

*Мандрик О. М.
Івано-Франківський національний
технічний університет нафти і газу*

АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ ПОТЕНЦІАЛУ ВІТРОВОЇ І СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В КАРПАТСЬКОМУ РЕГІОНІ

Стаття присвячена перспективам і проблемам використання відновлюваних джерел енергії на прикладі вітрової і сонячної. Проведений ретроспективний аналіз використання вітрової і сонячної енергії в Карпатському регіоні, представлені карти оцінки валового річного потенціалу й технічно досяжного. Обґрунтовані перспективи розвитку.

Ключові слова: вітрові електростанції, сонячні електростанції, Карпатський регіон

Статья посвящена перспективам и проблемам использования возобновляемых источников энергии на примере ветровой и солнечной. Проведенный ретроспективный анализ использования ветровой и солнечной энергии в Карпатском регионе, представлены карты оценки валового годового потенциала и технически достижимого. Обоснованы перспективы развития.

Ключевые слова: ветровые электростанции, солнечные электростанции, Карпатский регион

The article is devoted to the prospects and problems of renewable energy for example wind and solar. The retrospective analysis of the use of wind and solar energy in the Carpathian region, presented the map of gross annual potential and technically feasible. Grounded prospects of developed.

Keywords: wind power, solar power, Carpathian region

Постановка проблеми. Протягом багатьох десятиліть, поновлювані джерела енергії були в невідному становищі через низький рівень розвитку науки, мінімальну підтримку субсидіями і глобальні енергетичні структури, які були спрямовані на забезпечення потреб традиційної енергетики. Невтішним є також той факт, що Україна займає перше місце в рейтингу топ-10 країн з найвищим рівнем дотацій для викопного палива у відсотковому відношенні до ВВП [3]. Для України, особливо в такий складний момент, стратегічно важливо розвивати напрямки «майбутнього», а не продовжувати викачувати гроші в уже віджили застарілі та дорогі технології минулого. Необхідно йти прогресивним шляхом - з користю для суспільства і використанням екологічно чистих відновлюваних джерел енергії, що будуть довго служити на благо наступних поколінь.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В Україні порівняно з країнами Західної Європи використання відновлюваних джерел енергії знаходиться на низькому рівні. Виробіток електроенергії за допомогою відновлюваних джерел складає близько 4 %. До 2030 року на рівні держави заплановано довести цей відсоток до 20%, тоді як в ЄС до 2050 року заплановано 50 % всієї електроенергії виробляти з відновлюваних джерел [2].

Наприклад, у вітроенергетичному секторі на даний час працюють біля 70 країн світу. Серед країн з найбільшими потужностями вітроенергетики – Німеччина, США, Іспанія, Індія, Китай, Данія. В країнах ЄС до 2020 року планується довести виробництво вітрової електроенергії до 10 % від загального обсягу електрогенерації [4].

Інститутом відновлюваної енергетики НАН України розраховано потенціал основних видів НВДЕ, зокрема: сонячної, вітрової, малої гідроенергетики та ін., і на основі отриманих результатів створено «Атлас енергетичного потенціалу НВДЕ в

Україні» [1]. Згідно цих результатів досліджень, Україна має значний потенціал для розвитку відновлювальних джерел енергії, а особливо Карпатський регіон.

Формулювання цілей статі. Метою роботи є проведення ретроспективного аналізу використання вітрової і сонячної енергії в Карпатському регіоні, виявлення проблем, оцінка потенціалу і перспектив розвитку.

Виклад основного матеріалу. Ретроспективний аналіз використання вітрової енергії в Україні дозволяє виділити два етапи. Перший етап розвитку вітроенергетики України відноситься до радянського періоду – 30-ті роки минулого століття. У 1931 році в Балаклаві (Крим) була споруджена перша у світі вітроелектростанція (ВЕС), основою якої був діючий експериментальний вітроагрегат потужністю 100 кВт конструкції геніального винахідника Юрія Кондратюка. Згодом ним же був спроектований вітряк на 1000 кВт; наступним його проектом був двоярусний вітроагрегат загальною потужністю 10 МВт (по 5000 кВт на кожному рівні). Нажаль, ідеї Кондратюка так і залишилися проектами так як на той час не знайшлося техніки, спроможної підняти обладнання на висоту Ай-Петрі.

