

УДК 620.92

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВЕТРОЭНЕРГЕТИКИ
ШАМАЛ ЭНЕРГЕТИКАСЫНЫН ЭКОЛОГИЯЛЫК АСПЕКТТЕРИ
ENVIRONMENTAL ASPECTS OF WIND ENERGY

Кочкорова М.Б., Белеков Б.Т.
Жалал-Абадский государственный университет

Аннотации: В статье рассмотрены экологические проблемы при использовании ветроэнергетических установок (ВЭУ). Дан краткий анализ источников шума от ВЭУ и вред, наносимый животным и птицам.

Макалада шамал энергетикасынын орнотмолорун колдонууда экологиялык көйгөйлөр каралды. Шамал энергетикасынын орнотмолорунун чуу чыгаруучу булактары жана алардын жаныбарлар менен куштарга зыяндуулугу анализденди.

In article environmental problems when using wind power installations are considered. The short analysis of sources of noise from wind power installations and the harm done to animals and birds is given.

Ограниченность запасов органического топлива, возросшие экологические требования по снижению вредных выбросов при прямом сжигании топлива, обязательства государств по Киотскому протоколу, требующему снижения выбросов парниковых газов (диоксиды углерода, метана и др.), вызывают необходимость поисков нетрадиционных путей использования энергетических ресурсов.

К ним относятся:

- вовлечение в топливно-энергетический баланс нетрадиционных источников энергии;
- внедрение энергосберегающих технологий;
- реализация нетрадиционных технологий, обеспечивающих снижение всех видов вредных газов, при использовании энергетических ресурсов для выработки тепловой и электрической энергии;
- внедрение нетрадиционных способов предварительной, в том числе термохимической, подготовки топлива, а также других, кроме паросилового, циклов (парогазового - ПГУ и др.) нетрадиционных путей сжигания органического топлива.

Ветер является одним из самых доступных источников энергии. В отличие от Солнца, он может «работать» днем и ночью, на севере и на юге, летом и зимой. Единственная проблема при использовании силы ветра - выбрать место, где ветер дует достаточно постоянно. При этом ветровая энергия доступна, имеется везде и практически неисчерпаема. Главные преимущества энергии ветра: энергонезависимость, отсутствие потребности в каком-либо топливе, экологическая чистота, экономическая выгода.

Причиной возникновения ветра являются разности температур в атмосфере, образующиеся в результате действия солнечного излучения, которые, в свою очередь, обуславливают возникновение различных давлений. Ветер возникает в процессе рассеяния энергии, накопившейся вследствие наличия этих различных давлений.

Ветроэнергетическая установка, расположенная на площадке, где среднегодовая удельная мощность воздушного потока составляет около 500 Вт/м² (скорость воздушного потока при этом равна 7 м/с), может преобразовать в электроэнергию около 175 из этих 500 Вт/м². Энергия, содержащаяся в потоке движущегося воздуха, пропорциональна кубу скорости ветра.

Однако не вся энергия воздушного потока может быть использована даже с помощью идеального устройства. Теоретически коэффициент полезного использования (КПИ) энергии воздушного потока может быть равен 59,3%. На практике максимальный КПИ энергии ветра в реальном ветроагрегате равен приблизительно 50%, однако и этот показатель достигается не при всех скоростях, а только при оптимальной скорости, предусмотренной проектом. Кроме того, часть энергии воздушного потока теряется при преобразовании механической энергии в электрическую, которое осуществляется с КПД обычно 75-95%.

Учитывая все эти факторы, удельная электрическая мощность, выдаваемая реальным ветроэнергетическим агрегатом, видимо, составляет 30-40% мощности воздушного потока при условии, что этот агрегат работает устойчиво в диапазоне скоростей, предусмотренных проектом.

Однако иногда ветер имеет скорость, выходящую за пределы расчетных скоростей. Скорость ветра бывает настолько низкой, что ветроагрегат совсем не может работать, или настолько высокой, что ветроагрегат необходимо остановить и принять меры по его защите от разрушения. Если скорость ветра превышает номинальную рабочую скорость, часть извлекаемой механической энергии ветра не используется, с тем чтобы не превышать номинальной электрической мощности генератора.

Учитывая эти факторы, удельная выработка электрической энергии в течение года составляет 15-30% энергии ветра, или даже меньше, в зависимости от местоположения и параметров ветроагрегата.

Широкую популярность приобретают устройства преобразования кинетической энергии ветра в электрическую - ветрогенераторы. В настоящее время маломощные ветроэлектрические генераторы являются наиболее удобными и доступными для частного пользователя альтернативными источниками энергии.

