

ПРИМЕНЕНИЕ СОЛНЕЧНЫХ И ВЕТРОВЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ

Купатадзе Г. П., Пискарев А. Н.

Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка

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.

Постановка проблемы. В настоящее время, почти восемьдесят процентов мировой энергии получают из ископаемого источников топлива таких как, уголь, нефтяные масла, природный газ и т.д. Люди используют ископаемые виды топлива для удовлетворения практически всех своих энергетических потребностей. Однако, энергетические ресурсы ископаемых источников энергии Земли ограничены, а также глобальное производство нефтяных масел выйдет за пределы своего пика в ближайшие десятилетия. В следствие роста населения потребность в энергии становится выше, а следовательно растут цены на ископаемые виды топлива. В то же время существует проблема, связанная с глобальным изменением климата из-за большого количества выбросов двуокиси углерода и двуокиси серы в результате сжигания ископаемого топлива. Использование возобновляемых источников энергии в качестве экономически эффективных и надежных низкоуглеродистых источников энергии становится все более важной задачей мировой энергетической политики. Возобновляемая энергия не оказывает вредного воздействия на климат в связи с отсутствием вредных выбросов в окружающую среду что сосредоточило внимание и спрос на них по всему миру.

Анализ последних исследований и публикаций. Энергия солнца и ветра стали одними из наилучших источников возобновляемой энергии. Ввиду то, что солнечные панели требуют достаточно много места для их установки 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].

Цель статьи. Использовать гибридные схемы электроснабжения, использующие в качестве источника электроэнергии ветровые турбины и солнечные панели.

Основные материалы исследований. Исследования в области малых ветроустановок горизонтального и вертикального типа показали, что горизонтально-осевые ветрогенераторы имеют серьёзный недостаток-необходимость ориентировать их на направление ветра, что приводит к снижению скорости вращения лопастей и как следствие понижение вырабатываемой

мощности. Так же горизонтально-осевые ветрогенераторы достаточно сложны с установке, а в условиях городской среды их использование стало не возможным.

Ветрогенераторы вертикального типа, с диаметром ротора всего несколько метров, подтверждают рентабельность их применения. Вертикально-осевые ветровые турбины имеют несколько преимуществ перед турбинами с горизонтальной осью вращения. Главный преимуществом является их всесторонняя направленность. Следовательно, они могут работать при любом направлении ветра, не требуя системы контроля угла поворота вокруг вертикальной оси [2]. Кроме того, коробка передач и генератор могут быть размещены на уровне земли, что облегчит выполнение технического обслуживания и снизит затраты на строительство.

Явным преимуществом является, и возможность их близкого размещения друг к другу на территории ветроэлектростанции. И наконец, турбины с вертикальной осью вращения бесшумны и гораздо безопаснее, чем турбины пропеллерного типа.

В результате все эти преимущества говорят о том, что вертикально-осевые ветроустановки лучше подходят для местного производства чистой электроэнергии как в крупных городах, так и в сельских населенных пунктах с децентрализованной сетью электроснабжения. Кроме того, эти преимущества привели к возобновлению интереса к данному типу ветрогенераторов, как источнику производства электроэнергии в малых и средних масштабах. Малые вертикально-осевые турбины могут быть интегрированы в здания, уже начиная с этапа проектирования [4].

При установке ветрогенератора на крышах жилых высотных зданий необходимо соблюсти несколько условий. Прежде всего, устанавливая ветрогенераторы следует в точках максимальной скорости ветра. Это позволит достичь наибольшей эффективности ветроустановки. Вторым важным аспектом при выборе места расположение 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].

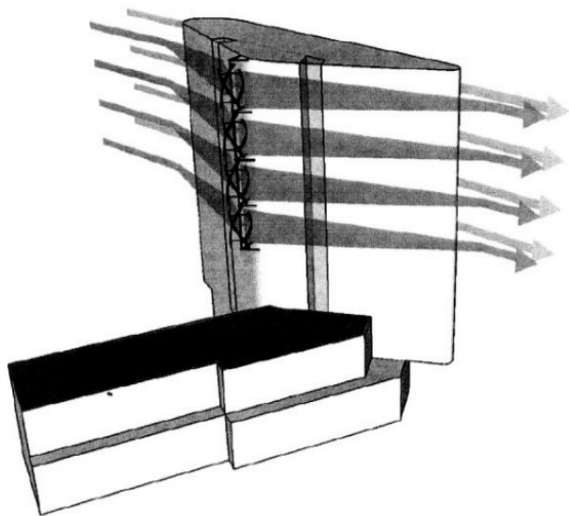


Рисунок 1 – Конструкция здания, исключая влияние вихревых потоков ветра

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 рис. 2.

