**Лекція № 3 ЕНЕРГЕТИКА**

***3.1. Значення енергетики для розвитку економіки країни***

Джерела енергії, які використовує людство, поділяються на: відновні - енергія Сонця, вітру, води, морських припливів, гідроенергія річок, внутрішнього тепла Землі та невідновні - викопне органічне і мінеральне паливо.

Відновні не порушують теплового балансу Землі, оскільки під час їх використання відбувається лише перетворення одних видів енергії на інші (наприклад - енергія Сонця перетворюється спочатку на електроенергію, а потім на тепло або навпаки).

Використання невідновних джерел енергії супроводжується процесами окиснення (горіння), за яких більша частина енергії виділяється в біосферу у вигляді теплової енергії, що спричинює додаткове нагрівання атмосфери та гідросфери. Існує теплова межа, яку людство не повинно переступати, інакше це матиме для нього катастрофічні наслідки.

Найпоширенішою галуззю енергетики є електроенергетика. Вона охоплює всі типи електростанцій: теплові, атомні, сонячні, гідравлічні, вітрові, теплоелектроцентралі та господарство електромереж.

Провідне місце в електроенергетиці України належить атомним (АЕС) і тепловим електростанціям (ТЕС) - разом вони дають понад 90% всієї виробленої електроенергії.

