

Відновлювані джерела енергії

Як ми згадували на початку розділу, відновлювані джерела енергії це ті, відновлення яких постійно здійснюється в природі, і тому їх вистачить на мільйони чи навіть на мільярди років. Це, наприклад, сонячне випромінювання, вітер, біомаса, припливні хвилі чи термальні джерела.

Але у кожному випадку, в разі застосування відновлюваних джерел енергії зростання енергоспоживання на Землі не порушує загальної теплової рівноваги і не спричиняє загального потепління. Ми не змінюємо кількість енергії, що надходить на Землю і йде з Землі. Перевага таких джерел енергії - вони не завдають шкоди природі.

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

- **відновлювані джерела енергії (ВДЕ), які спалюються, і відходи біомаси:**
- **тверда біомаса і тваринні продукти:** 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/рідина з біомаси:** біогаз, отриманий у процесі анаеробної ферментації біомаси і твердих відходів, який спалюється для виробництва електрики і тепла;
- **муніципальні відходи:** матеріали, що спалюються для продукування теплової та електричної енергії (відходи житлового, комерційного і громадського секторів). Утилізуються муніципальною владою з метою централізованого знищення;
- **промислові відходи:** тверді й рідкі матеріали (наприклад, автомобільні покривні), що спалюються безпосередньо, зазвичай на спеціалізованих підприємствах, для виробництва теплової й електричної енергії;
- **гідроенергія:** потенційна, або кінетична, енергія води, перетворена на електричну енергію за допомогою гідроелектростанцій як великих, так і малих;
- **геотермальна енергія:** тепла 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;
- **сонячна енергія:** випромінювання Сонця, що використовується для одержання гарячої води й електричної енергії;
- **енергія вітру:** кінетична енергія вітру, що застосовується для виробництва електроенергії у вітрових турбінах;
- **енергія припливів, морських хвиль і океану:** механічна енергія припливних потоків або хвиль, що використовується для виробництва електричної енергії.

У структурі світового виробництва електричної енергії ПДЕ посідають почесне друге місце. Вони забезпечують близько 20% світового виробництва електроенергії випередивши атомну енергетику, природний газ і нафту, поступаючись тільки вугіллю. Основну кількість електроенергії, що виробляється ПДЕ, отримано на гідроелектростанціях (92%).

Незважаючи на значний прогрес у розвитку, геотермальна, сонячна й вітрова енергетика забезпечують менше 5% від загального внеску ПДЕ.

Сонячна енергія

Сонце створює сприятливий клімат для життя на нашій планеті і дає нам сонячне проміння - унікальне та невичерпне джерело енергії. Воно здатне забезпечити нас такою кількістю енергії, яка значно перевищує наші потреби. Так, Україна, при загальній площі понад 600 тис. кв. км., за рік споживає близько 10 тис. ПДж первинної енергії, а Сонце на цю площу посилає близько 3400 тис. ПДж, що у 300 разів більше загального споживання Україною первинної енергії. Сонячну енергію часто називають остаточним розв'язанням світової енергетичної проблеми. Вона екологічно чиста, не завдає шкоди довкіллю. Основна проблема на шляху використання сонячної енергії - як вловити найбільшу частину потоку сонячної енергії та з найменшими втратами перетворити на такі необхідні нам тепло чи струм.

Люди з давніх часів скеровували сонячну енергію собі на службу, використовуючи її

для сушіння шкір тварин, з яких виготовляли одяг, меблі й посуд; для в'ялення риби та м'яса з метою їх тривалого зберігання; для одержання солі шляхом випаровування її з води.

З часом люди удосконалювали знаряддя праці й винаходили нові способи використання сонячного випромінювання. З'явилися навіси, що зберігають сонячне тепло взимку і рятують від спеки влітку; теплиці, завдяки яким можна продовжувати тривалість сільськогосподарських робіт; зимові сади. Сьогодні фахівці, що працюють над цими питаннями, досягли небачених успіхів. Вони створили безліч пристроїв, які використовують енергію сонця: вискоєфективні сушилки, сонячні пічки для приготування їжі та плавки металів, опріснювачі води. Сонячна енергія, що накопичується в верхніх шарах ґрунту, у воді, повітрі як теплова енергія може бути використана через теплові насоси та теплові колектори. На енергії сонячних променів сьогодні рухаються машини та літають літаки.

Сонячна енергетика ґрунтується на перетворенні сонячного випромінювання в електричну (сонячні електричні системи) чи теплову енергію (сонячні теплові системи - виробляють тепло для одержання гарячої води, опалення приміщень тощо). Сфера використання сонячної енергії постійно розширюється. Ми зупинимось на сучасних технологіях використання енергії Сонця.

Сонячна теплова енергетика

Сонячна енергія найефективніше може бути використана як теплова. Перевагою таких систем є високий коефіцієнт корисної дії (ККД), який сягає 45-60%, а в разі застосування концентраторів - 80-85%. Тепло, отримане в сонячних системах теплопостачання, використовується для нагрівання води, опалення будівель, у сільському господарстві, у технологічних процесах у промисловості. В сонячних перетворювачах готують їжу, сушать овочі та фрукти і, навіть заморожують продукти. Перетворення сонячної енергії в теплову обумовлене здатністю речовин поглинати електромагнітне випромінювання, внаслідок чого їх температура зростає.

Широкого розповсюдження набуло використання низькотемпературних сонячних систем, де теплоносії нагріваються до температур 100-200° С. Але іноді потрібні більш високі температури, і з цією метою використовують різного типу концентратори сонячного випромінювання, що дозволяє досягати доволі високих температур (до 3000° С), чого достатньо навіть для плавки металів.

Системи сонячного теплопостачання поділяють на активні й пасивні. До перших належать системи, в яких теплова енергія, отримана від сонячного випромінювання, передається за допомогою різних технічних засобів безпосередньо в місце її використання. Видатний італійський художник і винахідник Леонардо да Вінчі у 1515 р. створив один з перших проектів застосування енергії Сонця в промисловості із застосуванням гігантського параболічного дзеркала "для постачання тепла до будь-якого бойлера на фарбувальній фабриці". Цей проект є прикладом активної сонячної системи теплопостачання, де тепло передається на відстань за допомогою нагрітої води в місце споживання.

Пасивні системи - це системи, в яких енергія сонця перетворюється на тепло безпосередньо в місці її споживання. Пасивне використання сонячної енергії добре відоме всім. Якщо на освітлений сонцем майданчик поставити резервуар, пофарбований у чорний колір, то вода в ньому добре нагріється. На практиці згаданий принцип використовують у будівництві, коли за рахунок певної орієнтації будинку відносно сонця і спеціальних технологій відпадає потреба в додатковому опаленні приміщень навіть узимку. Системи сонячного теплопостачання практично не вимагають експлуатаційних витрат, не потребують ремонту і вимагають затрат лише на їх побудову і поточне підтримання.

Найбільш поширеним є використання сонячного випромінювання для нагрівання води в системах опалення та гарячого водопостачання за допомогою найпростіших плоских сонячних колекторів. З урахуванням їх відносно невеликої вартості їм надають перевагу при нагріванні рідин до температури нижче 100 °С. Їх підрозділяють на одноконтурні (прямі) і двоконтурні (непрямі). В одноконтурних системах циркулює вода, а в двоконтурних - теплоносії-антифризи (звичайно, з вмістом поліпропіленгліколю). Цей теплоносії потрібний для того, щоб сонячна система теплопостачання могла використовуватися цілий рік.

Спочатку антифриз нагрівається в колекторі, а потім він нагріває воду через теплообмінник.

Прості водонагрівачі утримують весь об'єм рідини, яку необхідно нагріти. До них належать:

- резервуар на поверхні землі (наприклад, басейн). Це найпростіший нагрівач води. Підвищення температури води в ньому обмежено високим коефіцієнтом відбивання сонячного світла від поверхні води і тепловіддачею до землі та повітря, витратами на випаровування води;

- чорний резервуар - ємність з чорною матовою поверхнею, в якій міститься рідина. Його зазвичай розташовують на дахах будинків. Втрати тепла на випаровування майже відсутні, чорні поверхні поглинають практично все тепло, яке на них потрапляє. Нагрівачі цього типу досить недорогі, прості у виготовленні і дозволяють нагрівати воду до температури 45 °С. Зменшення температури може бути викликане тепловими витратами з поверхні, особливо за вітряної погоди;

- проточні нагрівачі. В такій системі вода протікає по паралельних трубках, закріплених на чорній металевій пластині. Пластину з трубками для захисту від вітру вміщують у вакуумний контейнер зі скляною кришкою, щоб уникнути втрат тепла через повітря.

