

**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 № 8 – Огляд новітніх розробок у сфері відновлювальної
енергетики**

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. Новітні розробки відновлювальної енергетики світу.
2. Приклади впровадження відновлювальної енергетики в практику використання у різних сферах.
3. Перспективи термоядерної енергетики.

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. Новітні розробки відновлювальної енергетики світу

Пристрій для використання енергії інфрачервоного випромінювання Землі в зовнішній простір

Фізики Федеріко Капассо, Роберт Л. Уоллес і Вінтон Хейс з Гарвардської Школи Інженерних і Прикладних Наук створили пристрій для використання енергії інфрачервоного випромінювання Землі в зовнішній простір.

Наша планета, нагрівається сонцем сильніше, в порівнянні з холодним космічним простором за її межами. Як стверджують вчені, завдяки останнім технологічним досягненням, цей тепловий дисбаланс може бути найближчим часом перетворений в енергію постійного струму, який є потужним і невикористовуваним джерелом енергії.

Капассо, всесвітньо відомий експерт у фізиці напівпровідників став співавтором винаходу квантово-каскадного лазера ІЧ-діапазону/

Тепер Капассо і його дослідницька група пропонують щось схоже на фотоелектричні панелі сонячних батарей, але замість використання падаючого на пристрій видимого спектру світлового випромінювання, воно вироблятиме електроенергію, за рахунок випромінювання інфрачервоного світла, таким чином, може бути одержана відновлювана енергія. Такий пристрій можна під'єднати до сонячної батареї для одержання невеликої, але цілком реальної, додаткової потужності в нічний час.

Для того, щоб продемонструвати діапазон можливостей даної технології, група Капассо пропонує два різні види емісійних пристроїв: один є аналогом генератора сонячної теплової електростанції, а другий є аналогом фотоелемента, при умові, що обидва працюватимуть в режимі реверсу.

Перший тип пристрою складається з «гарячої» пластини з температурою повітря на Землі і «холодної», яка повинна бути направлена вгору. Холодна пластина буде зроблена з емісійного матеріалу, який охолоджуючись, випромінює тепло у напрямі космічного простору. Вимірювання показали, що такий пристрій дозволяє генерувати декілька ватів електроенергії на 1 м² площі і вдень і вночі. Цей пристрій ілюструє загальний принцип роботи, а саме, різниця температури дозволяє генерувати електричну енергію.

Другий запропонований пристрій працює за рахунок різниці температур між нанорозмірними електронними компонентами.

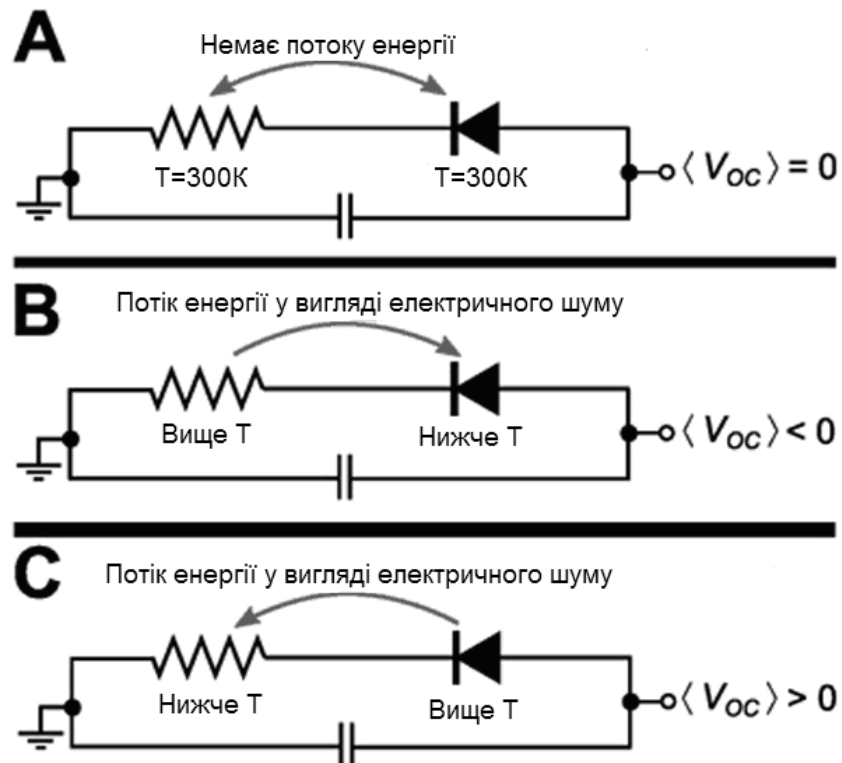


Рисунок 1 – Схема принципу дії пристрою для використання енергії інфрачервоного випромінювання

На рисунку зображений контур з різними температурними умовами. Схема (A) при тепловій рівновазі струм не генерується. Схема (B) передбачає контур, що є звичайним випрямлячем. Схема (C) є ілюстрацією контуру, який пропонує команда Гарвардського університету, в якому можлива наявність електричного струму при додатній напрузі.

Простіше кажучи, компоненти в електричному колі можуть мимоволі пропускати електричний струм у будь-якому напрямку, це явище називається електричним шумом. На діаграмі Ганна видно, що коли електричний компонент, такий як діод має вищу температуру, ніж резистор, то електричний струм буде проходити в напрямку від діода до резистора, створюючи позитивну напругу. Група Капассо передбачає, що роль резисторів на мікроскопічному рівні можуть виконувати антени, які дуже ефективно випускають інфрачервоне випромінювання Землі в небо, охолоджуючи тільки необхідну частину електричної схеми.

В результаті можна зробити висновок, що, «електричний струм виникає безпосередньо в процесі випромінювання, без проміжної стадії охолодження макроскопічного об'єкту», говорить Бернс.

Згідно опублікованому документу, одна панель може бути покрита безліччю цих досить малих контурів, антени яких направлені в небо.

Пристрій для перетворення сили тяжіння і виштовхувальної сили в електроенергію

Бекбембетов Бауржан Бахитжановіч зайнявся конструюванням «Пристрою перетворення сили тяжіння і виштовхувальної сили в електричну енергію» і протягом багатьох років наполегливої роботи винайшов і запатентував KZ28966 2014 рік «Пристрій для перетворення сили тяжіння і виштовхувальної сили в електроенергію». Перетворювач не має аналогів в світі.

Перетворювач складається з ємності, яка заповнена рідиною, наприклад, водою. До дна ємності герметично прикріплені внутрішні циліндри. У верхній частині циліндри відкриті, а в нижній частині є отвори, які забезпечують впускання та вихід атмосферного повітря до внутрішнього циліндра. У порожнині циліндрів розташовані поршні, які в нижній частині сполучені з приводами. Над внутрішніми циліндрами, коаксіально і на різних рівнях розташовані два зовнішні циліндри, які з боків сполучені з тягами, які направляють їхній рух. Таким чином, зовнішні циліндри утворюють дві робочих пари з внутрішніми циліндрами. У верхній частині зовнішні циліндри закриті, а в нижній частині відкриті, причому у верхній частині встановлені клапани для пуску повітря, і виливання рідини. Шланг, підключений до клапана впускання повітря, підведений до джерела повітря, а шланг, підключений до клапана виливання рідини, підведений до турбіни, яка сполучена з додатковим електрогенератором. Для спрощення конструкції установки, турбіну з додатковим електрогенератором можна не встановлювати. Зовнішні циліндри сполучені з робочим органом, який підключений до трансмісії та основного електрогенератора. Для автоматизації роботи пристрою, в перетворювачі встановлений електронний блок управління.