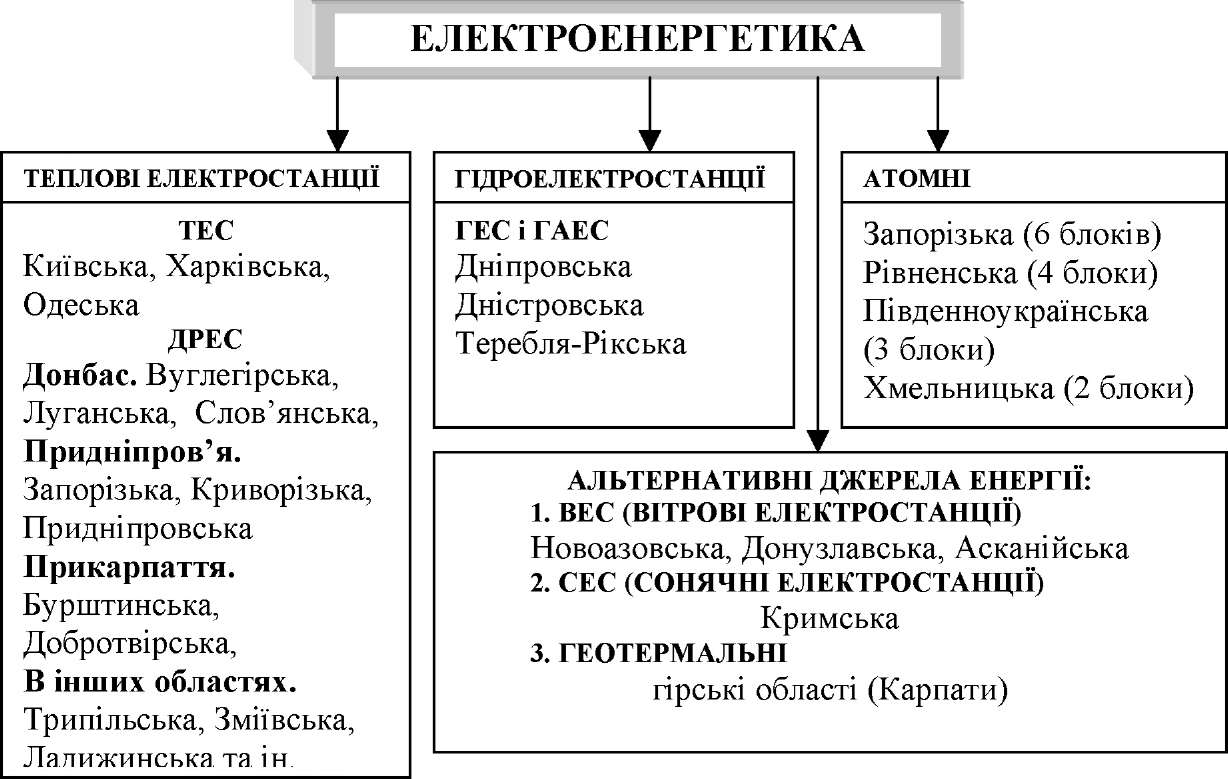


Рис. 3.1. Географія розміщення електростанцій України

Таблиця 3.2

Характеристика енергетичного комплексу України (2007 р.)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип електростанцій | Встановлена потужність | | Виробництво електричної енергії | |
| млн кВт | частка у % | млрд кВт | частка у % |
| ТЕС | 36,4 | 67,5 | 83.254 | 43.2 |
| АЕС | 12,8 | 23.8 | 92,543 | 47,4 |
| ГЕС | 3.7 | 8,7 | 10,109 | 5,2 |
| Інші джерела | - | - | 8,220 | 3.2 |
| Всього | 53.9 | 100 | 195,131 | 100 |

***3.2. Теплові електростанції***

На теплових електростанціях як первинне джерело енергії використовують органічне паливо: газ, вугілля, сланці, нафтовий мазут. Система технологій отримання електроенергії на теплових електростанціях складається з послідовних ланцюгів (рис. 3.2).

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Видобу­ |  | Збагачення |  | Спалювання |  | Перетворення |
| вання |  | і підготовка |  | палива та |  | теплової енергії |
| палива |  | палива до | — | одержання |  | пари спочатку у |
|  |  | спалювання |  | водяної пари |  | механічну, а потім |
|  |  |  |  | високого тиску |  | в електричну |

Рис. 3.2. Система технологій отримання електроенергії на теплових

електростанціях

За енергетичним устаткуванням ТЕС поділяють на паротурбінні, газотурбінні та дизельні.

Паротурбінні електростанції (ПТЕС). Основне енергетичне устаткування ПТЕС: котлоагрегати, парові турбіни, турбогенератори та інше обладнання. Паротурбінні електростанції поділяють на конденсаційні (КЕС) та теплоелектроцентральні (ТЕЦ).

На КЕС тепло, яке отримали під час спалювання палива, перетворюється на енергію водяної пари, яка подається у конденсаційну турбіну, де внутрішня енергія пари перетворюється спочатку в механічну енергію обертання турбіни, а потім електричним генератором у електричний струм. Відпрацьована пара відводиться у конденсатор, звідки конденсат пари перекачується насосами знов у парогенератор. Таким чином забезпечується замкнений цикл використання пари.

На відміну від КЕС у теплових електроцентралях перегріта пара не повністю використовується у турбінах, а частково відбирається для потреб теплофікації. Комбіноване використання тепла значно підвищує економічність теплових електростанцій та суттєво знижує вартість виробленої енергії.

До складу ТЕС входять: паливне господарство зі системою підготовки палива до спалювання; котельне обладнання з установками водопідготовки та конденсатоочищення; система технічного водопостачання; система шлаковидалення; електротехнічне господарство та система контролю й автоматичного управління енергообладнанням.

Газотурбінні електростанції (ГТЕС) використовують як резервні джерела енергії (25-110 МВт) для перекривання навантаження в години "пік" або у разі виникнення в енергосистемах аварійних ситуацій. Також застосовують комбінування парогазового обладнання (ПГО), в якому продукти спалювання та нагріте повітря потрапляють у газову турбіну, а тепло відпрацьованих газів використовується для підігрівання води або виробництва пари для парової турбіни низького тиску. к.к.д. ГТЕС зазвичай становить 26-28%, потужність до декількох сотень МВт.

Дизельна електростанція (ДЕС) - енергетична установка з одним або декількома електричними генераторами з приводом від дизелів. Великі ДЕС мають потужність до 5000 кВт і більше.

