

ЭНЕРГЕТИКА. ЭНЕРГОРЕСУРСЫ

doi: 10.51639/2713-0576_2022_2_1_59

ГРНТИ 44.00.00

ВАК 05.14.04

Особенности ветроэлектростанции в Ульяновской области

* Башмаков Д. А., Мальковский С. С., Пазушкина О. В.

Ульяновский государственный технический университет
432027, Россия, г. Ульяновск, ул. Северный Венец 32

email: * bashmakov_dima555333@mail.ru, sergeymalkovskii@yandex.ru,
o.pazushkina@yandex.ru

Статья посвящена актуальной теме ветровых электростанций, которые напрямую связаны с возобновляемыми источниками энергии, а именно с энергией ветра. Описаны устройство станций, их виды, принцип работы, воздействие на окружающую среду и т. д.

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии, ветер, энергетика, электростанции.

Российская Федерация имеет огромный потенциал для развития возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Министерство энергетики РФ сообщает, что за 2017 год в стране было построено больше мощностей возобновляемых источников энергии, чем за предыдущие два года: в 2015–2016 годах было введено 130 МВт ВИЭ, а в 2017 году – 140 МВт, из них более 100 МВт приходятся на солнечные электростанции, а 35 МВт – на первый крупный ветропарк Fortum, построенный в Ульяновской области.

Ветроэнергетика – отрасль энергетики, специализирующаяся на использовании энергии ветра. Это перспективное направление, базирующееся на неисчерпаемом природном ресурсе. В последние годы освоение энергии ветра происходит весьма стремительно по всему миру. Прослеживается тенденция к дальнейшему развитию и распространению этого направления. Ветровая энергия является прямым результатом действия солнечного излучения и может классифицироваться как прямая форма превращения солнечного излучения. Под действием Солнца прогреваются воздушные слои атмосферы, что приводит к расширению воздуха. В то же время в зонах отсутствия значительного излучения воздушные массы охлаждаются и сокращаются в объёме.

Наиболее острый вопрос ветроэнергетики – экономическая эффективность и экологичность ВЭУ (ветроэнергетических установок).

Исследования, проведённые в ряде стран, показали, что наиболее экономичными сейчас являются ВЭУ мощностью 100...300 кВт, ожидается в будущем 250...350 кВт. Рентабельность ВЭУ средней мощности может быть обеспечена при комбинированном их использовании с дизель-генераторами как резервными источниками энергии. На этой базе создаются автономные и комбинированные (с действующими энергосистемами) ВЭУ.

Один из отрицательных факторов ВЭУ – блокировка территории оборудованием установки и связанные с этим экономические потери. Если на 1 км² можно разместить тепловую электростанцию мощностью 1000 МВт или солнечную электростанцию на 3...60 МВт, то максимальная мощность ВЭС, которая может быть получена с 1 км², составляет всего 10 МВт. Кроме того, при работе ВЭУ возникает характерный шум, который около ВЭУ

может достигать 50...80 дБ. В этой связи в Германии, Дании, Нидерландах согласно законодательству уровень шума не должен превышать: днем 50 дБ, ночью 35 дБ; минимальное расстояние ВЭУ от домов 300 м, дорог – 20...75 м, линий электропередач – 39...52 м, аэропортов – 4...6 км. Применение ВЭУ мощностью 500 кВт и выше позволяет значительно экономить занимаемую ими площадь (особенно в Европе), а также снижает удельные капитальные вложения и стоимость электроэнергии.

В мире и в России в настоящее время наибольшее распространение получили трёхлопастные ВЭУ с горизонтальной осью вращения, в состав которых входят следующие конструктивные узлы: рабочее колесо 1, гондола с редуктором 2 и генератором, башня 3 и фундамент 4 (рис. 1).

