DOI: https://doi.org/10.32839/2304-5809/2019-3-67-43
УДК 620.92

Катенін В.Д., Лаптій О.О., Босюк А.С., Гринь С.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

НАСКІЛЬКИ «ЗЕЛЕНА» АЛЬТЕРНАТИВНА ЕНЕРГЕТИКА?

Анотація. Стаття присвячена екологічним проблемам сонячної та вітрової енергетики. У роботі розглянуті основні джерела впливу сонячної та вітрової енергетики на довкілля. Приведені данні стосовно використання земель енергетичними установками. У статті наводиться інформація про основні забруднення, які виникають при виробництві енергетичних установок. Під час розгляду цієї теми було розкрито проблеми, пов'язані з безпосередньою роботою сонячних та вітрових електростанцій. Наведені приклади впливу на навколишнє природне середовище та здоров'я людини. Встановлено опосередкований зв'язок між проблемами глобального потепління, змінами клімату та деякими стадіями життєвого циклу установок альтернативної енергетики. Зроблено висновки щодо значущості екологічних проблем в альтернативній енергетиці.

Ключові слова: альтернативна енергетика, сонячна енергія, вітрова енергія, фотоелектричні сонячні елементи, сонячні колектори, вітроенергетичні установки, парникові гази, навколишнє середовище.

Katenin Vadym, Laptii Olga, Bosyuk Alyona, Grin Svitlana
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute"

HOW "GREEN" ALTERNATIVE ENERGY IS?

Summary. Every energy source has impact on the environment. Fossil fuels, such as coal, oil, and natural gas do substantially more harm than renewable energy sources by most measures, including air and water pollution, health damage, loss of wildlife and habitat, land and water use, as well as global warming emissions. The Sun and wind provide a tremendous resource for generating clean and sustainable electricity without toxic pollution or global warming emissions. But still, there is no 100% clean energy plant. Any human construction, any project will always disrupt a natural habitat. The creation of any device requires resources, most often using the mining method. Equally important is the issue of harmful and dangerous compounds found in many energy installations. Although, solar and wind energy do not emit greenhouse gases, the same cannot be said about equipment manufacturing process, transporting and installation of the equipment, as well as it's maintenance. Wind harness air currents and convert them to emissions-free power, but turbines are very dangerous for flying animals like birds and bats. The environmental impacts associated with solar power can vary greatly depending on the scale of the system and the technology used-photovoltaic (PV) solar cells or concentrating solar thermal plants (CSP). The most important issue faced with sun and wind power is lack of environmental problems attention: problems of economics and efficiency are most acute, pushing into the background the environmental problems of these types of energy. Despite their vast potential, there are a variety of environmental impacts associated with wind and solar power generation that should be recognized and mitigated. Therefore, the article is devoted to the environmental problems of solar and wind power. The paper considers the main sources of influence of solar and wind power on the environment. Data on the power plants land use are given. The article provides information on the main pollutions during power plants production. In the continuation of this topic, the problems associated with direct solar and wind power plants operation disclosed. Examples of impact on the environment and human health are given. Conclusions about the importance of environmental problems in alternative power are made.

Keywords: alternative power, solar power, wind power, photovoltaic solar cells, concentrating solar thermal plants, wind power plants, greenhouse gases, the environment.

Постановка проблеми. Стрімкий розвиток науки, техніки і суспільства загалом, зумовив значний попит на енергоресурси, який до останнього часу не спостерігався. Необхідність зменшення залежності від невідновлювальних джерел енергії для меншого впливу на навколишнє середовище вимагає розвитку та використання технології альтернативних джерел енергії, зокрема сонячну та вітрову енергію. Важливість розвитку альтернативної енергетики є очевидною, адже вона відіграє вирішальну роль у зменшенні парникових викидів, знижені негативного впливу на довкілля, а також підвищує безпеку енергопостачання, допомагає зменшити залежність від імпорту сировини. Забезпеченість країни таким потужним потенціалом є запорукою розвитку не лише економіки, а й інших сфер життєдіяльності.

