

ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

За последние годы ветроэнергетику стали называть «зеленой» энергетикой, так как энергия ветра возникает в результате общепланетарных процессов, солнечной активности и ее можно считать неисчерпаемой.

Ветроэнергетика – это отрасль энергетики, связанная с разработкой методов и средств по преобразованию энергии ветра в механическую, электрическую или тепловую энергию [1]. Энергия ветра начинает занимать лидирующие позиции в мировой энергетике.

По данным Global Wind Energy Council, установленная мощность новых ветроэнергетических установок (ВЭУ) за 2020 год составляет 93 ГВт. Это на 53 % больше, чем в 2019 году. Ведущими странами в отрасли являются Китай и США, они установили в сумме более 75 % новых ВЭУ, что составляет больше половины ветроэнергетики всего мира, и общая ветроэнергетическая мощность составляет 743 ГВт.

Развитие ветроэнергетики в Республике Беларусь началось 15–20 лет назад. Энергосбережение для республики является одной из актуальных задач. Основными путями реализации программы энергосбережения в стране является «Стратегия развития энергетического потенциала Республики Беларусь».

Согласно установленному районированию территории Республики Беларусь с использованием данных о средних годовых фоновых и расчетных скоростях ветра на пунктах гидрометеорологических наблюдений, с учетом абсолютных отметок над уровнем моря, площадь территории для размещения ВЭУ равна 41512 км² [2].

Объектом исследования в работе является оценка ветроэнергетического потенциала Республики Беларусь. На сегодняшний день, согласно кадастру возобновляемых источников энергии на территории Беларуси, действует 112 ВЭУ [3]. Оценка потенциала произведена на примере трех действующих ВЭУ на территории страны, основные технические характеристики которых приведены в таблице 1.

При расчете оценки технического потенциала ветровой энергетики скорость ветра меньше 3 м/с не рассматривалась, так как стартовая скорость ветра ВЭУ равна 3 м/с [2].

Территория, пригодная для размещения ВЭУ со стартовой скоростью ветра 3 м/с и 5 м/с, на высоте мачт 40 м, 60, 80 м, равна 499 км² и 41512 км² соответственно.

Мощность ВЭУ при заданной скорости и диаметре ветроколеса определяется как [4]

$$P_{\text{ВЭУ}} = \frac{1}{2} * \frac{1}{4} * 3,14 * D^2 * C_p * \rho * V^3 * (\eta_{\text{мех}} * \eta_{\text{эл}}), \quad (1)$$

где $P_{вэу}$ – установленная мощность ВЭУ, Вт;

D – диаметр ветроколеса, м;

V – скорость ветра, м/с;

C_p – коэффициент использования энергии ветрового потока, 0,45;

ρ – плотность воздуха, кг/м³;

$\eta_{мех} * \eta_{эл}$ – суммарный КПД механических элементов силового тракта установки, 0,9.

Таблица 1 – Технические характеристики ветроэнергетических установок, эксплуатируемых на территории Беларуси

MICON M 530		JACOBS 41/500		NEG Micon NM 1000/60	
Диаметр ротора, м	26	Диаметр ротора, м	41	Диаметр ротора, м	60
Стартовая скорость ветра, м/с	5	Стартовая скорость ветра, м/с	3	Стартовая скорость ветра, м/с	3
Высота мачты, м	40	Высота мачты, м	60	Высота мачты, м	80
Время работы в год, ч	8760	Время работы в год, ч	8760	Время работы в год, ч	8760
Площадь для размещения ВЭУ, км ²	499	Площадь для размещения ВЭУ, км ²	41512	Площадь для размещения ВЭУ, км ²	41512

Работа одной ВЭУ рассчитывается по формуле [4]

$$W_{вэу} = P_{вэу} * 8760, \quad (2)$$

где $P_{вэу}$ – установленная мощность ВЭУ, Вт.

Расстояние между турбинами измеряется в диаметрах ветроколеса, так как аэродинамическое затенение зависит от его размера. Так как в работе оценивается технический потенциал ветроэнергетики на всей территории Беларуси, не были приняты никакие ограничения при расчетах и в качестве площадки рассматривалась вся площадь страны, а в качестве схемы размещения ВЭУ была принята следующая схема: ВЭУ размещены в ряд, расстояние между ВЭУ в одном ряду составляет 5 диаметров ветроколеса ($5*D$), а расстояние между рядами – 7 диаметров ветроколеса ($7*D$) (рисунок) [4].

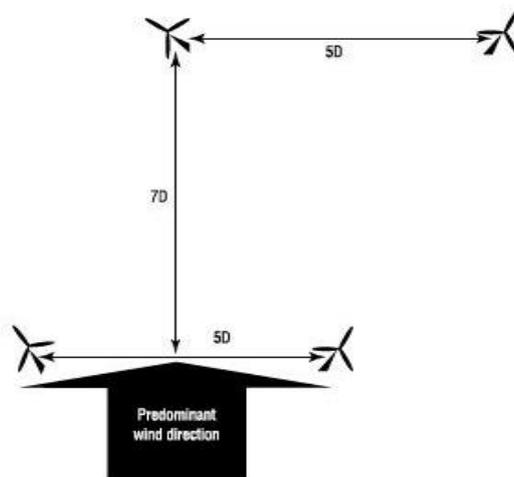


Рисунок 1 – Оптимальная схема размещения ВЭУ на площади

В результате принятых выше допущений определяем возможное количество ветроустановок в каждой зоне распределения среднегодовой скорости ветра [4]

$$N_{уст.} = \frac{S_T}{(7D*5D)}, \quad (3)$$

где $N_{уст.}$ – возможное количество ветроустановок в каждой зоне распределения среднегодовой скорости ветра, шт;

S_T – площадь территории, на которой рассчитывается технический потенциал, м²;

$(7D*5D)$ – площадь, необходимая для одной ВЭУ, м².