***3.3. Атомні електростанції***

Використання ядерної енергії на АЕС стало можливим завдяки відкриттю реакції ділення ядер важких елементів під впливом нейтронів та створенню ядерних реакторів для здійснення керованої ядерної ланцюгової реакції. Ядерна енергетика здійснює перетворення ядерної енергії в інші види - теплову, електричну, механічну тощо.

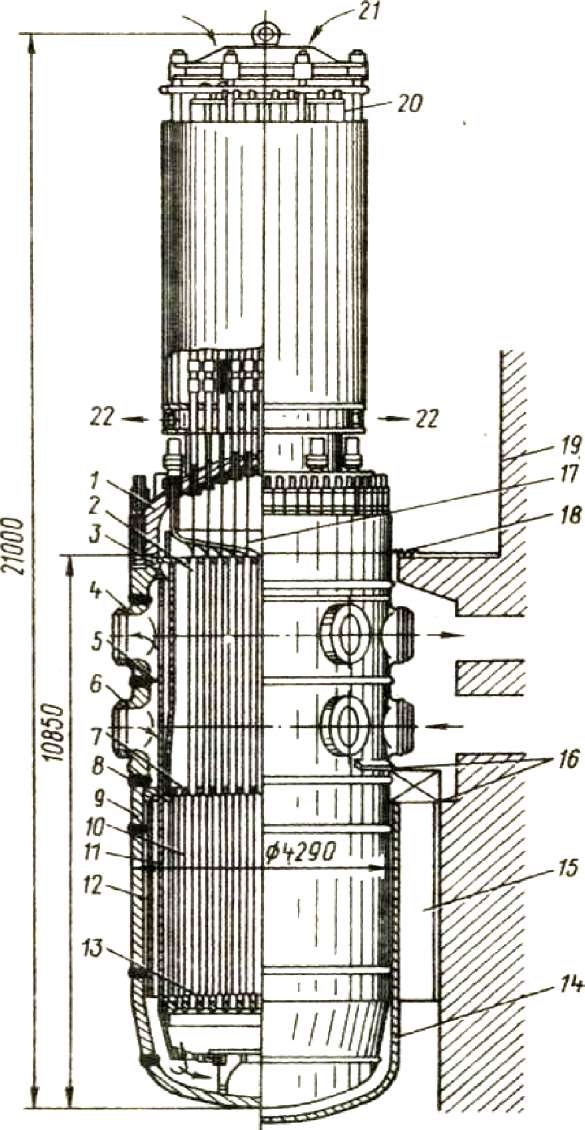
У більшості країн світу експлуатують переважно енергетичні реактори на теплових нейтронах із слабо збагаченим або природним ураном, водо-водяного типу, в яких вода використовується як теплоносій та сповільнювач. На них припадає 75% реакторів, у тому числі 55% становлять реактори типу "з водою під тиском", до числа яких відноситься ВРЕР-1000 (рис. 3.4).

Рис. 3.4. Водо-водяний реактор ВВЕР - 1000:

1- знімна кришка корпусу; 2 - напрямна труби для органів та приводів СУЗ;

3 - циліндр; 3.5 - роз 'єднувальна обичайка; 6 - патрубок входу теплоносія; 7 - притискна плита; 8 - обмежувальний пояс; 9 - корпус реактора; 10 - касети з твелами; 11 -корзина активної зони; 12 - тепловий захист корпусу; 13 - опорна плита (для касет); 14 - теплоізоляція; 15 - тепловий захист; 16 - кронштейни і ферма для підтримки корпусу; 17 - штанга приводу органів СУЗ; 18- кільцевий ущільнювач та компенсувальний лист; 19 - обмурівка приміщення; 20 - чохли для приводів органів СУЗ; 21- вхід охолоджувального повітря; 22 – вихід охолоджувального повітря

На рис. 3.5 зображено схему і принцип роботи атомної електростанції на теплових нейтронах із використанням сповільнювача і теплоносія (звичайної води) у так званому первинному контурі.