Водонагрівачі більш складної конструкції нагрівають за певний час лише незначну частину рідини, яка потім, як правило, накопичується в окремому резервуарі для використання енергії у потрібний час. Найпоширеніші пласкі (не фокусуючі) приймачі дозволяють збирати як пряме, так і розсіяне випромінювання, а відтак працювати як у сонячну, так і хмарну погоду. Основним елементом сонячної нагрівальної системи (колектора) є приймач, у якому відбувається нагрівання рідини за рахунок сонячного випромінювання. Принцип дії його дуже простий: промені сонця, проникаючи крізь скло колектора (проходить близько 80-85%), зустрічаються з чорним дном колектора (абсорбером) і значною мірою поглинаються ним. Абсорбер починає випромінювати інфрачервоне випромінювання, яке не може проникнути крізь скло назовні: знизу витіку тепла запобігає шар теплоізолюючого матеріалу. Акумуляоване таким чином тепло передається теплоносію, що протікає по трубках, розташованих на дні колектора. Циркуляція нагрітої рідини може здійснюватися як вимушено активні системи, або системи з примусовою циркуляцією теплоносія, з використанням pomp, так і природним шляхом - пасивні системи, або термосифонні, з природною циркуляцією, яка зумовлена перепадом температури і тиску, природною конвекцією. В останньому випадку нагрівач повинен розміщуватися нижче накопичувача нагрітої води.

Системи зі штучною циркуляцією вигідні, оскільки для їх створення можна використовувати існуючі водонагрівальні системи, підключаючи до них приймач сонячного випромінювання і насос. Крім того, немає потреби розташовувати в них накопичувач вище нагрівача. Недоліком цих систем є залежність від електроенергії, без якої вони не будуть працювати.

Сьогодні у світі обладнано понад 30 млн.м² сонячних колекторів для гарячого водопостачання. Дві третини припадає на країни Європейського Союзу. Популярність цієї технології весь час зростає. Денна продуктивність таких колекторів на широті 50° (на рівні Києва) сягає 50-60 літрів води, нагрітої до 60-70 °С з квадратного метра. Коефіцієнт корисної дії сонячного колектора становить від 40 до 60% і визначається його оптичними характеристиками, якістю теплової ізоляції, інсоляцією і температурами теплоносія та навколишнього повітря. Ефективність термальних геліоприймачів підвищується до 80-85%, якщо вони оснащені тими чи іншими дзеркальними поверхнями, що концентрують випромінювання. Дуже перспективними для використання є пласкі сонячні елементи з лінійними концентраторами випромінювання -фокони. Концентратори - фокони мають у перетині У-подібну форму (пласку чи параболоїдну, остання дорожча, але ефективніша).

Сторінки історії

- Ідею концентрації сонячного світла на “палючих” дзеркалах приписують Архімеду (212 р. до н.е.). За допомогою величезних збільшувальних скелець винахідник

нібито

скерував сонячні промені на кораблі римлян, щоб перешкодити завоюванню Сіракуз.

- Наприкінці XVIII ст. французький хімік Антуан Лавуазьє винайшов сонячну піч, в якій можна було плавити платину за температури 1780 С.

- Шведський вчений Горацій де Соссюр винайшов перший у світі сонячний колектор, який він використовував для приготування їжі під час експедиції до Південної Африки в 1830 році.

Фотоенергетика

Сонячна енергія може бути перетворена на електроенергію безпосередньо чи опосередковано. Пряме перетворення сонячної енергії на електричну може бути здійснене за рахунок використання фотоелектричного ефекту, сенс якого полягає в тому, що світло (фотони), попадаючи на предмети, здатне вибивати з їх поверхні електрони. Для того, щоб кількість цих електронів була достатньою, були розроблені спеціальні сонячні елементи (фотоелементи), які складаються з двох типів матеріалу з різною електропровідністю. Найчастіше фотоелементи роблять на основі кремнію, другого за поширеністю на Землі елемента. Сонячне світло (фотон), попадаючи в такий матеріал, викликає порушення рівноваги так званого "р-п" переходу і спричиняє появу в системі електричного струму. Ефективність сучасних фотоелементів досить низька - в середньому 10-15 %. І хоча існують перспективні розробки з ККД (близько 30%), вартість енергії, отриманої на сонячних батареях, залишається високою, в середньому вона в 4 рази дорожче геліотермічної.

Сонячні елементи відрізняються між собою, передусім тим, яку частку сонячного випромінювання вони можуть перетворити на електричну енергію. Зрозуміло, ефективність роботи елементів буде залежати від того, на якій географічній широті вони перебувають, а також під яким кутом на них падають сонячні промені. Іще одним недоліком сонячних батарей є те, що вони вимагають акумуляторів (зазвичай батарей) для забезпечення безперервного енергопостачання вночі й у похмурі дні. Але виробництво електроенергії за рахунок використання сонячних батарей є одним із найбезпечніших способів. Сонячні батареї не створюють шуму, не залишають відходів, не споживають палива, крім сонячного світла. У батарей немає механізмів, що рухаються, тут не споживаються і не виділяються жодні речовини. Їх можна використовувати практично в будь-якій сфері, де потрібна електроенергія: для освітлення, роботи насосів, охолодження, радіопередач тощо. Застосування сонячних батарей особливо привабливе для віддалених районів, сільської місцевості та енергозабезпечення автоматичного устаткування.

У зв'язку з тим, що фотоелектричні технології є дорогими, але ефективними, швидкому розвитку фотоелектричного ринку в світі сприяє державна фінансова підтримка. Наприклад, програма Європейського Союзу "1 000 000 дахів" передбачає стимулювання тих, хто послуговується цією технологією. Програм подібного типу в світі досить багато. Це і німецька - "100 000 сонячних дахів", і японська - "4 600 МВт до 2010 року", і американська "1 000 000 сонячних дахів", а також десятки інших. Урядові субсидії, зростання ринку та технічні досягнення обіцяють значне зниження цін у наступні роки. Активний ринок "сонячних помешкань" може прискорити це, оскільки удосконалені сонячно-енергетичні покрівельні матеріали й віконне скло можуть замінити з часом дорогі будівельні матеріали. Сонячні батареї можна встановлювати також уздовж автомагістралей, на автостоянках, на дахах муніципальних будівель і транспортних станцій.

Сторінки історії

У 1958 році сонячні батареї були вперше застосовані у США для енергозабезпечення штучного супутника Землі Vanquard I. У подальшому вони стали невід'ємною складовою космічних апаратів. Широко відомі мікрокалькулятори, годинники, радіоприймачі і багато інших електронних апаратів, що працюють на сонячних батареях.

Сонячна теплоенергоенергетика

На відміну від фотоенергетики у сонячній теплоенергетиці електроенергію отримують у теплових машинах (наприклад, звичайних парогенераторах), в яких тепло від згорання

палива замінюється потоком концентрованого сонячного світла. Тобто сонячна теплоелектростанція відрізняється від звичайної ТЕС, що працює на викопному паливі, тільки тим, що в ній вода перетворюється на пару за рахунок енергії сонця, а не спалювання вугілля чи іншого палива. Для цього сонячне світло за допомогою системи дзеркал концентрують на спеціальний сонячний котел (ресівер), з якого утворена водяна пара спрямовується в стандартну парову турбіну. За рахунок використання сучасних технологій вартість електроенергії, отриманої на сонячній електростанції, наблизилася до вартості енергії, отриманої на атомних електростанціях, і становить в середньому 8-10 центів за 1кВт. Така електростанція може працювати тільки при прямому освітленні сонячними променями. Тому часто, щоб уникнути перебоїв у генерації струму, такі станції комбінують зі звичайними тепловими електростанціями. Технічна складність підтримання ефективної роботи сонячної електростанції та доволі великі площі дзеркал, які необхідні для отримання достатніх для промислового використання об'ємів електроенергії, стримують швидкий розвиток цього напрямку сонячної енергетики. Так, для електростанції потужністю в 1 тис.МВт необхідна площа встановлених сонячних колекторів становить 13-25 км², залежно від географічного розташування електростанції. Це більше, ніж площа, яку займає звичайна електростанція, але менше, ніж площа, яку займають станція і відкритий кар'єр для видобутку споживаного нею вугілля. Тому в світі активно ведуться розробки сонячних електростанцій у Космосі, звідки отримана від сонця енергія за допомогою випромінювання надвисокої частоти буде передаватися на Землю.

