

**МІНІСТЕРСТВО ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ВНУТРІШНІХ СПРАВ
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ ЛЬОТНИЙ КОЛЕДЖ**

Циклова комісія авіаційного і радіоелектронного обладнання

ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ

з навчальної дисципліни «Альтернативні джерела енергії»
обов'язкових компонент
освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

***141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(Електромеханіка)***

За темою № 1 - Загальні відомості

Кременчук 2023

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 30.08.2023 № 7

СХВАЛЕНО

Методичною радою
Кременчуцького льотного
коледжу
Протокол від 28.08.2023 № 1

ПОГОДЖЕНО

Секцією науково-методичної ради
ХНУВС з технічних дисциплін
Протокол від 29.08.2023 № 7

Розглянуто на засіданні циклової комісії авіаційного і радіоелектронного обладнання КЛК ХНУВС, протокол від 28.08.2023 № 1

Розробник: викладач циклової комісії авіаційного і радіоелектронного обладнання, к.т.н., професор, спеціаліст вищої категорії Гаврилюк Ю.М.

Рецензенти:

1. Доцент кафедри електричних станцій Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», к.т.н. Шокарьов Д.А.
2. Викладач-методист циклової комісії авіаційного і радіоелектронного обладнання, к.т.н., спеціаліст вищої категорії Волканін Є.Є.

План лекції:

1. Поняття та класифікація нетрадиційних та відновлювальних джерел енергії
2. Історичні передумови використання нетрадиційних та відновлювальних джерел енергії
3. Потенційні світові запаси нетрадиційної та відновлювальної енергії у світі
 - 3.1 Потенціал енергії Сонця в світі
 - 3.2 Потенціал енергії вітру в світі
 - 3.3 Потенціал енергії річок
 - 3.4 Потенціал енергії Землі
 - 3.5 Потенціал енергії Світового океану
4. Акумуляування енергії
5. Енергетичний потенціал нетрадиційних та відновлювальних джерел енергії в Україні
 - 5.1 Потенціал вітрової енергії на території України
 - 5.2 Потенціал сонячної енергії в Україні
 - 5.3 Потенціал малих рік України
 - 5.4 Потенціал біомаси в Україні
6. Загальна характеристика використання правових та наукових засад для розвитку нетрадиційних джерел енергії
7. Застосування нетрадиційних та відновлювальних джерел енергії у світі

Література:

Основна:

1. Сінчук І.О. Відновлювані та альтернативні джерела енергії. Навчальний посібник / І.О. Сінчук, С.М. Бойко, О.Є. Мельник; під ред. доктора технічних наук, професора О.М. Сінчука. – Кременчук, 2015. – 270с.
2. Варламов Г.Б., Любчик Г.М., Маляренко В.А. Теплоенергетичні установки та екологічні аспекти виробництва енергії / Підручник. – К.: “Політехніка”, 2003. – 228 с.
3. Атлас енергетичного потенціалу відновлюваних та нетрадиційних джерел енергії України / Кудря С.О., Яценко Л.В., Душина Г.П. та інш. – НАН України, державний комітет України з енергозбереження. – К.: 2001. – 41 с.

Допоміжна:

4. Реєстр альтернативних видів палива Державного агентства з енергоефективності та енергозбереження України (Держенергоефективності). – Київ, 2011. – 42 с.
5. Агроекологічний атлас Полтавщини / В.М. Писаренко, Ю.С. Голік, П.В. Писаренко [та ін.]. – Полтава: Оріяна, 2009. – 70 с.

Інформаційні ресурси:

6. Нормативні акти України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.nau.kiev.ua.

1. Поняття та класифікація нетрадиційних та відновлювальних джерел енергії

Енергетика має свою систему термінів і понять.

Велика енергетика – напрямок енергетики, пов'язаний з отриманням мереж тепла і електрики. Характерною рисою установок у великій енергетиці є великі розміри генераторних блоків і залежність від користувача.

Мала енергетика – напрямок енергетики, пов'язаний з отриманням незалежних від централізованих мереж тепла і електрики. Характерною ознакою установок в малій енергетиці є компактні розміри генераторних блоків і, як правило, мобільність конструкцій.

Загальноприйнятого терміна «мала енергетика» в даний час немає. В електроенергетиці найбільш часто до малих електростанцій прийнято відносити електростанції потужністю до 50 МВт з агрегатами одиничною потужністю до 25 МВт. Зазвичай такі електростанції поділяють на три підкласи:

- мікроелектростанції потужністю до 100 кВт;
- мініелектростанції потужністю від 100 кВт до 1 МВт;
- малі електростанції потужністю більше 1 МВт.

Автономні джерела енергії – джерела електричної енергії, необхідні для роботи систем і пристроїв, не пов'язаних з лініями електропередачі.

Традиційні невідновлювані джерела енергії – це природні запаси речовин і матеріалів, які можуть бути використані людиною для виробництва енергії. Прикладом можуть служити ядерне паливо, вугілля, нафта, газ. Енергія невідновлюваних джерел на відміну від відновлюваних знаходиться в природі в зв'язаному стані і вивільняється в результаті цілеспрямованих дій людини.

Нетрадиційні відновлювані джерела енергії – це джерела на основі постійних існуючих або періодично виникаючих в навколишньому середовищі потоків енергії. Відновлювана енергія не є наслідком цілеспрямованої діяльності людини, і це є її визначальною ознакою.

Усі енергетичні ресурси на Землі, що є продуктами безперервної діяльності Сонця, можуть бути поділені на дві основні групи: на акумульовані природою й у більшості випадків непоновлювані та на неакумульовані, але постійно відновлювані (табл.1.1). До першої групи належать запаси паливних корисних копалин: нафта, кам'яне та буре вугілля, торф і підземні гази, а також уранові руди та інші хімічні елементи або їх сполуки, які застосовують при термоядерних і ядерних реакціях. До другої групи належать сонячне випромінювання, вітер, потоки рік, морські хвилі та

припливи, внутрішнє тепло Землі, тощо.

Таблиця 1 – Потенціальні запаси джерел енергії на Землі

Види енергії	Запаси енергії
Невідновлювані (кВт · год)	
1. Термоядерна енергія	$1\,000\,000\,000 \cdot 10^{12}$
2. Ядерна енергія	$574\,000 \cdot 10^{12}$
3. Енергія паливних копалин	$55\,364 \cdot 10^{12}$
Відновлювані (кВт · год/рік)	
1. Енергія сонячних променів	$667\,800 \cdot 10^{12}$
2. Енергія морів і океанів	$70\,000 \cdot 10^{12}$
3. Енергія вітру	$17\,369 \cdot 10^{12}$
4. Енергія внутрішнього тепла Землі	$134 \cdot 10^{12}$
5. Енергія річок	$18 \cdot 10^{12}$

Згідно з класифікацією Міжнародного енергетичного агентства до відновлюваних джерел енергії належать такі категорії:

– відновлювальні джерела енергії (ВДЕ), які спалюються, і відходи біомаси:

– тверда біомаса і тваринні продукти: це біологічна маса, у тому числі будь-які матеріали рослинного походження, що використовуються безпосередньо як паливо або перетворюються на інші форми перед спалюванням (деревина, рослинні відходи і відходи тваринного походження; деревне вугілля, яке одержують з твердої біомаси);

– газ чи рідина з біомаси (біогаз, отриманий у процесі анаеробної ферментації біомаси і твердих відходів, який спалюється для виробництва електрики і тепла);

– муніципальні відходи: це матеріали, що спалюються для виробництва теплової та електричної енергії (відходи житлового, комерційного і громадського секторів), які утилізуються муніципальною владою з метою централізованого знищення;

– промислові відходи: тверді й рідкі матеріали, що спалюються безпосередньо, зазвичай на спеціалізованих підприємствах, для виробництва теплової й електричної енергії та поліпшення екології;

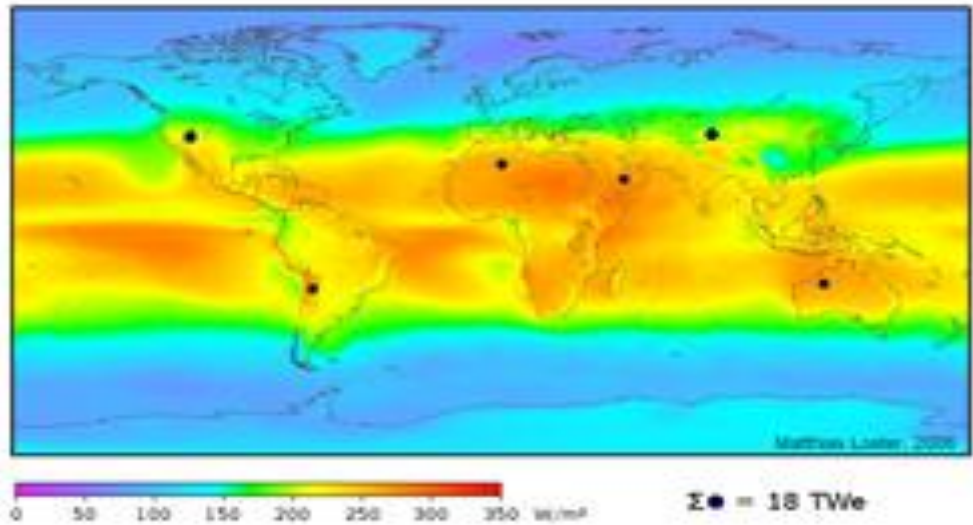


Рисунок 1 – Карта потенціалу енергії Сонця в світі

– гідроенергія: це потенціальна або кінетична енергія води, перетворена на електричну енергію за допомогою устаткування та обладнання гідроелектростанцій, як великих, так і малих;