Перетворювач працюватиме в результаті того, що сили, які діють у ньому не збалансовані. У першій робочій парі зовнішній циліндр, знаходячись у нижній частині ємності, тобто маючи в порожнині циліндра повітря, тому він буде вести себе подібно до футбольного м'яча, зануреного у воду, витісняється рідиною на її поверхню, в результаті дії на нього сили Архімеда. А в другій робочій парі зовнішній циліндр з відкритим клапаном для виливання рідини, подібно до корабля з пробойною в днищі, буде занурюватись на дно ємності, під дією сили тяжіння. У першій робочій парі зовнішній циліндр, спливає на поверхню рідини, не витрачаючи енергії із зовнішнього джерела, а в другій робочій парі зовнішній циліндр, занурюючись в рідину, приводить в рух основний електрогенератор, який

виробляє електроенергію. Пристрій має ще ряд переваг. Для роботи перетворювача не потрібне вугілля, газ, нафта, уран, вітер і сонце, а для нього досить лише води і повітря. Перетворювач не виділяє брудних відходів. Його можна використовувати практично у всіх куточках планети. Середня потужність одного пристрою досягає 100 кВт, а комплекс таких установок може забезпечити електричною і тепловою енергією ціле місто.

Джерело енергії «Ефект бактерій дива»

Учені знайшли нове відновлюване джерело енергії «Ефект бактерій дива». На доказ того, що добре вивчений процес випаровування звичайної води здатний стати могутнім природним енергетичним джерелом, доктор Озгур Сахин зробив дослідну електрогенераторну установку, що працює за рахунок зміни кількості вологи в повітрі.

Дослідним шляхом було встановлено, що ґрунтова бактерія *Bacillus subtilis*, будучи спорою, стає зморщеною і жорсткою, але ледве на неї потрапляє певна кількість вологи, вона надзвичайно швидко відновлює свій початковий розмір і форму.

Покривши невелику і гнучку пластину з кремнію розчином із спорами *Bacillus subtilis*, відомої також як «Сінна паличка», і просто подихаючи на неї, Сахин добився того, що зігнута висохлими бактеріями, пластинка швидко випрямлялася в такт людського дихання.

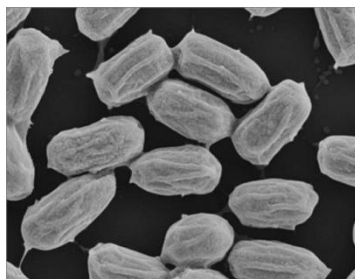


Рисунок 2 – Зовнішній збільшений вигляд бактерій *Bacillus subtilis*

При перепаді вологості, відповідному переходу від сухої і ясної погоди до похмурої і туманної, така пластинка здатна виробляти енергію, в 1000 разів перевершують потужність м'язових волокон людини.

Тобто потужність, яка виробляється при зволоженні всього 1 фунта (453 грами) спор цих бактерій, відповідає тій, яка буде необхідною для підйому автомобіля на висоту 3,2 фути (близько 1 метра) над землею.

Якщо технічно удосконалити генератор і відповідно збільшити його розміри, то в умовах значних добових коливань вологості такий пристрій дійсно може стати новим джерелом відновлюваної енергії.

Прототип сонячної батареї-наклейки

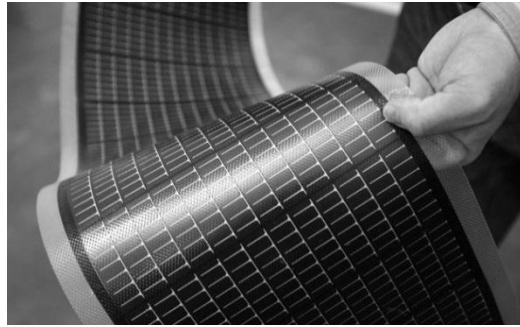


Рисунок 3 – Зовнішній вигляд сонячної батареї-наклейки

Американські фахівці, в області фізики, створили перший в світі працюючий прототип сонячної батареї-наклейки, яка зможе кріпитися на будь-які типи поверхонь, що дозволить використовувати її як портативне джерело живлення для мобільних пристроїв, «розумного» одягу і космічних скафандрів, що опубліковано в журналі «Scientific Reports».

Технологічна новинка виникла в результаті експериментів команди учених з нанометровими плівками з оксиду кремнію і нікелю. Керівник групи фізиків-розробників сонячної батареї-наклейки із Стенфордського університету Сяолін Чжен заявляє, що таке з'єднання тонкоплівкової електроніки і нових сонячних батарей розширює межі створення безліч нового і різноманітного вигляду техніки, від розумного одягу і гаджетів до аерокосмічного спорядження. «Це лише перший етап в розвитку такого роду технології. Порівняно з класичними сонячними батареями, винахід має перевагу не тільки у розмірі, але і в гнучкості моделі. Класичні сонячні батареї максимально ефективно і коректно функціонують лише на рівних поверхнях і спеціальних підкладках, які виготовляються з кремнію або скла. Суть нової методики така: на пластину з суміші чистого кремнію і його оксиду наносять тонке напилення з нікелю товщиною лише в декілька сотень нанометрів. Потім на поверхню цього напилення наноситься активна частина сонячної тонкоплівкової батареї і захищаючий її шар гнучкого полімеру. До одного з країв цієї батареї прикріплюється термоскотч, після чого вся конструкція занурюється в резервуар з теплою водою. А через декілька хвилин, після цього занурення, кінчик скотча акуратно відділяється від батареї, тим самим дозволяючи молекулам води проникнути в шар між пластиною з суміші чистого кремнію, його оксиду і нікелем. Піднімаючи смугу термоскотча, фізики відокремлюють батарею з прикріпленим до неї нікелем і полімерним шаром кремнієвої пластинки. На останньому етапі

виготовлення батареї, скотч знімають, а сама конструкція нагрівається до 90 градусів Цельсія протягом двох секунд.

Подібні гнучкі сонячні батареї можуть бути наклеєні на будь-які поверхні – папір, скло, тканину і будь-який інший «незвичний» для фотоелектроніки матеріал. Розробники впевнені, що у будь-якому випадку їх батарея не втратить ефективності і генеруватиме стільки електроенергії, скільки і класична тонкоплівкова батарея. Нові «батареї-наклейки», не ламаються при згинанні і розгинанні, яке часто стає причиною поломки або зниження продуктивності роботи класичних сонячних панелей.

Використання в якості топливного баку балона від акваланга

Австралійський дизайнер-конструктор Дин Бенстед створив унікальну модель мотоцикла, який пересувається за допомогою прогресивного відновлюваного джерела енергії. Мотоцикл майбутнього – O2 Pursuit – рухається по дорогах Австралії за допомогою стислого повітря.



Рисунок 4 – Модель мотоцикла, який пересувається за допомогою стислого повітря

Стисле повітря, яке зберігається на пілотній моделі в балоні від акваланга, приводить в рух роторний двигун загальною масою одинадцять кілограмів. Він має, подібно до електромоторів, максимальний обертовий момент уже з перших оборотів. Запас ходу такого мотоцикла досягає ста кілометрів, максимальна швидкість руху – сто сорок кілометрів за годину, викидами в атмосферу є повітря.

Виробництва біопалива з морських водоростей

Фахівці Мичиганського університету удосконалили технологію виробництва біопалива із морських водоростей. Ученим вдалося перетворити 65% маси водоростей на паливо аналогічне нафті, так званий «biocrude», всього за одну хвилину. Багато експертів вважають, що це значним проривом в даній технології виробництва біопалива, так як новий процес не передбачає періоду в мільйон років для перетворення натуральної сировини в нафту.

Раніше biocrude, як правило, одержували процесом швидкого піролізу з деревного матеріалу, разом з тим одночасно проводилися і експерименти по виробництву біопалива з морських водоростей. Природний матеріал за певний час, від 10 до 90 хвилин, нагрівали до 300 градусів Цельсія, внаслідок чого і відбувалося перетворення. До цього часу, найкращим з досягнутих результатів це 50% об'єму водоростей перетворених на biocrude, який був одержаний при нагріванні біомаси від 10 до 40 хвилин.