Подумайте і дайте відповідь

1. Якому одягу ви надасте перевагу спекотного літа - темному чи світлому? Чому?
2. На більшості дачних ділянок є душ, що складається з бака з водою, розміщеного над кабіною. Вода нагрівається Сонцем. У який колір потрібно фарбувати бак? Це пасивне чи активне використання сонячної енергії?
3. Які типи сонячних систем гарячого водопостачання ви знаєте?
4. Що таке фотоелектрична система і де вона використовується?

Енергія вітру

Близько 1% сонячної енергії, яку отримує Земля, спричиняє рух атмосферних повітряних мас, викликаний перепадом температур у різних шарах атмосфери через нерівномірний нагрів її Сонцем. Такий рух називається вітром. Отже, енергія Сонця перетворюється в механічну енергію вітру. Установки, що в свою чергу перетворюють енергію вітру на корисну механічну або електричну енергію, називають вітроенергетичними (ВЕУ) або вітрогенераторами.

Новому кроку у розвитку сучасної вітроенергетики сприяла енергетична криза 70-х років ХХ століття. Виявилось, що вартість електроенергії, отриманої на вітроелектростанціях, відносно невелика. Розвиток вітроенергетики відбувся, насамперед, у країнах, які не мають власних потужних джерел енергії: великих рік, нафти, газу, вугілля. Проте, наприклад, такі континентальні місцевості, як Великі Рівнини в США чи Внутрішня Монголія в Китаї, мають вітрові ресурси, достатні для задоволення повних потреб цих країн в електроенергії. Стимулом для розвитку вітроенергетики є також бажання виробляти на своїй території екологічно чисту енергію.

У теперішній час ВЕУ застосовуються для енергозабезпечення споживачів, віддалених від електромереж. Зокрема, в Китаї побудовано понад 150000 вітрових турбін потужністю лише 200 Вт кожна. Деякі місцевості у Данії, Німеччині й Іспанії одержують 10- 15% електрики від вітру. Автономні вітроустановки можуть замінити дизельні електростанції, опалювальні установки, що працюють на нафтопродуктах. ВЕУ також можуть бути призначені для безпосереднього виконання механічної роботи, наприклад, приведення в дію водяного насоса.

Будова ВЕУ подібна до будови гідроустановки. Основними частинами установки є ротор, генератор, турбіна, обладнана пропелером (вітроколесом), яке безпосередньо приймає

на себе енергію вітру. У більшості конструкцій ВЕУ ротор, турбіна і генератор розташовані

на єдиному валу і мають горизонтальну орієнтацію. Вітрові турбіни, сучасні технології яких були розроблені у 1980-х роках, як правило, обладнані трилопатеви́ми пропелерами, що орієнтуються проти вітру.

Останнім часом зусилля розробників ВЕУ пов'язані зі створенням систем, що зможуть функціонувати при незначних швидкостях вітру. Також важливим для виробництва установок є зменшення вартості опор, на яких вони розташовуються. Багато вітроенергетичних об'єктів складаються з великих груп вітряків, які звуть "вітряковими фермами" або вітроенергетичними станціями (ВЕС).

Сучасні вітроустановки мають потужність 600-3000 кВт, а найпотужніші - 4,5 МВт. У теперішній час вітротехнологія отримання енергії є найбільш дешевим способом вироблення екологічно чистої енергії. Безперечною перевагою вітрових електростанцій є те, що єдиним чинником забруднення навколишнього середовища є утворення при їх роботі шуму низької частоти.

Вітроенергетичний потенціал в Україні досить великий. Більшість ВЕС призначена для роботи при швидкості вітру від 4 до 30 м/сек. В Україні можна виділити 6 регіонів, для яких використання енергії вітру є економічно ефективним. Це Карпатський, Приазовський, Донбаський, Західно-Кримський, Гірсько-Кримський і Керченський, а також дві зони - Харківську і Полтавську.

Сьогодні Україна - лідер у галузі розвитку вітроенергетики серед країн Східної Європи і республік колишнього СРСР. Загальна потужність її ВЕС наприкінці 2007 р. вже досягла 83,35 МВт. І хоча цей показник занадто низький порівняно з Німеччиною або Данією, Україна належить до тих небагатьох країн, де налагоджене серійне виробництво 750 кВт вітроустановок (ВЕУ) і розпочато підготовку до виробництва установок з потужністю понад 1000 кВт і більше. До того ж українськими вченими Національної Академії наук України створений вітроенергетичний атлас країни, що дозволяє обрати найкращі райони для будівництва вітроелектростанцій. За допомогою спеціальних комп'ютерних програм тепер можна визначити майданчики, на яких ВЕУ будуть працювати з максимальною ефективністю.

Сторінки історії

- Ще за 3500 років до н.е. мореплавці використовували силу вітру, щоб йти під вітрилами. Вітрильні човни ходили по Нілу в Давньому Єгипті. Звичайні вітряні млини використовувалися в Китаї 2200 років тому. На Середньому Сході, у Персії, близько 200 року до н.е. почали застосовувати вітряні млини з вертикальною віссю для перемелювання зерна. Їх виготовляли з в'язанок очерету, прикріплених до дерев'яної рами, що оберталася, коли був вітер. Стіна, що оточувала вітряк, спрямовувала потік вітру проти лопатей. В XI ст. у Європі почали поширюватися вітряні млини, завезені мандрівними купцями і ветеранами хрестових походів. Ці перші млини поступово вдосконалювалися спочатку голландцями, а згодом англійцями, і, зрештою, у їхній конструкції з'явилася горизонтальна вісь. Мешканці Голландії з'ясували, що за допомогою вітру дуже зручно відкачувати воду з метою осушення землі. Адже це було актуально для країни, що розташована в низовинах і тому неодноразово зазнає повеней. Найактивніше в допромисловій Європі вітряні млини використовувалися у XVIII ст. Тоді лише в Нідерландах їх було понад сто тисяч. З їхньою допомогою мололи зерно, качали воду і пиляли дерево. Згодом більшість вітряних млинів, не здатних конкурувати з дешевим і надійним викопним паливом, замінили парові двигуни. Однак і зараз вітряні млини досить розповсюджені. У старих вітряках лопаті були дерев'яними і здатні були використовувати близько 7 % енергії вітру.

- З давніх-давен енергію вітру використовували і в Україні. У 1917 р. тут налічувалося близько 30 тисяч вітряків, які виробляли 150-200 МВт механічної енергії. З початком колективізації число вітряків значно зменшилося, а пристрасть до гігантизму в радянський час практично витіснила їх з ужитку. З середини 60-х років XX ст. у сільському господарстві країни експлуатувалося кілька сотень вітроенергетичних установок середньою потужністю близько 4 кВт. Їх використовували для водопостачання, вироблення постійного струму, перемелювання зерна. До 1987 р. їхня кількість скоротилася до 15 одиниць, а економія елек-

троенергії становила всього 10 тис.кВт*год.

Перший етап розвитку вітроенергетики для виробництва електричної енергії в Україні почався ще в 30-х роках минулого століття. Під керівництвом винахідника Юрія Кондратюка у Балаклаві був розроблений і запроваджений експериментальний вітроагрегат потужністю 100 кВт. У 1935 р. Ю. Кондратюк розпочав проектувати вітряк на 1000 кВт. Згодом був спроектований двоповерховий вітроагрегат загальною потужністю 10 000 кВт (по 5000 кВт на кожному рівні; висота до першого рівня - 65 м, до другого - 150 м). Проекти так і залишилися незреалізованими, хоча фундамент для вітряка у 10000 кВт все-таки був споруджений на горі Ай-Петрі в Криму (він існує донині).

- Завдяки новаторським розробкам Томаса Перрі, що наприкінці XIX ст. здійснив близько 5000 експериментів з різними видами колеса, дерев'яні лопаті поступилися місцем лопатям з вигнутого металу, що збільшило ефективність установок удвічі - до 15%. Широкий вигин лопаті захоплює ще більшу частину повітряного потоку, спрямовуючи його уздовж задньої частини однієї лопаті на наступну. Цей каскадний ефект підвищив ефективність пристрою. Дизайн вітроколеса Перрі одержав визнання і поширився в усьому світі.

Подумайте і дайте відповідь

1. Чому вітер належить до відновлюваних джерел енергії?
2. У чому, на вашу думку, основний недолік вітру як джерела енергії?
3. Наведіть приклади використання енергії вітру в сучасному світі й у далекому минулому?

Чи знаєте ви, що...