– геотермальна енергія: це теплова енергія, що надходить із земних надр, зазвичай у вигляді гарячої води або пари. Використовується для виробництва або безпосередньо як джерело тепла для систем теплопостачання, потреб сільського господарства тощо;

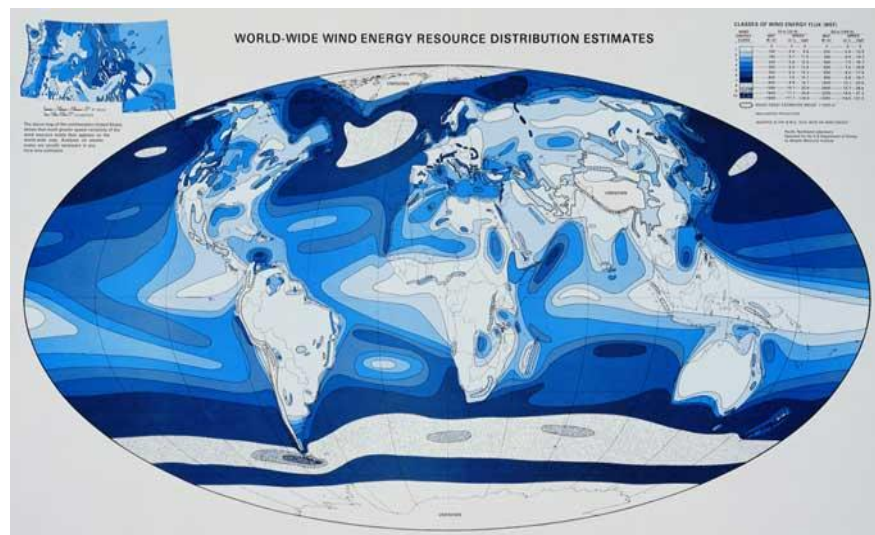


Рисунок 2 – Карта потенціалу енергії вітру у світі

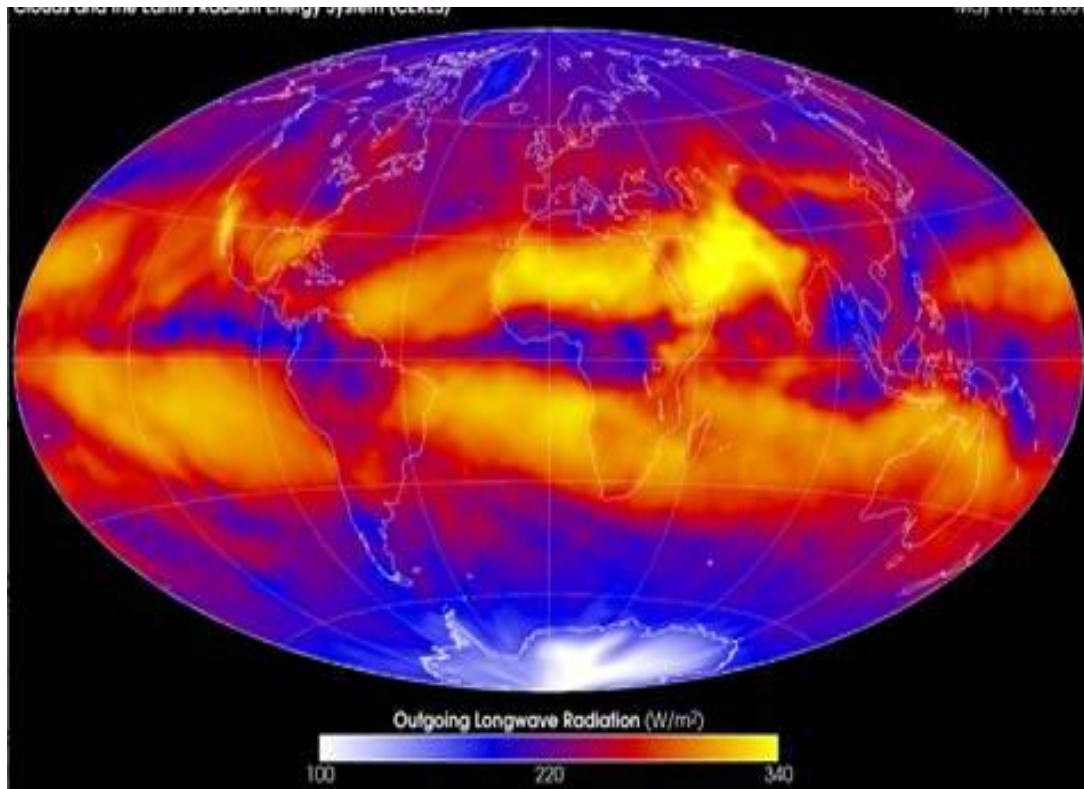


Рисунок 3 – Карта енергії Землі

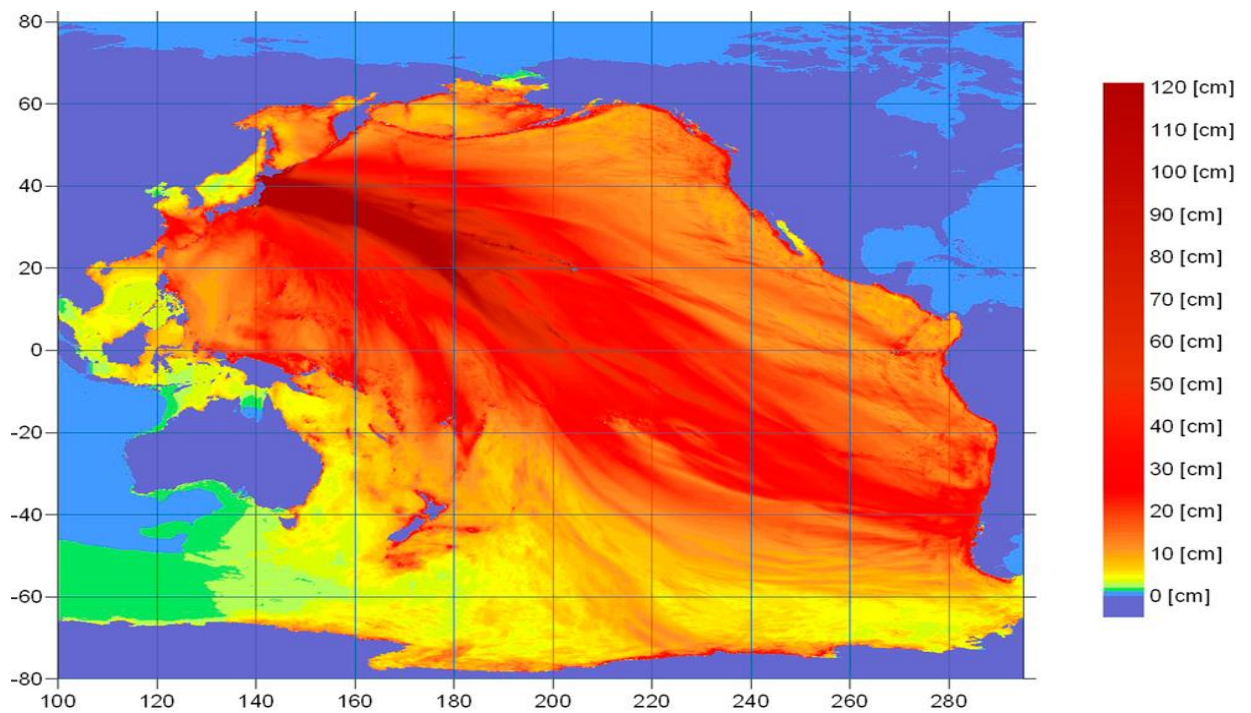


Рисунок 4 – Карта енергії Світового океану



Рисунок 5 – Мережевий паритет – перспективи найближчих років

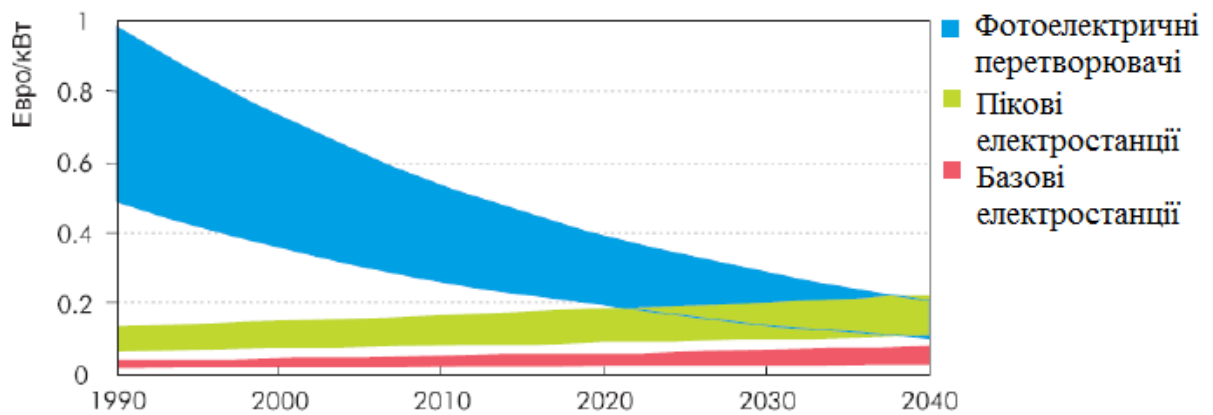


Рисунок 6 – Прогнозоване зменшення вартості сонячних установок

– сонячна енергія: це енергія потоку фотонів, що випромінюються Сонцем, які рухаються в напрямку Землі, яка використовується для одержання гарячої води та електричної енергії;

– енергія вітру: це кінетична енергія повітряного потоку природного чи штучного, що застосовується для виробництва електроенергії у вітрових електроагрегатах, за допомогою вітрових турбін;

– енергія приливів, морських хвиль і океану: це механічна енергія припливних потоків, або хвиль, що використовується для виробництва електричної енергії.