Американські вчені, в ході експерименту, наповнили роз'ємну сталеву трубу діаметром 1,5 міліметра масою морських водоростей і помістили її в пісок, розігрітий до 600 градусів Цельсія, внаслідок чого, всього за одну хвилину 65% об'єму водоростей перетворився на biocrude. Поки що залишається до кінця не зрозумілим, чому за цей найкоротший за часом нагрів морських водоростей, виявився таким ефективним. За версією вчених, реакції, які утворюють штучну нафту, протікають дуже швидко, а повільний нагрів, уповільнює процес перетворення, побічними реакціями. Виходячи з цієї теорії, зміна часу, який витрачається на протікання реакції, дозволить надалі значно підвищити швидкість виробництва з водоростей нафтопереробного продукту, одночасно зменшить розміри реакторів, що в свою чергу знизить вартість спорудження заводів по виробництву biocrude, прогнозують в новинах альтернативної енергетики. Біопаливо biocrude може успішно використовуватися на сучасних нафтопереробних заводах, за умови попереднього видалення додаткових атомів азоту і кисню, яких багато в живих організмах.

Воднева енергетика

«Спосіб одержання водню, в енергоустановці на основі генератора водню – теплового (енергетичного) насосу, та його застосування», відноситься до способів одержання водню і його використання в стаціонарних і мобільних енергоустановках. Технічним результатом винаходу є зниження витрат на виробництво водню і зниження шкідливих викидів. Згідно винаходу водень одержують при електролізі, внаслідок

обертання робочої речовини в нерухомій робочій камері, розділенням його на збагачене аніонами і катіонами, і далі в розрядних камерах. Робоча камера розміщена в ортогональних електричному і магнітному полях, при цьому магнітне поле направлене паралельно осі обертання, а електричне поле направлене радіально від периферії до центру робочої камери. Перенесення енергії виконується не тільки за рахунок протікання фізичних процесів зріджування-випаровування робочого тіла, як в традиційних компресійних теплових насосах, а і в процесі протікання хімічних реакцій: ендотермічної – електролізу води (робочого тіла – електроліту), і екзотермічної – окислення водню киснем – складових води. Спосіб одержання водню може бути використаний в енергетиці, в енергоустановках на транспортних засобах з двигунами внутрішнього згорання (ДВЗ), ПГТУ і ін., таких, як наземний транспорт, водний і повітряний транспортні засоби, а також для енергозабезпечення будівель і споруд. Очікувана вартість водню – 1,8\$/кг (162\$/1000м³).

Перехід на водневу енергетику дозволяє вирішити не тільки проблему забруднення навколишнього середовища від продуктів згорання традиційних видів палива (вугілля, нафти, газу, ядерного палива), але і проблему глобального потепління, оскільки дозволяє утилізувати теплову енергію навколишнього середовища, перетворюючи її на енергію водневого палива, перехідну при окисненні або згоранні в електричну енергію, або виконує механічну роботу. Таким чином, проблема полягає в пошуку найменш енергетично витратного способу одержання водню. Водень, одержаний електролізом, – заповнюваний ресурс, який дозволяє знайти природним, невідновлюваним ресурсам (вугіллю, нафті, газу) більш гідне застосування, ніж просто спалювання.

Мета винаходу полягає в зниженні витрат енергії на одержання водню, зниження його вартості до економічно прийняттого рівня, що робить його конкурентоспроможним з такими традиційними енергоносіями, як вугілля, нафта, газ, ядерне паливо, що стане причиною до широкого його використання і, кінець кінцем, переходу до водневої енергетики та водневої економіки, дозволить понизити шкідливі викиди, зменшити небезпеку глобального потепління, поліпшити екологію навколишнього середовища.

Способи одержання водню і його використання

1. У промислових масштабах водень одержують конверсією метану (ОКМ) або вугілля. На вході природний газ або вугілля і водяна пара, – на виході водень і вуглекислий газ. При ОКМ близько 50% одержуваного водню

за рахунок води, при паровій конверсії вугілля – 100%. Вартість водню визначається вартістю використаних копалин, невідновлюваних, енергоносіїв – природного газу або вугілля, запасів яких за різними оцінками вистачить на 40-80 років, а їхня вартість має тенденцію до зростання. Вуглекислий газ також вимагає додаткових енерговитрат для утилізації.

2. Водень одержують також електролізом води. На вході процесу вода – розчин електроліту і електричний струм, на виході водень і кисень. Електроліт не витрачається в ході реакції і виконує роль каталізатора. Вартість електролізного водню набагато вища за конверсійне. Лівова частка його вартості – вартість витраченої електроенергії. Наприклад, під час провалів енергоспоживання, електричний струм АЕС йде на виробництво водню. Це дозволяє не знижувати потужність реактора, що підвищує безпеку експлуатації АЕС. Запас водню витрачають під час піків енергоспоживання. Таким чином водень виконує функцію акумулятора енергії. Паровий електроліз являє собою різновид звичайного електролізу. Частина енергії, необхідної для розщеплювання води, в цьому випадку подається у вигляді високотемпературного тепла для нагрівання пари (до 900°C), роблячи процес ефективнішим. При фотолізі – водень може утворюватися при поглинанні молекулами води енергії 285,57 кДж/моль в ультрафіолетовій області. Розроблені каталізатори, що дозволяють молекулам води поглинати світло у видимій області і розпадатися. Термоліз води, це коли при нагріванні більше 2500°C вода, розпадається на водень і кисень. Проблема тут полягає в тому, щоб запобігти рекомбінації водню і кисню .

3. Відомі способи одержання водню, які підвищують ефективність, з використанням електромагнітних, акустичних хвиль або електричних імпульсів певної частоти і потужності. Вони дозволяють одержувати газ Брауна (ННО), – гримучу суміш водню і кисню. ННО є нестійким – вимагає негайного використання шляхом окислення або спалювання, наприклад, у пристрої Стенлі Мейера, генераторі Віллі Брауна, генераторі Олега Козакова або генераторі Джона Канзіуса. Додаток газу Брауна до палива в ДВЗ приводить до повнішого його згорання, зниження токсичних викидів.

тиску, ніж великі ТЕС, оскільки нормативами обмежується максимально допустима температура активної зони реактора).

На сучасних паротурбінних електростанціях пара, частково відпрацьована в турбіні, відбирається в її проміжній точці для повторного нагрівання (проміжного перегріву) до початкової температури, причому може бути передбачено два або більше ступенів перегріву. Пара з інших точок турбіни відводиться для попереднього нагріву живильної води, яка підводиться до парогенератора. Такі заходи набагато підвищують термічний КПД. У вже діючих АЕС на першій стадії, генератор водно-тепловий насос, що утилізував теплоту реактора і що генерує пару для турбогенератора, дозволить значно підвищити КПД завдяки підвищенню температури і тиску пари, а також згладжувати пікові навантаження, пов'язані з добовими і сезонними її коливаннями, що сприяє підвищенню безпеки експлуатації реактора. На другій стадії, після вироблення ресурсу ядерного реактора, дозволить перевести водневу ЄС повністю на утилізацію теплоти навколишнього середовища, з подальшим демонтажем, або консервацією реактора.

Вертикально осьова роторна турбіна ВРТБ

Концепція ВРТБ розроблена на основі вивчення вітру, як енергоносія по головних його параметрах – швидкість і напрямок з урахуванням безперервності змін цих параметрів в часі – так званих «пульсації», «пориви» і шквали.

Створена в Казахстані вертикально осьова роторна турбіна Болотова (ВРТБ) має нерухомий направляючий апарат, розташований всередині цього ротора, який обертається, «модуля турбіни», твірних.