- Нестабільність, мінливість вітру утруднює використання вітрової енергії.
- ВЕС завдають шкоди птахам, якщо розташовані у напрямку масових міграцій і місцях гніздувань.

Гідроенергетика

Термін «гідроенергетика» визначає галузь енергетики, яка використовує енергію рухомої води, як правило, річок. Ця енергія перетворюється або на механічну, або найчастіше на електричну. Поза гідроенергетикою водними джерелами енергії є морські хвилі й припливи, спричинені гравітаційною взаємодією Землі з Місяцем та Сонцем.

Гідроенергетика - найрозвиненіша галузь енергетики на відновлюваних ресурсах. Річки є потоками води, що рухаються під дією сили тяжіння з вищих поверхонь Землі до нижчих і зрештою впадають у Світовий океан. Під впливом сонячного випромінювання вода випаровується з поверхні Світового океану, її пара підіймається в горішні шари атмосфери, конденсується у хмари й випадає у вигляді дощу, поповнюючи виснажені витoki річок. Отже, використовувана енергія річок вже є перетвореною в механічну енергією Сонця. Теперішні гідроелектростанції (ГЕС) є складними гідротехнічними спорудами. Основними їх елементами є водосховище, гребля, гідротурбіна, генератор. Шляхом створення греблі створюється різниця рівнів води. Вода, перетікаючи з верхнього рівня (б'єфа) на нижній, набуває великої швидкості. Водяний потік падає на лопаті турбіни, що обертає генератор, виробляючи тим самим електрику.

У горах зустрічаються річки, вода яких падає зі значної висоти, і потужність її потоку майже не змінюється ні взимку, ні влітку. Для будівництва гідроелектростанцій на таких річках навіть не потрібні водосховища.

Отримання електроенергії у такій спосіб є значно ефективнішим і дешевшим, ніж, скажімо, тепловим способом. Саме тому приблизно з 80-х років XIX століття сумарна потужність гідроелектростанцій продовжує зростати, подвоюючись приблизно кожні 15 років.

Потужність гідроелектростанції залежить від витрат води й висоти її падіння. Навіть річки з невеликими витратами води, яка падає з чималої висоти, можуть виробляти велику кількість енергії.

Проте, будуючи гідроелектростанції, не вдається зробити це безболісно для природи і людей. Насамперед, будівництво водосховищ пов'язано з екологічними й соціальними проблемами,

такими, як зменшення площ родючих земель, порушення природних водних екосистем (у тому числі і через відсутність рибопропускних пунктів), переселення людей, які мешкають у зоні затоплення, скорочення кількості корисних речовин в землях, розташованих вниз за течією та іншими. Але найбільші збитки гідроенергетики завдає внаслідок затоплення великих площ при створенні водосховищ, замулювання гребель, корозія гідротурбін і, порівняно з тепловими електростанціями, чималі капітальні витрати на спорудження ГЕС.

У залежності від запровадженої потужності гідроелектростанції (ГЕС) поділяються на великі і малі. До малої гідроенергетики належать системи потужністю до 30000 кВт, які, у свою чергу, можна поділити на малі, міні- і мікро-ГЕС. Потужності малої гідроелектростанції цілком достатньо для забезпечення потреб в електроенергії невеликого міста, селища, а мікро-ГЕС може повністю забезпечити електроенергією приватний будинок. Невеликі гідроелектростанції дозволяють зберігати природний ландшафт, навколишнє середовище не тільки на етапі будівництва, але й у процесі експлуатації. Саме тому найбільш перспективним є виробництво гідроенергії на малих річках без створення штучних водосховищ. Це так звані міні- та мікро- ГЕС, які допомагають зберігати природний ландшафт і навколишнє середовище не лише на етапі будівництва, а й під час подальшої експлуатації гідроелектростанцій.

На сьогодні мала гідроенергетика стає дедалі популярнішою в світі. Так, Китай, лідер у малій гідроенергетиці, за останні 40 років збільшив загальну потужність малих ГЕС у понад три тисячі разів! Серед європейських країн цей вид відновної енергетики найбільш популярний в Австрії (10% від загального виробництва електроенергії).

В Україні нараховується понад 63 тис. малих річок загальною довжиною 135,8 тис.км, де можна встановлювати міні- чи мікро- ГЕС. Експлуатація малих ГЕС у нашій країні дає можливість виробляти близько 250 млн. кВтгод електроенергії, що дозволило б зекономити до 75000 т. дефіцитного органічного палива.

Сторінки історії

- На початку 20-х років XIX ст. в Україні було 84 гідроелектростанції загальною потужністю 4000 кВт, а наприкінці 1929 р. - уже 150 станцій загальною потужністю 8400 кВт. Серед них - Вознесенська (840 кВт), Бузька (570 кВт), Сутиська (1000 кВт) та інші. У 1934 р. введено в експлуатацію Корсунь-Шевченківську ГЕС (2650 кВт), що за своїми технічними характеристиками була однією з кращих станцій того часу.

У післявоєнний період електрифікація сільського господарства також орієнтувалась на збільшення потужності й поліпшення техніко-економічних показників малих електростанцій. На початку 50-х років кількість побудованих малих гідроелектростанцій становила 956 одиниць загальною потужністю 30000 кВт. Однак із будівництвом могутніх тепло- і гідроелектростанцій малих ГЕС майже не лишилося. Протягом 1984-1988 рр. було перевірено технічний стан устаткування і споруд існуючих малих ГЕС. З'ясувалося, що збереглося 150 малих гідроелектростанцій: діючих - 49 і недіючих - 101.

- Історія людства нерозривно пов'язана з історією розвитку гідроенергетики. Застосування водяних коліс - це найдавніший тип гідроенергетичної системи - почалося з 200 року до н.е. у Римській імперії. Їх використовували передусім у сільському господарстві: вони перекачували воду для зрошення землі, мололи зерно тощо. І хоча ці пристосування були низькоєфективними, використовували лише мізерну частину енергії водного потоку, вони набагато полегшували фізичну працю людей. Починаючи з XIX ст., після відкриття технологій виробництва електроенергії, водяні колеса почали використовувати для роботи електрогенераторів, що виробляють електроенергію.

Подумайте і дайте відповідь

1. Які ГЕС відносять до малої гідроенергетики?
2. Чому мала гідроенергетика стає дедалі популярнішою в світі?
3. Як пояснити, що відновлюваність гідроенергетичних ресурсів також забезпечена енергією Сонця?
4. Якої шкоди докільню завдають греблі ГЕС?

5. У чому полягають складнощі використання припливних електростанцій?

Енергія хвиль та припливів

Всі ми спостерігали за тим, як хвилі б'ють у берег, як на них гойдаються красені морські лайнери, читали або бачили у фільмах, як могутні цунамі спустошують все навколо. Хвилі мають величезну енергію, яку людям потрібно навчитися використовувати. І такі спроби вже зроблено. У Норвегії побудовано 500-кіловатну хвильову енергетичну установку. Менші за потужністю хвильові установки забезпечують енергією бакени і маяки, що вказують напрямок руху кораблям. Попри величезні запаси енергії хвиль, цей напрямок розвивається досить повільно через велику кількість технічних проблем, з якими пов'язане перетворення енергії хвиль в електричну. Основними з них є розосередження енергії на великій поверхні, непостійне хвилевідтворення, низька швидкість руху хвиль при значній силі їхньої дії.

Більш поширеним є використання енергії припливів. Припливні коливання рівня всесвітнього океану пов'язані з гравітаційним впливом Місяця на водні маси Землі. Двічі на добу рівень світового океану піднімається і опускається.

Висота припливу (різниця між найвищим і найнижчим рівнями води) в середньому сягає 0,5-10 м, а на Таїті становить аж 25 м. Швидкість руху води в протоках між островами доходить до 5 м/с (18 км/год).

Серед сучасних припливних електростанцій (ПЕС) найбільш відома перша у світі і найпотужніша на сьогодні станція (240 МВт), що міститься у Франції на березі Ла-Маншу в гирлі річки Ране. Приплив у цьому місці переміщує 189 тис. МЗ води за секунду. Різниця рівнів становить 13 м, а швидкість течії між містами Брестом і Сен-Мало часто досягає 90 км/год.

До недоліків ПЕС слід віднести труднощі, пов'язані із захистом дамб та устаткування від ударів крижаних торосів, особливо у північних районах. Поблизу дамб морська флора й фауна дуже потерпають внаслідок нагромадження забруднюючих речовин на прилеглий території та, хоча й незначного, але підвищення температури і зменшення вмісту кисню у воді. Крім того, дамби перешкоджають міграції риб.