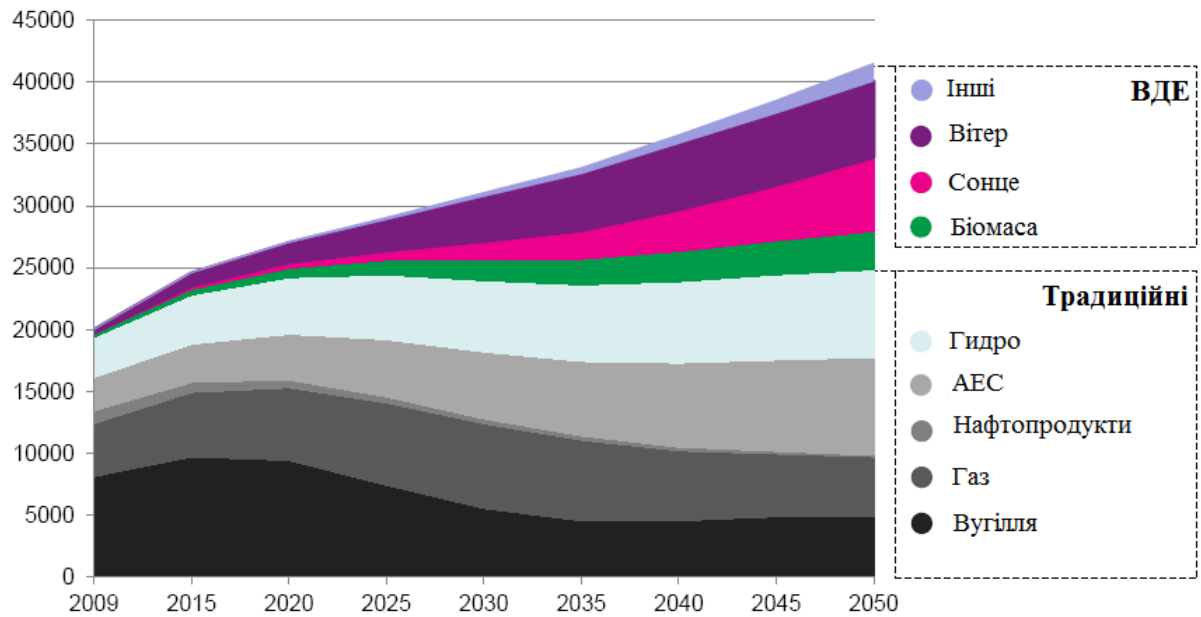


Рисунок 7 – Прогноз на основі сценарія скорочення викидів CO₂

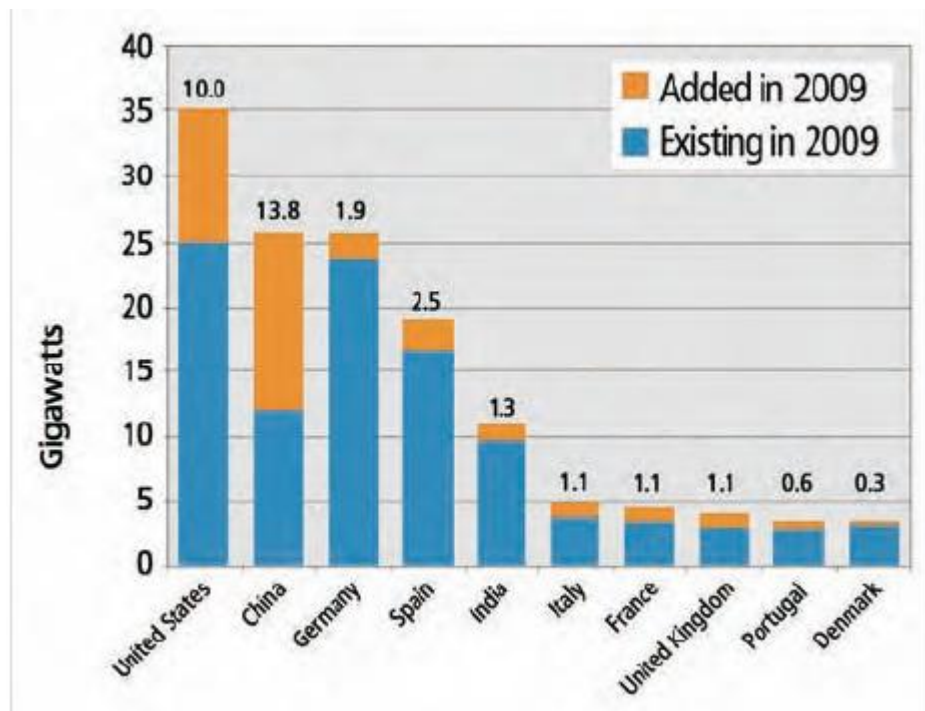


Рисунок 8 – Динаміка вводу вітроенергетичних станцій в країнах-лідерах

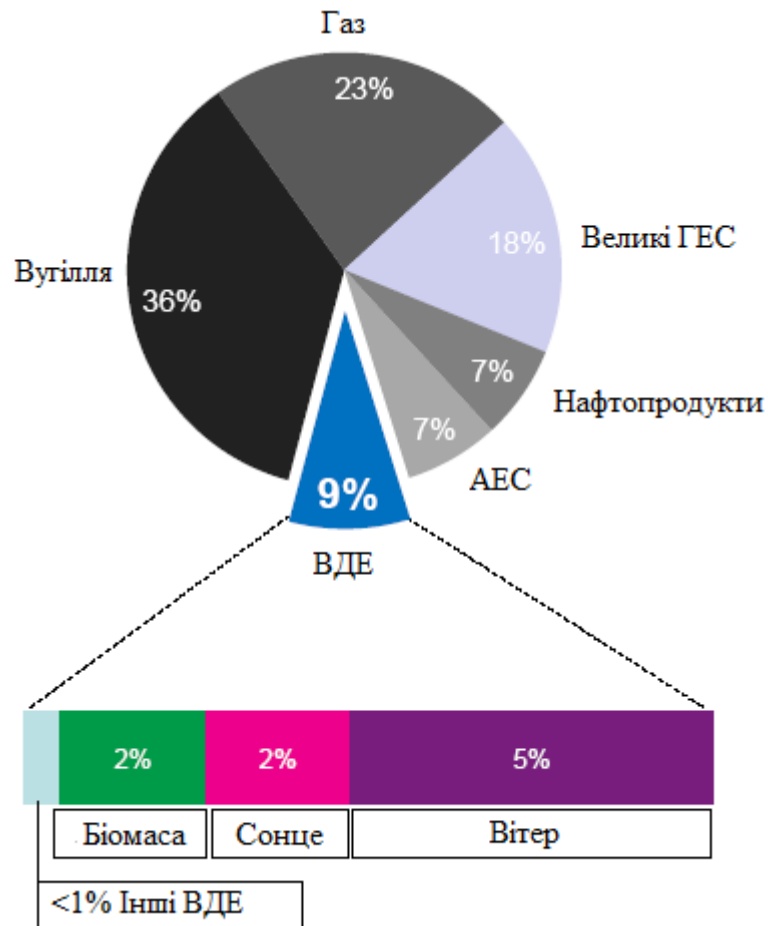


Рисунок 9 – Встановлена потужність у світі по видам джерел енергії

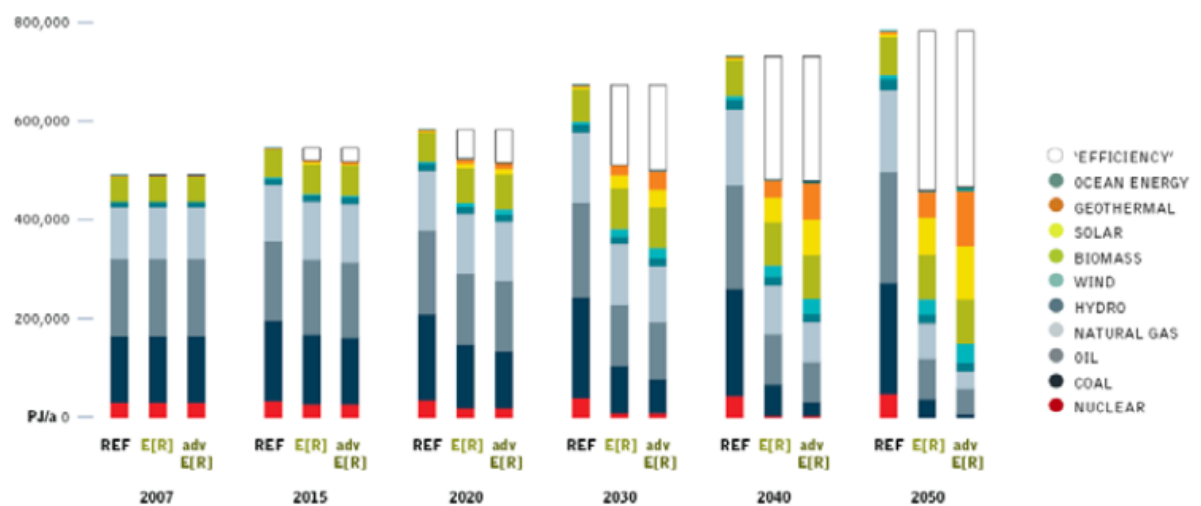


Рисунок 10 – Прогнозовані потужності генерування електричної енергії різними джерелами енергії, по трьом сценаріям

