

ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

В.А. Мещеряков, В.Я. Федянин

Рассмотрены вопросы внедрения ветроэнергетики в Алтайском крае. Показана перспективность этого источника энергии для малых населенных пунктов и отдельных хозяйств. Ветроэнергетические установки помогут решить проблему энергообеспечения малых объектов, электроснабжение которых по традиционной схеме экономически убыточно.

Одним из приоритетных направлений повышения экономического потенциала Алтайского края и развития на его территории топливно-энергетического комплекса, что необходимо для обеспечения энергетической безопасности, является развитие малой энергетики.

Известно, что до настоящего времени система электроснабжения края дефицитна по мощности и по энергии. В наиболее критическом положении находится электроснабжение удаленных от центра населенных пунктов, которое осуществляется по радиальным физически изношенным линиям. Поэтому на линиях, протяженных на сотни километров, при отсутствии надежного резерва постоянно возникают серьезные проблемы регулирования напряжения в сети и обеспечения надежности электроснабжения. Сетевые потери электроэнергии составляют десятки миллионов кВт·ч.

Повышение коммерческой эффективности электроэнергетического комплекса края в связи с реструктуризацией приводит к необходимости решения следующих проблем:

1. Перевод населенных пунктов, которые оказываются в зоне низкой экономической эффективности, на снабжение энергией от автономных источников электроэнергии.

2. Имеющаяся тенденция роста стоимости органического топлива, с одной стороны, и имеющийся на территории края потенциал нетрадиционных возобновляемых источников энергии (НВИЭ), с другой стороны, позволяют ставить вопрос о восстановлении и сооружении широкой сети установок НВИЭ.

Указанному обстоятельству способствует невысокий уровень инвестиций в сооружение установок НВИЭ малой мощности, что позволяет широко развивать частные и коллективные формы собственности на энергоисточники.

Оценка экономической эффективности использования НВИЭ должна производиться с учетом снижения (до полного сокращения) затрат на содержание низкоэффективных сетей и замещения жидкого топлива.

Ветровой режим Алтайского края определяется взаимодействием атмосферной циркуляции и подстилающей поверхности, существенное значение при этом имеют внутриконтинентальное положение территории и близость Горного Алтая. Под воздействием Алтайской горной системы и гор Казахстана движение воздушных масс, поступающих из Средней Азии, приобретает юго-западное направление. В холодное полугодие распространение отрога азиатского антициклона на запад благоприятствует выносу воздушных масс на Алтай с юга. Летом преобладают размытые малоградиентные барические поля. В это время с одинаковой вероятностью могут наблюдаться как южные, так и северные ветры. Увеличение повторяемости последних обусловлено активацией в это время антициклонической деятельности на арктическом фронте.

С распределением направлений связано и распределение скоростей ветра. Так средние скорости юго-западных и западных румбов в 1,5÷2 раза больше, чем скорости ветров северных и восточных румбов, особенно в холодный период, так как первые обычно связаны с прохождением циклона (юго-западный тип синоптических процессов).

Анализ перспектив использования ветроэнергетического потенциала Алтайского края проведен на основе информации, опубликованной метеостанциями в Справочнике по климату СССР [1]. Для сопоставления скоростей ветра, измеренных на метеостанциях в разных условиях, они приведены к одной высоте и условиям открытой местности. Для учета высоты флюгера применялся поправочный коэффициент:

$$k_h = (H/h)^m, \quad (1)$$

где H – заданная высота, на которой рассчитывается скорость ветра; h – высота флюгера; $m = 0,2$.

Приведение скорости к условиям открытой ровной местности осуществлялось с помощью поправочного коэффициента на открытость [2]:

$$K_0 = k_0/k_\phi, \quad (2)$$

ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

где k_0 – класс открытости станции (по Милевскому); k_ϕ – фактический класс открытости местности с учетом розы ветров.