Активну зону реактора становлять стрижні (трубки) 1 з ядерним паливом у вигляді ТВЕЛів і регулювальні стрижні 3 (кадмій, бор). Ці стрижні омиваються водою 2 (під великим тиском за температури до 300°С), яка є, як відзначалося вище, і уповільнювачем нейтронів, і теплоносієм.

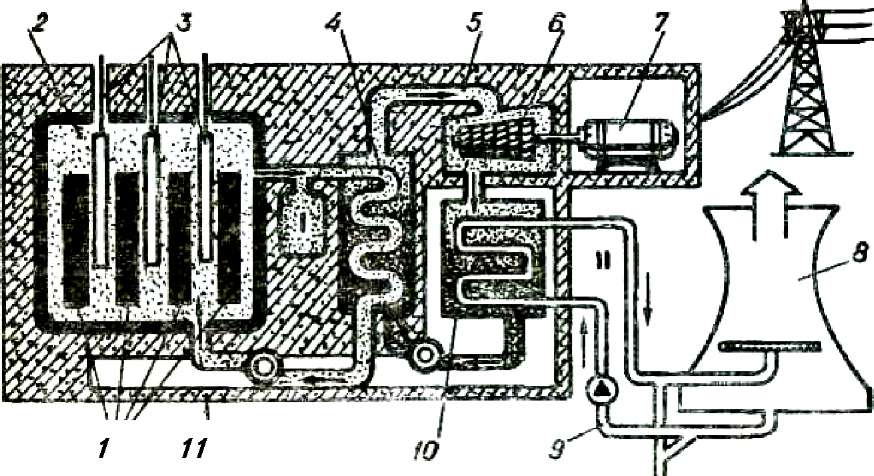


Рис. 3.5. Схема атомної електростанції на теплових нейтронах:

1 - стрижні (трубки); 2 - вода; 3 - регулювальні стрижні; 4 - змійовик-нагрівач;

5 - паропровід робочої пари; 6 - турбіна; 7 - генератор електричного струму;

8 - градирня; 9 - паропровід відпрацьованої пари; 10 - конденсатор;

11 - бетонний кожух,

Добова витрата мазуту на ТЕЦ потужністю 2 000 МВт становить 8,3 тис. тонн, а якщо станція працює на вугіллі - 10 тис. тонн. У той же час потреба в паливі АЕС такої самої потужності становить 180 кг. Збільшення потужності енергоблоків до 1000 МВт робить АЕС конкурентоспроможними порівняно з ТЕЦ. Тому АЕС проектуються як великі енергетичні комплекси потужністю 4-6 млн кВт, через те, що будування великих АЕС вигідно з економічної точки зору.

Оскільки для АЕС практично не існує проблеми транспортування палива, то і розташовувати їх можна у районах із напруженим паливо- енергетичним балансом. Єдиною суттєвою умовою є необхідність їх спорудження біля водних джерел для забезпечення охолодження реакторів.

***3.4. Гідроелектростанції***

Гідроенергетика має дуже важливе значення для стабільного функціонування українського енергетичного сектору - лише ГЕС та ГАЕС (гідроакумулювальні електростанції) забезпечують покриття пікових навантажень і автоматичне регулювання частоти та потужності в Об'єднаній енергетичній системі України.

Гідроенергетичні ресурси - це запаси потенціальної енергії річкових потоків та водойм. Але не всі потенціальні можливості гідроенергетичних ресурсів є економічно доцільними для використання.

Технічно доцільними для використання на території України можуть бути гідроенергетичні ресурси Дніпра - 46%; Дністра та Тиси - по 20% і на всі інші річки України - 14%, тобто ці ресурси дуже обмежені.