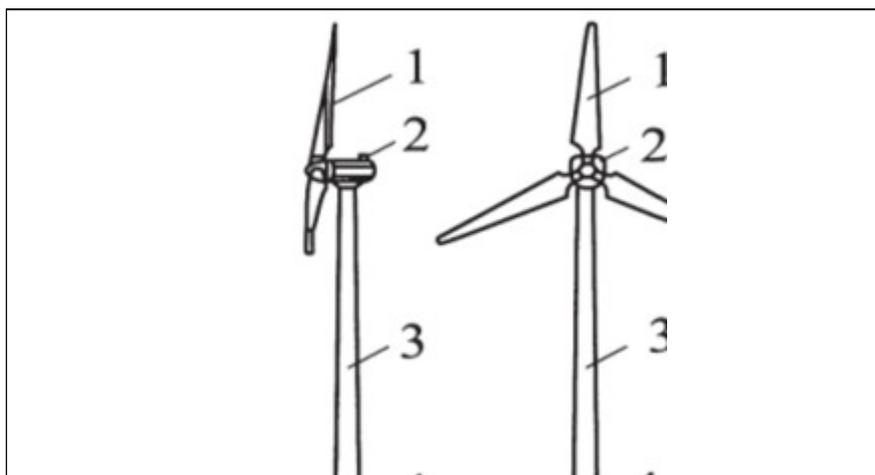


Рис. 1. Трёхлопастные ВЭУ с горизонтальной осью вращения

Теоретически на 1 м² территории в зависимости от скорости ветра может быть использовано около 57% ветровой энергии, практически – не более 33%. Около 30% экономического потенциала ветроэнергетики сосредоточено на Дальнем Востоке, примерно по 16% – в Западной и Восточной Сибири, 14% – в Северном экономическом районе и менее чем по 5% – в остальных районах. Наиболее перспективными для размещения ветроэнергетических установок являются побережья морей и участки их шельфов. На шельфах морей удельная мощность ветрового потока достигает 1000...1500 Вт/м², а на побережьях – 500... 1000 Вт/м², в то время как на удалении от побережий и в глубинных районах удельная мощность ветрового потока составляет 100...500 Вт/м².

При выборе района строительства ветровых установок необходимо задать пределы изменения скорости ветра в данной местности. Постоянные небольшие скорости ветра применяются в качестве расчётных для обеспечения требуемой мощности, а максимальные ветровые нагрузки позволяют рассчитать допустимые максимальные прочностные характеристики пропеллера.

Установки, в которых используется энергия ветра, в настоящее время разделяются на три группы:

- ветросиловые установки (ВСУ);
- ветроэнергетические установки (ВЭУ);
- ветроэнергоконверсионные установки (ВЭК).

Об установках третьей группы можно говорить как о физической возможности, однако для выработки энергии используются лишь установки, относящиеся ко второй группе.

Ветроэнергетические установки классифицируются по:

- расположению ротора (горизонтальные или вертикальные);
- принципу действия (активные или реактивные);
- по числу лопастей рабочего колеса – одно-, двух-, трёх- и многолопастные;

- по частоте вращения ротора;
- по мощности – малые (до 10 кВт), средние (от 10 до 100 кВт), крупные (от 100 до 1000 кВт), сверхкрупные (более 1000 кВт);
- по диаметру ротора (поверхности вращения ротора).

В соответствии с диаметром ротора или поверхности его вращения ветровые энергетические установки разделяются на:

- малые $d_p \leq 8 \div 16$ м; $F_p \leq 50 \div 200$ м²;
- средние $d_p < 16 \div 45$ м; $F_p \leq 200 \div 1600$ м²;
- большие $d_p < 45 \div 128$ м; $F_p \leq 1600 \div 12800$ м².

Под поверхностью вращения ротора понимается круговая поверхность, описываемая лопастью ротора при его вращении.

