

УДК 621.311

ПОТЕНЦИАЛ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В ЖИЗНЕННОМ
ЦИКЛЕ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ
POTENTIAL OF GREENHOUSE GAS EMISSIONS IN THE LIFE CYCLE
OF A WIND POWER PLANT

Попкова Н.А., магистр техн. наук, Гецман Е.М., магистр техн. наук
Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Беларусь
Parkova N.A., Master of Engineering Science, Hetsman K.M., Master of Engineering
Science, Belarussian national technical university, Minsk, Belarus

Аннотация. В работе рассматривается полный жизненный цикл ветроэнергетической установки. Приводятся ключевые этапы цикла, анализируется потенциал негативного воздействия на окружающую среду каждого отдельного этапа. Учитывается реализация комплекса мер по повышению энергоэффективности и снижению выбросов парниковых газов.
Abstract. The paper considers the full life cycle of a wind power plant. The key stages of the cycle are presented, and the potential for negative environmental impact of each individual stage is analyzed. The implementation of a set of measures to improve energy efficiency and reduce greenhouse gas emissions is taken into account.

Ключевые слова: ветроэнергетические установки, энергетическая система, возобновляемые источники энергии, экологический след.
Keywords: wind power plants, energy system, renewable energy sources, ecological footprint.

ВВЕДЕНИЕ

Традиционные виды энергетических ресурсов в мире (природный газ, нефть и уголь) удовлетворяют примерно 70 % энергетических потребностей человечества, при этом электричество играет ведущую роль в нанесении ущерба окружающей среде, внося вклад примерно 32 % от суммарных глобальных выбросов CO₂ [1].

Современный образ жизни общества, а также постоянные потребности экономики в ископаемом топливе являются ключевыми факторами загрязнения природной среды, воздействия на здоровье человека и выбросов парниковых газов.

Возобновляемые источники энергии (ВИЭ) получили широкую поддержку со стороны ряда стран и внедрение соответствующих политических решений достаточно быстро (всего за одно десятилетие) в силу роста цен на топливо, высокого спроса на энергию, будущих энергетических ценных бумаг и необходимости сокращения выбросов парниковых газов (ПГ) в атмосферу Земли. В течении последних нескольких лет ветроэнергетика показала значительный прирост установленной мощности в мировом масштабе, в Республике Беларусь также наблюдается рост. Считается, что данная отрасль является «экологически чистой» в качестве источника электрической энергии, однако для подтверждения данного факта необходимо учитывать весь жизненный цикл установки.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В контексте воздействия на окружающую среду и выбросов парниковых газов (таких как CO_2 , CH_4 , N_2O и т. д.) производство энергии является самым большим источником загрязнений. Для изучения и анализа подобного воздействия на окружающую среду обычно используются различные подходы, такие как оценка углеродного следа и жизненного цикла. В последние годы ветроэнергетика получает высокий уровень признания со стороны государства и местных сообществ, поскольку она устойчива, быстро растет и имеет неограниченные энергетические ресурсы. Производство электроэнергии из энергии ветра, создает впечатление того, что во время работы ветряных турбин нет никакой дополнительной экологической нагрузки на окружающую среду. Однако на самом деле выбросы «спрятаны» на протяжении других этапов жизненного цикла ветроэнергетических установок (ВЭУ), т. е. во время производства, монтажа, транспортировки, технического обслуживания и демонтажа. Таким образом, зная затраты различных энергетических и материальных ресурсов на каждом отдельном этапе цикла, можно точно измерить воздействие ВЭУ на окружающую среду. При учете затрат и результатов оценка включает в себя весь срок службы рассматриваемых продуктов от добычи сырья до переработки, производства, распределения, транспортировки, ремонта, технического обслуживания, переработки и утилизации.

Анализ литературы показывает, что потенциал выбросов парниковых газов в течение жизненного цикла ветряной турбины существенно зависит от трех основных условий: условий производства установки, используемого производственного процесса, конструкции и установленной мощности ВЭУ, а также местных условий ветра.

Жизненный цикл ветроэнергетической установки схематично показан на рисунке 1 [2].

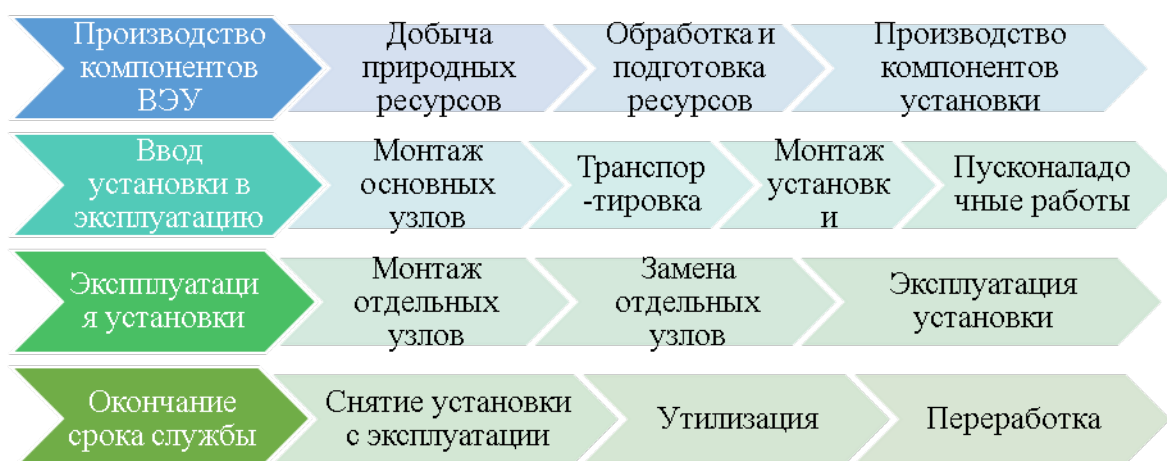


Рисунок 1 – Полный жизненный цикл ветроэнергетической установки

Различные технологии производства электроэнергии имеют различные компромиссы в отношении стоимости, безопасности поставок, воздействия на окружающую среду, доступности технологий и т. д. Энергия ветра наносит очень