Невеликі вітроагрегати потужністю до кількох кіловат широко використовувалися в Україні до Другої світової війни. Річне виробництво вітроагрегатів потужністю до 5 кВт Херсонським заводом сільськогосподарських машин сягало 2 тисяч на рік. В Україні працювало близько 6000 вітроагрегатів, які, за незначним винятком, були зруйновані [3].

У 40-роках навчилися використовувати атомну енергію, і в ейфорії нових можливостей про використання енергії вітру забули на 40 років.

Другий етап розвитку вітроенергетики збігся з початком процесу конверсії в колишньому Радянському Союзі, а потім уже і з існуванням України як самостійної держави.

Початок створення вітчизняної вітроенергетики можна віднести до 1994 р., коли була видана постанова Кабінету Міністрів України від 15.06.1994 р. № 415 «Про будівництво вітрових електростанцій». Виробництвом перших серійних українських вітроустановок займалися підприємства військово-промислового комплексу на чолі з «Південмашем». Ці установки потужністю 107 кВт кожна у кількості 550 штук представляють собою основу промислового парку на Донузлавській, Сакській, Новоазовській, Тарханкутській і Трускавецькій вітроелектростанціях (рис.1).



Рис. 1. Вітрові електростанції України станом на кінець 2014 р. за даними Forbes.ua

Що ж до Карпатського регіону, то при Галицькому машинобудівному заводі також з 1997 року виготовлялись серійні вітроустановки. Деякі з яких були встановлені і в Івано-Франківській області, зокрема у с. Крилос Галицького району, проте із-за невдалого місця розташування вітроустановки очікуваного результату неотримано, а згодом установки і взагалі демонтовано.

В цей період була встановлена *Трускавецька (Східницька ВЕС)*. Потужність 0,7 МВт. ВЕС приєднана ПЛ 10 кВ до ПС 35/10 кВ «Східниця-80», яка має зв'язок з шиною 35 кВ ПС 220 кВ «Борислав».

Східницька ВЕС або Трускавецька ВЕС - пілотна вітрова електростанція загальною встановленою потужністю 750 кВт. Вона розташована в урочищі Бухів (939,5 м) поблизу селища Східниця, Львівської області.

За проектом першої черги Трускавецької ВЕС, розробленим ПКБ "Львівенергоналадка" ВАТ "Львівобленерго", розпочато будівництво Рибницької ВЕС встановленою потужністю 4515 кВт.

На сьогодні асоціація органів місцевого самоврядування «Єврорегіон Карпати – Україна» завершила роботу із реалізації проекту «Енергія Карпат», який тривав із січня до жовтня 2015 року. Нині на території Львівської, Закарпатської, Івано-Франківської областей діє проект під назвою «Енергія Карпат», ініціатором проведення якого є Фонд Східна Європа за кошти, надані Telenor Group в Україні, Посольством Фінляндії в Україні та Агентством США з Міжнародного Розвитку (USAID). Цей проект має на меті підвищення якості публічних послуг, які надають у галузі енергозбереження в українській частині Карпатського Єврорегіону, шляхом аналізування наявних енергетичних ресурсів у гірських районах Львівщини, Івано-Франківщини та Закарпаття, а також охорона довкілля через використання власних енергоносіїв. Результатом цього проекту має бути підготовка конкретних інвестиційних пропозицій щодо встановлення вітрових електростанцій та втілення їх на практиці [4]. Цей проект спрямований на демонстрацію практичних можливостей використання альтернативних джерел енергії у гірських районах, зокрема, у Дрогобицькому, Сколівському та Старосамбірському районах Львівської області, а також у Великобerezнянському районі Закарпатської області та Долинському районі Івано-Франківської області.