Кожен модуль приєднаний до сусіднього за допомогою жорстких рам. Ротори по висоті можуть мати змінні параметри, і знизу на висоті не менше 5-10 м від поверхні землі закріплені на башті, яка складається з верхнього (машинного) відділення, середнього і нижнього (житлових або виробничих) приміщень, встановлених на фундаментних блоках. Зверху ВЕС закріплений громовідвід.

Направляючий апарат захоплює повітря з вільного потоку, прискорює його і визначає повітряну течію, направляючи її на робочі лопатки ротора, забезпечує активний вихід відпрацьованого повітря з об'єму ротора. Повітряний потік на лопатках ротора реалізує два свої параметри - динамічний натиск і швидкість, чим визначаються високий момент, який створюється під час старту двигуна при низьких швидкостях вітру і стрімке збільшення потужності, при зростанні швидкості вітру.

Більш доцільно ВЕС розташовувати в морській акваторії поблизу морського узбережжя. У такому районі розташування ВЕС щодобова «роза» вітрів, переважно, близька до векторної схеми. Для таких районів найдоцільніше використовувати пропелерні ВЕА. У такому районі коефіцієнт використання вітрового потоку пропелерної ВЕС складає близько 20-25 %. Проте в континентальних регіонах «роза» вітрів різноманітніша і багатовекторна, а тому коефіцієнт використання вітрового потоку пропелерної ВЕС тут вже не перевищує 10-15 %. У гірській місцевості висхідні і низхідні вітрові потоки також роблять не ефективним використання пропелерних ВЕС. При роботі пропелерних ВЕС вісь обертання їхнього вітроколеса повинна співпадати з напрямом вітру. Система управління і механізм, призначений для направлення пропелерних ВЕС «на вітер», не встигають своєчасно орієнтувати агрегати, внаслідок чого потужність, яка розвивається ними, зменшується. При високих швидкостях вітру системи управління знижують аеродинамічну якість турбіни і, відповідно, вихідну потужність, пропускаючи могутні повітряні потоки.

Отже можна зробити висновок про те, що найбільш доцільна область використання пропелерної ВЕС це ті регіони, в яких вісь обертання вітроколеса співпадає з напрямом вітру. Із збільшенням масштабів використання пропелерних ВЕС, знижується їх продуктивність всередині континентів, в турбулентних повітряних течіях, в результаті частих відмов і тривалих простоїв в очікуванні ремонтів. У зв'язку з цим інвестиції в пропелерну енергетику в 2011 р. в США скоротилися на 38% через складності прогнозу її ефективності.

Для підвищення економічних показників вітроенергетики, використання енергії поривчастого вітру, який має багатовекторну «розу вітрів», в світі розробляються вітроагрегати з вертикальною віссю обертання. В даний час, більше уваги приділяється розробці ВЕС з вертикальним розташуванням елементів і низьким розміщенням генератора. Це пояснюється значним спрощенням конструктивної схеми, зручністю монтажу і обслуговування. Однією з головних переваг таких ВЕС з вертикальною віссю обертання є можливість передбачення одночасного вітрового перебігу різного напрямку, а також відсутність необхідності враховувати напрям вітру.

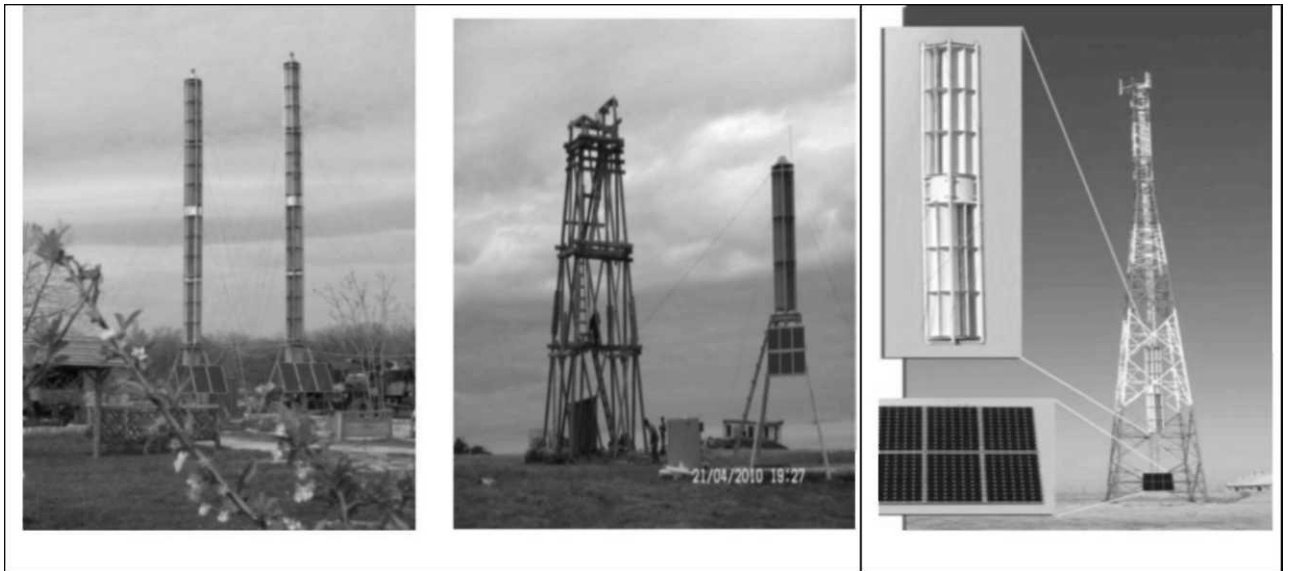


Рисунок 6 – Вертикально осьова роторна турбіна

Аеродинамічні характеристики ВРТБ дозволяють за рахунок щільного розміщення вітроагрегатів, ефективно використовувати для вироблення енергії з площі «родовищ вітрової енергії».

Малі вітроенергетичні агрегати на ринках мають більшу ціну за одиницю їхньої потужності в порівнянні з агрегатами великої потужності, у зв'язку з тим, що у їх складі мають бути акумулятори, системи автоматики і індивідуальної перетворювальної техніки, проте, це автономна енергетика, а тому і потреба в ній надзвичайно велика, оскільки є споживачі, які вимагають надійного живлення.

Безперервні зміни напрямку і швидкості вітру є непереборною перешкодою для досягнення високої продуктивності пропелерних вітроагрегатів. Ефективній вітроенергетиці необхідні принципово інші вітроагрегати, які виключають залежність їх продуктивності від змін напрямку вітру. Цій умові відповідають вітроагрегати з вертикальною віссю обертання, які переробляють з однаковою ефективністю вітровий потік, незалежно від його напрямку. Серед вітроагрегатів з вертикальною віссю обертання, вітрова роторна турбіна ВРТБ за міжнародними оцінками визначена як принципово нова ідеологія реалізації енергії вітру, краще аеродинамічне і конструктивне рішення.

Міні-ГЕС за принципом водоверті

Австрійський винахідник Франц Цотлетерер придумав незвичайну схему для малих ГЕС. Його проект називається “Техніка водоверті” (Wasserwirbeltechnik).

В цілях уникнення негативних екологічних наслідків при споруді дамб Міні-ГЕС винахідник запропонував частину потоку поблизу берега відводити в спеціальний канал, що направляє воду до дамби.

Дамба представляє з себе бетонний циліндр, до якого вода підходить по дотичній, падаючи в центрі і в глибину. Так в центрі циліндра утворюється водоверт, яка і закручує турбіну. Цей тип Міні-ГЕС найбільш оптимальний для електростанцій потужністю до 150 кВт. Хороші показники КПД з'являється починаючи з перепаду висот 0,7 м.

КПД перетворення енергії падаючої води в такій Міні-ГЕС в струм досягає 73%. Експериментальний зразок, встановлений на струмку, виробив понад 50 МВт·год електрики при робочому перепаді висот води 1,3 м і витраті 1 куб.м/сек. Максимальну електричну потужність такої міні-станції досягає 9,5 кВт.