Полученные экспериментально дифференциальные повторяемости скорости ветра по градациям аппроксимировались распределением Вейбула-Гудрича для условий равнинной местности [5]:

$$f(u) = \frac{\gamma}{\beta} \left(\frac{u}{\beta}\right)^{\gamma-1} \exp\left[-\left(\frac{u}{\beta}\right)^\gamma\right], \quad (3)$$

где β и γ – параметры распределения, равные соответственно интегральной повторяемости 36,8% и тангенсу угла наклона графика распределения в билогарифмической системе координат соответственно.

Использовались многолетние ряды измерений скорости ветра на метеостанциях с классом открытости не менее 6а-6б. Параметр γ определялись путем аппроксимации методом наименьших квадратов; β – с помощью формулы:

$$\beta = u_0 / \Gamma(1 + 1/\gamma), \quad (4)$$

где u_0 – среднегодовая скорость ветра по заданной экспериментальной дифференциальной повторяемости средних по градациям скоростей; $\Gamma(1 + 1/\gamma)$ – гамма функция.

Удельная мощность ветрового потока может быть рассчитана по формуле [3,4]

$$N_B = \frac{1}{2} \rho \beta^3 \Gamma(1 + 3/\gamma), \text{ Вт/м}^2, \quad (5)$$

где ρ – плотность воздуха.

Однако значения распределение скорости ветра по градациям приведены для сравнительно небольшого числа метеостанций Алтайского края, в то время как средние скорости ветра (нормы) даны по гораздо большему количеству станций (табл. 1). В данном случае оптимальным средством повышения детальности и достоверности районирования территории по удельной мощности ветрового потока является метод «восстановления» этой величины с помощью связи между мощностью, вычисленной с помощью среднего куба скорости $(u^3)_{cp}$ и с помощью куба средней скорости $(u_{cp})^3$ [2].

На рис. 1 приведена зависимость удельной мощности ветрового потока, вычисленной с учетом распределения ветра по градациям $N_{град}$ с рассчитанной по средним значениям скорости ветра N_{cp} для этих же станций. При построении графика на рис. 1 использовались значения мощности, рассчитанные для высот от 10 до 100 м.

танной для высот от 10 до 100 м.

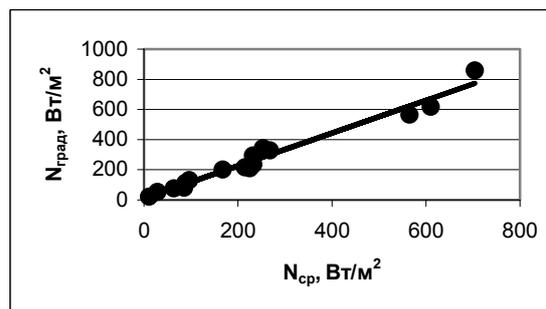


Рис. 1. Связь удельной мощности ветрового потока $N_{град}$ с N_{cp}

Уравнение линейной регрессии для этой зависимости имеет вид

$$N_{град} = 1,09N_{cp} + 9,65. \quad (6)$$

При анализе эмпирических данных, приведенных на рис. 1 и обобщенных уравнением (6), использовались результаты наблюдений, полученные метеостанциями, расположенными на территории Алтайского края (табл. 1).

Таблица 1
Метеостанции Алтайского края

Станция	Высота флюгера, м
Тальменка	14
Камень-на-Оби*	13
Сорокино	11
Хабары	13
Тогул	11
Барнаул, агро	10
Барнаул*	15
Ново-Кытманово	9
Баево	8
Тюменцево	9
Ребриха	14
Славгород*	12
Завьялово	10
Бийск-Зональная*	16
Соусканиха	9
Алейская, ж-д. ст.	13
Кулунда	12
Родино*	11
Ключи*	12
Волчиха	11
Белокуриха*	13
Михайловский содоком	11
Солонешное	10
Краснощеково	10
Рубцовск	12
Угловское	8
Змеиногорск*	13