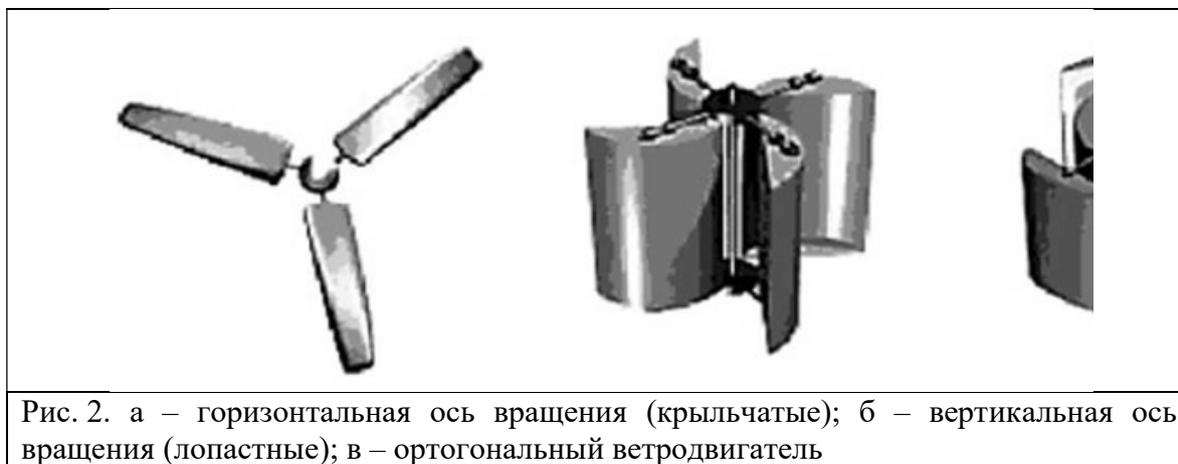
Установки по использованию ветра могут производить механическую энергию, которая используется или для привода насоса для перекачки воды или же для привода гидромолоты, в результате чего механическая энергия переходит в теплоту. Чаще всего ветровые установки используются для привода генератора и выработки электроэнергии, что позволяет обеспечить независимое электроснабжение.

Подобные установки могут быть использованы параллельно с аккумуляторами. Так, например, в ветреную погоду с помощью ветроустановки можно перекачивать воду снизу вверх насосом, а затем, используя гидротурбину вырабатывать электроэнергию.

Типы ветродвигателей:

- ветродвигатели с горизонтальной осью вращения (крыльчатые);
- ветродвигатели с вертикальной осью вращения (карусельные: лопастные и ортогональные).

На рисунке 2 представлены типы ветродвигателей.



С января 2018 г. ветряная электрическая станция (ВЭС) Fortum в г. Ульяновск включена в реестр мощности. ВЭС с установленной мощностью 35 МВт стала первым генерирующим объектом, который работает на основе использования энергии ветра на оптовом рынке электроэнергии и мощности (ОРЭМ).

По итогам первого полугодия 2018 года Ульяновская ВЭС-1 выработала 48,6 млн кВт*ч чистой энергии. Коэффициент использования установленной мощности составил 32 %. УВЭС-1 – в числе мировых лидеров по эффективности.

Ветряная электростанция – это несколько ВЭУ, собранных в одном или нескольких местах и объединенных в единую сеть. Ветровые турбины устанавливаются в районах с регулярным ветром.

Элементы башенной конструкции сделаны из низколегированной конструкционной стали марки S355J2. Аналогичный высокопрочный металл используют для производства опор

ЛЭП, мостов, нефтяных и газовых морских платформ. Производство башен для ВЭУ осуществляется в Таганроге (Ростовская область).

Однако самой сложной в производстве частью ветроустановок является лопасть. Она изготавливается из композитных материалов и представляет собой цельную 62-метровую конструкцию. Технологии создания лопасти во многом идентичны производству крыла самолета. В декабре 2018 года уникальное производство лопастей было открыто в Ульяновской области.

Принцип работы установки заключается в выработке электроэнергии путем преобразования кинетической энергии ветра в электрическую энергию. При этом используется низкооборотный генератор с прямым приводом на постоянном магните, что оптимизирует эксплуатационный режим, снижает шум и повышает надежность ВЭУ в целом.

Мощность ветроустановки зависит от нескольких факторов: от скорости ветра, диаметра ветроколеса, плотности воздуха. А также от коэффициента использования энергии ветра, коэффициентов полезного действия редуктора и электрогенератора. Чем выше эти показатели, тем больше мощность ВЭУ.