В рамках цього проекту було досліджено наявні енергетичні ресурси у п'ятих гірських вище згаданих районах. А отримані результати дали можливість оцінити фактичне споживання у них по видах ресурсів з одного боку, та оцінити ресурси альтернативних, перш за все відновлюваних джерел енергії, – з другого.

Надзвичайно важливим досягненням проекту «Енергія Карпат» є перша практична реалізація його інфраструктурних складових – встановлення першої на Західній Україні вітроелектростанції «Старий Самбір-1», яка почала уже постачати електроенергію в національну енергосітку. Офіційне її відкриття відбулось 19 лютого 2015 року. Унікальність цього проекту полягає у тому, що вперше на теренах України вітроелектростанція споруджена у гірській місцевості.

Для обґрунтування розташування ВЕС основним аргументом є параметри вітру на промайданчику перспективної ВЕС. Для оцінки вітропотенціалу спеціалізованими фірмами проводяться відповідні заміри з допомогою вимірювальних мачт висотою 70-80 м, вимірювальною апаратурою з передачею інформації в розрахунковий центр з допомогою мобільного зв'язку на протязі одного року. Звіт по таких замірах проходить аудит акредитованих фірм. В звіті розраховуються величини річного виробітку електроенергії кожною ВЕУ. Місце встановлення ВЕУ вибирається фірмою, яка готує звіт, для кількох типів ВЕУ, місця аналізуються з точки зору реального стану земельних ділянок під об'єкти ВЕС. Важливим є схема приєднання ВЕС до електричних мереж. Для цього розробляється ТЕО схеми приєднання, в якому обґрунтовуються різні варіанти приєднання, розраховуються режими роботи електромережі, яка знаходиться в зоні ВЕС, вибирається оптимальна схема приєднання ВЕС до електромереж. При значних затратах

на приєднання (більше 15 % від вартості ВЕС) може бути прийнято рішення про закриття проекту.

Досвід роботи ВЕС «Старий Самбір-1», де встановлено в рамках першої черги дві ВЕУ фірми Vestas типу V112-3,3, одиничною потужністю 3,3 МВт кожна, з висотою башти 119 м показав на успішне вирішення вказаних проблем навіть в умовах зимового періоду.

Карпатський регіон має хороші можливості для впровадження малих ВЕС (потужністю до 50 кВт), в тому числі на територіях приватних будинків потужністю до 30 кВт з продажем електроенергії енергопередавальним організаціям (Обленерго) по «зеленому» тарифу (20 євроцентів за 1 кВт·год), проте такі схеми ВЕС поки що тільки в перспективних планах.

У Городецькому районі Львівської області компанія з Німеччини «Нью Енерджи Груп» хоче збудувати вітрову електростанцію. Планується встановити на території колишнього військового аеродрому в с.Черляни 8 вітряків, які матимуть загальну потужність 24 МВт. Представники французьких компаній «Бетен Інтернешнл» та «Валорем» презентували інвестиційний проект будівництва сучасної вітроелектростанції на території Дрогобицького району потужністю 10 МВт. У перспективі такі станції згадані компанії планують збудувати на території Жидачівського, Пустомитівського, Сколівського районів Львівської області та Тлумацького району Івано-Франківської області.

Перспективними щодо розвитку вітроенергетики є Яворівський, Мостиський, Золочівський, Сколівський, Дрогобицький, Турківський, Старосамбірський райони та Косівський, Городенківський, Верховинський, Долинський, Надвірнянський райони Івано-Франківської області. Нині ініціативу українських та іноземних інвесторів щодо розвитку ВЕС у Карпатах стримують малопотужні лінії електропередач.

Перспективними планами використання відновлювальних та нетрадиційних джерел енергії на Львівщині до 2020 року передбачається будівництво вітрових електростанцій загальною потужністю 400 МВт. У Львівській області почали реалізовувати проект будівництва ВЕС – на г. Орів Сколівського району.

Територія Карпатського регіону має вітропотенціал з середньорічною швидкістю вітру 6,5-7,5 м/сек, що дозволяє будувати промислові вітроелектростанції (ВЕС) (рис.2).