На деяких гідростанціях використовують метод наливного водосховища, або гідроакумуляції. Протягом дня вода переходить із вищого рівня водойми на нижчий, обертаючи при цьому гідротурбіни. Вночі, коли споживання енергії незначне, насоси, на які подається надлишкова енергія з гідроелектростанції, перекачують воду з нижчого рівня на вищий. Надлишок води спускають через водозлив.

Гідроакумулювальні електростанції (ГАЕС) включаються в регіональну енергомережу з іншими електростанціями і виконують роль демпфера - самі споживають електроенергію, коли вона є в надлишку, і повертають у мережу, коли її недостатньо.

***3.5. Вплив електроенергетики на довкілля***

Електроенергетика - з одного боку основа розвитку всіх без винятку галузей народного господарства, а з другого - джерело техногенного впливу на навколишнє середовище, що суттєво погіршує умови життєдіяльності. У наші дні, ще не знайдено жодного джерела електроенергії, використання якого б не впливало прямо або опосередковано на біосферу.

***3.5.1. Вплив ТЕС на довкілля***

Взаємодія ТЕС з довкіллям залежить від кількісних та якісних характеристик відходів у ланцюгу від видобування енергоносіїв до одержання електроенергії.

Вплив на атмосферу. Теплові електростанції, що працюють на твердому паливі, викидають у атмосферу частки золи та недогорілі частки палива, сірчистий та сірчаний ангідриди, оксиду азоту та вуглецю, водяну пару тощо.

Під час використання природного газу в атмосферу надходять токсичні речовини - оксиди азоту та оксид вуглецю, а у разі транспортування палива на ТЕС та його складування повітря забруднюється пилом.

Концентрація забруднювальних речовин в атмосфері залежить від рельєфу місцевості, швидкості вітру, перегрівання їх щодо температури навколишнього середовища, висоти хмарності, фазового стану та інтенсивності. Так, градирні в системі охолодження конденсаторів ТЕС суттєво зволожують мікроклімат у районі станції, сприяють утворенню низької хмарності, туманів, зниженню сонячної активності, викликають мряку, а взимку іній та ожеледицю. Взаємодія викидів із туманом призводить до утворення стійкої сильно забрудненої дрібнодисперсної хмари тобто смогу.

Вплив на гідросферу. Взаємодія ТЕС із гідросферою характеризується в основному споживанням води, в тому числі необоротним споживанням води, коли вода перетворюється на пару і розсіюється в атмосфері. За деяким оцінюванням на охолодження конденсаторів на ТЕС витрати води становлять 120 кг/кВт-год. Основним фактором впливу на гідросферу є скидання теплої води у водойми, наслідками якої можуть бути:

постійне локальне підвищення температури;

зміна умов льодоставу і паводків;

виникнення випаровувань і туманів.

Поряд із порушенням мікроклімату теплові викиди призводять до заростання водойм водоростями, порушення кисневого балансу, що створює загрозу для життя мешканців рік та озер. Як показали дослідження гідробіологів, вода, нагріта до температури 26-30оС, пригнічує мешканців водойм, а якщо температура води піднімається до 36оС - риба починає гинути. Крім конденсаторів турбоагрегатів споживачами охолоджувальної води є системи зливання шлаків та інші системи, що викидають зливи на поверхню землі, або в гідросферу.

Вплив на літосферу. Основними факторами впливу ТЕС на літосферу є осадження на її поверхні твердих часток та різних хімічних розчинів; вилучення зі сільськогосподарського використання орних земель та луків під будівництво ТЕС і золовідвалів. Видалені з топки зола та шлаки утворюють золошлаковідвали на поверхні літосфери.

Теплове забруднення. Термодинамічна особливість виробництва на ТЕС електроенергії полягає в тому, що близько 67% теплової енергії відводиться в навколишнє середовище.

