрении конкретной предполагаемой площадки размещения объекта ветроэнергетики нужно учитывать эффект влияния на поток изменений высоты рельефа вокруг площадки, например 5 %-е увеличение высоты в ландшафте может иметь 5 %-е воздействие на среднюю скорость ветра на уровне оси ветрогенератора, что приведет к 15 %-му увеличению доступной мощности. С учетом вышесказанного предпочтительным местом для размещения ВЭУ являются плоские вершины, а также местность, в ближайшем окружении которой отсутствуют высокие препятствия.

Литература

1. О возобновляемых источниках энергии [Электронный ресурс]: Закон Республики Беларусь от 27.12.2010 № 204-З // Законодательство Республики Беларусь. Режим доступа : <http://pravo.newsby.org/belarus/zakon0/z312.htm>. – Дата доступа : 12.04.2020.

2. Дебиев, М.В. Системная классификация факторов, определяющих выбор вариантов размещения объектов ветроэнергетики / М.В. Дебиев, Г.А. Попов // Вестник АГТУ. Сер. Управление, вычислительная техника и информатика. – 2011. – № 2. – С. 15–22.

3. Справочник по климату Беларуси / Государственный комитет по гидрометеорологии Республики Беларусь, Республиканский гидрометеоцентр. – Минск : БелНИЦ «Экология», 2003. – Ч. 4 : Ветер. Атмосферное давление. – 124 с.