При дії такої Міні-ГЕС швидкість обертання турбіни низька і для риби, що потрапила у водоверт, лопаті колеса небезпеки не представляють. До того ж лопаті не розтинають воду, а повертаються синхронно з водоверту.

Ще одним екологічним плюсом даного проекту є перемішування у водоверті забруднювачів і хороша аерація води, яка сприяє інтенсивній роботі мікроорганізмів, які очищають її природним чином.



Рисунок 7 – Міні-ГЕС

2. Приклади впровадження відновлювальної енергетики в практику використання у різних сферах

Відновлювані джерела енергії в океанах

Сила приливу переносить величезні маси води. Сильні вітри викликають великі хвилі. Майже 90% світової енергії вітру міститься в турбулентності над поверхнею морської води. Вітер, хвилі і течії разом узяті містять у 300 разів більше енергії, ніж споживається людством зараз. Довгий час ця енергія не була використана. Останніми роками, побудовані перші морські вітряні електростанції. Сотні генераторів будуються, щоб конвертувати енергію морських течій і хвиль в електрику.

Офшорна вітряна енергія

Експерти оцінюють, що тільки морська вітряна енергія може в майбутньому постачати близько 5 000 терават-годин (TWh) електрики в рік по всьому світу, яка, приблизно, дорівнює до третини поточного споживання електроенергії - 15 500 терават-годин. Очікується, що офшорні вітряні електростанції тільки в Європі зможуть поставляти близько 340 терават-годин енергії в рік/

На даний момент всього в світі було здійснено близько 40 проектів по морській вітряній енергії, більшість з них знаходиться у Великобританії, Данії, Нідерландах і Швеції. Очевидні дві тенденції. Одна в тому, що установки стають все більше і більше в розмірах, і друга в тому, що установки постійно переміщаються все глибше в морські води, що дозволить будувати такі вітряні електростанції на великих площах. Тоді як на початку цього сторіччя вітряні станції будувалися в прибережних районах на глибині від 2 до 6 м, опори вітряних турбіни зараз кріпляться до океанського дна на глибинах більше 40 м.

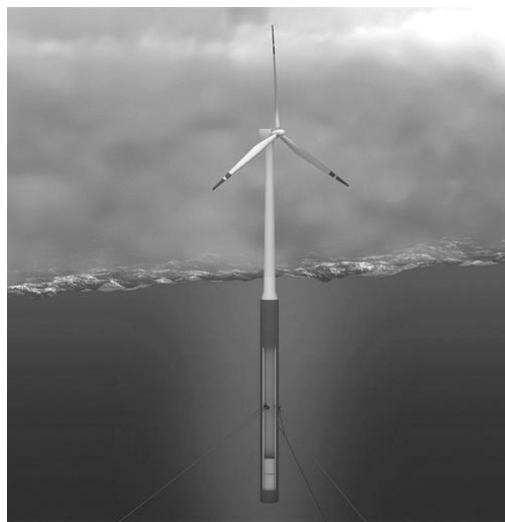


Рисунок 8 – Вітроустановка морського базування

Розробляються також плаваючі офшорні концепти для великих глибин. Перший в світі плаваючий завод по виробництву електроенергії був

побудований поблизу побережжя Норвегії. Завдяки досвіду будівництва сотень тисяч вітряних електростанцій на суші технологія вітряної електроенергії в морі є достатньо дослідженим джерелом енергії.

Проте, висока швидкість вітру і суворі природні умови в морі означають, що потрібні деякі технологічні поліпшення проектів ВЕС, це факт, який з'явився після виникнення проблем при будівництві першої великої вітряної електростанції в морі в Данії. З цієї причини тільки 12 вітряних турбін від різних виробників спочатку були побудовані і протестовані на німецькій першій морській вітряній електростанції, яка знаходиться в Північному морі.

Енергія приливу

Енергія океанських течій також може бути використана в генерації електричної енергії, шляхом використання роторів, занурених у воду, які приводяться в рух течіями. Оцінюється, що електростанції на енергії приливів і морських течіях спільно можуть виробити до 100 терават-годин електрики в рік у світовому масштабі.

Вже протягом певного часу проводяться тести на концепціях роторів, таких як система Seaflow, прототип якої почав роботу поблизу побережжя Англії. Його послідовник, SeaGen, працює поблизу побережжя Ірландії. По цій концепції два ротори встановлюються на корпусі електростанції. Це збільшує вироблення електрики і знижує високу вартість споруди.



Рисунок 9 – Приливна гідроелектростанція

Такі установки в океанах повинні витримувати дуже суворі умови з підводними течіями і хвилями, набагато сильніше, ніж, наприклад, вітряні турбіни, і з цієї причини потрібне їх тривале тестування на міцність. Проте, технологія SeaGen дуже близька з моделлю вітряної турбіни. Кут лопаті і

швидкість обертання можуть регулюватися, щоб підстроїти режим роботи до параметрів течії. Інші концепції ґрунтуються на фіксованих системах, які не регулюються.

Енергія від різниці температур шарів води

Технологія перетворення теплової енергії океану в електричну використовує різницю температури у воді на поверхні океану і глибоких шарів води для виробництва електроенергії. Щоб запустити цикл на такій електростанції різниця температур повинна бути як мінімум 20 градусів. Отже, ця технологія підходить для тепліших морських районів. Тепла вода використовується, щоб випарувати рідину, яка кипить при низьких температурах, виробляючи пару, яка приводить в рух турбіну, на валу якої знаходиться електрогенератор. Холодна морська вода (4-6 градусів Цельсія) закачується з глибини декількох сотень метрів і використовується для охолодження і конденсації пари, яка провзаємодіяла з турбіною, з метою переходу її в рідкий стан.

До недавнього часу вартість будівництва електростанцій ОТЕС була дуже високою із-за трубопроводів завдовжки більше 100 м і могутніх насосних систем. Планується будівництво установки потужністю на 10 мегават на Гаваях. Крім того, громадські організації і бізнес у Франції запустили ініціативу IPANEMA, яка направлена на просування як океанських джерел енергії, так і технології ОТЕС. Оцінюється, що ОТЕС має потенціал в декілька тисяч терават-годин електроенергії в рік. На відміну від енергії вітру і хвиль, ця форма виробництва електрики не залежить від зміни погодних умов.

Енергія, яку одержують від різниці змісту солі в прісній і морській воді

Осмотична електростанція це абсолютно новий вид генерації енергії. В його основу покладено використання осмотичного тиску, який виникає між солоною і прісною водою, коли вони закачуються в подвійну камеру і розділяються спеціальною напівпроникною мембраною, ця технологія все ще знаходиться на самому початку свого розвитку. У 2009 році члени норвезького синдикату побудували першу в світі осмотичну електростанцію в Осло-форді. Завод був розроблений спеціально, щоб розвивати цю технологію, в даний час він генерує всього декілька кіловат електрики. Проте значний потенціал світового виробництва електроенергії з осмотичного процесу в майбутньому може виробити до 2000 терават-годин в рік.

В Японії опановують підводні течії

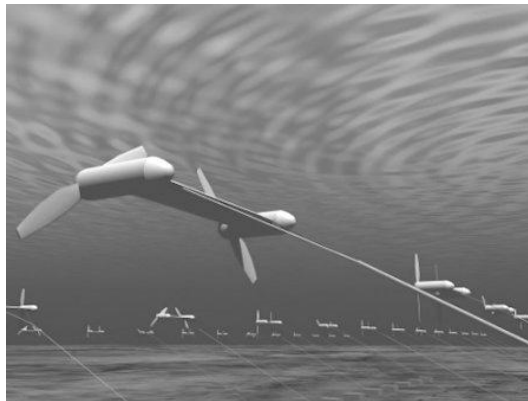


Рисунок 10 – Комплекс підводних турбін

Японський концерн Toshiba, спільно з промисловою компанією ІНІ Corporation, оголосили про старт нового енергетичного проекту, про установку і запуск комплексу підводних турбін, схожих на повітряних зміїв, з метою використання океанічної енергії.