Таблиця 2 – Показники перспективного використання нетрадиційних джерел електричної енергії, млн т у.п./рік

Напрями освоєння НДЄЄ	Рівень розвитку НДЄЄ за роками			
	2005	2010	2020	2030
Біоенергетика	1,3	2,7	6,3	9,2
Сонячна енергетика	0,003	0,032	0,284	1,1
Мала гідроенергетика	0,12	0,5	0,85	1,13
Геотермальна енергетика	0,02	0,08	0,19	0,7
Вітроенергетика	0,018	0,21	0,53	0,7
Енергія довкілля	0,0	0,03	0,98	7,6

Класифікацію відновлюваних джерел енергії наведено на рис. 1.11. Результатами прямої сонячної діяльності є тепловий ефект і фотоефект, внаслідок чого Земля отримує теплову енергію та світло. Результатом побічної діяльності Сонця є відповідні ефекти в атмосфері, гідросфері та геосфері, що викликають виникнення вітру, хвиль, зумовлюють течію річок, створюють умови для збереження внутрішнього тепла Землі.

Сонячна діяльність характеризується приблизними показниками, наведеними на рис. 1.12, які загалом утворюють схему теплового балансу Землі [6].

Автономна енергоустановка з НВДЄ повинна мати або акумулятори енергії, або установку-дублера, що працює на традиційному паливі. Якщо установка з НВДЄ приєднана до мережі, то мережа повинна взяти на себе компенсацію нерівномірності постачання енергії, для чого вона повинна мати достатню ємність і маневреність.

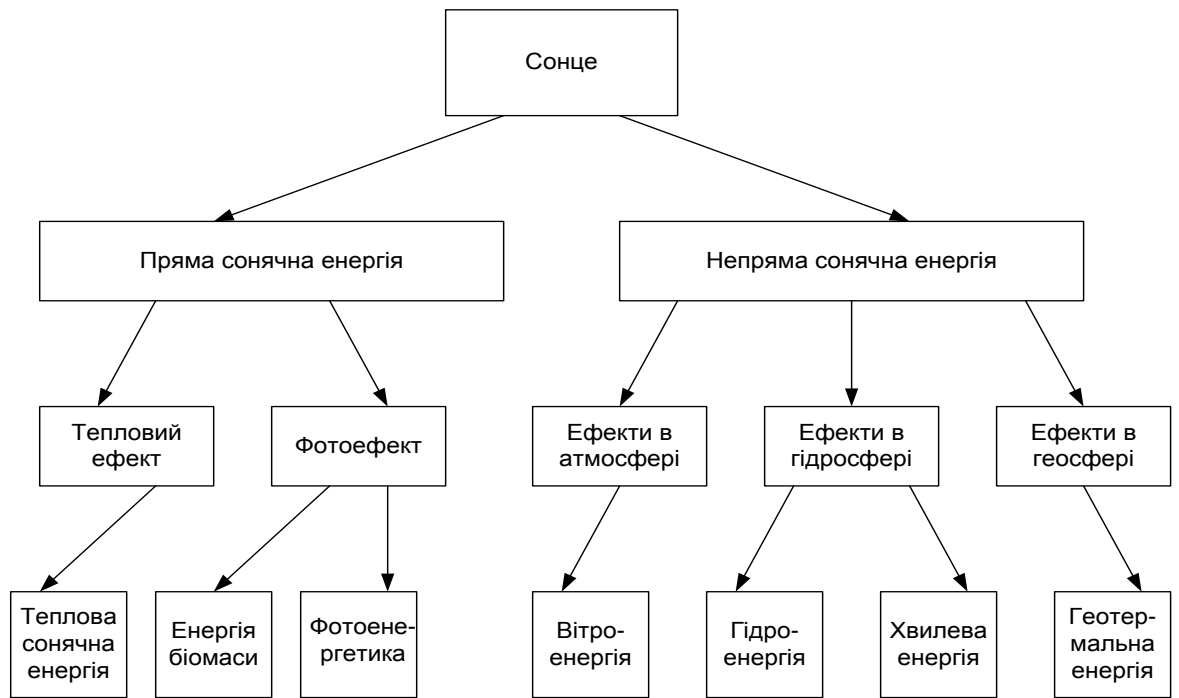


Рисунок 11 – Класифікація відновлюваних джерел енергії



Рисунок 12 – Розподіл променевої енергії Сонця

2. Історичні передумови використання нетрадиційних та відновлювальних джерел енергії

З розвитком людської цивілізації удосконалювалися джерела енергії і знаряддя праці, які застосовувалися людиною. У Кам'яному віці такими були вогонь і лук, а в XX столітті з'явилися атомний реактор, експериментальні

установки для керованого термоядерного синтезу, магнітогідродинамічний генератор та інше.

Створення нових джерел енергії (і вдосконалення старих) здійснювалося складними шляхами. У Стародавньому світі це відбувалося або за рахунок докладених зусиль та наполегливості окремих геніальних людей, або в результаті спостережень багатьох поколінь. У Середні століття діяльність багатьох людей була спрямована по хибному шляху. Це шлях пошуку "perpetuum mobile" – вічного двигуна, що свідчить про сильний занепад науки. У той період людської історії, так званий Новий час, джерела енергії створювалися людьми, більш обізнаними в науці і техніці, ніж ті, хто будував "вічний" двигун і шукав "філософський камінь". У XX столітті роботу над новими джерелами енергії вели цілі науково-дослідні інститути та виробничі об'єднання.

Активні науково-технічні розробки з використання нетрадиційних відновлювальних джерел енергії (НВДЕ) розпочалися з 70-х років XX ст. у період світової енергетичної кризи. НВДЕ використовуються як у розвинених, так і в країнах, що розвиваються. Великих успіхів в освоєнні ВДЕ досягли країни, де відновлювальна енергетика дістала всебічну державну економічну й законодавчу підтримку, а у розвиток ВДЕ вкладаються значні кошти, в тому числі у розвиток нових технологій.



Рисунок 13 – Перша сонячна електростанція в Україні, узбережжя Криму

На початку ХХІ ст. частка всіх відновлювальних джерел енергії (включаючи традиційну гідроенергетику, дрова) у світовому енергоспоживанні склала біля 14%, а у електроспоживанні – 19%.

Інтенсивне зростання використання енергії нетрадиційних ВДЕ, особливо на початку ХХІ ст., характерне для більшості розвинених й багатьох країн, що розвиваються. Так, частка електроенергії, виробленої за рахунок нетрадиційних ВДЕ, у 2006 році у країнах ЄС (у загальному виробництві): у Данії – 12,1%, Фінляндії – 13,1%, Угорщині – 4%, Греції – 2,8%, Італії – 2,8%, Іспанії – 2,8%, Німеччині (у 2007 р.) – 14,2%, що склало 87,6 млрд. кВт·год, у тому числі: малі ГЕС – 20,7 млрд. кВт год, ВЕС – 39,5 млрд. кВт год, ТЕС на біомасі і біогазі – 23,8 млрд. кВт год, геліоенергетика – 3,5 млрд. кВт год, геотермальні електростанції – 0,1 млрд. кВт год.

Позитивний досвід країн ЄС показав, що серед різноманітних факторів, які впливають на рівень і перспективи освоєння ВДЕ, визначальну роль відіграють діючі у цих країнах системи державного економічного стимулювання. Одним із основних напрямів виконання країнами ЄС

зобов'язань Кіотського протоколу із зниження викидів «парникових» газів стало масштабне освоєння ВДЕ.



Рисунок 14 – Проект сонячної електростанції в Сахарі

Проект сонячної електростанції в Сахарі (рис. 14), якщо його зуміють реалізувати, то він стане найбільшим у світі. Електроенергія в Європу передаватиметься кабелем, який прокладуть через Середземне море.

Вперше ідея використання гейзерів була втілена у дійсність не в Ісландії. Ще древні римляни підвели тепло від гейзерів до лазень міста Каракали.

Не тільки для опалення люди черпають енергію з надр землі. Вже давно працюють електростанції, що використовують гарячі підземні джерела. Перша така станція була побудована ще у 1904 р.