Примечание. * помечены метеостанции, на которых регистрировалось распределение скорости ветра по градациям

Удельный валовый потенциал ветровой энергии территории, прилегающей к метеостанции, рассчитывался по общепринятой методике, которая основывается на том, что при обтекании воздушными потоками препятствия высотой H возмущенный поток полностью восстанавливается на расстоянии $20H$ после препятствия [5].

$$W_B = 0,438 \cdot N_B - \text{млн.кВтч/км}^2 \text{ в год.}$$

7)

Оценка удельного валового потенциала всех районов края осуществлялась с помощью квадратичной аппроксимации двумерной функции по полученным 27 значениям с учетом географических координат метеостанций.

Средний по территории Алтайского края удельный валовый потенциал ветровой энергии составляет 56,6 млн. кВтч/км². Распределение потенциала по территории края представлено на рис. 2.

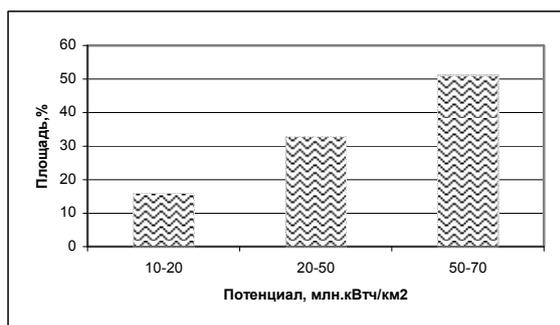


Рис. 2. Распределение валового потенциала ветровой энергии по территории Алтайского края

Ветроэнергетика, как и любая отрасль хозяйствования, должна обладать тремя обязательными компонентами, обеспечивающими ее функционирование:

- ветроэнергетическими ресурсами;
- ветроэнергетическим оборудованием;
- развитой технической инфраструктурой.

Алтайский край располагает значительными ресурсами ветровой энергии. Имеется развитая централизованная электросеть и большое количество свободных площадей,

не занятых субъектами хозяйственной деятельности. Имеется большое число малых населенных пунктов, электроснабжение которых по традиционной схеме экономически убыточно.

В настоящее время существуют возможности приобретения как отечественной (в основном малой мощности) так и зарубежных ветроэнергетических установок.

Поэтому развитие использования ветроэнергетических установок (ВЭУ) и ветроэлектрических станций (ВЭС) обуславливается только грамотным размещением ветроэнергетической техники на пригодных для этого площадях.

Отсутствие инфраструктуры по проектированию, внедрению и эксплуатации ветротехники и, соответственно, практического опыта и квалифицированных кадров можно преодолеть только в ходе создания пилотных ветроэнергетических установок [6] и активного сотрудничества с ведущими отечественными и зарубежными специалистами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Справочник по климату СССР. Вып. 20. Томская, Новосибирская, Кемеровская области и Алтайский край Часть III. Ветер. - Л.: Гидрометеоздат, 1966. - 546 с.
2. Рекомендации по определению климатических характеристик ветроэнергетических ресурсов. - Л.: Гидрометеоздат, 1989. - 80 с.
3. Расчет ресурсов ветровой энергетики / В.И. Виссарионов, В.А. Кузнецов и др. - М.: Изд-во МЭИ, 1997. - 32с.
4. Ресурсы и эффективность использования возобновляемых источников энергии в России / П.П. Безруких и др. - С-Пб.: Наука, 2002. - 314 с.
5. Евстигнеев В.В., Федянин В.Я., Чертищев В.В. Физические основы использования возобновляемых источников энергии для теплоснабжения: учеб. пос. / Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова. - Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2004. - 164 с.
6. Федянин В.Я., Мещеряков В.А. Натурные испытания автономной ветродизельной системы электрообеспечения жилого здания // Приоритетные направления науки и техники, прорывные и критические технологии «Энергетические. Экологические и технологические проблемы экономики»: Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. 17-20 октября 2007. - Барнаул, 2007, - С. 29-30.