Часть регионов нашей страны совсем не имеют линии электропередач в силу крайней удаленности. Те, кто сегодня используют «ветряки», делают это из-за отсутствия возможности подключения к центральному электроснабжению или хотят быть энергонезависимыми.

ВЭУ (ветроэлектрическая установка, ветрогенератор или просто «ветряк») используется для обеспечения автономным питанием -электроэнергией - различных бытовых и специальных промышленных потребителей при отсутствии центрального электроснабжения или его нерегулярной подаче.

Такие устройства можно использовать практически повсеместно, что и делают люди в последнее время, не смотря на большую (несколько сот тысяч сом.) стоимость комплекта необходимых составляющих частей установки: генераторов, аккумуляторов, контроллеров заряда и инверторов - для полного альтернативного энергообеспечения дома. Тем не менее, для стабильного энергообеспечения небольшой мощности (единицы кВт) все вышеперечисленные устройства, включая однолопастный ветрогенератор с комплектом крепления можно приобрести за вполне реальные сегодня деньги. Именно поэтому считаем возможным такое устройство приобрести, либо изготовить самостоятельно, используя опыт и с оглядкой на промышленные образцы.

Мощность ветрогенератора зависит от площади, заметаемой лопастями генератора, и высоты над поверхностью. Воздушные потоки у поверхности Земли/моря являются ламинарными — нижележащие слои тормозят расположенные выше. Этот эффект заметен до высоты 1 км, но резко снижается уже на высотах больше 100 метров. Высота расположения генератора выше этого пограничного слоя одновременно позволяет увеличить диаметр лопастей и освобождает площади на земле для другой деятельности. Современные генераторы (2010 год) уже вышли на этот рубеж, и их количество резко

растёт в мире. Ветрогенератор начинает производить ток при ветре 3 м/с и отключается при ветре более 25 м/с. Максимальная мощность достигается при ветре 15 м/с. Отдаваемая мощность не прямопропорциональна скорости ветра: при увеличении ветра вдвое, от 5 м/с до 10 м/с, мощность увеличивается в десять раз.

Ветрогенератор мощностью 1 МВт сокращает ежегодные выбросы в атмосферу 1800 тонн CO₂, 9 тонн SO₂, 4 тонн оксидов азота. По оценкам Global Wind Energy Council к 2050 году мировая ветроэнергетика позволит сократить ежегодные выбросы CO₂ на 1,5 миллиарда тонн.

Ветряные энергетические установки производят две разновидности шума:

- механический шум — шум от работы механических и электрических компонентов (для современных ветроустановок практически отсутствует, но является значительным в ветроустановках старших моделей)

- аэродинамический шум — шум от взаимодействия ветрового потока с лопастями установки (усиливается при прохождении лопасти мимо башни ветроустановки)

Низкочастотные колебания, передающиеся через почву, вызывают ощутимый дребезг стекол в домах на расстоянии до 60 м от ветроустановок мегаваттного класса.

Минимальное расстояние до жилых построек 300 м. На таком расстоянии вклад ветроустановки в инфразвуковые колебания уже не может быть выделен из фоновых колебаний.

При эксплуатации ветроустановок в зимний период при высокой влажности воздуха возможно образование ледяных наростов на лопастях. При пуске ветроустановки возможен разлет льда на значительное расстояние. Как правило, на территории, на которой возможны случаи обледенения лопастей, устанавливаются предупредительные знаки на расстоянии 150 м от ветроустановки.

Кроме того, в случае легкого обледенения лопастей были отмечены случаи улучшения аэродинамических характеристик профиля.

Металлические сооружения ветроустановки, особенно элементы в лопастях, могут вызвать значительные помехи в приёме радиосигнала. Чем крупнее ветроустановка, тем большие помехи она может создавать. В ряде случаев для решения проблемы приходится устанавливать дополнительные ретрансляторы.

В настоящее время при определении уровня шума от ветроустановок пользуются только расчётными методами. Метод непосредственных измерений уровня шума не дает информации о шумности ветроустановки, так как эффективное отделение шума ветроустановки от шума ветра в данный момент невозможно. Источники шума представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Источник шума	Уровень шума, дБ
Болевой порог человеческого слуха	120
Шум турбин реактивного двигателя на удалении 250 м	105
Шум от отбойного молотка в 7 м	95
Шум от грузовика при скорости движения 48 км/ч на удалении в	65

100 м	
Шумовой фон в офисе	60
Шум от легковой автомашины при скорости 64 км/ч	55
Шум от ветрогенератора в 350 м	35—45
Шумовой фон ночью в деревне	20—40

В непосредственной близости от [ветрогенератора](#) у оси ветроколеса уровень шума достаточно крупной ветроустановки может превышать 100 дБ.

