

# СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ВЕТРОЭНЕРГЕТИКИ В БЕЛАРУСИ

**А. В. Силивончик**

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Г. А. Прокопчик

Освоение возобновляемых источников энергии и в особенности ветроэнергетики весьма актуально для Беларуси с точки зрения обеспечения энергетической безопасности и энергетической независимости страны в связи с недостатком собственных энергетических ресурсов, быстрого роста цен на импортное углеводородное топливо, насыщенности энергоемкими промышленными предприятиями и большим промышленным потреблением энергии и топлива.

Ветроэнергетика является сложившимся направлением мировой энергетики в силу ее преимуществ: экологическая чистота – производство энергии не сопровождается выбросами двуокиси углерода; независимость от поставщиков энергоресурсов и цен на топливо; низкая себестоимость электроэнергии – ветроэнергетика может конкурировать с ядерной, угольной и газовой энергетикой.

Развитие ветроэнергетики за рубежом идет по пути как увеличения единичной мощности ветроэнергетической установки (ВЭУ), так и по пути создания на базе нескольких рядом расположенных ВЭУ ветропарков. Установки используются для производства электроэнергии в энергосистеме или автономно. В 2006 г. установлен-

ная мощность ветроэнергетических станций (ВЭС) в мире составила 84 млн кВт. В Европе установлено 48,5 млн кВт. Лидером в развитии ветроэнергетики и в производстве оборудования является Германия. Установленная мощность ее ВЭС составила 20,6 млн кВт, производство ветроэлектроэнергии – 6 % собственной потребности. Установленная мощность и выработка электроэнергии ВЭС в других лидирующих странах составляют: Испания – 11,6 млн кВт и 8 % производства электроэнергии; США – 11,6 млн кВт; Индия – 6,3 млн кВт; Дания – 3,1 млн кВт и 16 % производства электроэнергии; Китай – 2,6 млн кВт.

В таблице приведено сравнение некоторых показателей энергетики и ветроэнергетики Польши, Украины и Беларуси с показателями образцовой в плане развития энергетики страны – Германии на 2006 г.

### Производство электроэнергии и ветроэлектроэнергии

Наименование	Германия	Польша	Украина	Беларусь
Население, млн. чел.	76,4	38,3	50,3	10
Территория, тыс. км <sup>2</sup>	356	313	604	206
Производство электроэнергии, млрд кВт · ч	520	141	170	24
Потребление электроэнергии, млрд кВт · ч	520	121	153	35
Установленная мощность, млн кВт		29,3	52,8	7,5
Установленная мощность электростанций на 1 чел.		0,77	1,05	0,75
Потребление электроэнергии на 1 чел, кВт · ч	6800	3159	3042	3500
Установленная мощность ВЭУ, млн кВт	20,6	0,11	0,053	0,0011
Производство э/э ВЭУ, млрд кВт · ч	31,2	0,28	0,14	0,0022

Потенциал энергии ветра в Беларуси исследовался в 1996–1999 гг. Долгое время считалось, что применение ветроэнергетики в Беларуси невыгодно из-за низких фоновых скоростей ветра. Однако исследования показали, что на территории страны существуют зоны, где среднегодовые скорости ветра составляют 4,8–6,2 м/с с высотой от 20 до 80 м, на которых можно смонтировать от 5 до 20 ветроустановок. Таких площадок исследователи насчитывают около 1840. По оценкам НППП «Ветромаш» и РУП «Белэнергосетьпроект» потенциал ветроэнергетических ресурсов составляет 20,34 млрд кВт·ч. Эти зоны расположены в Минской, Витебской и Гродненской областях с теоретически возможным энергетическим потенциалом 2,4 тыс. МВт.

В настоящее время в Беларуси действует несколько небольших опытно-промышленных ВЭУ и одна ВЭС в составе двух установок лопастного типа мощностью 250 и 600 кВт, которые были установлены в 2000 и 2002 годах в прибрежной зоне озера Нарочь Минской области. Эксплуатация показала хорошую работоспособность в наших ветровых условиях, которые в данном районе не уступают немецким. Но следует отметить, что коэффициент использования мощности этих ВЭУ составляет 16,6 и 20 % соответственно от установленной мощности. Таким образом, существующие способы преобразования ветроэнергии в электрическую с помощью традиционных лопастных ВЭУ в наших условиях нецелесообразны. Во-первых, из-за высокой пусковой скорости ветра (4–5 м/с), высокой номинальной скорости (8–15 м/с) и небольшой годовой производительности в условиях слабых континен-

тальных ветров, характерных для Беларуси – 3–5 м/с; во-вторых, стоимость ВЭУ составляет \$1000–\$1500 на кВт установленной мощности.

Однако проведенный за несколько лет комплекс работ позволяет делать более оптимистичный прогноз в части использования энергии ветра для производства электроэнергии. Для этих целей рекомендуются новые ВЭУ, основанные на эффекте Магнуса, когда в качестве аэродинамических элементов используются не лопастные, а вращающиеся усеченные конусы специальной формы (роторы), подъемная сила в которых многократно (в 6–8 раз) превосходит подъемную силу в лопастях. Они могут эффективно работать при скоростях ветра, характерных для условий Беларуси.