На сьогодні турбіни, які виробляють енергію під дією підводних течій, набули не такого широкого поширення в світі, як сонячні і вітрові енергоустановки, проте у Японії є вагома перевага в цій сфері. Навколо японського побережжя проходить одна з семи основних і одна з двох найбільших течій – Курошио, швидкість якого може досягати 3 км/год. Для живлення підводної турбіни такої швидкості більш ніж достатньо. При цьому важливі такі характеристики для течії Курошио, як постійність напрямку руху і швидкості течії протягом року.

ІНІ Corporation, застосовуючи свої багаторічні напрацювання у області будівництва морської техніки і енергетики, розробила пристрій, який складається з двох турбін, які сполучені в одному блоці і обертаються в протилежних напрямках. Дані блоки кріпляться до морського дна, після чого вільно плавають за течією, що робить їх схожими на повітряних зміїв. З свого боку компанія Toshiba розробляє проекти технологій вироблення і передачі електричної енергії з підводних турбін на сушу.

Компанії ще не оприлюднила графік розгортання підводних турбін, проте вже відомо, що завершення проекту заплановане на 2017 рік.

Прототип плаваючої приливної турбіни

Відносно недавно іспанська компанія Magallanes, яка займається розробкою і створенням приливних турбін серії ATIR, успішно встановила

перший прототип такої турбіни на полігоні Європейського морського енергетичного центру під назвою Shapinsay Sound, який розташований на Оркнейських островах (Шотландія).

Прототип приливної установки ATIR, зменшений десятиразово, був споруджений в рамках енергетичного проекту MARINET, який фінансується Європейським Союзом. Раніше випробування попередніх прототипів приливних турбін проводилися у випробувальних резервуарах, а також на річці.

Повнорозмірна приливна турбіна важить 350 тонн, а її довжина складає 42 метри, новий тестовий проект дасть можливість продемонструвати цілісність і рентабельність концепції в морському кліматі, а також забезпечить інформацію для спорудження повноцінної плаваючої платформи потужністю 2 МВт.

Застосування сонячних фотоелектричних систем

Сучасні орбітальні станції, автоматичні апарати для досліджень Місяця, Марса, Венери та інших небесних тіл неможливо уявити собі без сонячних батарей. Активно працює МКС, створена для проведення наукових досліджень в космосі. Вага станції складе приблизно 400 тон. МКС обертається навколо Землі на висоті близько 340 кілометрів, здійснюючи 16 обертів навколо Землі за добу. Орієнтовно, станція пропрацюватиме на орбіті до 2016-2020 років.

Через десять років після початку будівництва МКС стала забезпечуватися електроенергією в повному об'ємі. Всі елементи живлення станції тепер здатні виробляти до 120 КВт електроенергії. Нова пара батарей подвоїла об'єм енергії, яка використовується для виконання наукових експериментів, потужність якої з 15 до 30 кВт. Розгортання пристрою сонячної батареї, з розмахом 73 м, пройшли без ускладнень.

Основний «хребет» станції, до якого кріпляться не тільки сонячні батареї, але, також радіатори та інше устаткування, тепер складає в довжину 102 метри. Сонячні «крила» — останні розробки американського виробництва, призначені для використання на МКС (рис. 11).

Сьогодні фотоелектричні системи широко працюють в областях, віддалених від централізованих електромереж, де вони забезпечують електричною енергією системи для перекачки води, освітлення, охолодження ліків, електризовані огорожі домашніх тварин (рис. 12), телезв'язку.

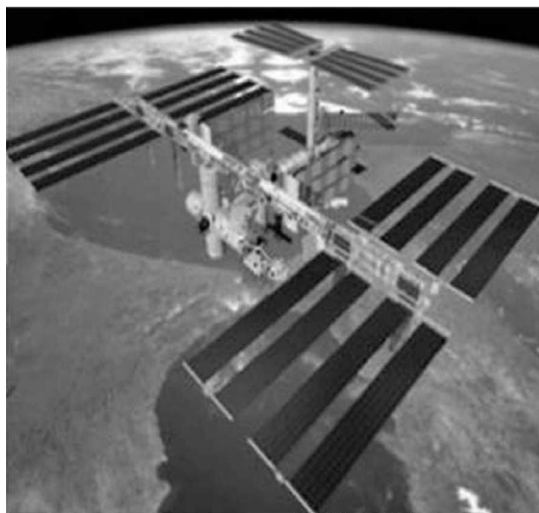


Рисунок 11 – Міжнародна космічна станція



Рисунок 12 – Способи застосування фотоелектричних систем

Незважаючи на те, що в даний час у всьому світі використовується декілька мільйонів сонячних фотоелектричних систем, але це число – є досить малою часткою потенціалу використання сонячної енергії, який існує для фотоелектрики, як джерела енергії.

Фотоелектричні модулі забезпечують незалежне, надійне джерело електричної енергії в пункті використання, що особливо підходить для віддаленої місцевості. Сонячний модуль все більш і більш використовується в будинках і офісах, щоб замінювати електрику, яка одержується від мережі, або додавати енергію в мережу від сонячних фотоелектричних панелей на дахах.

За сонячне випромінювання, яке надходить від Сонця, не треба платити, але вартість устаткування доводиться оплачувати протягом багатьох років, перш ніж одержати повне повернення витрачених засобів. Проте у віддалених областях, де енергія від мережі дорога, фотоелектричні модулі можуть бути найбільш ефективним джерелом енергії за вартістю, наприклад,

інформаційний центр La Encanada (Перу) оснащений сонячними модулями для забезпечення безперебійного зв'язку з супутниками.

Широко використовуються пристрої на сонячних батареях в ландшафтному дизайні. Садові ліхтарі, які є бездротовими освітлювальними пристроями на світло діодах, на сьогоднішній день увійшли до повсякденного життя. Ліхтар «Вбивця комарів» привертає комах, які літають, «Сонячне страховище» відлякує кротів, мишей, тхорів, «Плавучий фонтан» (рис. 13), який встановлюється у вигляді плаваючої лілії без дротів і шлангів. Сонячний датчик дощу, автоматично вимикає поливальні пристрої. При виявленні дощу пристрій розміром близько 20 см посилає бездротовий сигнал на відстань до 200 м для зупинки таймера розбризкуючих пристроїв.



Рисунок 13 – Сонячні модулі паркувальних лічильників в Дюсельдорфі



Рисунок 14 – Портативний фотоелектричний модуль

Сонячні зарядні пристрої широко використовуються в самих віддалених точках світу для електроживлення в польових умовах, для вирішення різноманітних допоміжних завдань, а також забезпечення енергією сигнальної і регулюючої апаратури, освітлювальних систем, телефонного зв'язку і т.д. (рис. 14).

Активно ведуться розробки пристроїв для використання сонячних модулів на транспорті, причому, не тільки для забезпечення енергією самого транспортного засобу.

У Амстердамі продукти доставляють на електричних велосипедах, які працюють на сонячній енергії.

Компанія з Амстердама недавно запустила нову місцеву транспортну систему для доставки продуктів харчування в кафе, ресторани і на підприємства громадського харчування, з використанням електричних вантажних триколісних велосипедів, які працюють на сонячній енергії.

Вантажні триколісні електричні велосипеди, оснащені сонячними панелями на даху, доставлятимуть продукти не тільки до міських підприємств громадського харчування, але й до фермерських господарств, які розташовані в межах 100 км від міста.

Канатна дорога, яка працює від сонячної енергії, відкрита в Швейцарії

У швейцарському місті Тенна з'явилася канатна дорога, яка працює з використанням сонячної енергії.

Канатний підйомник обладнаний сонячними панелями, які розміщені уздовж всієї лінії підйомника.