3. Потенційні світові запаси нетрадиційної та відновлювальної енергії у світі

Необхідність широкого використання ВДЕ визначається швидким зростанням потреби в електричній енергії, яка за прогнозами має збільшитися у 2 рази до 2030 р. і в 4 рази до 2050 р. у порівнянні з 2000 р.; та значним зменшенням у недалекому майбутньому розвіданих запасів органічного палива; кризовим станом довкілля в зв'язку із забрудненням оксидами азоту і сірки, вуглекислим газом, пилоподібними частинками від згорання палива, радіоактивним і тепловим забрудненням тощо.

Відновлювальні джерела енергії мають принципові відмінності, тому їх ефективне використання стає можливим на основі науково розроблених

принципів перетворення ВДЕ у різні способи використання, необхідні споживачам. У навколишньому середовищі завжди існують потоки відновлювальної енергії, тому в процесі розвитку відновлювальної енергетики необхідно орієнтуватись на місцеві енергоресурси, вибираючи з них найефективніші. Використання ВДЕ має бути багатоваріантним й комплексним, що дозволяє прискорити економічний розвиток регіонів. Наприклад, досить ефективною базою для використання ВДЕ можуть бути агропромислові комплекси, де відходи тваринництва й рослинництва вже використовуються, як сировина для одержання біогазу, а також рідкого й твердого палива, виробництва добрив, але не в повному обсязі.

У таблиці 3 наведено енергетичний потенціал відновлювальних джерел енергії у світі.

Таблиця 3 – Енергетичний потенціал відновлювальних джерел енергії

Відновлювальні енергоресурси	Показники, млрд. т у.п./рік	
	Технічний	Економічний
Променева енергія Сонця	5	1
Теплова енергія морів і океанів	1	0,1
Енергія вітру	5	1
Гідроенергія, в тому числі:		
енергія водяних потоків	4,5	2,6
енергія хвиль	0,05	0.01
енергія припливів	0,7	–
Енергія біомаси (за винятком дров)	2,55	2,0
Геотермальна енергія	0,4	0,2

Для ефективного планування енергетики на відновлювальних енергоресурсах необхідно: по-перше, систематичне дослідження навколишнього середовища, аналогічне дослідження геологічного характеру при пошуку нафти або газу, по-друге, вивчення потреб конкретного регіону в енергії для промислового, сільськогосподарського виробництва й побутових потреб. Зокрема, щоб вибрати економічне джерело енергії, необхідно знати структуру споживачів енергії.

Однією з найважливіших характеристик відновлювальних джерел енергії є їх енергетичний потенціал – показник, який визначає кількість енергії, властиву відповідному виду ВДЕ.

Для оцінки енергетичних ресурсів відновлювальних джерел енергії, можливих для використання, розрізняють наступні види енергетичного потенціалу ВДЕ:

- теоретичний, що характеризує загальну кількість енергії;
- технічний – частина теоретичного потенціалу, яку принципово можливо використати за допомогою сучасних пристроїв;
- економічно ефективний – частина технічного потенціалу, яку в теперішній час доцільно використовувати, виходячи з економічних, соціальних, екологічних та інших факторів.

3.1 Потенціал енергії Сонця в світі

Останнім часом інтерес до проблеми використання сонячної енергії значно збільшився. На рис. 1.1 зображена карта потенціалу енергії Сонця в світі.



Рисунок 15 – Сонячна електростанція у Сахарі

Потенціальні можливості використання безпосередньо сонячної енергії дуже великі (рис. 15). Якщо ми зможемо використовувати 0,0125% всієї цієї енергії, то людство було б повністю забезпечене енергією на даний час, а використання 0,5% повністю б покрило всі потреби людства назавжди в майбутньому (якщо вважати, що населення Землі не перевищить 20 млрд.)

Зрозуміло, що існують різні фактори, що обмежують потужності сонячної енергетики. Окрім ціни та ресурсів ще існує проблема площі. Наприклад, якщо у 2100 році людство повністю забезпечуватиме свої

енергетичні потреби за рахунок Сонця, то площа колекторів повинна буде сягати 1...3 млн. км². Також безпосереднє використання сонячного випромінювання потребує великої кількості трудових ресурсів, матеріалів та коштів: для виготовлення 1 МВт·рік знадобиться від 10 до 40 тис. людино-годин. В той же час у традиційній енергетиці цей показник менший у 50...80 разів.

3.2 Потенціал енергії вітру у світі

На рис. 2 зображена карта потенціалу енергії вітру у світі [19].

Енергія повітряних мас, що постійно рухаються, у сотні разів перевищує запаси гідроенергії усіх річок планети. Всюди і постійно на землі існують вітри: від легкого вітерця до могутніх ураганів. Ці вітри могли б повністю задовольнити потреби людства. Але частка вітряних електростанцій становить лише 0,1%. Чому ж тоді такий доступний та екологічно чистий спосіб вироблення енергії так мало використовується?



Рисунок 16 – Вітрові електростанції на Тарханкутському півострові

Людство використовує енергію вітру більш ніж 5 тис. років. Спочатку вітер використовувався для того, щоб приводити у рух човни, потім – щоб молоти зерно та підіймати воду. Зараз вітер використовується для видобутку електроенергії. На даний час ціна 1 кВт·год виробленої з енергії вітру порівняно невисока – 4 центи – але всі проекти по будівництву нових вітряків зазвичай дуже повільно окупають себе. Найбільш вдалим можна вважати проект будівництва вітряків на Гавайському острові Охіо: гігантські

вітряки, з діаметром ротору 122 м зараз виробляють понад 6200 кВт кожен, при швидкості вітру 47 км/год. Скоріш при постійному зростанні цін на паливні ресурси в майбутньому створяться умови, що зробить такі проекти ще більш рентабельними, що забезпечить зростання частки “вітрової” електроенергії у світі.

3.3 Потенціал енергії річок

Багато тисячоліть вірно служить людині енергія, що міститься в текучій воді. Запаси цієї енергії величезні. Люди навчились використовувати цю енергію раніше за всі інші. Коли настала доба електрики, водяне колесо заново відродилося, але тепер вже у вигляді водяної турбіни. Можна сказати, що ще у 1891 р. почалася доба гідроенергетики.

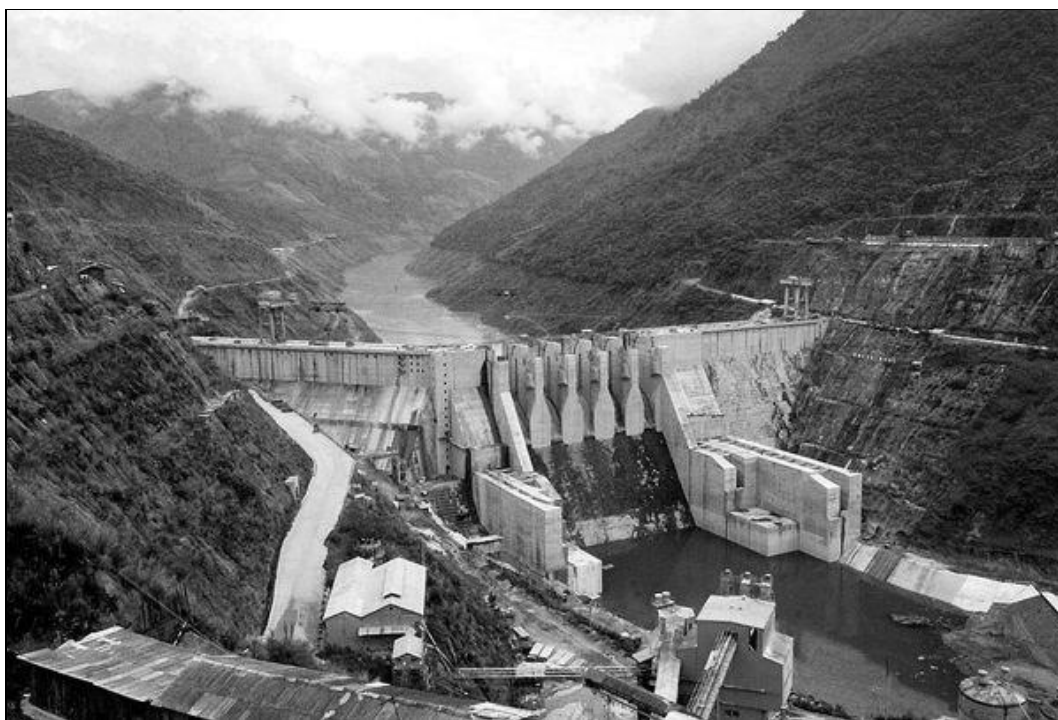


Рисунок 17 – «Три ущелини» – найбільша у світі діюча ГЕС. (р. Янцзи, Китай)

Гідроелектростанції мають багато переваг: постійно відновлювальний запас енергії, простота в користуванні, відносна відсутність забруднення оточуючого середовища. Але побудувати велику дамбу набагато складніше, ніж водяне колесо. Для того, щоб змусити потужні турбіни обертатися, потрібно накопичити величезні запаси енергії за дамбою. Для цього потрібно затопити певні регіони, а це в свою чергу може призвести до непоправних наслідків. Тож будівництво дамб вимагає від інженерів дуже точних розрахунків, а будь-яка помилка може призвести до екологічної катастрофи в

даному регіоні. Навіть при точних розрахунках будівництво дамби може привести до значних змін в екосистемах на великих площах. Ніщо не береться із нічого: дамба зменшує швидкість течії, забираючи у неї енергію, а це може викликати заболочування та “цвітіння” води у заплавах. Дисбаланс може викликати самі непередбачувані наслідки.