Сторінки історії

Перетворення енергії припливу на механічну енергію використовувалося ще на початку XI століття в припливних млинах, які будували в гирлах річок, що впадали в океан. Для цього перегороджували дамбами річки і створювали резервуари, в яких встановлювалися засувні ворота чи шлюзи. У перших припливних млинах використовувалась тільки потенційна енергія води, зібраної в резервуар. Пізніше, коли були винайдені ефективні насоси, з'явилася можливість використання й другого виду енергії припливів -кінетичної, тобто енергії води, яка рухається.

Біоенергетика

Біоенергетика - це галузь енергетики, що як енергоресурс використовує органічні речовини рослинного або тваринного походження (біомасу), котрі мають енергетичну цінність і можуть бути використані як паливо. Оскільки зростають потреби в енергії, з одного боку, і виснажуються ресурси викопного палива, з іншого, біомаса може стати одним з основних джерел сировини для хімічних виробництв і енергії.

Біомаса поділяється на первинну (рослини, тварини, мікроорганізми) і вторинну (відходи від переробки первинної біомаси і продуктів життєдіяльності людини і тварин). Остання група досить різноманітна:

- *Біологічні відходи тварин (гній великої рогатої худоби, послід домашніх птахів та інші);*
- *Залишки від зберігання врожаю сільськогосподарських культур і побічні продукти їх переробки: солома, стебла та качани кукурудзи, стебла бавовни, шкаралупа арахісу, відходи картоплі, рисове лушпиння і солома тощо);*
- *Відходи лісопереробної промисловості: кора, листя, гілля, тирса, стружки, щепи;*

- *Промислові стічні води (зокрема, текстильних, а також молочних, цукрових та інших підприємств з переробки харчових продуктів);*
- *Тверді побутові відходи та стічні води.*

Ефективність біомаси як джерела енергії обумовлена легкістю її отримання та швидким поновленням запасів. Залежно від вологості і ступеня розпаду біомасу переробляють термохімічними методами (пряме спалювання, газифікація, піроліз, ожиження) або біологічними методами (анаеробна переробка, етанольна ферментація). В залежності від методу з біомаси можна отримати різні кінцеві енергетичні продукти, включаючи тепло, пару, низько- і висококалорійні гази та різні види рідкого палива. Енергія, прихована в біомасі, своїм походженням завдячує Сонцю. У зеленій частині рослини міститься особлива речовина - хлорофіл, з допомогою якої вони вловлюють сонячну енергію. За фотосинтезу відбуваються хімічні реакції, в яких беруть участь Карбон (С), Гідроген (Н), Оксиген (О) і сонячне випромінювання. В підсумку цього процесу утворюються органічні сполуки, енергія яких більша за енергію початкових матеріалів на величину поглинутої сонячної енергії. В процесі фотосинтезу також виділяється кисень, необхідний усьому живому на Землі, й поглинається карбону (IV) оксид.

Щорічно на Землі за допомогою фотосинтезу утворюється близько 120 млрд тонн сухої органічної речовини, або біомаси, що енергетично еквівалентно понад 40 млрд. тонн нафти. Утворення біомаси змінюється залежно від місцевих умов, і на одиниці площі суходолу її утворюється приблизно в два рази більше, ніж на одиниці поверхні моря.

Відповідно до програми розвитку поновлюваних джерел енергії (ПДЕ) у країнах Європейського Союзу у 2010 р. біомаса буде покривати близько 74% загального внеску ПДЕ, що становить близько 9% споживання первинних енергоносіїв. Загальні ресурси біомаси в Європі (у млн тонн сухої маси/рік) такі:

- *деревного палива - 75;*
- *деревинних відходів - 70;*
- *біомаса, вирощувана на енергетичних плантаціях, складає 250 млн тонн/рік сільськогосподарських відходів - 250;*
- *міського сміття - 75.*

На сучасному рівні за рахунок біомаси отримують сьому частину світового обсягу палива за кількістю отриманої енергії вона посідає, поряд із природним газом, третє місце. Україна має досить великий потенціал біомаси, придатний для одержання енергії. Загальні річні обсяги відновлюваних ресурсів біомаси в Україні стануть понад 115 мільйонів тонн. Біомаса (без частки, що використовується іншими секторами економіки) може забезпечити близько 10-17 млн тонн умовного палива на рік, або 5-8 % загальної потреби в енергії.

Це цікаво

- Рисова лузга має таку ж теплотворну здатність, що й деревина. П'ять тонн очищеного рису дають тонну лузги.
- В Україні щороку залишаються невикористаними близько 5 мільйонів тонн соломи.

Спалювання біомаси

Теплову або електричну енергію можна отримувати простим спалюванням біомаси. Для половини населення Землі використання біомаси (деревини, гною, бадилля тощо) є основним, а іноді єдиним доступним джерелом енергії. Як ми вже згадували, в рослинах фотосинтез перетворює енергію сонця на хімічну енергію. Частина енергії зберігається в органічних молекулах, з яких складається біомаса. Карбон, що утворює кистяк органічних молекул, у процесі згоряння реагує з киснем і при цьому частина енергії виділяється у вигляді тепла. Одночасно виділяється й карбону (IV) оксид.

Під час горіння біомаси не утворюється більше карбону (IV) оксиду, ніж було поглинуто рослиною за життя, оскільки рослини в процесі фотосинтезу засвоюють цей газ, відтак обсяги CO₂ що виділяються при спалюванні біомаси і споживаються рослинами при фотосинтезі врівноважують одне одного. Тобто використання біомаси для виробництва енергії не збільшує концентрацію карбону (IV) оксиду у атмосфері. Але пам'ятаймо: щоб ми могли розглядати біомасу як відновлюване джерело енергії, слід забезпечити її виробництво принаймні на одному рівні зі споживанням. У багатьох країнах витрати деревного палива значно випереджають його відтворення. Це призвело до знищення більшості лісів Азії та

Африки й прискорило утворення пустель у цих регіонах. Щороку, в тому числі і для

спалювання, у світі вирубують 25 млн. гектарів лісу (це відповідає площі лісів трьох України).

При спалюванні нафти, вугілля та газу спостерігаються ті ж закономірності, але час, необхідний для поновлення балансу CO_2 сягає кількох мільйонів років (як ми пам'ятаємо, саме такий час потрібен для утворення викопних копалин з відмерлих рештків рослин і тварин).

Спалювання деревини, певно, найстаріший спосіб перетворення біомаси на біоенергію. Переваги використання деревини як біопалива полягають у низькому вмісті забруднюючих речовин порівняно з нафтою і вугіллям. При правильному спалюванні біомаси викид оксидів Нітрогену і Сульфуру в атмосферу може становити тільки 10% від загальної кількості оксидів, що утворюються при спалюванні нафти. Хоча кількість пилу і сажі залишається такою ж, як і при спалюванні викопного палива.

Основною проблемою при прямому спалюванні є відносно низький ККД печей і топків та відносно великий, порівняно з іншими видами палива, вміст вологи. А в разі використання відходів лісопереробної промисловості та сільського господарства ще і необхідність спеціальної конструкції топків і підготовки біомаси до спалювання (брикетування тирси та щепи, пакування соломи і т.п.). Просте вогнище для приготування їжі має ККД 14-15%. Використання більш досконалих сучасних пристроїв дає змогу підвищити ККД до 70% і вище, скоротити потребу в паливі більш ніж утричі.

Серйозною проблемою є енергетичне використання твердих побутових відходів. Сміттєспалювальні установки (інсинератори) в багатьох країнах світу малоефективні та спричиняють викид у навколишнє середовище токсичних продуктів згоряння. Тому пошук та розробка нових схем використання твердих побутових відходів є дуже актуальними.

Теплотворність окремих видів відходів:

- *відходи лісового господарства - 2050 ккал/кг;*
- *відходи деревообробки - 2300 ккал/кг;*
- *міські тверді відходи - 2400 ккал/кг;*
- *пластмаса - до 12000 ккал/кг.*

Правильне спалювання біомаси дозволяє уникнути багатьох проблем, пов'язаних із забрудненням довкілля та економією ресурсів.

Піроліз

Німецький інженер Карл Кінер винайшов спосіб перетворювати відходи палива в кокс - це так званий низькотемпературний піроліз (у перекладі з грецької - "руйнування вогнем"). Піроліз - це розклад органічних речовин без доступу повітря і відносно низькій температурі (450-800 °C). Власне, треба відзначити ефективність такого методу переробки біомаси, промислових і побутових відходів. При піролізі хімічні сполуки руйнуються і утворюються первинні (рідина, тверда вугільна речовина і гази) та вторинні (енергія, пальне і хімічні елементи) продукти.

