

Применение солнечных и ветровых энергетических установок в городской среде Беляев П. В.¹, Подберезкин Д. А.², Мищенко В. С.³, Эм Р. А.⁴

¹Беляев Павел Владимирович / Belyaev Pavel Vladimirovich – кандидат технических наук;

²Подберезкин Дмитрий Анатольевич / Podberезkin Dmitry Anatolyevich – студент магистратуры,
кафедра электрической техники, факультет электроэнергетики,
Омский государственный технический университет;

³Мищенко Владимир Сергеевич / Mishchenko Vladimir Sergeevich – студент магистратуры,
кафедра электрической техники, факультет электроэнергетики,
Омский государственный технический университет,
преподаватель,

Омский промышленно-экономический колледж;

⁴Эм Роман Артурович / Em Roman Arturovich – студент,
кафедра электрической техники, факультет электроэнергетики,
Омский государственный технический университет, г. Омск

Аннотация: в данной работе исследованы перспективы использования возобновляемых источников энергии. Рассмотрено применение солнечных и ветровых энергетических установок в городской среде на конкретных примерах. В завершение представлены выводы о целесообразности применения данных установок.

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии, солнечные/ветровые энергетические установки.

Неограниченное использование ископаемого топлива на протяжении многих десятилетий привело к глобальному ухудшению экологической обстановки на планете [1]. Альтернативным источником энергоресурсов стали возобновляемые источники энергии, что сосредоточило внимание и спрос на них по всему миру. Наиболее широкое распространение получили ветрогенераторы. Конструктивно ветровые турбины могут быть разделены на две основные группы: горизонтально-осевые турбины и вертикально-осевые турбины [2].

На начальных этапах развития ветроэнергетики все исследования были сосредоточены на горизонтально осевых ветровых турбинах. Однако в последнее время данная тенденция изменилась в сторону вертикально осевых ветровых турбин ввиду ряда технических преимуществ и их независимости от направления ветра [3]. Исследования в области малых ветроустановок вертикального типа, с диаметром ротора всего несколько метров, подтверждают рентабельность их применения. Их установка возможна как в крупных городах, так и в сельских населенных пунктах с децентрализованной сетью электроснабжения. Малые вертикально-осевые турбины могут быть интегрированы в здания, уже начиная с этапа проектирования [4].

Важным аспектом при выборе места расположения ветроустановки являются условия возникновения явления турбулентности. Исследования показали, что в случае квадратной и прямоугольной конструкции здания, потоки ветра распределяются равномерно вдоль крыш и основных сторон по всей высоте здания. На торцевых же сторонах зданий зарегистрированы более высокие значения потоков ветра вихревого характера [5]. Устранить данную особенность возможно при наличии оригинальных архитектурных решений в форме здания. Примером может послужить жилой дом в Лондоне, форма которого представляет собой парус. Такая форма обеспечивает концентрацию потоков ветра и направление их к ветровым турбинам (рис. 1) [6].

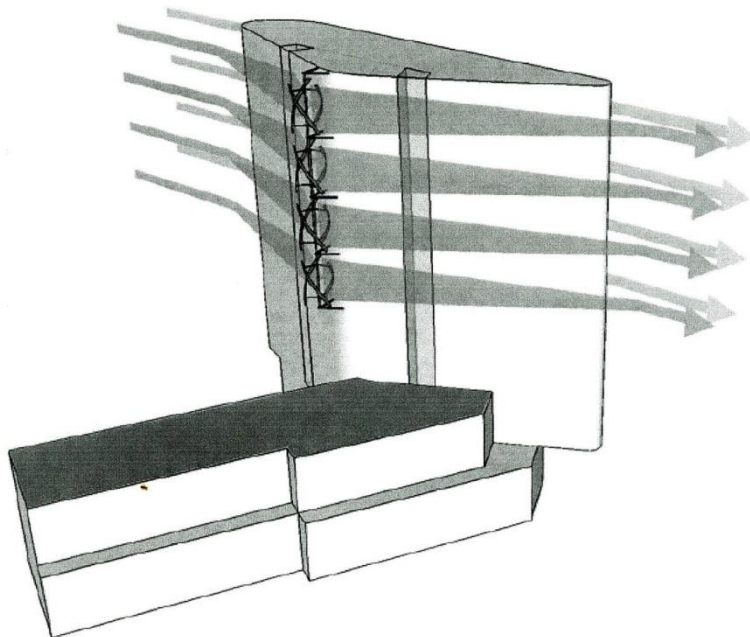


Рис. 1. Конструкция здания, исключая влияние вихревых потоков ветра

Стоит отметить, что турбулентность не часто встречается в случае построек треугольной или круглой формы. Это делает их более предпочтительными для применения систем генерации энергии ветра.