незначительный ущерб окружающей среде в течение активной фазы использования ВЭУ – эксплуатации, однако в течение всего жизненного цикла турбины все еще наблюдаются выбросы парниковых газов в атмосферу, которые возникают, например, в результате производства материалов, транспортировки, монтажа, эксплуатации и удаления.

Каждая ВЭУ имеет уникальный коэффициент выбросов. Считается, что благодаря достижениям в области ветроэнергетики выбросы в течение жизненного цикла в будущем сократятся. Для точной оценки влияния ВЭУ на окружающую среду важно оценить сокращение выбросов парниковых газов от ветроэнергетики, которое в настоящее время плохо изучено из-за его переменной производительности, установленных местоположений и огромных различий в физических параметрах.

Интенсивность выбросов парниковых газов оценивается в соответствии с номинальной мощностью ВЭУ, коэффициентом использования установленной мощности отдельной ВЭУ, диаметру ротора, высоте установки, годовой выработки электрической энергии. Для многомерного анализа интенсивности выбросов парниковых газов ветряных турбин используются все перечисленные ранее параметры.

В общем случае, коэффициент использования установленной мощности (КИУМ) ВЭУ рассчитывается по формуле:

$$\text{КИУМ} = \frac{W_{\Gamma}}{P_{\text{уст}} \cdot 8760} \quad (1)$$

где W_{Γ} – выработка электрической энергии ВЭУ за год, кВт·ч;

$P_{\text{уст}}$ – установленная номинальная мощность ВЭУ, кВт;

8760 – количество часов в году.

Для точного подсчета ущерба окружающей среды необходимо использовать единую эталонную единицу измерения. Существующие сравнения в зарубежных исследованиях ограничены именно из-за разнообразия функциональных единиц, которые не позволяют точно определить ущерб окружающей среде. Трудность заключается в нахождении той самой единицы измерения, ведь необходимо определить ущерб от добычи ресурсов, транспортировки, хранения, утилизации и прочих этапов жизненного цикла. Подсчет экологического следа чаще всего ведется в единицах объема чистой воды, однако в данном случае такая единица измерения может оказаться не совсем точной.

Исследования [3] показали, что для «экологической» окупаемости ВЭУ мощностью 1МВт ей необходимо поработать 6,5 месяцев с КИУМ равным 45 %. Если обратиться к Кадастру ВИЭ Республики Беларусь, то можно увидеть, что для аналогичных установок в нашей стране КИУМ равняется в среднем 32 % [4], что негативно сказывается на сроке достижения экологической нейтральности подобных установок в нашей стране.

Также существует проблема определения всех этапов производств, ведь каждая ступень на рисунке 1 – сложнейший технологический процесс и не всегда

рационально объединять этапы или опускать отдельный. В разных странах совокупные потребности в энергии для ветряных турбин различны, и существует огромная разница в структуре энергоснабжения, а также в экономических показателях.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Процесс оценки влияния ВЭУ на окружающую среду представляет собой перспективное и сложное направление, развитие которого потребует учитывать множество переменных. Необходимость выполнения данного решения является неоспоримым подходом, ведь подобная оценка различных ресурсов помогает обеспечить страну наиболее экологически нейтральными и эффективными источниками электрической энергии и позволит в будущем снизить нагрузку на окружающую среду и климат. Для стран, имеющих наибольший потенциал сокращения выбросов путем реализации рентабельных мер и сохранения энергетической независимости и конкурентоспособности производимых товаров на международном рынке, выбор в пользу ВИЭ является следующим шагом развития.

ЛИТЕРАТУРА

1. World Energy Outlook 2020 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2020> – Дата доступа: 26.03.2021.
2. R. Bhandari , В.Кumar, F. Mayer Life cycle greenhouse gas emission from wind farms in reference to turbine sizes and capacity factor // Journal of Cleaner Production / Vol. 277, 2020, [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652620334302> – Дата доступа: 26.03.2021.
3. Chipindula, Jesuina & Botlaguduru, Venkata & Du, Hongbo & Kommalapati, Raghava & Huque, Ziaul. (2018). Life Cycle Environmental Impact of Onshore and Offshore Wind Farms in Texas. Sustainability. 10. 2022. 10.3390/su10062022, [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/325770316_Life_Cycle_Environmental_Impact_of_Onshore_and_Offshore_Wind_Farms_in_Texas/fulltext/5b233382a6fdcc697464fb1f/325770316_Life_Cycle_Environmental_Impact_of_Onshore_and_Offshore_Wind_Farms_in_Texas.pdf?origin=publication_detail – Дата доступа: 20.04.2021.
4. Кадастр возобновляемых источников энергии Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://195.50.7.239/Cadastre/Map> – Дата доступа: 20.04.2021.