На фоні усіх переваг альтернативної енергетики, легко забути про присутні недоліки, що потребують значної уваги. Саме тому, важливо зробити акцент на екологічних проблемах вітрової та сонячної енергетики, бо саме їх було створено аби запобігти глобальній екологічній кризі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В ході виконання роботи було проаналізовано наукові праці багатьох світових інституцій, а саме: Агентства по захисту навколишнього середовища США, Національної лабораторії відновлюваної енергії США, Національної академії наук США та Австралії, Всесвітнього фонду дикої природи. Також були розглянуті роботи вітчизняних вчених, які займалися проблематикою використання альтернативних джерел: Адаменко О., Бондаренко І., Матвійчук Л.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Незважаючи на гостроту даного питання, кількість робіт, пов'язаних з ним, є недостатньою. Більш цього, у більшості джерел інформації розглядаються альтернатив-

© Катенін В.Д., Лаптій О.О., Босюк А.С., Гринь С.О., 2019

ні джерела енергії як безкомпромісні та ті, що мають тільки проблему недостатньої економічної ефективності. Зокрема, майже відсутня увага українських вчених до питання наявності екологічних проблем і недоліків сонячної та вітрової енергетики, а саме тому воно потребує набагато більш глибокого вивчення.

Мета статті. У ході даної роботи, нами були поставлені наступні цілі:

1. Висвітлити проблеми, пов'язані з використанням сонячної та вітрової енергетики.

2. Розглянути питання виникнення небезпечних та шкідливих факторів.

3. Зробити висновки щодо гостроти проблем негативного пливу альтернативної енергетики.

Виклад основного матеріалу. В останні роки альтернативна енергетика була предметом значних інтересів і дискусій. Через загрозу зміни клімату, а також тому, що середні глобальні температури продовжують зростати з року в рік, прагнення пошуку форм енергії, які зменшать залежність людства від таких викопних видів палива як вугілля та інших забруднюючих методів, природно посилилися.

Хоча більшість концепцій альтернативної енергетики не є новими, лише протягом останніх десятиліть ця проблема стала актуальною. Саме завдяки вдосконаленню технологій виробництва і безпосередньо виробництва, витрати на більшість видів альтернативної енергії знижувалися, а ефективність зростала.

Сонце має величезний ресурс для виробництва чистої та стабільної електроенергії без токсичного забруднення або глобального потепління, але існують такі потенційні впливи на навколишнє середовище, як надмірне землекористування, втрата тваринами природного середовища, використання води та небезпечних матеріалів у виробництві можуть сильно відрізнятися в залежності від технології, що використовується.

Отримання електроенергії з вітру є одним з найчистіших і найбільш стійких способів вироблення електроенергії, оскільки вона не має токсичних викидів або викидів парникових газів. Також вітер невичерпний і доступний, що робить його життєздатною і масштабною альтернативою викопному паливу.

Звичайно, існує певна дискусія щодо того, що означає «альтернативна енергія» і в яких галузях вона може бути застосована. З одного боку, цей термін може посилатися на форми енергії, які не збільшують «вуглецевий слід людства». З іншого боку, цей термін також використовується для позначення нетрадиційних методів отримання енергії, найбільш розповсюдженими з яких є сонячна та вітрова.

Іншим фактором є те, що альтернативні джерела енергії вважаються «чистими», тобто вони не призводять до викидів шкідливих забруднювачів. Саме тому важливо усвідомлювати, що серед чисельних та безперечних переваг альтернативної енергетики є і певні недоліки, які потребують особливої уваги.

Сонячна енергетика

Технології сонячної енергетики поділяють на дві широкі категорії: фотоелектричні сонячні елементи та сонячні колектори. Масштаби систем варіюються від невеликих сонячних панелей на даху до великих проектів як фотоелектричних сонячних елементів, так і сонячних колекторів – відповідно до цього визнається вагомість впливу на навколишнє природне середовище.

Використання земель. Залежно від місця знаходження, великі утилітарні сонячні установки можуть призводити до деградації земельних ділянок, а також, стати причиною втрати природного середовища існування багатьма видами живих організмів. Загальні вимоги до земельної площі змінюються в залежності від технології, топографії ділянки та інтенсивності сонячного ресурсу. Оцінки для комунально-побутових фотоелектричних систем становлять від 14000 до 40000 м^2 на мегават, тоді як оцінки для сонячних колекторів становлять від 16000 до 67000 м^2 за мегават енергії.

На відміну від вітрових установок, земельні ділянки, на яких розміщені сонячні установки, рідко підходять для паралельного ведення сільського господарства. Проте, вплив на землю може бути мінімізований шляхом розміщення сонячних установок на менш якісних ділянках, таких як покинуті гірські ділянки або існуючі транспортні та трансмісійні коридори. Більш дрібні сонячні фотоелектричні масиви, які можуть бути побудовані на будинках або комерційних будівлях, мають мінімальний вплив на землекористування [1; 2].

Використання води. Сонячні фотоелементи для виробництва електроенергії не потребують використання води. Однак, як і у всіх виробничих процесах, частина води використовується для виготовлення сонячних фотоелектричних компонентів.