Технический потенциал ветровой энергии в ГВт*час/год определяется следующей формулой [4]:

$$W_{ТехВЭУ} = W_{ВЭУ} * N_{уст.} * K_{загр}, \quad (4)$$

где $W_{ТехВЭУ}$ – технический потенциал ветровой энергии, ГВт*час/год;

$K_{загр} = 0,5$ – коэффициент использования ВЭУ (принимается условно).

Результаты расчетов приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты расчетов

MICON M 530		JACOBS 41/500		NEG Micon NM 1000/60	
Установленная мощность ВЭУ $P_{ВЭУ}$, Вт	1654,61	Установленная мощность ВЭУ $P_{ВЭУ}$, Вт	8838,17	Установленная мощность ВЭУ $P_{ВЭУ}$, Вт	18927,66
Работа одной ВЭУ $W_{ВЭУ}$, ГВт.час/год	$0,14*10^9$	Работа одной ВЭУ $W_{ВЭУ}$, ГВт.час/год	$0,07*10^9$	Работа одной ВЭУ $W_{ВЭУ}$, ГВт.час/год	$0,16*10^9$
Количество установок $N_{установок}$, шт	21090	Количество установок $N_{установок}$, шт	705566	Количество установок $N_{установок}$, шт	329460
Технический потенциал ветровой энергии $W_{ТехВЭУ}$, ГВт*час/год	1476,3	Технический потенциал ветровой энергии $W_{ТехВЭУ}$, ГВт*час/год	24694,82	Технический потенциал ветровой энергии $W_{ТехВЭУ}$, ГВт*час/год	26356,8

Примечание – результаты расчетов получены в предположении использования ВЭУ всей территории Беларуси

В заключении необходимо сделать вывод: при оценки ветроэнергетического потенциала Беларуси установка ВЭУ марки NEG Micon NM 1000/60 наиболее экономически выгодная.

Список цитированных источников

1. Витченко, А. Н. Современное состояние и тенденции изменения климата города Минска / А. Н. Витченко, И. А. Телеш // Современная экология: образование, наука, практика. Материалы международной научно-практической конференции (г. Воронеж, 4–6 октября 2017 г.) / Под общей редакцией проф. В. И. Федотова и проф. С. А. Куролапа. – Воронеж : Научная книга, 2017. – Том 1. – С. 411–418.

2. Порядок оценки ветроэнергетического потенциала при размещении ветроэнергетических установок на территории Республики Беларусь=Парадак ацэнкі ветраэнергетычнага патэнцыяла пры размяшчэнні ветраэнергетычных устаноў на тэрыторыі Рэспублікі Беларусь : ТКП 17.10-39-2012 (02120). – Введ. 01.07.2012. – Минск : Республиканский гидрометеорологический центр, 2012. – 15 с.

3. Государственный кадастр возобновляемых источников энергии [Электронный ресурс] / Минприроды Респ. Беларусь. – Минск, 2022. – Режим доступа: http://www.minpriroda.gov.by/ru/new_url_19948904-ru/. – Дата доступа: 19.05.2022.

4. Мингалеева, Р. Д. Оценка технического потенциала ветровой и солнечной энергетики России / Р. Д. Мингалеева, В. С. Зайцев, В. В. Бессель // Территория Нефтегаз. – 2014. – № 3. – С. 82–90.

УДК 697.148

Джейгало В. В., Жук В. Г.

Научный руководитель: к. т. н., доцент Новосельцева Д. В.

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЖИЛЫХ ДОМОВ ЗА СЧЕТ СНИЖЕНИЯ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ

Из-за стремления к экономии энергоресурсов вопрос об организации достаточного воздухообмена отошёл на второй план. Массово стали устанавливать пластиковые окна вместо деревянных, в связи с их дешевой стоимостью и снижением затрат на отопление. Специалисты оценивают долю тепловых затрат на нагрев вентиляционного воздуха в 50–70 % от общих затрат на обогревание жилья (для домов с современными энергосберегающими окнами и теплыми стенами).

В современных жилых домах особое внимание должно уделяться организации воздухообмена. Заменяя окна, жильцы через какое-то время начинают ощущать нехватку свежего воздуха в квартире. Решетки на кухне, в ванной и туалете – это пути выхода отработанного воздуха. Без входа свежего воздуха через окно вытяжка не работает. Ухудшение естественной циркуляции воздуха приводит:

- к образованию конденсата на окнах и откосах;
- росту плесени;
- появлению неприятных запахов;
- развитию заболеваний дыхательной системы.

Проблемы с вентиляцией, возникающие одновременно с применением герметично закрывающихся окон, нельзя решать старыми техническими средствами, рассчитанными на приток наружного воздуха через многочисленные щели в окнах. Не решают проблему и различные способы "микровентиляции", предлагаемые производителями профилей ПВХ. При таком способе небольшое количество внешнего воздуха через отверстия и щели, организованные в самом оконном профиле, попадает внутрь помещения и, разбавляя влажный воздух в районе оконной ниши, снижает вероятность запотевания стеклопакета. Но количество воздуха в 1–2 куб. м в час никак не соответствует нормам по притоку воздуха (30–60 куб. м в час).