Продукти піролізу:

Рідкі продукти. Важливо, що їх можна використовувати як заміник палива для котлів, а також використовувати для газових турбін та дизельних двигунів. Рідина, що утворюється у процесі піролізу, має теплоту згоряння 20-25 мдж/кг.

Тверді продукти. Тверда вугільна речовина, що утворюється у процесі піролізу, придатна для використання як паливо у побуті (каміни, грубки), а ще може застосовуватися у промисловій сфері (металургії, тепловій енергетиці, для очищення води і газів).

Газоподібні продукти. Це гази, що горять (метан, карбону (II) оксид). Тепловіддача цих газів підвищується, якщо їх використовувати поки вони гарячі і містять відносно багато смол. Такий газ, як правило, використовують у процесі піролізу для підтримання температурного режиму і сушіння вихідних речовин.

Хімічні продукти. Серед вихідних продуктів піролізу виявлено кілька сотень хімічних сполук, що викликають інтерес як сировина для окремих галузей промисловості. Більш висока цінність окремих хімічних продуктів порівняно з паливом могла б гарантувати вигоду отримання їх навіть у невеликих концентраціях.

Новий метод зацікавив спеціалістів, які займаються санітарним очищенням міст у

багатьох країнах. Установки для піролізу на відміну від звичних сміттєспалювальних фактично можуть переробити будь-який матеріал - починаючи від осаду стічних вод і старих шин і закінчуючи відходами пластмас, деревини, ганчір'ям тощо. Звичайно, що в переробку може йти побутове сміття. Подрібнені відходи нагріваються у барабані, який постійно обертається, без доступу повітря. Температура відносно невелика. Гази і пара, що виділяються, охолоджуються, внаслідок чого утворюються леткі масла, що можуть використовуватися для опалення або як пальне для двигунів. А технічна вода, яка утворюється при цьому, настільки очищена, що її без будь-якої шкоди можна зливати прямо в каналізацію. Єдиний залишок після переробки - зола. Вона складає 12 відсотків від початкової маси відходів і сміття, і її цілком легко можна захоронити на полігоні. Третину енергії, отриманої від піролізу, можна перетворити в електроенергію. Дві третини йдуть з водою, яка охолоджується, і газами. Воду можна використати для опалення приміщення, а гази для розігріву чергової порції сміття і відходів, що потрапляють у барабан. Втрачається лише невелика кількість енергії: ККД установки наближається до 80 відсотків.

Газифікація

Газифікаційну технологію знешкодження відходів запозичили з металургійної промисловості, де її використовують, щоб отримати гази з бурого дуже золистого вугілля. Піроліз і термічна газифікація є спорідненими технологіями. Відмінність від піролізу хіба в тім, що термічний розклад відбувається при температурі близько 1200 °C з наявністю невеликої кількості кисню чи повітря.

Газ, що утворюється, можна використовувати для парових котлів, а при певному очищенні і для газових турбін/генераторів. Тепловідтворююча властивість генераторного газу на три чверті менша від природного газу. Кінцеві продукти газифікації - це тверді шматки, що запеклися, і шлак, рідкі піролізні вуглеводні, гази, піролізний газ, синтез-газ. Існують три продукти газифікації:

- *вуглеводневі гази (так звані синтез-гази);*
- *рідкі вуглеводні;*
- *сажа (чорне вугілля і зола).*

Синтез-газ, як правило, це карбону (II) оксид і водень (понад 85% від об'єму) і у невеликій кількості карбону (IV) оксид та метан. Синтез-газ може використовуватися як паливо для виробництва електроенергії чи пари, або як хімічна складова для отримання багатьох речовин. При змішуванні з повітрям синтез-газ можна застосовувати у бензинових або дизельних двигунах (останні дещо удосконаливши). Газифікація цілком підходить для переробки відходів лісопереробної промисловості.

Біогаз

У нетрадиційній енергетиці особливе місце посідає переробка біомаси (органічних сільськогосподарських і побутових відходів) метановим шумуванням з одержанням біогазу та твердого залишку, який переважно використовується як високоякісне добриво.

Біогаз, що утворюється, містить близько 50-60% -метану, 30% - карбону (IV) оксида, а також інші речовини, в тому числі невелику кількість сірководню (H_2S), незначні кількості азоту, кисню, водню, амоніаку та карбону (II) оксиду.

Перед використанням біогаз очищують від надлишків води та сірководню. Отримання біогазу відбувається в спеціальних реакторах (метантенках), облаштованих і керованих таким чином, щоб забезпечити максимальне виділення метану.

Біогаз використовують для освітлення, опалення, приготування їжі, для приведення в дію механізмів, транспорту, електрогенераторів. Коли йде мова про біогаз, всі, як правило, мають на увазі, що джерелом його утворення є відходи життєдіяльності тварин і птахів (тваринний гній, послід птахів) та каналізаційні стоки міст.

Але значні кількості біогазу можна отримати за анаеробної ферментації промислових стічних вод, де велика концентрація розчинених органічних речовин. Це, передовсім, стосується стічної води всіх без винятку харчових підприємств (особливо підприємств з

переробки молока, виробництва цукру, алкогольних напоїв та ін).

Сьогодні за рахунок недосконалих очисних систем, що здебільшого використовуються, стічні води потрапляють в навколишнє середовище практично не очищеними і викликають значне забруднення поверхневих та підземних вод.

В Україні тільки на великих свинофермах і птахофабриках щорічно утворюється понад 3 млн тонн органічних відходів (у перерахунку на суху речовину), переробка яких дозволить одержати близько 1 млн.т умовного палива у вигляді біогазу, що еквівалентно 8 млрд. кВт год електроенергії.

В основі виробництва біогазу лежить процес анаеробного бродіння, тобто ферментація органічних речовин рослинного чи тваринного походження в умовах повної відсутності кисню.

Відомо кілька десятків штамів мікроорганізмів, які розкладають складні органічні речовини до простих жирних кислот, і понад десятків штамів, які переробляють ці кислоти на метан, карбону (IV) оксид і воду. Безумовно, що паралельно виділяються й інші продукти біохімічних реакцій, але їх кількість незначна. Отриманий біогаз має теплоту згоряння 5340-6230 ккал/м³ (6.21-7.24 кВтгод/ м³). Найбільший вихід біогазу в метантенках отримують при температурі 43-52°C. За таких умов, при ферментації 1000 літрів гною на протязі трьох днів можна отримати 4500 літрів біогазу.

Зараз у світі запроваджено близько 60 різновидів біогазових технологій. Внаслідок постійного вдосконалення з'явилася можливість для отримання біогазу використовувати спеціально вирощені трави та інші сільськогосподарські культури, а також їх залишки та відходи лісопереробної промисловості.

Одержуваний біогаз переважно використовується в теплоенергетичних установках, змонтованих поряд з біогазовими установками. Частково тепло використовується для виробничих процесів, але більша частина, як і електроенергія, розподіляється між споживачами.

Біогаз, що отримується в процесі анаеробного зброджування гною та інших придатних для цього органічних відходів, є не тільки відновлюваним джерелом енергії, але й екологічним методом переробки та утилізації цих відходів в органічне добриво. Особливі умови ферментування призводять до втрати схожості насіння багатьох бур'янистих рослин та значно знижують забруднення продуктів бродіння хвороботворними мікробами і паразитами.

Велике значення технології отримання і утилізації біогазу мають і у боротьбі з парниковим ефектом, оскільки здатні суттєво зменшити викиди парникових газів (зокрема, метану та карбону (IV) оксиду), що утворюються при розкладанні біомаси.

Отже, впровадження анаеробної біотехнології одночасно вирішує низку важливих проблем.

Програмою державної підтримки розвитку нетрадиційних і відновлюваних джерел енергії та малої гідро- і теплоенергетики в Україні заплановано створити та освоїти виробництво необхідного обладнання і довести річне виробництво біогазу до 5 млрд.м³, що еквівалентно 4,3 млн.т уп. щорічно, але реалізація цього заходу потребує істотних капіталовкладень. Україна має технічні можливості побудувати та експлуатувати понад 100 промислових установок отримання біогазу в метантенках.

Це цікаво

- Підраховано, що за рік для опалення 1 метра квадратного житлової площі будинку витрачається 45 метрів кубічних газу, а для одержання 1 кВт год електроенергії необхідно витрати менше 1 метра кубічного біогазу.