ВЭС в г. Ульяновске обладает следующими характеристиками. Она насчитывает 14 ветротурбин, каждая из которых мощностью по 2,5 МВт. Высота башни – 88 м, высота оси турбины – 90 м, высота лопасти над землей – 144 м, длина лопасти турбины – 53,8 м, расстояние между турбинами – 60 м, площадь земли под ветропарком – 97 га.

При проектировании ветропарков всегда проводятся орнитологические наблюдения, изучаются маршруты миграции птиц в районе. Чтобы избежать столкновения птиц с ветроэнергетическими установками, каждая башня оборудована репеллентными устройствами, издающими звук для отпугивания пернатых, а каждая лопасть ветроколеса имеет полосы красного цвета, что делает ее более различимой на фоне ландшафта. Монтаж каждой ветроустановки в среднем составляет пять суток. Для сборки одновременно используются два подъемных крана. Электричество, создаваемое ВЭС, поступает на оптовый рынок электроэнергии и мощности. Затем наравне с энергией, полученной другими способами, обеспечивает ресурсом потребителей. Но в отличие от других источников энергия ветра возобновляется, а ее производство не приносит вреда экологии. Поэтому она играет важную роль в переходе к чистому энергетическому будущему.

Возросшее число ветроустановок одновременно вызвало контрдоводы от защитников окружающей среды. В связи с этим в ряде стран Западной Европы были проведены дополнительные биолого-экологические исследования по оценке влияния ветровых установок на окружающую среду. Результаты исследований показали, что парк ветровых установок для зоны пролёта птиц оказывает влияние как барьер, который приходится облетать на значительном расстоянии. Эта проблема особенно заметна вдоль береговой полосы Северного моря. Повреждение установок от пролетающих птиц может происходить только от крупных экземпляров. В то же время гибель самих птиц от ветровых установок по своим размерам значительно меньше, чем гибель птиц от транспортных средств и строительных конструкций. Полёт насекомых в большей части происходит на высоте от 0 до 30 м, на которой работают и ветровые установки. Поэтому этот фактор следует учитывать при выборе места строительства ветроустановок.

Следует учитывать воздействие на окружающую среду шума и электромагнитное влияние от ветровых установок. В интервале мощностей ветровых электростанций от 100 до 500 кВт возникает шумовой эффект в 94...104 дБ. Так как с увеличением мощности шумовой эффект возрастает, то в зависимости от звукового порога следует ограничивать и мощность агрегатов.

Большинство учёных и представителей экспертного сообщества сходятся во мнении, что объекты ветро- и солнечной энергетики вносят большой вклад в минимизацию антропогенного воздействия на климат и окружающую среду. Электроэнергия от объектов

ВИЭ замещает выработку традиционных электростанций, благодаря чему снижаются выбросы загрязняющих веществ в атмосферу.

Список литературы

1. Fortum [Электронный ресурс] – URL: <https://www.fortum.ru/vetryanaya-elektricheskaya-stanciya-v-ulyanovskoy-oblasti> (дата обращения: 20.03.2022). – Текст: электронный.
2. Сибикин Ю. Д., Сибикин М. Ю. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: учебное пособие – Москва 2010. – 121 с.
3. Сухов Ф. И. Альтернативные источники энергии: учебное пособие / коллектив авторов; под ред. Ф. И. Сухова. – Москва: РУСАЙНС, 2020. – 95 с.

Features of the wind power plant in the Ulyanovsk region

* Bashmakov D. A., Malkovsky S. S., Pazushkina O. V.

*Ulyanovsk State Technical University
432027, Russia, Ulyanovsk, Severny Venets st., 32*

Annotation: The article is devoted to the actual topic of wind power plants, which are directly related to renewable energy sources, namely wind energy. The device of the stations, their types, the principle of operation, the impact on the environment, etc. are described.

Keywords: renewable energy sources, wind, energy, power plants.