Отже повний перехід на вироблення енергії лише з річкових потоків може бути не менш небезпечним, ніж використання паливних ресурсів. Зараз ми можемо стверджувати лише про часткове користування річками у тих місцях, де постійні розливи річок стають справжніми стихійними лихами. У таких регіонах небезпечні розливи річок перетворюються за допомогою гребель на корисні джерела енергії. Як приклад можна навести каскад дамб корпорації “TVA” на річці Теннесі, США. 51 дамб захищає орні землі. На 38-ти з них працюють гідроелектростанції. До будівництва цих дамб ведення сільськогосподарської діяльності було майже неможливим.

3.4 Потенціал енергії Землі

Геотермальна енергія – це енергія внутрішніх областей Землі. Виверження вулканів наочно свідчить про величезний жар усередині планети. Вчені оцінюють температуру ядра Землі в тисячі градусів Цельсія. Ця температура поступово знижується від гарячого внутрішнього ядра, де, як вважають, метали та породи можуть існувати тільки в розплавленому стані, до поверхні Землі [4].

Геотермальні ресурси величезні. Витоки їх освоєння йдуть ще в глибоку давнину. Тепло Землі вже зараз вносить вклад в сучасну енергетику, але він не відповідає ні економічній та екологічній задачам, ні ресурсам, достатнім для освоєння наявними технічними засобами. Залишається сподіватися, що повсюдне запровадження нової інтенсивної циркуляційної технології для виробництва геотермальної енергії призведе до більш широкого її використання.



Рисунок 18 – Геотермальна електростанція в Кенії

Геотермальна енергія може бути використана двома основними способами – для вироблення електроенергії і для обігріву будинків, установ і промислових підприємстві .

Іноді вода виринає з-під землі у вигляді чистої " сухої пари " – пара без домішків водяних крапельок. Ця суха пара може бути безпосередньо використана для обертання турбіни і вироблення електроенергії, а конденсаційну воду можна повертати в землю і при її достатньо хорошій якості – скидати в ближні водойми.

В інших місцях, де є суміш води з паром (волога пара), цей пар відокремлюють від води і потім використовують для обертання турбін; оскільки краплі води пошкодили б турбіну. Нарешті, в більшості родовищ є тільки гаряча вода, і енергію тут можна виробляти, користуючись цією водою для переробки ізобутану в пароподібний стан, з тим щоб цей ізобутановий «пар» обертав турбіни. Такий процес називають системою з бінарним циклом. Гарячою водою можна безпосередньо обігрівати оселі, громадські будівлі та підприємства (централізоване теплопостачання).

У районах, що відрізняються газотермальною активністю для опалення використовуються пароготермальні джерела. Застосування цього способу опалення лімітується наявністю в світі відповідних районів. Проте є потенційна можливість його розширення шляхом прокачування геотермальних вод через гарячі підземні породи, де вони знаходяться на помірній глибині.

Застосування геотермальних вод не може розглядатися як екологічно чисте тому, що пара часто супроводжується газоподібними викидами, включаючи сірководень і радон-два, які вважаються небезпечними. На геотермальних станціях пара, що обертає турбіну, повинна бути

сконденсованою, що потребує джерела охолоджувальної води, точно так само як цього вимагають електростанції на вугіллі або ядерному паливі. В результаті скидання як охолоджуючої, так і конденсаційної гарячої води можливе теплове забруднення середовища. Крім того, там, де суміш води і пари виходить із землі для електростанцій, що працюють на вологому парі, і там, де гаряча вода виходить на поверхню для станцій з бінарним циклом, воду необхідно видаляти. Ця вода може бути досить солоня (до 20% солі), і тоді буде потрібно перекачування її в океан або нагнітання в землю. Скидання такої води в річки або озера може знищити в них прісноводні форми життя. У геотермальних водах нерідко містяться також значні кількості сірководню, який має неприємний запах, що є небезпечним у великих його концентраціях. Незважаючи на те, що людство ще не знає способу безпосереднього використання вулканічної енергії, але можна навести чудовий приклад раціонального використання енергії земних надр в Ісландії. Ця маленька європейська країна повністю забезпечує себе теплом, яке отримується з гарячих фонтанів гейзерів, які працюють з точністю хронометра.

На сьогодні поблизу м. Сан-Франциско працює геотермальна електростанція потужністю 500 КВт.

Але не скрізь з землі б'ють джерела гарячої води. Незважаючи на те, що гейзери чудові джерела енергії, але характерна їм локальність на земній поверхні заперечує будь-які розмови щодо широкого використання останніх.

3.5 Потенціал енергії Світового океану

Відомо, що запаси енергії у Світовому океані колосальні. Відомо, що теплова енергія, що відповідає перегріву поверхневих вод, порівняно з донними, на 20 °С, становить приблизно 10^{26} Дж. А кінетична енергія океанських течій оцінюється у 10^{18} Дж. На даний час люди вміють використовувати лише дуже малі частки цих енергій, причому ціною великих інвестицій, що повільно окупують себе. До останнього часу використання енергії океану здавалося нерентабельним.

Найбільш доцільним є вироблення енергії з енергії припливів та відпливів. З 1967 р. у дельті р. Ранс (Франція) працює приливна електростанція (ПЕС) потужністю 240 МВт. Тут приливи досягають висоти 13 м. У 1968 р. радянський інженер Бернштейн розробив зручний спосіб буксирування ПЕС у потрібні місця. В цьому ж році він збудував експериментальну ПЕС в Кислій Губі, що біля Мурманську. Зараз будується ПЕС потужністю 6000 МВт у Баренцевому морі [35].



Рисунок 19 – Найбільша приливна електростанція в світі Ля Ранс, у французькому історичному регіоні Бретань

Іншою можливістю стало вирощування гігантських швидкоростучих океанських водоростей келп, що легко перероблюються на метан. До того ж, кількість оксиду вуглецю, вивільненого при спалюванні отриманого газу, можна легко повернути у океан, якщо у екваторіальних районах розчиняти у воді чисте залізо. Залізо забезпечує бурхливий ріст планктону і його кількість збільшується у декілька десятків разів, а потім планктон використовує розчинений у воді диоксид вуглецю. Взагалі, в океані зосереджується більша частина вивільненого диоксиду вуглецю, тому зараз проводяться дослідження, щодо зниження температури планети за допомогою розчинення у воді чистого заліза.

У XX столітті велику увагу вчені звертають “океанотермічній енергоконверсії” (ОТЕК), тобто отриманню енергії за рахунок різниць температур води на різних глибинах.

Ще однією можливістю є використання океанських течій: швидкість течії Голфстрім біля берегів Флориди сягає 5 миль/год. Ідея встановлення тут гігантських турбін під водою є досить привабливою.

Вже зараз багато маяків, що встановлені на воді біля берегів Японії та США, живляться виключно за рахунок океанських хвиль. Розроблено проекти електростанцій, що використовують океанські хвилі для вироблення

енергії, але ці станції повинні мати гігантські розміри, і тому такі проекти зараз не сприймаються серйозно.

Взагалі, Світовий океан є найбільш перспективним і найбільш вигідним енергоносієм у майбутньому. Він ніби гігантський акумулятор вбирає в себе випромінювання сонця, енергію вітрів та енергію, що з'являється в результаті змін гравітаційних полів Землі та Місяця.

4. Акумуляування енергії

Акумуляування енергії є однією з найважливіших проблем, коли йдеться про експлуатацію енергетичних систем на основі відновлювальних джерел енергії.

Акумуляувати енергію необхідно через енергетичну нестабільність характеристик відновлювальних джерел і споживачів протягом року, у деяких випадках навіть протягом доби.

При застосуванні акумуляторів в енергосистемах на основі відновлювальних джерел енергії виконуються такі основні функції:

- забезпечення безперебійного енергопостачання споживачам за рахунок накопичення надмірної енергії та подальшого її використання в період відсутності або недостатчі;
- забезпечення оптимального режиму роботи джерел енергії та споживачів за рахунок згладжування коливань в енергомережі;
- підвищення потенціалу енергії до необхідного при накопиченні низькопотенціальної енергії;
- перетворення енергії одного виду в інший відповідно до потреб споживача.

Як акумулятори енергії відновлювальних джерел можна використати:

- електрохімічні акумулятори;
- теплові акумулятори;
- акумулятори на основі зворотних фазових переходів;
- акумулятори на основі зворотних хімічних реакцій;
- акумулятори, що працюють при переробці палива за рахунок його збагачування;
- акумулятори, що працюють на основі водню.

Використання електрохімічних акумуляторів є доцільним у комплексі із сонячними та вітровими установками різної потужності. Вони необхідні в установках невеликої потужності, оскільки при безпосередній роботі відновлювального джерела для споживача неможливо отримати електроенергію необхідної якості.

Дослідження показали, що найбільш ефективними для систем із вітроустановками та сонячними фотобатарейми є лужні нікель-кадмієві

аккумулятори, які можна використовувати навіть при незначних (5%) зарядних струмах.

У Німеччині проводяться роботи зі створення герметичних нікель-водневих аккумуляторів із водневим електродом на основі гідратів металів. Вони екологічно чистіші й енергоємніші порівняно з нікель-кадмієвими.