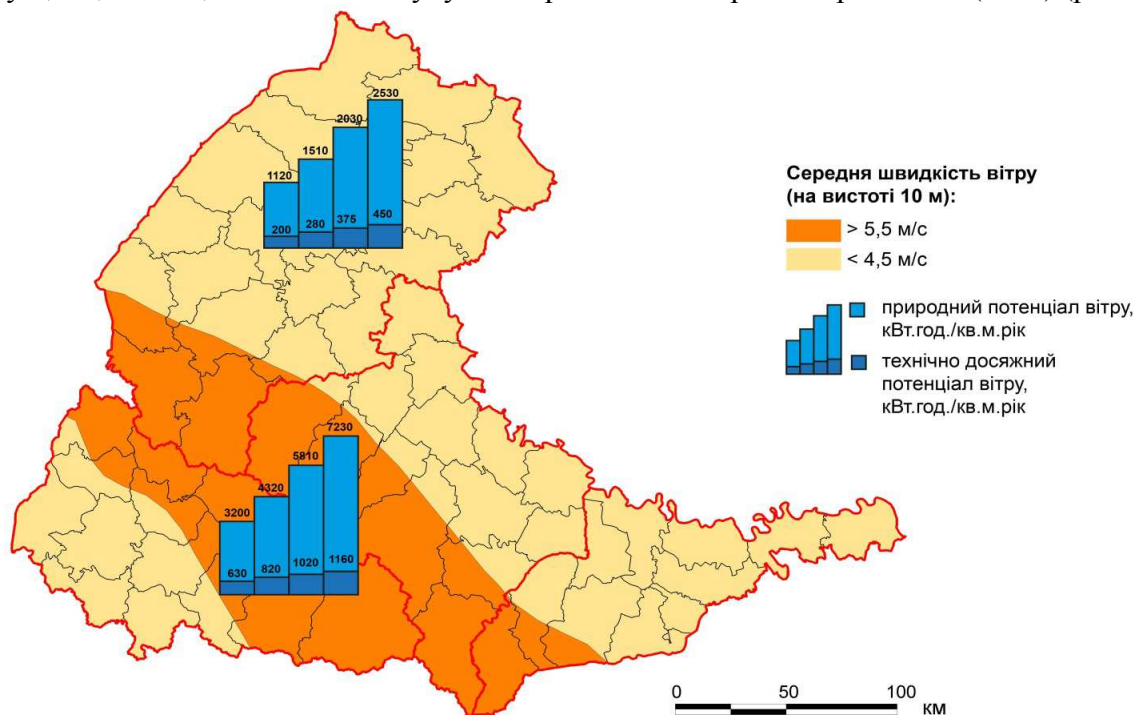


Рис. 2. Потенціал вітру у Карпатському регіоні

Для ВЕС доцільно використовувати вітротурбіни (ВЕУ) потужністю 2,0-4,0 МВт, які виготовляються різними іноземними виробниками, а також українською фірмою «Fuhrlander Виндтехнолоджи» (м. Краматорськ, Україна). Технології вищевказаних ВЕУ в основному подібні – три лопаті з гондолою утримуються на металевій башті висотою до 120 м. В гірських умовах приходиться виконувати значні об'єми земляних робіт по будівництву під'їзних доріг до території ВЕС, промайданчиків для монтажу ВЕУ.

Отже, Україна, відповідно до Енергетичної програми до 2030 р., взяла курс на розвиток альтернативної енергетики. Серед основних технологій використання поновлюваних джерел енергії нині найбільш динамічно крім вітроенергетики, розвивається сонячна енергетика.

Енергія сонця екологічно чиста, практично невичерпна, яка є повсюди. Зона Карпатського регіону має достатній потенціал сонячної інсталяції, який дає можливість будувати сонячні фотовольтажні електростанції (СЕС).