Відведення теплової енергії потребує річок, природних водойм, або створення ставків-охолоджувачів. Тобто від народного господарства відбирають додаткові площі земної поверхні. Крім конденсаторів турбоагрегатів споживачами охолоджувальної води є системи зливу шлаків та інші системи, що викидають зливи на поверхню землі, або в гідросферу.

Під час будівництва електростанцій теплове скидання чинними нормами не обмежують, а лише вимагають, щоб підігрів води у водоймах не перевищував її природної температури, а саме влітку на 3оС, а взимку на 5оС. Таким чином, запобігання тепловому забрудненню водного басейну зводиться до переведення його у прихований стан випаровуванням нагрітої води.

***3.5.2. Вплив ГЕС на довкілля***

Використання ГЕС призводить не тільки до позитивних, але й до негативних наслідків, які завдають шкоди водним екосистемам, порушують їх умови, погіршують якість води, зменшують біопродуктивність. Наслідки гідротехнічного будівництва на екосистеми водних об'єктів можна поділити на такі типи:

морфометричні - зміна окреслення та довжини берегових ліній, перерозподіл глибин, зміна площі водного дзеркала;

гідрофізичні - збільшення та зменшення водності, перерозподіл водного стоку у просторі та часі, зміна швидкості течії, зміна водообміну та терморежиму;

гідрохімічні - зміна загальної мінералізації та іонового вмісту, зміна газового (кисневого) режиму, збільшення вмісту органічних та біологічних речовин;

токсикоекологічні та радіоекологічні параметри: збільшення вмісту важких металів, пестицидів, радіонуклідів, збільшення індексів біотестів;

гідробіологічні та біопродуктивні параметри: зміна флори та фауни, в тому числі зменшення рідкісних, цікавих та господарсько важливих видів, розвиток шкідливих видів, поява цвітіння води, заростання та заболочення водоймищ, погіршення умов самоочищення.

Утворення штучних водосховищ нерідко негативно впливало на географічні, економічні і кліматичні характеристики біосфери. З затоплених водосховищами площ переселено десятки мільйонів людей, переміщено промислові підприємства, дороги, лінії електропередач, трубопроводів тощо.

***3.5.3. Вплив АЕС на довкілля***

Ядерні відходи утворюються не лише на стадії, коли відпрацьоване паливо виймають з реакторів та відправляють на перероблення, але й у процесі видобування уранової руди, збагачення урану, виготовлення ядерного пального та в результаті аварій. Відходи залишаються радіоактивними від десятків до сотень тисяч років. Досі ядерна промисловість не знайшла безпечної технології перероблення та утилізації радіоактивних відходів.

Поступово впроваджується програма будівництва атомних блоків нового покоління - з реакторами на швидких нейтронах. Принцип дії таких реакторів полягає в тому, що вони зможуть використовувати плутоній із використаного ядерного палива як нове паливо. Під час використання і виробництва ядерного палива з плутонію можна створити на деякий час паливний замкнений цикл, який зменшив би витрати на добування та збагачення урану.

На жаль, всупереч величезним інвестиціям і дослідженням протягом останніх десятків років, реактори на швидких нейтронах залишаються технологічно небезпечними та економічно невиправданими.

Основний фактор забруднення АЕС - радіоактивність. Радіоактивність контуру ядерного реактора зумовлено активністю продуктів корозії та проникнення продуктів ядерного поділу в теплоносії. Це стосується майже всіх речовин, які взаємодіють із радіоактивним випромінюванням. Пряме викидання радіоактивних відходів попереджається багатоступеневою системою захисту. Але останнім часом усе більшої гостроти набуває екологічна проблема, пов'язана з діяльністю АЕС.

Забруднення починається на стадії видобування сировини. Після вилучення урану 90% добутої з надр породи повертається у звалища і перетворюється на джерело забруднення атмосфери радіоактивним газом радоном, який викликає у ссавців рак легенів. Кількість радіоактивних відходів зростає на стадії збагачення руди. В результаті роботи реактора радіоактивним стає все, що контактує з відпрацьованим ядерним паливом (машини, контейнери, обладнання, одяг персоналу). Все це необхідно ховати та охороняти сотні років, щоб не потрапило до зловмисників. АЕС виробляє сотні видів радіоактивних речовин, яких раніше не було в біосфері і до яких живі істоти не пристосовані.