Звалищний газ

Не менш важливим джерелом отримання біогазу є сміттєзвалища. Біогаз, який утворюється на них, називають "звалищним газом"; за своїм складом, окрім домішок токсичних речовин, він мало відрізняється від біогазу, що отримується в метантенках. Джерело звалищного газу -тверді побутові відходи (ТПВ). В Україні за рік їх утворюється близько 40 млн.м³ (10 млн.т.). Понад 50% це органічні матеріали, зокрема харчові залишки,

папір, картон, деревина.

При захороненні на полігонах, в умовах відсутності кисню створюються сприятливі умови для анаеробного бродіння. За середніми підрахунками, з 1 т твердих побутових відходів протягом 20 років утворюється 100 м³, тобто за рік виділяється близько 5 м³ газу. Потенціал звалищного газу в країнах Європейського Союзу наближається до 9 млрд.м³/рік, у США - 13 млрд.м³/рік, в Україні - близько 1 млрд.м³ на рік. Звалищний газ утворюється незалежно від того збирають його чи ні. Велика кількість метану при вільному поширенні звалищного газу створює серйозну загрозу для клімату нашої планети.

За оцінками експертної групи Міжурядової комісії зі зміни клімату, звалищний метан -це близько 18% всього метану, який утворюється на планеті. Окрім впливу на глобальні зміни клімату, звалищний газ викликає ряд негативних явищ локального характеру: його накопичення в спорудах створює вибухо- та пожежонебезпечні умови, негативно впливає на людей, що займаються обслуговуванням інженерних комунікацій та живуть поблизу полігонів захоронення ТПВ.

Крім того, звалищний газ пригнічує ріст рослин за рахунок згубної дії на їх кореневу систему. Тому у більшості розвинених країн діють спеціальні закони, які зобов'язують власників полігонів запобігати стихійному поширенню звалищного газу. Основний метод, яким можна це здійснити - його збирання та утилізація.

Найпоширеніша система збирання біогазу складається з мережі вертикальних свердловин, з'єднаних між собою горизонтальними трубами, в яких для його створення від'ємний тиск. Одна свердловина збирає біогаз в середньому в радіусі 30-35 м. Зазвичай на один гектар полігону ТПВ бурять 2-3 свердловини глибиною 7-10 м. Залежно від місцевих умов, з однієї свердловини можна отримати від 5-50 м³/год до 250 м³/год газу.

Проекти, щодо видобування та використання звалищного газу є досить рентабельними, особливо за наявності звалища промислового споживача газу або використання міні-ТЕС.

Це цікаво

- В Україні налічується 655 офіційних сміттєзвалищ, з яких тільки 140 - це полігони ТПВ, що можуть вважатися придатними для видобутку та використання звалищного газу.

Біопаливо

Україна не може повністю забезпечити себе енергоносіями, тож змушена велику частину їх ввозити. Тільки на потреби автотранспорту щороку витрачається більше 12 млн.т. бензину і 15 млн.т. дизельного пального. Найближчим часом ці потреби будуть, в основному, забезпечуватися імпортною нафтовою сировиною.

Таке становище породжує залежність економіки України від країн-експортерів нафти та газу і є загрозою для нашої енергетичної і національної безпеки. З кінця 90-х років ХХ сторіччя і донині в Україні діє низка державних програм з пошуку і розробки альтернативних видів моторного палива.

Є кілька видів моторного палива, які можна отримувати з біомаси, але найефективнішими в світі визнані: біодизельне пальне, що містить 90% енергії нафтових палив; етиловий спирт (етанол) - 50% їх енергії та метиловий спирт (метанол) - третю частину їх енергії. В Україні за рахунок розвинутої спиртопереробної промисловості саме паливний етанол має найбільший потенціал.

Джерела його отримання - трав'янисті рослини та деревина, відходи сільського господарства та деревообробної промисловості, а також побутове сміття практично невичерпні. Воно є цілком сумісним з існуючими двигунами транспортних засобів і комерційних паливних систем розподілу і споживання.

У ряді країн світу вже понад 15 років застосовують паливний спирт як домішку до світлих нафтопродуктів. При використанні 6-12% домішки спирту до бензину немає потреби змінювати конструкції двигунів автомобілів, збільшується октанове число моторного палива,

що веде до зменшення енергетичних витрат при його виробництві, на 4-5% збільшується ККД двигуна та на третину зменшуються викиди шкідливих речовин в атмосферу.

Однією з перших використовувати біопаливо стала Бразилія. На сьогодні Бразилія виробляє близько 45% (12 млрд. літрів на рік) екологічно чистого моторного палива з власних сировинних ресурсів (цукрової тростини). Це майже 10 млн тонн спирту на рік.

У США також реалізується велика програма заміни бензинового пального етанолом, який одержують шляхом переробки надлишків кукурудзи й інших зернових культур. Використання спирту як пального запроваджено також у деяких європейських країнах, зокрема, у Франції і Швеції.

Виробництво дизельного палива (біо-дизеля) - не менш перспективний напрямок розв'язання проблеми кількості власного моторного палива в Україні.

Біодизельне паливо було відоме ще з початку минулого сторіччя, але ним знехтували через наявність дешевого нафтового палива. Його отримують з різних видів олійних культур: ріпак, конопля, соняшник, соя, пальма тощо.

Найприйнятнішим джерелом біодизеля в наших клімато-географічних умовах є насіння ріпаку. Через значний вміст шкідливих для організму людини органічних сполук, використання ріпакової олії в харчовій промисловості практично неможливе, але, завдяки тому, що її середня теплотворна здатність (33,1 МДж/л) є лише трохи меншою, ніж у дизельного палива (35,1 МДж/л), використання її як палива є доцільним і має велике значення для паливно-енергетичної галузі. Гектар плантації олійного ріпака, при відповідних врожаях, дає в середньому одну тонну біодизельного палива, що замінює одну тонну дизельного палива.

Побічний продукт виробничого процесу - гліцерол може використовуватися для виробництва 3,5 тис. предметів споживання, включаючи гліцерин, продовольчі змішувачі та нафтові мастила для машин, підсолоджуючі речовини, відновлювачі шкіри, токоферол (вітамін Е), зволожувачі, добрива, безліч продуктів, що використовуються у харчовій промисловості.

В Україні заплановано в ході розширення посівів ріпаку одержати 9 млн. тонн рапсового насіння, що може забезпечити отримання майже 3 млн. тонн біодизельного палива (75% потреби агропромислового комплексу держави). Але, завдяки здатності ріпака пристосовуватись до різних агрокліматичних умов, посівні площі під нього можна значно збільшити, що дозволить мати додаткові обсяги біодизельного палива.

Якомога ширше використання різних видів біопалива виправдане і необхідністю захисту довкілля від транспортного забруднення. Автотранспорт в Україні характеризується низькою ефективністю двигунів, витрата палива в яких в 1,4-1,5 раза перевищує світові норми. Тому викид шкідливих речовин і парникових газів на один кілометр пробігу в Україні значно вищий.

При застосуванні біопалива вдасться значно поліпшити ситуацію. Так, використання біоетанолу в умовах міського циклу, зменшує викиди оксидів Нітрогену на 25-40%, карбону (II) оксида - майже у півтора раза, вуглеводнів - на 15-20%. Біодизельне паливо дає на 50% менше часток вуглецю, ніж нафтодизельне паливо, а також меншу кількість сполук нітрогену і карбону (II) оксида. Викиди сульфору (IV) оксиду при його спалюванні у 100 разів менші, ніж дизельного. Тверді речовини, що викидаються при згорянні біодизельного палива, на відміну від тих, що викидаються при згорянні нафтодизельного палива, не є канцерогенними.

Підсумовуючи розділ, можемо сказати, що в міру зростання потреб в енергії, з одного боку, і виснаження ресурсів викопного палива, з іншого, біомаса може стати одним з основних джерел сировини для хімічних виробництв і енергії.

Сторінки історії

Біопаливо відоме з початку минулого століття, але враховуючи низьку вартість світлих нафтопродуктів, його майже не використовували. Перші автомобілі американського промисловця Генрі Форда працювали на чистому спирті.

Подумайте і дайте відповідь

1. Як може зелене листя запасати і перетворювати енергію Сонця?

2. Що таке біоенергетика?
3. Чому біоенергію відносять до відновлюваних джерел енергії?
4. Що таке біомаса і як вона використовується для виробництва енергії?
5. Що таке піроліз?
6. Де можна використовувати біогаз?
7. Що може статися, коли з поверхні Землі зникнуть ліси?