Установки сонячних колекторів, як і всі теплові електричні установки, потребують води для охолодження. Використання води залежить від проекту заводу, розташування заводу та типу системи охолодження.

Сонячні колектори, що базуються на технології мокрої рециркуляції з градирнями, потребують від 20000 до 25000 літрів води на МВт/год виробленої електроенергії. Колектори з технологією одноразового охолодження мають більш високий рівень вилучення води, але знижують загальне споживання води (тому що вода не втрачається у вигляді пари). Технологія сухого охолодження може зменшити використання води приблизно на 90%. Тим не менш, існує проблема пошуку компромісу між економією води та втратою ефективності. Крім того, технологія сухого охолодження значно менш ефективна при температурах вище 38°C, в той самий час найкращі регіони для сонячної енергетики мають температуру вище за цей показник [2].

Небезпечні матеріали. Процес виготовлення фотоелементів включає ряд небезпечних матеріалів, більшість з яких використовуються для очищення поверхні напівпровідника. Ці хімічні речовини, подібні до тих, що використовуються в загальній напівпровідниковій промисловості, включають соляну кислоту, сірчану кислоту, азотну кислоту, фторид водню, трихлоретан і ацетон. Кількість і тип використовуваних хімічних речовин залежить від типу осередку, якості необхідного очищення та розміру кремнієвої пластини. Працівники також стикаються з ри-

зиками, пов'язаними з вдиханням кремнієвого пилу. Таким чином, виробники фотоелектричних виробів повинні дотримуватися норм гранично допустимих концентрацій, щоб гарантувати, що працівники не постраждали від впливу цих хімічних речовин, а виробничі відходи утилізуються належним чином [2].

Тонкоплівкові фотоелементи містять більше токсичних матеріалів, ніж ті, що використовуються в традиційних кремнієвих фотоелектричних камерах, включаючи арсенід галію, мідь-індій-галій-дизеленід і телурид кальцію. Якщо їх не знешкоджувати та не утилізувати належним чином, ці матеріали можуть спричинити серйозні загрози для навколишнього середовища та здоров'я населення. Проте, через високу вартість складників, виробники мають фінансовий стимул забезпечити переробку цих високоцінних і часто рідкісних матеріалів, замість того, щоб їх викидати або захоронювати [3].

Вплив на глобальне потепління. Хоча викиди парникових газів не пов'язані з роботою сонячних установок, існують викиди, пов'язані з іншими стадіями життєвого циклу, включаючи виробництво, транспортування матеріалів, монтаж, технічне обслуговування, виведення з експлуатації та демонтаж. Більшість оцінок щодо викидів під час життєвого циклу для фотоелектричних систем становить від 32 до 0,81 грам еквіваленту вуглекислого газу на кВт/год.

Для сонячних колекторів від 36 до 90 грам еквіваленту вуглекислого газу на кВт/год. В обох випадках це набагато менше, ніж показники емісії життєвого циклу природного газу (272-907 грам CO_2E / кВт/год) та вугілля (635-1632 грам CO_2E / кВт/год) [4].

Вітрова енергетика

Незважаючи на величезний потенціал вітрової енергетики, існує цілий ряд впливів на навколишнє середовище, пов'язаних з виробництвом вітрової енергії, що мають бути визначені, а відповідно до цього, зроблені кроки для їх пом'якшення.

Використання земель. Вплив вітроенергетичних установок на землекористування істотно змінюється залежно від ділянки: вітрові турбіни, розміщені на рівних ділянках, зазвичай використовують більше землі, ніж ті, що розташовані в горбистих районах. Однак, вітрові турбіни не займають всю цю землю; вони повинні розташовуватися на відстані приблизно від 5 до 10 діаметрів ротора. Таким чином, самі турбіни та навколишня інфраструктура займають невелику частину загальної площі вітрової установки. Решта землі може бути використана для цілого ряду інших виробничих цілей, включаючи випас худоби, сільське господарство, шосе та пішохідні стежки [2].

Морські вітроенергетичні установки вимагають більшої кількості простору, оскільки турбіни та леза більші, ніж їхні наземні аналоги. Залежно від їх розташування, такі морські установки можуть конкурувати з багатьма іншими видами діяльності такими як рибальство, рекреаційні заходи, видобуток піску та гравію, видобуток нафти і газу, навігація, тощо.