Основными недостатками ветрогенераторов являются шум и вибрация, которые могут возникнуть при работе ветровой турбины. Однако экспериментально подтверждено, что ветрогенераторы малой мощности соответствуют всем установленным нормам по вибрации и шуму для жилых и офисных зданий и негативных последствий не несут [5].

Для улучшения энергетических показателей вертикально-осевой турбины установленной на крыше высотного здания также существует несколько инновационных разработок. Примером может послужить устройство под названием «всесторонне направленная лопасть (omni-directional-guide-vane (ODGV))». Его функциональная особенность заключается в том, что оно увеличивает скорость поступающего ветра еще до его взаимодействия с лопатками ветрогенератора и позволяет увеличивать скорость вращения ротора до 125%. Выходная производимая мощность однолопастной турбины, при использовании ODGV, увеличивается на 206%. Внешний вид конструкции показан на рисунке 2.

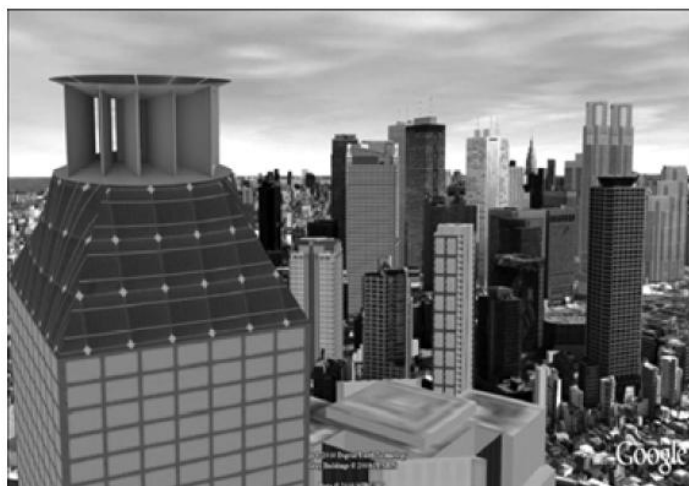


Рис. 2. Внешний вид конструкции ODGV

Конструкция ODGV позволяет разместить на ее внешней верхней части дополнительный возобновляемый источник энергии – солнечные панели [7].

Гибридные схемы электроснабжения, использующие в качестве источника электроэнергии ветровые турбины и солнечные панели (рис. 3), широко распространены в настоящее время. Такая система

является более надежной, так как совместное использование двух источников позволяет компенсировать недостатки каждого из них.

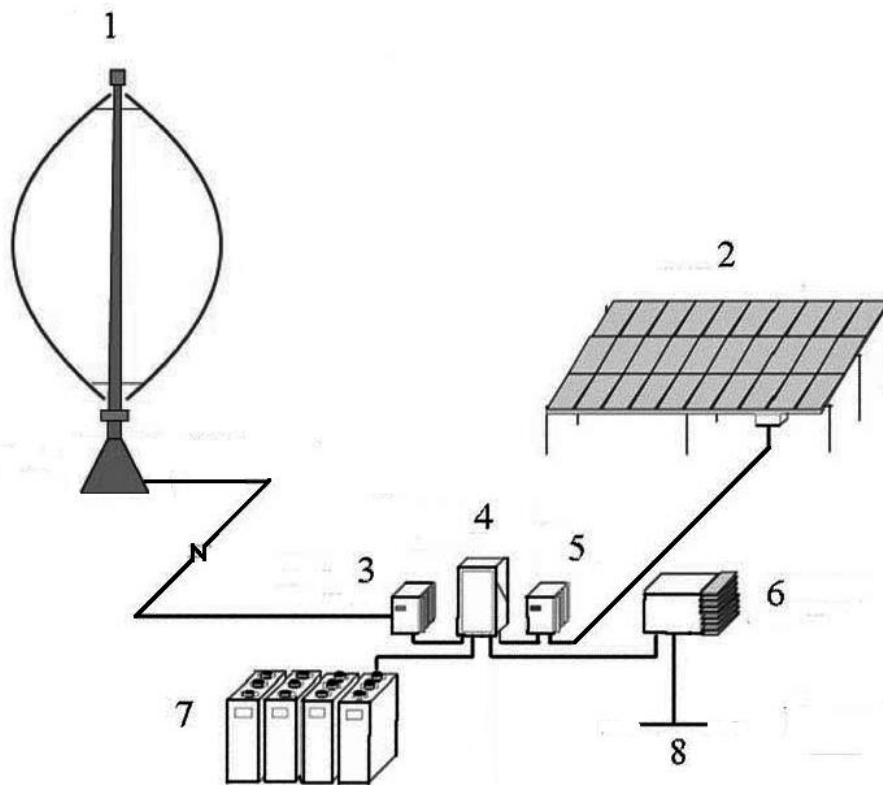


Рис. 3. Гибридная система электроснабжения здания: 1 – ветроэнергетическая установка; 2 – солнечная панель; 3, 5 – контроллер; 4 – центральный пункт постоянного тока; 6 – инвертор; 7 – блок аккумуляторов; 8 – распределительный пункт переменного тока

В солнечные дни здание получает основную часть электроэнергии от солнечных панелей. В пасмурные дни или в ветреную погоду электроснабжение будет осуществляться за счет ветрогенератора. Контроллеры автоматизируют процессы переключения между источниками. Инвертор в данной схеме отвечает за преобразование выработанной энергии постоянного тока в энергию переменного тока, для возможности последующего её использования в быту. При максимальной эффективности источников, излишняя энергия накапливается в аккумуляторах, после чего также может быть использована [8].