Перша промислова сонячна електростанція (СЕС) в Україні була побудована у 1985 р. у Криму і мала пікову потужність 5 МВт - стільки само, скільки й перший ядерний реактор. За 10 років роботи вона виробила 2 млн кВт/год електроенергії, проте вартість такої електрики виявилася досить високою і у середині 1990-х її закрили.

Що ж стосується Карпатського регіону, то в Івано-Франківській області введено в дію першу у вище згаданому регіоні сонячну електростанцію «Богородчани-1». Розташована вона у селі Старі Богородчани. Основу станції складають 12 тисяч фотовольтажних модулів чеського виробництва, розміщених на земельній ділянці площею 6 га у селі Старі Богородчани. Ця станція виробляє близько 3 млн кВт/год. електроенергії на рік, яка подається в об'єднану електромережу України.

Вже готуються дві ділянки – у Снятинському та Коломийському районах для встановлення сонячних батарей. Наразі проводять дослідження та збір наукової інформації про можливі місця їх спорудження.

Для СЕС на I-му етапі з врахуванням характеру рельєфу місцевості проводиться розстановка сонячних панелей попередньо вибраних типів і визначається очікувана пікова потужність СЕС. З застосуванням різних програм проводиться розрахунок очікуваного виробництва електроенергії з визначеною піковою потужністю для конкретного місця розташування СЕС.

У Львівській області працюють дві СЕС (Самбірська СЕС і Самбірська СЕС-2) в с. Ралівка Самбірського району, загальною потужністю 4,18 МВт. В 2015 р. на Самбірській СЕС-2 планується збудувати III-ю чергу потужністю 3,90 МВт. На діючих СЕС застосовані панелі з полікристалічних і монокристалічних елементів.

В цілому головними перевагами використання сонячної енергії є: екологічна чистота, надійність та можливість довготривалої експлуатації, безпека (наявність автоматичного захисту від короткого замикання, перегріву, перевантажень приладів; розряджання акумуляторів), простота монтування і розбирання, стійкість до впливу природних факторів.

Проте слід зазначити й деякі недоліки. По-перше, для відносно невеликої величини потужності сонячної енергетики потрібне використання великих земельних площ під електростанції. Для проекту СЕС дуже важливим є вирішення питання оренди землі, бажано вибрати землю не сільськогосподарського призначення і не розпайовану. На 1 МВт приходиться орендувати біля 2,5 га землі. По-друге, СЕС не працює вночі і недостатньо ефективно працює у ранкових і вечірніх сутінках. При цьому пік споживання електроенергії припадає саме на вечірні години.

Крім того, вироблення електроенергії може стрімко і несподівано коливатися внаслідок змін погоди. Для подолання цих недоліків потрібно або використовувати ефективні електричні акумулятори (на сьогодні це поки що невирішена проблема), або будувати гідроакумуючі станції, які теж займають велику територію, або використовувати концепцію водневої енергетики, яка також поки далека від економічної

ефективності. Проблема залежності потужності сонячної електростанції від часу доби і погодних умов може бути вирішена спорудженням сонячних аеростатних електростанцій. Ще один шлях вирішення проблеми - будівництво гібридних електростанцій, тобто вдень електроенергія виробляється параболічними концентраторами, а вночі - з вітру.

По-третє, сонячні фотоелементи високовартісні. Ймовірно, з розвитком технології цей недолік буде подолано. Ще одним недоліком є недостатній ККД сонячних елементів. Крім того, поверхню фотоелектричних панелей періодично потрібно очищувати від пилу та інших забруднень. Ефективність фотоелектричних елементів значно знижується при їх нагріванні, тому виникає необхідність в установці систем охолодження, зазвичай водяних. Знижується вона також і через 30 років експлуатації, що теж належить до проблемних питань.

Незважаючи на екологічну чистоту отримуваної енергії, самі фотоелементи містять отруйні речовини, наприклад, свинець, кадмій, галій, миш'як тощо, у їх виробництві використовуються також інші небезпечні речовини. Сучасні фотоелементи мають обмежений термін експлуатації (30-50 років), їх активне застосування передбачатиме виникнення проблеми їх утилізації. Тому останнім часом починає активно розвиватися виробництво тонкоплівкових фотоелементів, у складі яких міститься близько 1 % кремнію, завдяки чому вони дешевші у виробництві, але поки мають меншу ефективність.