Геотермальна енергія

Геотермальна енергія - це тепло Землі, яке переважно утворюється внаслідок розпаду радіоактивних речовин у земній корі та мантиї. Температура земної кори углиб підвищується на 2,5-3 °С через кожні 100 м. (так званий геотермальний градієнт). Отже, на глибині 20 км вона становить близько 500 °С, на глибині 50 км - порядку 700...800 °С, а в ядрі Землі - близько 5000 °С. У певних місцях, особливо по краях тектонічних плит материків, а також у так званих "гарячих точках", температурний градієнт вище майже в 10 разів, і тоді на глибині 500-1000 метрів температура порід сягає 300 °С. Однак і там, де температура земних порід не така висока, геотермальних енергоресурсів цілком достатньо.

Усю природну теплоту, яка міститься в земній корі, можна розглядати як геотермальні ресурси двох видів:

- *пара, вода, газ;*
- *розігріті гірські породи.*

Основним джерелом геотермальної енергії є постійний потік тепла з розжарених надр, спрямований до поверхні землі. Цього тепла досить, аби подібно до печі постійно нагрівати навколишню породу. Коли підземні води стикаються із цим теплом, вони теж нагріваються - іноді до 371 °С.

Але утворення геотермальних ресурсів неможливе без наявності в гірських породах достатньої кількості дрібних тріщин та порожнин, так званого геотермального резервуару, в якому власне і формуються. Розміри резервуару бувають від кількох тисяч кубічних метрів до кількох кубічних кілометрів.

Гідротермальні джерела енергії поділяються на термальні води, пароводяні суміші і природну пару.

Для отримання теплоти, акумульованої в надрах землі, її спочатку треба підняти на поверхню. Для цього бурять свердловини і, якщо вода досить гаряча, вона піднімається на поверхню природним чином, за нижчої температури може знадобитися насос.

Геотермальні води - екологічно чисте джерело енергії, що постійно відновлюється. Воно суттєво відрізняється від інших альтернативних джерел енергії тим, що його можна використовувати незалежно від кліматичних умов і пори року. Геотермальні води характеризуються багатьма факторами. Зокрема, за температурою вони поділяються на слабо термальні - до 40°C, високо термальні - 60-100°C та перегріті - понад 100°C. Вони різняться й за мінералізацією, кислотністю, газовим складом, тиском, глибиною залягання.

Геотермальну енергію можна перетворити на електричну або ж використати безпосередньо у вигляді теплоти. Залежно від характеристики геотермальних ресурсів, електрика виробляється в традиційних парових турбінах, куди надходять геотермальні води при температурі щонайменше 150 °С, або на парових заводах.

Виходячи з наявних оцінок запасів геотермальної енергії, пріоритетними районами для розвитку геотермальної енергетики є Керченський півострів, Закарпаття, Прикарпаття (Львівська обл.), Донецька, Запорізька, Луганська, Полтавська, Харківська, Херсонська, Чернігівська та інші області.

Найперспективнішим для видобутку високопотенційних геотермальних енергоресурсів є Карпатський геотермічний район, який характеризується високим геотермічним градієнтом і відповідно високими температурами гірських порід порівняно з іншими регіонами України. Температура порід в свердловинах, пробурених в Карпатах, на глибині 4 км сягає 210°C. Необхідні температури теплоносія для геотермальних електростанцій знаходяться на значно менших глибинах (на 1 -1,5 км), ніж у інших

сприятливих місцях, де, за геологічними та геофізичним даними, на глибинах до 6 км. Так,

на території області в районі с. Залуж є унікальне місце площею 30 км, де на глибині 4 тис.м. середня температура сухих порід +200 °С. Цих запасів вистачає для роботи невеликих геотермальних електричних станцій і тепличних агропромислових комплексів. Значні ресурси геотермальної енергії має Крим, для якого найбільш перспективними є Тарханкутський і Керченський півострови, де перепад температур менший і на глибині 3,5 - 4 км температура гірських порід сягає 160-180 °С.

В Україні визначено шість пріоритетних напрямків розвитку геотермальної енергетики:

- *створення геотермальних станцій для теплопостачання міст, населених пунктів і промислових об'єктів;*
- *створення геотермальних електростанцій;*
- *створення систем теплопостачання з підземними акумуляторами теплоти;*
- *створення сушильних установок;*
- *створення холодильних установок;*
- *створення схем геотермального теплопостачання теплиць.*

Людина здавна використовувала природну гарячу воду протягом століть. Всесвітньо відомі термальні джерела Чехії - Карлові Вари і Маріанські лазні - популярні протягом уже 500 років. На цих курортах термальні води, багаті мінеральними солями з кристалічних скель, використовуються для лікувальних ванн і як питні. В промисловості геотермальні води використовуються для миття вовни, сушіння деревини, виробництва паперу і бетонних блоків, як джерело мінералів. У Франції, в районах Паризького й Аквитанського осадових басейнів, гаряча вода температурою 45-85 °С надходить зі свердловин глибиною до 1800 м. для обігріву 200 тис. будинків. Подібні басейни є в Бельгії, Німеччині, Данії, Нідерландах і Англії. Використання тепла геотермальних вод - це найпростіший і найдоступніший спосіб споживання геотермальної енергії. Для цього необхідно тільки пустити трубами геотермальні води прийнятної для споживачів температури. Обігрівання геотермальними водами широко застосовується в усьому світі для опалення лікарень і шкіл, житлових і виробничих приміщень, теплиць та підігріву води в басейнах, а в Сибіру застосовується для розтоплення замерзлого ґрунту тощо. Оскільки геотермальна вода легко доступна, її використання буде зростати швидкими темпами.

Це цікаво

Всередині Землі теплоти набагато більше, ніж можна було б добути її в ядерних реакторах при розщепленні всіх земних запасів урану й торію. Якщо людство використовуватиме тільки геотермальну енергію, мине 41 млн. років перш, ніж температура надр Землі знизиться тільки на півградуса.

Подумайте і дайте відповідь

1. Що таке геотермальна енергія?
2. Як люди використовують геотермальну енергію?
3. Де в Україні містяться найбільші поклади геотермальних вод?
4. У чому полягають переваги роботи геотермальних електростанцій?

Сторінки історії

Електричну енергію з використанням геотермального резервуару сухої пари вперше було отримано в 1904 році італійцем П. Джиноні Конті. Промислове освоєння геотермальних ресурсів почалося після створення і запуску в Італії у 1916 р. геотермальної електростанції потужністю 7,5 МВт із трьома турбінами фірми "Франко Тозі" потужністю по 2,5 МВт кожна. Перший резервуар гарячої води, використаний для виробництва електричної енергії, був створений у Новій Зеландії у 50-тих роках ХХ століття. Перша комерційна геотермальна електростанція в США почала виробляти електроенергію у 1960 р.

Екологічно вигідно

Геотермальні електростанції викидають дуже мало сульфуру оксидів порівняно з тепловими станціями, що працюють на викопному паливі, і зовсім не викидають оксидів нітрогену. Викиди CO_2 на сучасних геотермальних станціях мінімальні або відсутні. Типова геотермальна станція продукує близько 0,45 кг CO_2 на МВттод; електростанція на природному газі - 464 кг; електростанція на нафті - 720 кг, а вугільна ТЕС - 819 кг CO_2 на МВт•»год.

Геотермальні установки потребують невеликих ділянок землі, набагато менших, ніж необхідні під енергетичні установки інших типів. Вони можуть розташовуватися практично на будь-яких землях, включаючи сільськогосподарські угіддя. До того ж буріння геотермальних свердловин набагато менше впливає на довкілля, ніж розробка будь-яких інших джерел енергії. Ландшафт поряд з геотермальною установкою не псується ні шахти, ні тунелі, ні гори відходять. Якби можна було використовувати лише 1 % геотермальної енергії Земної кори (глибина 10 км), ми б мали у своєму розпорядженні кількість енергії, що у 500 разів перевищує всі світові запаси нафти і газу. Сукупний світовий потенціал геотермальної енергії в земній корі на глибині до 10 км оцінюється в 18000 трлн. т у.п., що в 1700 разів більше від світових геологічних запасів органічного палива. На даний час в світі діють 233 геотермальні електростанції (ГеоТЕС) загальною потужністю 5136 МВт. Протягом найближчих років загальну потужність геотермальних електростанцій планується збільшити як мінімум на 40%. Річний технічно-досяжний енергетичний потенціал геотермальної енергії в Україні є еквівалентним 12 млн. т у.п., його використання дозволяє заощадити біля 10 млрд. м³ природного газу.