Економічна ефективність теплового аккумулятора за інших рівних умов визначається масою та об'ємом теплоакumuлюючого матеріалу, необхідного для забезпечення заданих параметрів процесу.

Акumuлювання фізичного тепла є найбільш популярним у застосовуванні. Досить низька теплоємність аккумулятора має компенсуватися використанням великих об'ємів теплоакumuлюючих матеріалів. Як аккумулятори використовують теплоізольовані резервуари води.

Акumuлятори, які використовують теплові ефекти зворотних фазових переходів, характеризуються більш високою густиною енергії тіла при невеликому об'ємі теплоакumuлюючого матеріалу і мають практично постійну температуру розряду.

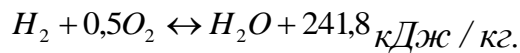
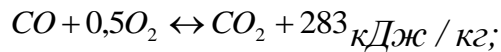
Теплоакumuлятори з фазовим переходом поділяються на низькотемпературні (до 120 °C), середньотемпературні (120...400 °C) та високотемпературні (400...1000 °C). В теплоакumuляторах є конструктивна сумісність аккумулятора та його оболонки.

Акumuлятори, що працюють із використанням ефекту зворотних хімічних реакцій, характеризуються ще вищою густиною енергії, порівняно з вищерозглянутими аккумуляторами, однак вони мають більш високу ціну за рахунок використання відносно дорогих хімічних сполук, а також виділяють гази в процесі хімічних реакцій.

Коли є залишкова енергія відновлюваних джерел, то її можна використовувати для збагачення природного палива під час його переробки, тобто акumuлювати енергію в паливі. Ефективність такого акumuлювання можна розглянути на прикладі переробки вугілля.

При звичайному спалюванні вугілля маємо $C + O_2 \leftrightarrow CO_2 + 393,5 \text{ кДж/кг}$, тобто кожний кілограм вугілля при спалюванні виділяє 393,5 кДж теплової енергії. Якщо обробити вугілля водяною парою, то отримаємо $C + H_2O = CO + H_2 - 131,3 \text{ кДж / кг}$.

Це означає, що замість вуглецю як енергоносія отримаємо енергоносії у вигляді оксиду вуглецю та водню, а витрата енергії 131,3 кДж/кг станеться за рахунок енергії відновлювальних джерел. При спалюванні отриманих енергоносіїв будемо мати:



Отже, маємо сумарну теплову енергію 524,8 кДж/кг, що, порівняно зі звичайним спалюванням вугілля (395,5 кДж/кг), є збагачення палива на 33,3 %.

При обробці вугілля вуглекислим газом маємо $C + CO_2 = 2CO - 172,5 \text{ кДж / кг}$.

При спалюванні отриманого оксиду вуглецю будемо мати $2CO + O_2 = 2CO_2 + 566 \text{ кДж / кг}$, це означає, що отримаємо збагачення вугілля на 43,8 %.

Акумуляування енергії на основі водню (рис. 20) має великі перспективи. З енергетичної точки зору, водень - це альтернатива нафті та природному газу, при цьому:

- запаси водню в складі води практично невичерпані;
- теплота згорання водню в кілька разів вища, ніж у природних газів;
- водень як паливо може бути використаний для отримання теплової та електричної енергії, а також у двигунах різного виду;
- водень – екологічно чисте паливо.
-

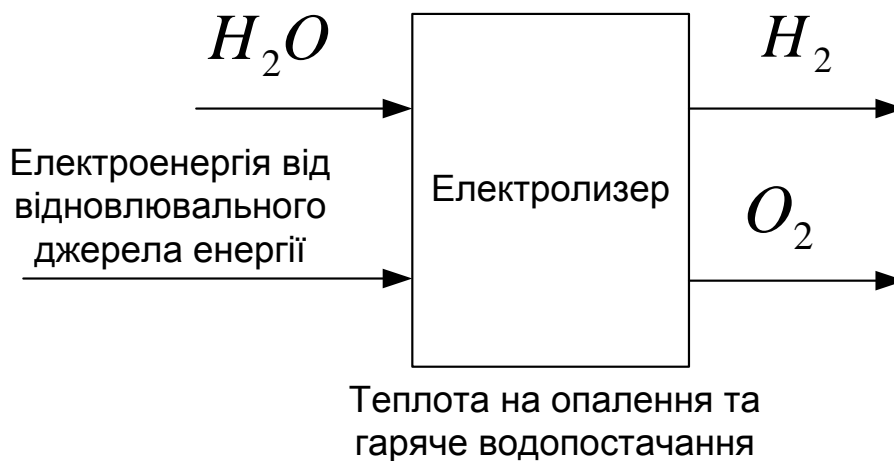


Рисунок 20 – Акумуляція енергії НДЄЕ на основі водню

Система акумуляування на основі водню забезпечує:

- стабільне енергопостачання споживачів;
- розв’язання проблем зберігання водню і його використання з метою отримання теплової та електричної енергії;
- отримання палива з оптимальними характеристиками.

5. Енергетичний потенціал нетрадиційних та відновлювальних джерел енергії в Україні

На даний час Україна відноситься до країн з економікою, що розвивається. Для такого роду країн необхідно контролювати витрати в різних сферах, у тому числі й енергоспоживання, тому що цей показник характеризує рівень життя населення країни.

Вважається, чим більше енергоспоживання, тим вище рівень життя.

Враховуючи, що основне завдання енергетики полягає в необхідності достатнього енергозабезпечення, можна зробити висновок, що необхідний рівень енергозабезпечення досягається не тільки валовою кількістю виробництва енергії, але і шляхом енергоресурсозбереження. Досягти високого рівня життя можна як величезним збільшенням виробництва енергії (це дуже тривалий шлях), так і використовуючи принципи енергоресурсозбереження, майже не збільшуючи виробництво енергії. У цьому полягає надзвичайно тісний зв'язок між виробництвом енергії, споживанням енергії і енергоресурсозбереженням. Необхідність і можливість розвитку енергетики України на базі відновлюваних джерел зумовлені такими причинами:

- дефіцитом традиційних для України паливно-енергетичних ресурсів;
- дисбалансом у розвитку енергетичного комплексу України, орієнтованого на значне виробництво електроенергії на атомних електростанціях (до 25...30%) за фактичної відсутності виробництв і отримання ядерного палива, утилізації та переробки відходів, а також виробництв з модернізації обладнання діючих АЕС (ядерних реакторів, котельного обладнання тощо);
- сприятливими клімато-метеорологічними умовами для використання основних видів відновлюваних джерел енергії;
- наявністю промислової бази, придатної для виробництва, практично, всіх видів обладнання для поновлюваної енергетики.

5.1 Потенціал вітрової енергії на території України

Україна має досить високий кліматичний потенціал вітрової енергії, який забезпечує продуктивну роботу не лише автономних вузлів живлення, але й потужних вітроелектростанцій. Зростає необхідність у виявленні найперспективніших місць використання вітрової енергії, базуючись на її кліматичному потенціалі та показниках його можливої утилізації.

Районування території України за потенціалом вітрової енергії проводилось на основі кліматичного узагальнення цих показників. Вибір здійснювався за принципом їх показовості як характеристик багаторічного

режиму вітрової енергії та її просторово-часової структури. Для районування території застосовано комплекс показників:

- середня річна швидкість вітру (дає загальне уявлення про кліматичний вітроенергетичний потенціал будь-якого району) та її мінливість;
- питома потужність та сумарні потенційні вітроенергоресурси і утилізована вітрова енергія;
- тривалість енергоактивної швидкості вітру та енергетичного штилю;
- безперервна тривалість робочої швидкості (як критерій стабільності функціонування вітроагрегатів).

Отже, комплекс показників вітрової енергії дозволяє оцінити енергетичні можливості кожного району та розробити рекомендації щодо її раціонального використання.

Найвищим вітроенергетичним потенціалом відзначаються узбережжя Чорного та Азовського морів, Південний берег Криму, вершини Українських Карпат, Кримських гір, також область Донбасу.

Умови вітровикористання оптимальні протягом усього року. Будівництво вітроелектростанцій треба розгортати у цих регіонах, враховуючи значний дефіцит власних генеруючих потужностей. Можливе ефективне розміщення як потужних вітроелектростанцій, так і автономних вітроенергоустановок. Слід надавати перевагу будівництву вітроелектростанцій на прилеглих водних акваторіях, що мають особливо високий вітроенергетичний потенціал.

Високий потенціал вітрової енергії властивий району Донецької височини, Приазовської та Причорноморської низовин. Тут протягом року сприятливі умови для вітровикористання та ефективної роботи потужних вітроелектростанцій та автономних вітроенергетичних установок.

Достатнім вітроенергетичним потенціалом відзначаються також Подільська та Придніпровська височини. Умови вітровикористання досить сприятливі, особливо у холодний період року.

Поліська та Придніпровська низовини характеризуються невисоким вітровим потенціалом та нерівномірним його розподілом протягом року. Умови вітровикористання менш сприятливі, рекомендується розміщення тихохідних вітроенергетичних установок, рентабельність яких підвищуватиметься у холодний період року.

Передкарпаття, Закарпаття та вузькі захищені долини Українських Карпат та Кримських гір відзначаються низьким вітровим потенціалом.

Умови вітровикористання несприятливі, за винятком окремих місць, які значно домінують над навколишньою місцевістю.