Отже, сонячне випромінювання є загальнодоступним і невичерпним джерелом енергії. Теоретично сонячна енергетика вирізняється повною безпечністю для навколишнього середовища, якщо не брати до уваги наявність отруйних речовин у фотоелементах.

Карпатський регіон достатньо придатний для використання сонячної енергії. Сонячне випромінювання яке падає на поверхню складається з прямої та розсіяної радіації. Інтенсивність поступлення сумарної радіації на земну поверхню визначається в першу чергу географічною широтою і прозорістю атмосфери. Радіаційні характеристики для кожної області різні. Річний потік сонячного випромінювання для Карпатського регіону становить 1100-1115 кВт/м².

На даний час в нашій країні і в Карпатському регіоні, порівняно з країнами Західної Європи використання сонячної енергії знаходиться на низькому рівні. В Івано-Франківській області працює вище згадана Стабобородчанська СЕС потужністю (2,8 МВт) та декілька невеликих станцій в приватному секторі потужністю до 10 кВт.

У Львівській області працюють Самбірські СЕС загальною потужністю 4,18 МВт У Закарпатській області фотоелектричні станції загальною потужністю 5,4 МВт.

Сонячна енергія може бути перетворена в теплову, механічну і електричну енергію. Перетворення сонячної енергії у електричну здійснюється фотоелектричними кремнієвими панелями. Сонячні елементи з яких виготовляють фотоелектричні панелі в залежності від матеріалу і технології виготовлення, діляться на кремнієві (об'ємні, тонкоплівкові) і сонячні елементи на основі з'єднань AzBz, CdS/CdTe, AZB3 та інші.

В залежності від структури матеріалу сонячні елементи діляться на кристалічні, полікристалічні, аморфні. Найбільший розвиток виробництва сонячних елементів отримали на основі монокристалічного кремнію. Коефіцієнт корисної дії монокристалічних становить 14-17%, полікристалічних 12-14%

Найбільший розвиток в області тонко плівкових сонячних елементів отримали технології: аморфного кремнію; Cd/Cd Te CuInSe₂. Аморфні сонячні панелі мають ряд цих переваг: велика напруга холостого ходу, можливість нанесення на великі площі, використання в якості підложок різних матеріали, енергозберігаюча технологія, низька вартість. Тонкоплівкові полікристалічні елементи промисловість випускає на основі CdS/CdTe с ККД 8% та з високою стабільністю.

Безумовно, для розвитку фотоелектричної енергетики в Карпатському регіоні та в країні в цілому необхідно мати власну індустрію чистого кремнію. Якщо створити в регіоні виробництво власного чистого кремнію – це б забезпечило розвиток

наноелектроніки, випуск сонячних елементів, сонячних панелей. Україна звільнилася б від імпортової залежності й одночасно це дало б можливість формувати потужний експортний потенціал. В Карпатах є сировина: кремній, кремнієві піски, які можна було б використовувати для виробництва чистого кремнію.

Внаслідок зусиль вчених інженерів вартість сонячних елементів вдалось довести до 0,5 – 1,0 євро за 1 Вт потужності. Наші вітчизняні сонячні елементи по вартості могли б бути у два рази дешевше, якщо використовувати новітні розробки наших вчених та світові досягнення у виробництві сонячних елементів. Для цього потрібно сконцентрувати зусилля вчених інженерів на вирішення встановлених завдань, надати відповідне фінансування.

Для налагодження власного повного виробництва сонячних панелей необхідні багатомільйонні інвестиції. Такі інвестиції можуть надавати тільки під державні гарантії. Для потужного розвитку сонячної енергетики в Україні необхідно, щоб була прийнята дієва державна програма по створенню власного виробництва фотоелектричних панелей.