***3.6. Альтернативні джерела енергії***

До альтернативних джерел енергії відносять енергію вітру, сонця, геотермальну, припливну та відливну та ін. Однак під час побудови схем енергопостачання слід брати до уваги, що енергія цих джерел змінна в часі та просторі, тобто не є стабільною, але самовідновною.

Енергія вітру. За висновками вчених загальний річний вітроенергетичний потенціал Землі в 30 разів перевищує річне споживання енергії людством усієї земної кулі. Енергія, що надходить від вітрових електростанцій (ВЕС), на сьогодні покриває зовсім малий відсоток світових потреб, їх внесок у забезпечення теплом і світлом зростатиме в міру виснаження запасів викопного палива.

Для нормальної роботи вітроенергетичних двигунів середньорічна швидкість вітру повинна бути не меншою за 4-5м/сек. В Україні до таких місць належать узбережжя Чорного моря, особливо Крим, Карпати та південні степові райони. Ефективнішим використання енергії вітру буде, якщо ВЕС встановити на платформі у морі, вітри там більш постійні, ніж на суші.

Енергія Сонця. Сонце являє собою віддалений від Землі термоядерний реактор, в якому відбувається поєднання двох ядер водню в ядро гелію (рис. 3.10). За орієнтовними розрахунками, якщо енергію сонячного випромінювання прийняти за 100%, то лише 15% її досягає поверхні Землі.

При цьому Земля отримує близько 13 Вт/м енергії. Цей показник відомий як сонячна стала. Енергія потрапляє головним чином за рахунок електромагнітного випромінювання в спектральному діапазоні від коротких хвиль довжиною 30 м до рентгенівських хвиль довжиною 10-10 м. Сонце - це невичерпне джерело екологічно чистої енергії, але воно не може використовуватися рівномірно.

Енергію сонця можна перетворити в електроенергію за допомогою геліоенергетичних установок. В експериментальних системах величезна кількість керованих комп'ютером дзеркал спостерігають Сонце і фокусують сонячне світло на центральному пункті збору сонячної енергії, що зазвичай розташований на горі, або високій вежі. Це високо- концентроване сонячне світло забезпечує розігрів теплоносія, який під високим тиском подається на лопаті турбіни, що виробляє електричний струм.

Термоядерна енергетика. У зв'язку з великою потенційною небезпекою АЕС для біосфери вчені та енергетики сьогодні покладають надії на добування енергії за допомогою термоядерних електростанцій (ТЯЕС). І хоча в світі не діє жодна ТЯЕС, є переконання, що цей спосіб добування енергії стане головним у ХХІ сторіччі і витіснить АЕС та ТЕС.

На ТЯЕС енергія добуватиметься внаслідок злиття легких ядер ізотопів водню (дейтерію та тритію) та утворення зони ядер гелію. Він матиме безумовні переваги над тими, що використовують сьогодні на АЕС та ТЕС:

* внаслідок термоядерної реакції не утворюються радіонуклідів, оскільки продуктом реакції є нерадіоактивний газ - гелій;
* ТЯЕС мають бути безпечними в роботі, бо їх конструктивне рішення передбачає, що за будь-якого пошкодження чи порушення автоматично зупиняється реакція і вимикається реактор;
* у термоядерному реакторі водночас міститиметься лише декілька грамів дейтерію та тритію (порівняно з 180 т палива в реакторі АЕС).

Робота термоядерного реактора супроводжується потужним нейтронним випромінюванням, а отже радіоактивним забрудненням конструкцій станції; тому по закінченні їх експлуатації реактори необхідно розбирати та захоронювати (так само, як і реактори АЕС).