У Франції відкрили перший в світі гірський готель з автономним забезпеченням електричною енергією



Рисунок 15 – Гірський готель з автономним забезпеченням електричною енергією

У Франції пройшла офіційна церемонія відкриття нового гірського готелю, який став самою високогірною будівлею в країні.

Гірський готель розташований на висоті понад 3800 м над рівнем моря.

Альпійський «притулок» є чотириповерховою будівлею з основними конструкціями із дерева, покритими листами з нержавіючої сталі. Будівля розрахована на розміщення 120 людей, яка повністю електрично незалежна. Електроенергія виробляється за рахунок використання декількох джерел: сонячних батарей, генератора на біомасі і акумуляторів.

Фінський літак долетів з Хельсінкі до Нью-Йорка на рослинному маслі

Фінська авіакомпанія Finnair вирішила підтримати проведення саміту ООН по клімату, а тому для польоту пілот один із своїх літаків заправив біопаливом, зробив переліт між Хельсінкі і Нью-Йорком на рослинному маслі. Таким чином, Finnair хотіла звернути увагу громадськості на необхідність скоротити викиди вуглекислого газу в атмосферу.

Використання біопалива для літаків могло б скоротити викиди CO₂ на 50-80%. Екологічна суміш, на якій Airbus A330 відправився до Нью-Йорка, організована компанією SkyNRG Nordic – спільним підприємством SkyNRG і Statoil Aviation. Біотопливо для літака частково виготовлене з рослинного масла, яке використовується в ресторанах.

Компанія Finnair вже виконала аналогічний політ в 2011 р., але подібні акції є разовими. Головна причина є дорожнеча біопалива, яке коштує приблизно в два рази дорожче традиційного палива. Проте уряд Фінляндії не виключає того, що з часом нафта сильно подорожчає, а паливо з відновлюваних джерел і відходів стане дешевшим, тоді економічно доцільно буде жити транспорт біопаливом.



Рисунок 16 – Освітлення стадіону в Бразилії

Освітлення стадіону в Бразилії забезпечується енергією, яка виробляється футболістами

У Ріо-де-Жанейро відкрили футбольне поле, яке освітлюється за допомогою кінетичної енергії, яка виробляється гравцями.

Технологія освітлення ґрунтується на розміщених під газоном двохсот невеликих плитах, які акумулюють енергію, яка виробляється рухомими по полю гравцями. Вдень енергію, яка акумулюється для освітлення, виробляють сонячні батареї, встановлені навколо поля. Таким чином, у футбол на полі можна грати цілодобово, без витрат коштів на електроенергію.

Такі панелі вбудовані в покриття деяких залізничних станцій в Європі, торгових центрах в Австралії і лондонському аеропорту Хитроу, але для будівництва футбольного поля були застосовані вперше.

У Великобританії запрацювала перша плавуча сонячна електростанція

Сонячні електричні панелі можуть бути побудовані практично, на кар'єрних озерах, зрошувальних каналах, резервуарах рекультивації. Крім того, такі плаваючі установки сприяють зменшенню випаровування води із поверхні водоймищах.

Плаваюча сонячна електростанція в Беркширі, забезпечить повернення інвестицій протягом шести років. А сам Беннетт недавно організував нову фірму Floating Solar UK, яка займатиметься впровадженням і розповсюдженням цієї перспективної технології вироблення сонячної енергії.

Електростанція, яка працює на відходах дистиляції шотландського віскі

Helius Energy побудувала першу в світі електростанцію, яка працює від побічних продуктів дистиляції шотландського віскі. Так як при цьому процесі залишається величезна кількість вуглеводних і білкових мас, які можна використовувати для виробництва електричної енергії, спалюючи їх,

Футбольний м'яч Soccket

Компанія Soccket Inc. створила футбольний м'яч, який одночасно є і невеликою електростанцією, що виробляє енергію в ті моменти, коли футболісти б'ють по об'єкту ногою. Декілька годин ігри, і робота світлодіодної лампи на цілий вечір забезпечена! Ідеальний варіант для сільської глибинки в країнах Африки і Азії, які розвиваються.



Рисунок 17– М'яч Soccket

Турбіна в кровоносних судинах



Рисунок 18 – Турбіна в кровоносних судинах

Учені з університету в швейцарському місті Берн розробили мініатюрні турбіни, які, будучи поміщеними в кровоносні судини людини, даватимуть енергію для роботи його електричного кардіостимулятора.

ОТЕС-електростанція біля берегів Китаю

Вже декілька десятиліть існує технологія, яка дозволяє виробляти енергію на основі різниці між температурою води на поверхні океану і в його глибинах (ОТЕС).



Рисунок 19 – ОТЕС-електростанція

Енергія з турнікетів в громадському транспорті



Рисунок 20 – Турнікети в громадському транспорті

Японська компанія East Japan Railway Company, один з лідерів пасажирських перевезень, вирішила обладнати кожний свій турнікет генератором електроенергії. Отже пасажирів, які проходять через них, самі

того не усвідомлюючи, будуть задіяні в процесі генерування електричної енергії.

Giraffe Street Lamp – гойдалки, які живлять ліхтар електричною енергією.



Рисунок 21 – Гойдалки, які живлять ліхтар електричною енергією

Giraffe Street Lamp – це гойдалки, катаючись на яких, кожна людина зможе зробити світ трохи яскравішим і світлішим, ці гойдали є одночасно і генератором електричної енергії для вуличного ліхтаря, з яким вони сполучені. Одночасно, у нього є і додаткове джерело енергії, яке живить лампи ліхтаря в той час, коли гойдалка знаходиться в стані спокою.

BIQ house – перша в світі будівля, з енергією одержаною від водоростей



Рисунок 22– Зовнішній вигляд будівлі, що одержує енергію від водоростей

У Гамбурзі відкрилася перша в світі будівля, яка одержує енергію від мікроскопічних зелених водоростей, які знаходяться на стінах і вікнах цієї архітектурної споруди. А кожне вікно цієї будівлі є невеликим біо-реактором, який виробляє електричну енергію за рахунок фотосинтезу.

BioWawe - енергія підводних течій

Фахівці з австралійської компанії BioPower Systems, вирішили звернути увагу на безліч підводних течій, які омивають Австралію. В результаті проведення досліджень, вони створили проект електростанції BioWawe, яка використовуватиме енергію підводних течій для виробництва електроенергії.

У Європі розробили автомобіль на солоній воді

Електромобіль Quant e-Sportlimousine, продемонстрований на Женевському автосалоні компанією nanoFLOWCELL, приводиться в рух «солonoю водою». Ключовою особливістю інноваційного проекту є силова установка з батареєю з напругою 600 В, яку компанія розробляє спільно з Bosch: nanoFLOWCELL відповідає за технологію, а Bosch – за її впровадження в автомобіль. У джерелі живлення об'єднані переваги традиційних електрохімічних акумуляторів і паливних зразків. Система гарантує високу ефективність і не вимагає тривалого заряджання.

Агрегат працює таким чином. У задній частині машини знаходяться два ізолювані один від одного резервуари місткістю 200 л, в яких знаходяться електроліти. Не дивлячись на те, що склад рідини не розкривається, проте, nanoFLOWCELL називає їх «солonoю водою». За допомогою насосів електроліти подаються в камеру із спеціальною тонкою іонообмінною мембраною. Таким чином, генерується електрика.

Енергія подається на суперконденсатори, які можуть дуже швидко віддавати заряд, що і забезпечує «приголомшливу динаміку розгону». Відпрацьований електроліт можна замінити новим. Крім цього після перезарядки, його можна використовувати повторно.

Машина оснащена чотирма трифазними електродвигунами, які максимально розвивають потужність 671 кВт. Постійна потужність яких рівна 471 кВт. Розгін з 0 до 100 км/год займає 2,8 с, максимальна швидкість – 380 км/год, а так як силова установка функціонує з внутрішньою ефективністю в 80%, запас ходу досягає від 400 до 600 км.