Вплив на природне середовище. Вплив вітрових турбін на живу природу, особливо на птахів і кажанів, широко вивчається. Огляд нещодавнього Національного комітету з координації вітрових досліджень (NWCC), проведеного за результатами рецензування, виявив свідчення про загибель птахів і кажанів від зіткнень з вітровими турбінами, від порушення середовища проживання, а також через зміну тиску повітря, викликаного обертанням турбін. Проте, комітет NWCC прийшов до висновку, що ці впливи відносно низькі і не становлять загрози для популяцій видів [5].

Морські вітрові турбіни можуть мати подібний вплив на морських птахів, але, як і на берегових вітрових турбінах, загибель птахів, пов'язана з морським вітром, є мінімальною. Вітрові електростанції, розташовані на березі, також можуть впливати на популяції риби та іншу морську дику природу. Деякі дослідження показують, що турбіни можуть фактично збільшити популяцію риб, діючи як штучні рифи. Вплив може змінюватися від місця до місця, і, отже, необхідні належні системи досліджень і моніторингу для кожної морської вітрової установки.

Охорона здоров'я та естетика. Звуковий та візуальний вплив дві основні проблеми охорони здоров'я, пов'язані з експлуатацією вітрових турбін. Велика частина звуку, що генерується вітровими турбінами, є аеродинамічним, викликаним рухом лопаток турбін по повітрю. Є також механічний звук, що генерується самою турбіною. Загальні рівні звуку залежать від конструкції турбіни та швидкості вітру. Деякі люди, які живуть поруч із вітровими установками, висловлюють незадоволення наявністю звуку та вібрації, але промислові дослідження, які фінансуються урядами Канади та Австралії, виявили, що ці проблеми не впливають негативно на здоров'я населення [6].

Вплив на глобальне потепління. Незважаючи на відсутність глобальних викидів, пов'язаних з експлуатацією вітрових турбін, існують викиди, пов'язані з іншими стадіями життєвого циклу вітрової турбіни такі як: виробництво матеріалів, транспортування матеріалів, будівництво та монтаж на місці, експлуатацію та технічне обслуговування, виведення з експлуатації та демонтаж.

Оцінки викидів парникових газів залежать від ряду факторів, включаючи швидкість вітру, відсоток часу, який вітер дме, та склад матеріалу вітрової турбіни [7]. Більшість оцінок викидів глобального потепління вітрових турбін становить від 9 до 18 грам еквіваленту вуглекислого газу на кіловат-годину.

Висновки і пропозиції. Незважаючи на усі розглянуті недоліки та проблеми альтернативної енергетики, переваги вітряних генераторів та сонячних установок залишаються більш вагомими, що робить їх «майбутнім енергетики». В той самий час, безальтернативність та переваги цих джерел не мають стати причиною зневаги до існуючих проблем. Прагнення підвищення ефективності та економічної вигоди має іти поруч із вдосконаленням екологічних параметрів.

Навіть за наявності певних недоліків, енергія вітру та сонця являють собою значно кращу альтернативу традиційним джерелам енергії. Саме тому, все більше країн світу розвивають енергію на основі невичерпних ресурсів, вносячи великий вклад у свою енергонезалежність та екологічну стабільність усього світу.

Список літератури:

1. Environmental Protection Agency (2013). Renewable Energy at Mining Sites, Washington, DC:EPA
2. Hand M.M., Baldwin S., DeMeo E., Reilly J.M., Mai T., Arent D., Porro G., Meshek M., Sandor D. (2012). Renewable Electricity Futures Study. eds, 4 vols. NREL/TP-6A20-52409. Golden, CO : National Renewable Energy Laboratory (NREL).
3. Best Research-Cell Efficiencies // National Renewable Energy Laboratory (NREL). URL: https://www.nrel.gov/pv/cell-efficiency.html (accessed: April 02, 2019).
4. O. Edenhofer, R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, K. Seyboth, P. Matschoss, S. Kadner, T. Zwickel, P. Eickemeier, G. Hansen, S. Schlömer, C. von Stechow (2011). Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation. eds. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA : Cambridge University Press, 1075 p.
5. Brownfields' Bright Spot: Solar and Wind Energy // National Renewable Energy (NREL). URL: https://www.nrel.gov/news/features/2010/1530.html (accessed: April 02, 2019).
6. Chief Medical Officer of Heath of Ontario (2010). The potential health impact of wind turbines, Toronto, Ontario : Ontario Ministry of Health and Long Term Care.
7. National Academy of Sciences, National Academy of Engineering, and National Research Council (2010). Electricity from Renewable Resources: Status, Prospects, and Impediments, Washington, DC : The National Academies Press.