Енергія припливів і коливань хвиль. У більшості сучасних перетворювачів енергії використовуються водно-повітряні колони (рис. 3.14). У широкій вертикальній трубі під час проходження хвилі рівень води піднімається та опускається, наче поршень у циліндрі. Під час піднімання води повітря у верхній частині колони стискається і спрямовується до турбіни, пов'язаної з електро­генератором.

Геотермальна енергія - це теплота вулканічних осередків, парогідротерм і глибоко залеглих гірських порід, яка є одним із видів нетрадиційних джерел енергії, готових для практичного використання.

Геотермальні ресурси - це частина теплової енергії твердої, рідкої та газоподібної фаз земної кори, яку можна ефективно видобувати із надр і використовувати для теплопостачання споживачів або на виробництво електроенергії. Їх поділяють на гідротермальні ресурси - теплота пари і термальних вод, та петрогеотермальні ресурси - теплота гірських порід.

Гідротермальні джерела, у свою чергу, поділяють на водяні, пароводяні та парові.

Воднева енергетика[[1]](#footnote-1). До надзвичайно перспективних і екологічно привабливих джерел добування теплової та електричної енергії належить водень, який має високу теплотворну здатність і є екологічно чистим паливом, оскільки в результаті його згоряння утворюється лише водяна пара. Головними перевагами водню разом з екологічністю є практично невичерпна ресурсна база для його одержання та можливість універсального використання (в енергетиці, на транспорті, в елементах живлення різних електронних пристроїв тощо).

Біоенергетичні технології. Життя та діяльність людей супроводжуються утворенням великої кількості органічних відходів - побутове сміття, каналізаційні стоки, відходи виробництва сільського­сподарської продукції (солома, лушпиння тощо), деревообробки (тирса, обрізки, гілки, хвоя тощо). Звалища навколо великих міст забирають величезні площі, забруднюють повітря, ґрунт і воду. А тим часом розроблено технології, що дають змогу добувати з цих відходів енергію (сконструйовано, наприклад, установки, в яких відходи спалюються, даючи тепло й електроенергію), а також різні корисні матеріали (скло, метали та ін.).

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Які існують джерела енергії?
2. Роль електроенергетики?
3. Енергетичний баланс України.
4. У чому полягає принцип роботи ТЕС?
5. Який негативний вплив ТЕС на довкілля?
6. Які існують заходи усунення шкідливого впливу ТЕС на довкілля?
7. Назвіть особливості роботи ТЕЦ.
8. У чому полягає негативний вплив ТЕЦ на довкілля?
9. Роль атомної енергетики в Україні.
10. Які основні показники роботи АЕС?
11. Який техногенний вплив чинять на довкілля АЕС?
12. Які існують заходи зменшення шкідливого впливу АЕС на довкілля?
13. Принцип роботи ГЕС.
14. Перспективи використання ГЕС на малих і середніх річках.
15. Який вплив гідротехнічного будівництва на водні екосистеми?
16. Який негативний вплив ГЕС на довкілля?
17. Що таке ГАЕС і який їх вплив на довкілля?
18. Переваги і недоліки геліоенергетики.
19. Вітрові електростанції, переваги і недоліки.
20. Яка роль вітру та сонця для зменшення тиску енергетики на довкілля?
21. Термоядерна енергетика та її перспективи.
22. Які переваги та недоліки термоядерної енергетики?
23. Воднева енергетика та її перспективи.
24. Які переваги та недоліки водневої енергетики?
25. Які очікувані наслідки розвитку ядерної енергетики?
26. Геотермальна енергія та перспективи її використання в Україні.
27. Енергія коливань хвиль.
28. Біоенергетика, переваги і недоліки.
29. Перспективи використання біоенергетики в Україні.
30. Які заходи захисту від шкідливого впливу електроенергетики на довкілля?

1. [↑](#footnote-ref-1)