Фотоелектричні системи мають дві основні системи: перша – це яка складається з сонячних панелей, контролера, інвертора. Така схема використовується там, де є велике споживання електроенергії на великих сонячних станціях. Це виробництво, учбові заклади, багатоквартирні будинки. Друга схема складається з сонячних панелей, контролера, інвертора та акумуляторних батарей. Ця схема використовується для невеликих сонячних станцій потужність до 10 кВт, на великих приватних будинках, садибах «зеленого туризму». Вартість таких систем від 500 до 25 тисяч доларів. Термін окупності фотоелектричних систем без продажу електроенергії по «зеленого тарифу» 5-20 років, а при продажі по «зеленому тарифу» 7-8 років.

Карпатський регіон достатньо придатний для використання сонячної енергії. Річний потік сонячного випромінювання для Карпатського регіону становить 1000-1115 кВт год./м²[1], що сприятливо для будівництва об'єктів використання сонячної енергії як малого, так й промислового масштабів (рис. 3).

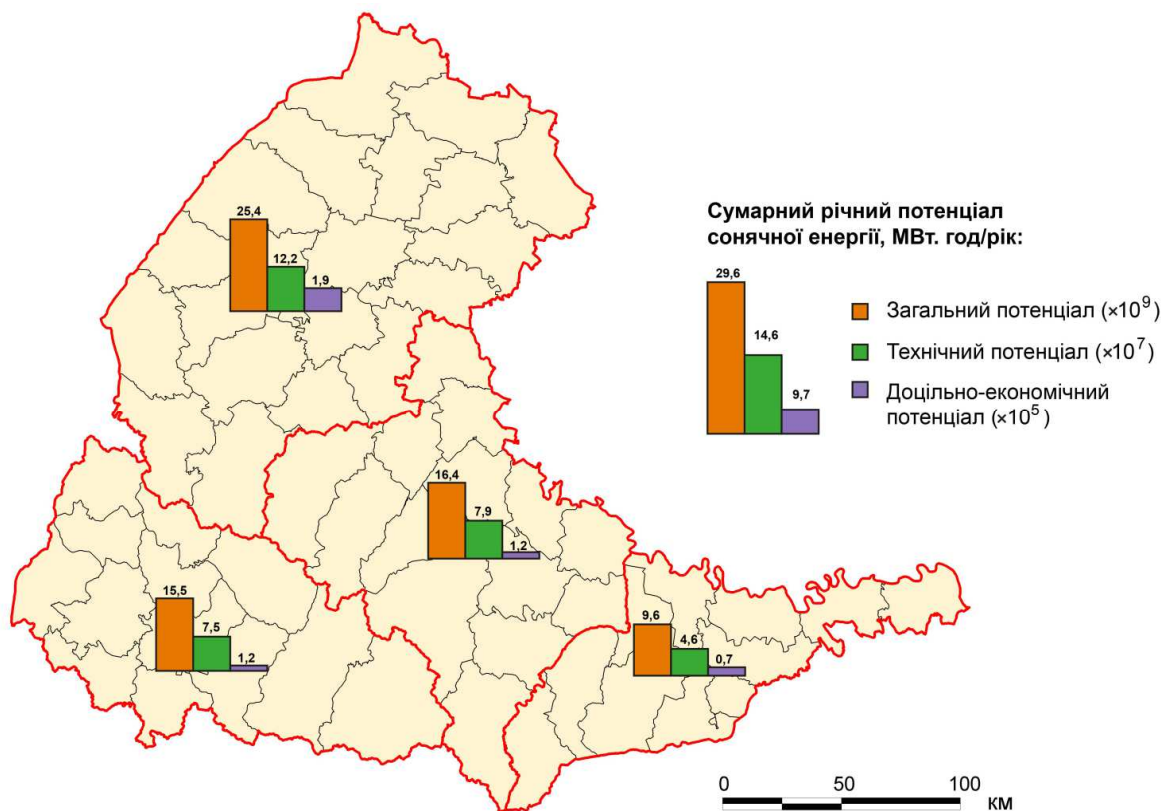


Рис. 3. Потенціал сонячної енергії у Карпатському регіоні

Немаловажним фактором для використання фотоелектричних панелей (перетворювачів) є їх підвищення ККД. Підвищення ККД фотоелектричних перетворювачів розвивається у 3-х напрямках.