Выходная мощность ветровой турбины определяется по следующей формуле [9]:

$$P_{wind} = 0,5 \cdot C_p(\lambda) \cdot \rho \cdot A \cdot v^3; \quad (1)$$

где ρ - плотность воздуха, $C_p(\lambda)$ - коэффициент мощности, A - площадь поперечного сечения турбины, и v - скорость ветра.

$$\lambda = \frac{\omega_m \cdot R}{v}; \quad (2)$$

где ω_m - скорость вращения турбины, R - радиус турбины.

Выходная мощность блока подключенных фотоэлектрических модулей [10]

$$P_{PV} = U_{PV} \cdot I_{PV}; \quad (3)$$

где U_{PV} – выходное напряжение блока фотоэлектрических модулей, I_{PV} – выходной ток блока фотоэлектрических модулей.

Для того чтобы получить необходимый уровень напряжения, аккумуляторы в гибридных схемах электроснабжения подключаются последовательно. Расчет количества необходимых аккумуляторов одного типа проводится по формуле

$$N = \frac{U_{PV}}{U_{Bat}}; \quad (4)$$

Где U_{Bat} - напряжение одного аккумулятора.

Приведенная схема электроснабжения за счет возобновляемых источников энергии является практически бесперебойной, что, безусловно, является важным фактором при выборе источников электроснабжения. К тому же технико-экономические расчеты показывают, что совместное использование ветровых и солнечных установок экономически выгоднее, чем использование их по отдельности [11].

Выводы

Интеграция возобновляемых источников энергии в систему электроснабжения городских районов имеет большой потенциал. Применение в заселенных городских районах ветряков и солнечных панелей для дополнительного питания городских зданий помогло бы разгрузить центральную систему электроснабжения и повысить качество электроэнергии. Долгосрочной перспективой станет распространение использования возобновляемых источников электроэнергии для повседневной жизни и отказ от центральной системы генерации электричества.

Литература

1. *Беляев П. В., Подберезкин Д. А.* Применение топливных элементов с протонообменной мембраной // Вестник науки и образования, 2016. № 5 (17). С. 15-17.
2. *P'уанков К. S., Топорков М. N.* Mathematical modeling of flows in wind turbines with a vertical axis // Fluid Dynamics, 2014. Т. 49. № 2. С. 249-258.
3. *Абрамовский Е. Р. и др.* Сравнительный анализ аэродинамических и энергетических характеристик ветродвигателей разного типа, предназначенных для применения в городских условиях // Системне проектування та аналіз характеристик аерокосмічної техніки, 2013. № 15. С. 16-26.
4. *Dumitrache A. et al.* Influences of some parameters on the performance of a small vertical axis wind turbine // Renewable Energy and Environmental Sustainability, 2016. Т. 1. С. 16.
5. *Park S. H. et al.* The performance of small wind power generation systems on super high-rise buildings // International Journal of Steel Structures, 2014. Т. 14. № 3. С. 489-499.
6. *Елистратов В. В., Боброва Д. М.* ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ-АРХИТЕКТУРНЫЙ ЭЛЕМЕНТ ЗДАНИЯ // Журнал «АМИТ» Архитектура и современные информационные технологии. Международный электронный научно-образовательный журнал, 2013. № 2. С. 23.
7. *Chong W. T. et al.* Vertical axis wind turbine with omni-directional-guide-vane for urban high-rise buildings // Journal of Central South University, 2012. Т. 19. № 3. С. 727-732.
8. *Soysal O. A., Soysal H. S.* A residential example of hybrid wind-solar energy system: WISE // Power and Energy Society General Meeting-Conversion and Delivery of Electrical Energy in the 21st Century, 2008 IEEE. – IEEE, 2008. С. 1-5.
9. *Apelfröjd S., Eriksson S., Bernhoff H.* A Review of Research on Large Scale Modern Vertical Axis Wind Turbines at Uppsala University // Energies, 2016. Т. 9. № 7. С. 570.
10. *Engin M.* Sizing and simulation of PV-wind hybrid power system // International Journal of Photoenergy, 2013. Т. 2013.
11. *Rama Subba Reddy G., Rashid S.* Feasibility of Wind-Solar Hybrid System for Cleveland, Ohio, USA // Smart Grid and Renewable Energy, 2011. Т. 2011.