Примером подобных конструктивных просчётов является ветрогенератор [Гровиан](#). Из-за высокого уровня шума установка проработала около 100 часов и была демонтирована.

Законы, принятые в [Великобритании](#), [Германии](#), [Нидерландах](#) и [Дании](#), ограничивают уровень шума от работающей ветряной энергетической установки до 45 дБ в дневное время и до 35 дБ ночью.

Визуальное воздействие ветрогенераторов — субъективный фактор. Для улучшения эстетического вида ветряных установок во многих крупных фирмах работают профессиональные дизайнеры. Ландшафтные архитекторы привлекаются для визуального обоснования новых проектов.

В обзоре, выполненном датской фирмой АКФ, стоимость воздействия шума и визуального восприятия от ветрогенераторов оценена менее 0,0012 евро на 1 кВт·ч. Обзор базировался на интервью, взятых у 342 человек, живущих поблизости от ветряных ферм. Жителей спрашивали, сколько они заплатили бы за то, чтобы избавиться от соседства с ветрогенераторами.

Турбины занимают только 1 % от всей территории [ветряной фермы](#). На 99 % площади фермы возможно заниматься сельским хозяйством или другой деятельностью, что и происходит в таких густонаселённых странах, как [Дания](#), [Нидерланды](#), [Германия](#). Фундамент ветроустановки, занимающий место около 10 м в диаметре, обычно полностью находится под землёй, позволяя расширить сельскохозяйственное использование земли практически до самого основания башни. Земля сдаётся в аренду, что позволяет фермерам получать дополнительный доход. В [США](#) стоимость аренды земли под одной турбиной составляет \$3000-\$5000 в год. Удельная потребность в площади земельного участка для производства 1 млн кВт·ч электроэнергии представлена в таблице 2.

Таблица 2. Удельная потребность в площади земельного участка для производства 1 млн кВт·ч электроэнергии

Источник энергии	Удельный показатель площади земельного участка, требующейся для производства 1 млн кВт·ч за 30 лет (м ²)
Геотермальный источник	404
Ветер	800—1335
Фотоэлектрический элемент	364
Солн. нагревательный элемент	3561
Уголь	3642

Популяции летучих мышей, живущие рядом с ВЭС на порядок более уязвимы, нежели популяции птиц. Возле концов лопастей ветрогенератора образуется область пониженного давления, и млекопитающее, попавшее в неё, получает баротравму. Более 90 % летучих мышей, найденных рядом с ветряками обнаруживают признаки внутреннего

кровоизлияния. По объяснениям учёных, птицы имеют иное строение лёгких, а потому более резистентны к резким перепадам давления и страдают только от непосредственного столкновения с лопастями ветряков. Вред, наносимый животным и птицам представлен в таблице 3.

Таблица 3. Вред, наносимый животным и птицам. Данные АВЕА

Причины гибели птиц (из расчёта на 10 000)	штук
Дома/ окна	5500
Кошки	1000
Другие причины	1000
ЛЭП	800
Механизмы	700
Пестициды	700
Телебашни	250
Ветряные турбины	Менее 1

Список использованной литературы:

1. Янукович В. Ф., А. А. Минаев Перспективы большой ветроэнергетики// Энергетика и электрификация. — 2000. — № 5. — С. 1 — 6.
2. Шихайлов Н.А. Развитие ветроэнергетики в Украине//Нетрадиционные источники, передающие системы и преобразователи энергии. –Х: ХАИ. -1997. –Ч.1. –С. 9-10.
3. Будзьяк В. Становление ветроэнергетики в Украине. //Энергетика Украины. -1992. -№3. –С. 13-17.
4. Малышев Н.А. Лятхер В.М. Ветроэлектрические станции. –М.: Энергоатомиздат, 1988. -165с.
5. Шефтер Я.И. Использование энергии ветра. –М.: Энергоатомиздат, 1983. -193с.
6. Фатеев Е.М. Ветро двигатели и ветроустановки. –М.: Сельхозиздат, 1957. -195с
7. Кармишин А.В. Энергия ветра и ветродвигатели. –Госкультпросветиздат. -1950.
8. Кармишин А.В., Пашенков Я.М. Применение ветродвигателей для орошения и водоснабжения. –Сельхозгиз. -1949.
9. Фатеев Е.М. Ветро двигатели и ветроустановки. –Сельхозгиз. -1948.
10. Лазарев П.П. Энергия, ее источники на Земле и ее происхождение. –Госэнергоиздат. -1947.
11. Фатеев Е.М. Ветряные мельницы. -Московский большевик. -1946.
12. Фатеев Е.М. Ветро двигатели. –Госэнергоиздат. -1946.
13. Сидоров В.И. Ветро двигатели в Арктике. –Издательство Главсевморпути. -1946.