Эффективность внедрения ВЭС можно оценить на основании срока окупаемости затрат, на величину которого влияют удельные капитальные удельные затраты ( $k_y$ ), тариф на электроэнергию ( $T_w$ ), режим работы ВЭУ ( $h_y$ ), а также цена замещаемого топлива ( $C_T$ ) и себестоимость производства электроэнергии ( $c_w$ ). Расчеты, проведенные для условий Беларуси ( $k_y = 1000\text{--}1500$  \$/кВт,  $C_T = 150$  \$/тут,  $c_w = 3,3$  ц/кВт·ч,  $h_y = 1700$  ч) и  $T_w = 9,9$  ц/кВт·ч, принятого за рубежом для производителей экологически чистой энергии показывают, что срок окупаемости ВЭУ составляет около 8 лет. Расчеты выполнялись для ВЭУ производства Германии, которые имеют минимальную скорость ветра 4 м/с и номинальную 12 м/с. При переходе на другие конструкции ВЭУ со скоростями 3 и 8 м/с соответственно существенно повышается число часов использования установленной мощности и эффективность их применения. Повышение числа часов с 1700 до 2500 снижает срок окупаемости в 1,5 раза.

Себестоимость электроэнергии, вырабатываемая рассматриваемой ВЭУ, является одним из важных параметров, который влияет на срок окупаемости. На величину себестоимости влияют отчисления на амортизацию ( $I_A$ ), издержки на обслуживание ( $I_{OBC}$ ), ремонт ( $I_P$ ), управление ( $I_{УПР}$ ), арендная плата ( $I_{AP}$ ). Расчеты себестоимости, выполненные фирмой производителем ветроэнергетического оборудования для ВЭУ-800 показали, что ее значение лежит в пределах от 1,77 до 5,05 цент/кВт·ч и зависит от ряда факторов: капитальных вложений, времени работы установки, единичной мощности оборудования. Себестоимость увеличивается при увеличении капитальных затрат в ВЭУ. Себестоимость уменьшается при увеличении времени работы оборудования, а так же при увеличении установленной мощности ВЭУ (кВт) в совокупности со стоимостью 1 кВт установленной мощности (USD).

Экономически целесообразно внедрение в Беларуси ветроэнергетических установок, спроектированных на расчетные скорости ветра 9–11 м/с, высотой 70–110 м. Преимущество следует отдать опорам высотой 110 м.

Сдерживающими факторами развития ВЭУ в Беларуси долгое время были: недостатки тарифной и налоговой политики; отсутствие законодательной базы по нетрадиционным и возобновляемым источникам энергии, льгот при закупке и эксплуатации ветротехники; отсутствие тяжелой подъемной техники и квалифицированного персонала.

В последние годы произошло ряд важных событий, имеющих большое значение для развития в стране альтернативной энергетики. Так, в 2010 г. в очередной раз пересмотрены стимулирующие тарифы на электрическую энергию для производителей экологически чистой энергии. Декрет Президента № 1 от 28 января 2008 г. о бизнесе в малых населенных пунктах освобождает предпринимателей от налога на прибыль в течение пяти лет, предусматривает возможность беспошлинного ввоза оборудования, а также передачу в собственность недвижимости для создания рабо-

чих мест. В 2009 г. Беларусь вступила в Международное агентство по возобновляемым источникам энергии IRENA.

В настоящее время проведены обширные работы по установлению наиболее перспективных площадок для строительства ВЭУ единичной мощностью свыше 1 МВт. Таковыми являются две площадки Гродненской области: площадка в Новогрудском районе и в Сморгонском районе.

По Новогрудской площадке имеется разработанный архитектурный проект, прошедший комплексную экспертизу. По результатам проведенной процедуры закупки оборудования определен поставщик – китайская компания Hуауі Elec. Apparatus Group Co., Ltd (ветровая турбина HW 77/1500), а также по результатам торгов определен генеральный подрядчик – ОАО «Западэлектрострой».

Результаты обследования второй площадки (Сморгонский район) показали возможность строительство ветропарка предположительной мощностью 17 МВт (17 ВЭУ). Строить ветропарк будет французская компания по европейским технологиям. Реализацией проекта на первом этапе займется белорусско-французское товарищество.

В перспективе еще один ветропарк из 7–8 ВЭУ планируется создать в Новогрудском районе, что позволит вырабатывать до 30 млн. кВт · ч электроэнергии. В случае успешной реализации пилотного проекта, ветропарк планируется создать и в Сморгонском районе.

Таким образом, ветроэнергетика является перспективным и эффективным направлением для Республики Беларусь. Тип ветроэнергетического оборудования необходимо выбирать адаптированный к климатическим условиям Беларуси (скорость ветра на стандартной высоте от 4,8 до 6,2 м/с, высота 70 – 110 м, единичная мощность свыше 1 МВт). Не следует внедрять ветроэнергетические установки мощностью менее 1 МВт, демонтируемые в европейских странах в связи с техническим перевооружением мировой ветроэнергетики и предлагаемые на рынке ветроэнергетики. Необходимо внедрять только современные ВЭУ континентального базирования большой мощности. Рациональный подход к развитию ветроэнергетики в Беларуси может реально обеспечить выработку электроэнергии с помощью ВЭУ с приемлемым сроком окупаемости до 20 % собственного электропотребления страны. По мере роста цен на энергоносители и электроэнергию выгодность внедрения ВЭУ будет возрастать и приведет к дальнейшему повышению доли ветроэлектроэнергии в энергетическом балансе страны.