5.2 Потенціал сонячної енергії в Україні

В результаті обробки статистичних метеорологічних даних по надходженню сонячної радіації визначено питомі енергетичні показники з надходження сонячної енергії та розподіл енергетичного потенціалу сонячного випромінювання для кожної з областей України.

Середньорічна кількість сумарної сонячної радіації, що поступає на 1 м^2 поверхні, на території України знаходиться в межах: від $1070 \text{ кВт} \cdot \text{год}/\text{м}^2$ в північній частині України до $1400 \text{ кВт} \cdot \text{год}/\text{м}^2$ і вище в Криму.

Потенціал сонячної енергії в Україні є достатньо високим для широкого впровадження як теплоенергетичного, так і фотоенергетичного обладнання, практично, в усіх областях. Термін ефективної експлуатації геліоенергетичного обладнання в південних областях України – 7 місяців (з квітня по жовтень), в північних областях 5 місяців (з травня по вересень). Фотоенергетичне обладнання може достатньо ефективно експлуатуватися протягом всього року.

В кліматометеорологічних умовах України для сонячного теплопостачання ефективним є застосування плоских сонячних колекторів, які використовують як пряму, так і розсіяну сонячну радіацію. Концентруючі сонячні колектори можуть бути достатньо ефективними тільки в південних регіонах України.

5.3 Енергетичний потенціал малих рік України

Україна має потужні ресурси гідроенергії малих рік – загальний гідроенергетичний потенціал малих рік України становить біля 12,5 млрд. $\text{кВт} \cdot \text{год}$, що складає біля 28% загального гідро потенціалу всіх рік України.

Створено базу даних по розподілу енергетичного потенціалу малих рік за областями України. Коливання осереднених даних по загальному потенціалу в Україні досить незначні, тоді як дані по технічному та доцільно-економічному потенціалу малих рік потребують уточнення – в звичайних ситуаціях не менше одного разу в 5 років, а в виняткових випадках – щорічно [4].

Головною перевагою малої гідроенергетики є дешевизна електроенергії, генерованої на гідроелектростанціях; відсутність паливної складової в процесі отримання електроенергії при впровадженні малих гідроелектростанцій дає позитивний економічний та екологічний ефект.

Первинним джерелом енергії для малої гідроенергетики є гідропотенціал малих річок; верхня межа потужності гідроенергетичного обладнання становить 30 МВт. Згідно міжнародної класифікації за нормативом ООН, до малих гідроелектростанцій (МГЕС) відносять гідроелектростанції потужністю від 1 до 30 МВт, до мініГЕС – від 100 до 1000 кВт, до мікроГЕС – не більше 100 кВт.

Для вирішення проблем розвитку малої гідроенергетики Україна має достатній науково-технічний потенціал і значний досвід в галузі проектування і розробки конструкцій гідротурбінного обладнання, дослідження гідроенергетичного потенціалу малих річок, вирішення водогосподарських та екологічних проблем при будівництві гідроелектростанцій. Українські підприємства мають необхідний виробничий потенціал для створення вітчизняного обладнання малих ГЕС.

5.4 Енергетичний потенціал біомаси в Україні

Енергетична ефективність біоенергетики достатньо висока для того, щоб виділити її в окремий напрям енергетичного господарства. В Україні існує достатній енергетичний потенціал практично всіх видів біомаси і необхідна науково-технічна та промислова база для розвитку даної галузі енергетики.

Показники енергетичного потенціалу біомаси відрізняються від потенціалу інших відновлюваних джерел енергії тим, що, окрім метеорологічних умов, енергетичний потенціал біомаси в країні в значній мірі залежить від багатьох інших факторів, в першу чергу від рівня господарської діяльності.

Енергетичний потенціал біомаси представлено такими її складовими – енергетичним потенціалом тваринницької сільськогосподарської і рослинної сільськогосподарської біомаси та енергетичним потенціалом відходів лісу.

Основними технологіями переробки біомаси, які можна рекомендувати до широкого впровадження в даний час є: пряме спалювання, піроліз, газифікація, анаеробна ферментація з утворенням біогазу, виробництво спиртів та масел для одержання моторного палива.

При обґрунтуванні впровадження біоенергетичних технологій забезпечення охорони оточуючого середовища знезараження відходів біомаси часто посідає перше місце: в процесі переробки тваринницьких відходів та міських стічних вод, окрім знешкодження небезпечної мікрофлори, гельмінтів та насіння бур'янів, які попадають в ґрунт, в

поверхневі та підземні води, усувається забруднення повітря в зонах їх накопичення.

Економічна ефективність біоенергетичного обладнання в більшості випадків забезпечується правильним вибором технології переробки біомаси та розташуванням обладнання в місцях постійного її накопичення; важливим є також ефективне і, по можливості, комплексне використання всіх отриманих в процесі переробки продуктів.

6. Загальна характеристика використання правових та наукових засад для розвитку нетрадиційних джерел енергії

Характерною прикметою сучасної енергетики України є рух в напрямку розвитку екологічно чистої енергетики на основі нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії.

Нетрадиційна енергетика отримала визнання з боку державних органів влади, в результаті чого підготовлено та прийнято ряд державних програм і поправок до законів про енергетику, що створює сприятливі умови як для впровадження і експлуатації вже розробленого обладнання нетрадиційної енергетики, так і розвитку нових технологій та устаткування.

Першочерговим завданням для успішної реалізації завдань основної програми розвитку НВДЕ – Програми державної підтримки розвитку нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії та малої гідро- і теплоенергетики України – по широкомасштабному використанню енергії НВДЕ є встановлення енергетичного потенціалу кожного з видів НВДЕ по всій території України, для чого створюється єдина Інформаційно-аналітична система з розширеними функціями, що дозволяє оперативно вирішувати питання ефективності впровадження енергетичного обладнання в конкретній місцевості.

Досить швидким темпам її розвитку сприяє науковий та практичний доробок в цій галузі, набутий протягом останніх 20 років в Національному університеті України «Київський політехнічний інститут», Вінницькому національному технічному університеті, Інституті електродинаміки НАН України та інших наукових закладах. Значний вклад в розвиток нетрадиційної енергетики внесли Інститут загальної енергетики та Інститут теплофізики НАН України, МНТЦ вітроенергетики, ДНДІ нетрадиційної енергетики Міненерго України.

Використання створеної на даний час інформаційно-аналітичної системи оцінки енергетичного потенціалу відновлюваних джерел енергії України дозволяє проводити щорічне обстеження та уточнення кількісних

параметрів енергетичного потенціалу відновлюваних джерел енергії по всій території України, отримуючи результати у вигляді картографічної інформації з візуалізацією результатів у вигляді картографічної та атрибутивної бази даних. Обстеження і аналіз поточної та багаторічної інформації має за мету також видачу рекомендацій для застосування як вже освоєних, так і нових відновлюваних джерел енергії по всій території України.

7. Застосування нетрадиційних та відновлювальних джерел енергії у світі

Значним та реально досяжним є потенціал використання НВДЕ у сільському господарстві. По-перше, об'єкти – споживачі електричної енергії цієї галузі нерідко значно віддалені від великих електростанцій; адже добре відомі нам сьогодні ГЕС, ГРЕС, ТЕС не можуть орієнтуватися на споживача в своєму розміщенні. Біля 70% собівартості вітчизняної продукції сільського господарства становлять енергозатрати. По-друге, сільськогосподарські виробництва взагалі дуже енергоємні, якщо мова йде про електроенергію. А із застосуванням енергії з нетрадиційних джерел, ці витрати знижуються майже в 3 рази. Для приводу водопідйомників і насосів найдоцільніший спосіб отримання енергії, заснований на анаеробному (у присутності каталізатора) зброджуванні відходів.

На підприємствах переробної галузі також ефективно застосовувати енергію з нетрадиційних джерел для отримання, наприклад, ультразвуку, струмів високої частоти, тощо; на нагрів води та отримання пари для стерилізації теж економічно вигідно використовувати в якості парогенераторів і дублерів парогенераторів вітроагрегати. Області застосування НВДЕ численні: в побуті їх зручно застосовувати для нагріву води, теплопостачання, а також можна згадати геліодуші.

Енергію з біомаси широко отримують в Бразилії, США.

У Греції, Ізраїлі, Кіпрі, Туреччині успішно використовуються генератори сонячної енергії. У Данії, Індії, Китаї, Каліфорнії – вітроагрегати. ПЕС експлуатуються у Франції, Канаді, Індії, Китаї.

Говорячи про водневу енергетику, відзначимо, що крім методів виробництва водню і його використання в паливних елементах необхідно як і раніше приділяти увагу і способам прямого спалювання водню в енергетичних установках і двигунах. Так, новий підхід, щодо використання водню в енергетиці, полягає у спалюванні водню разом з парою. В результаті досягаються більш високі параметри пари і, відповідно, більш високий ККД

турбіни – до 55%.

Висновки

Застосування відновлюваних джерел енергії дозволяє зменшити витрати на нагрів гарячої води, витрати на опалення.

Уся територія України придатна для застосування відновлюваних джерел енергії.

Територія України, незважаючи на те, що є не досить сприятлива для використання геліоенергетики, вітроенергетики та інших відновлюваних джерел енергії та має свої кліматичні особливості використання, є придатною для використання НВДЕ.