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.

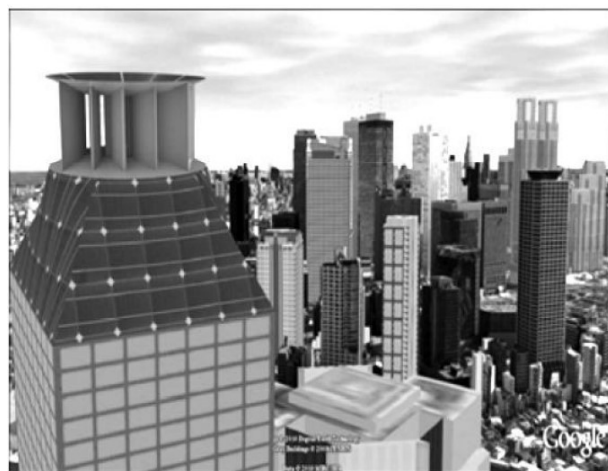


Рисунок 2 – Внешний вид конструкции ODGV

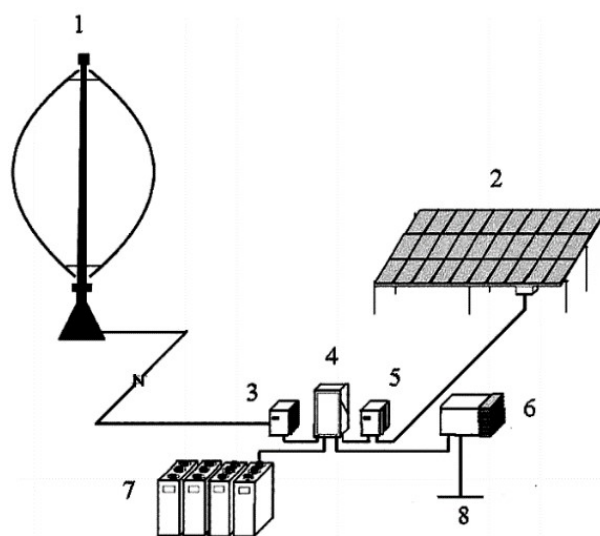


Рисунок 3 – Гибридная система электроснабжения здания: 1 – ветроэнергетическая установка; 2 – солнечная панель; 3, 5 – контроллер; 4 – центральный пункт постоянного тока; 6 – инвертор; 7 – блок аккумуляторов; 8 – распределительный пункт переменного тока

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; v - скорость ветра. Коэффициент мощности ветровой турбины находится по следующей формуле:

$$\lambda = \frac{\omega_m \cdot R}{\vartheta}, \quad (2)$$

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.

Выводы. Интеграция возобновляемых источников энергии в систему электроснабжения городских районов имеет большой потенциал. Применение в городских районах ветроэнергетических установок и солнечных станций для дополнительного или резервного 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 частичный отказ от центральной системы генерации электричества.

Список использованных источников

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'yankov K. S., Toporkov M. 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.

Анотація

ЗАСТОСУВАННЯ СОНЯЧНИХ І ВІТРОВИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК В МІСЬКОМУ СЕРЕДОВИЩІ

Купатадзе Г. П., Піскар'єв О. М.

Досліджені перспективи використання поновлюваних джерел енергії. Розглянуто застосування сонячних і вітрових енергетичних установок в міському середовищі на конкретних прикладах. На завершення перед-ставлені висновки про доцільність застосування даних установок.

Abstract

APPLICATION OF SOLAR AND WIND POWER INSTALLATIONS IN THE URBAN ENVIRONMENT

G. Kupatadze, O. Piskarov

In this paper, the prospects for the use of renewable energy sources are investigated. The application of solar and wind power plants in the urban environment is considered with specific examples. In conclusion, conclusions are presented on the appropriateness of using these facilities.