Частка відновлюваних джерел енергії в світовому енергоспоживанні пов'язана із загальними тенденціями в споживанні і енергозбереженні. Прогрес в секторі ВДЕ нівелюється споживанням енергії, яка зростає. Не дивлячись на щорічні 3 % зростання в цій області, частка ВДЕ в енергоспоживанні ЄС як і раніше залишається на рівні 6 %. У перспективі частка ВДЕ в абсолютному значенні, безумовно, ростиме. Проте пропорції

різних ВДЕ (у процентному співвідношенні) в енергобалансі залежать, в значній мірі, від інтеграції їх в централізовані енергомережі і від їх конкурентоспроможності при децентралізованому енергопостачанні.

У деяких регіонах Європи геотермальні електростанції вже вносять значний внесок в забезпечення екологічно чистою і раціональною електроенергією, використовуючи існуючі технології із застосуванням пари і водоймищ з гарячою водою. В основному так роблять в Італії, на Азорських островах і інших островах вулканічного походження в Європі, включаючи Ісландію. У Ісландії геотермальна енергія повинна стати одним з основних джерел, на яких повністю ґрунтуватиметься постачання відновлюваною енергією. Величезні, ще неосвоєні резерви існують в Південно-східній Європі, Туреччині, і вони надалі, внесуть свій внесок у вигляді екологічно чистої енергії.

Технологічні розробки останніх років відкрили новий спосіб використання тепла, яке міститься в надрах нашої планети. Відмінні результати, показані ученими, які працюють над європейськими дослідницькими проектами, тільки підсилюють очікування того, що електроенергія незабаром вироблятиметься із геотермальної енергії по всій Європі на економічно і екологічно прийнятних умовах, і не тільки в регіонах, де відмічається висока температура ґрунту. Інноваційні електростанції дозволяють виробляти електрику, використовуючи термальні води низьких температур. Великою перевагою геотермальної енергії є її доступність вдень і вночі у будь-який час року. При використанні геотермальної електрики можна також виробляти водень, який використовується як вторинний енергоносіє для автомобільних двигунів або в паливних елементах. Теплопостачання за рахунок геотермальної енергії в Європі в основному здійснюється за допомогою використання гарячої води з глибоких водоносних шарів.

Наявність питної води є проблемою, в усьому світі. Створені пристрої для опріснення води (методом термодистиляції) з використанням енергії сонячної радіації. Застосовується в місцевостях, де дефіцит прісної води поєднується з достатніми запасами солоної. Сонячне опріснення може вже сьогодні бути досить вигідним.

На ринку малих ГЕС вже представлені нові конструкції генераторів, такі як високополіусні синхронні генератори із збудженням від постійних магнітів, призначені для прямого підключення до електромережі або в комбінації з перетворювачем частоти для роботи із змінною швидкістю. Такі генератори дозволяють запобігати завищенню оборотів і роблять можливим

створення дуже компактних погружних турбін. Існуючі цифрові системи управління дозволяють адаптувати засоби управління в будь-які гідрологічні та інші умови.

3. Перспективи термоядерної енергетики

Будова термоядерної електростанції схематично показана на рис. 23. У камері реактора знаходиться дейтерій-тритієва плазма, а оточує її літієво-берилієвий «бланкет», в якому відбувається поглинання нейтронів і відтворюється тритій. Тепло, яке виробляється, відводиться з бланкета через теплообмінник в звичайну парову турбіну. Обмотки надпровідного магніта захищені радіаційними і тепловими екранами, і охолоджуються рідким гелієм..

Наступне покоління «Токамаків» (тороїдальна камера з магнітним полем) повинне вирішити технічні проблеми, пов'язані з промисловими реакторами КТС. Очевидно, що перед їх творцями виникнуть чималі труднощі, але, поза сумнівом, і те, що у міру усвідомлення людьми проблем, які стосуються навколишнього середовища, а також джерел сировини і енергії, виробництво електроенергії новими розглянутими вище способами займе належне йому місце в енергетиці майбутнього.

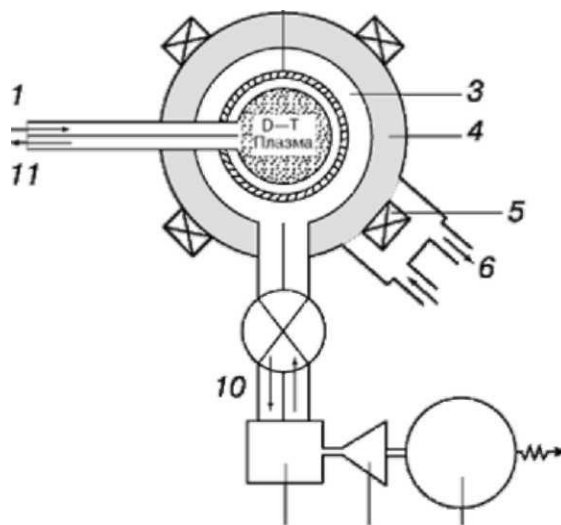


Рисунок 23. – Схема термоядерної електростанції. Показано поперечний розріз реактора КТС, система охолодження і система перетворення енергії. 1 - інжекція палива у робочу камеру реактора; 2 - стінка вакуумної камери; 3 - літієво-берилієвий бланкет; 4 - радіаційно-тепловий захист; 5 - магнітні обмотки; 6 - система охолодження рідким гелієм; 7 - електрогенератор; 8 - парова турбіна; 9 - теплообмінник; 10 - теплоносій внутрішнього контура; 11 - виведення продуктів реакції.

Умови які забезпечують здійснення керованого термоядерного синтезу з позитивним енергетичним виходом, виявилися технічно складними і енергетично «витратними», так як температура повинна бути не нижче 100 млн. градусів, напруженість утримуючого магнітного поля досягає десятки тисяч ерстед, а необхідний об'єм гарячої плазми займає сотні кубічних метрів. Такі високі вимоги і непередбачуваність поведінки плазми привели до того, що «прямий шлях» до практичного використання енергії термоядерного синтезу затягнувся на півстоліття і не знайшов позитивного розв'язання на сьогодні.

Тривале затягування КТС на базі токамака викликало, з одного боку, серйозні сумніви в практичній можливості створення термоядерних електростанцій, з іншого, – поява альтернативних шляхів ядерного синтезу.

Саме вода, особливість структури якої є те, що у деякої частини її молекул замість водню завжди є важкий водень – дейтерій, який необхідний для реакцій синтезу. Витрата води невелика – декілька цистерн можуть добу забезпечувати електричною енергією велике місто, таке, скажімо, як українське місто Дніпропетровськ або американське місто Бостон. (Ще раз нагадаємо наочний приклад, що при "спалюванні" дейтерію, який міститься в літрі води з крана, виділяється стільки ж енергії, скільки її є в 400 літрах бензину). Реально витрачається лише $\sim 0,016\%$ всієї маси води (атоми дейтерію), а інші $\sim 99,84\%$ повертаються у водоймище. Повна ж кількість дейтерію в океані складає близько $4 \cdot 10^{33}$ тон. Його вистачить для виробництва 1020 кіловат-років електроенергії. Отже людина знайшла для себе нешкідливе і, практично, невичерпне енергетичне джерело.

Висновки

Головними аргументами на користь термоядерного синтезу як фізичної основи енергетики майбутнього в даний час є наступні твердження:

1. Необмежені запаси загальнодоступного палива;
2. Реактор КТС містить значно менше радіоактивних матеріалів, чим атомний реактор ділення, і тому наслідки випадкового викиду радіоактивних продуктів менш небезпечні
3. При термоядерних реакціях утворюється менше довгодіючих радіоактивних відходів;
4. Термоядерна енергетика безпечна з погляду нерозповсюдження ядерної зброї.