Перший – це конструктивні вдосконалення. До них належать:

- збільшення поверхні сонячних панелей;
- антивідбивні покриття, які допомагають наростити частку випромінювання, що проходить у кремнієвих напівпровідниках;
- оптичні концентратори сонячних потоків;
- плоскі, відбивні концентратори сонячних потоків;
- примусове охолодження поверхонь фотоелектричних панелей.

Другий напрямок становлять технологічні вдосконалення (використання нових матеріалів). Тут перспективним слід уважати:

- тонкі плівки Si, отриманні надвисоким частотним хімічним осадженням з парової фази (CVD) на підкладках металічних і склоподібних, це економить напівпровідниковий матеріал у понад 10 разів;

- багат шарові структури напівпровідника з градієнтом ширини забороненої зони Eg від «оптичного вікна» до значень, характерних для вузькоцилінних матеріалів. Це дає можливість використовувати для генерування струму довгохвильові кванти ІЧ діапазона;

- органічні напівпровідники, у яких ефективність перетворення сягає 7-10 %.

Третій напрям - це нові принципи роботи сонячних панелей, а саме:

- панелі на основі квантових надграток, які практично використовують весь спектральний діапазон сонячного випромінювання;

- квантові точки, збудовані в напівдіелектричній матриці.

Висновки з даного дослідження та перспективи. Світові тенденції розвитку альтернативних, відновлювальних джерел енергії – це розвиток і використання, насамперед, нескінченної вітрової і сонячної енергії.

Україна, відповідно до Енергетичної програми до 2030 р., взяла курс на розвиток альтернативної енергетики. Реально поки що лише поновлювані джерела енергії є найперспективнішим і найефективнішим напрямом удосконалення паливно-енергетичного комплексу та скорочення споживання органічного палива, завдяки чому можна значно скоротити обсяги викидів парникових газів та інших шкідливих інгредієнтів у природне довкілля і поліпшити його стан.

Незважаючи на позитивну динаміку, рівень розвитку сонячної і вітроенергетики в Україні є досить низьким у порівнянні з іншими країнами Європи. Це обумовлене як економічним станом держави, так і рядом об'єктивних негативних факторів.

Необхідно, щоб держава створювала всі умови для стимулювання розвитку відновлювальних джерел енергії у вигляді промислових і приватних об'єктів.

Вітрові і сонячні станції, як й всі інші техногенні об'єкти мають проблеми впливу на довкілля, що зумовлені впливом на птахів, шумом, використанням земельних угідь, а також естетичним впливом на ландшафт. Загалом, вплив перелічених факторів від відновлюваних джерел енергії (за винятком шуму й електромагнітного випромінювання) визначається як несуттєвий у порівнянні з традиційними джерелами отримання електроенергії.

Слабким місцем розвитку відновлюваної енергетики у Карпатах є нестабільність вітрів в улоговинах, відсутність детальних даних спостережень, залежність вироблення енергії від часу доби, метеоумов і, як результат, необхідність у мобільних резервних джерелах. Якими вони мають бути, яку частину потужностей слід резервувати, де повинне бути місце резервних потужностей — задачі, розв'язання яких потребує серйозних досліджень.

Література

1. Атлас енергетичного потенціалу нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії. – К., 2008. – 54 с.
2. Енергетична стратегія України на період до 2030 року. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.cfin.ru/press/management/2001-6/13.pshtml. www.raoes.ru/ru/reforming/foreign/mo-/England.pdf.
3. Енергетика, сучасність і майбутнє. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://energetika.in.ua/ua/>
4. Програма фінансування альтернативної енергетики України (USELF). Посібник для девелоперів. - Київ, 2014. – 244 с.

Поступила в редакцію 14 січня 2016 р.

Рекомендувала до друку д. техн. наук Л.М. Архипова