§3.3. Енергетика і її вплив на довкілля

Енергетика - двигун і основа господарської діяльності люд­ства. У попередніх розділах ми розглянули механізми викорис­тання й перетворення енергії Сонця біологічними системами. Людське суспільство, будучи системою соціальною, змушене саме виробляти енергію для власних потреб. Джерелами цієї енергії здебільшого є мінеральне паливо (вугілля, нафта, при­родний газ) — продукти мільйоннорічної життєдіяльності жи­вих організмів — своєрідна спадщина біосфери минулих епох, ядерне паливо (в основному — один з природних ізотопів урану — V135), та енергія падіння води.

На нинішній час потужність усіх джерел енергії на Землі, які використовує людство, становить величину порядку 1013 Вт. Еквівалентна потужність сонячної енергії, що надходить на Землю, ста­новить 1017 Вт. З урахуванням екологічних і термодинамічних по­казників потужність усіх енергетичних установок на планеті не може бути збільшена більш ніж у 10 разів (це не стосується джерел, які використовують сонячну енергію). Проте дане обмеження врахо­вує лише теплове забруднення середовища. Тим часом, кожен з існу­ючих широко використовуваних типів енергоустановок спричиняє цілу низку різноманітних негативних впливів на навколишнє сере­довище.

Теплова енергетика. Теплові електростанції (ТЕС) виробля­ють 60-80% електроенергії у нашій країні. Вони працюють на твердому (вугілля), рідкому (мазут) або газоподібному (природний газ) паливі. ТЕС викидають у атмосферу коло 30% загального об­сягу всіх шкідливих промислових відходів. Вони істотно вплива­ють на навколишнє середовище району їх розташування і на стан біосфери загалом.

Вугілля — найпоширеніший вид викопного палива на планеті. Спеціалісти вважають, що його запасів вистачить на 500 років. Крім того, поклади вугілля поширені в світі більш-менш рівно­мірно і воно є економічнішим, ніж нафта. Тому споживання ви­сокоякісного вугілля буде продовжувати зростати. При спалюванні вугілля в атмосферу викидаються летка зола з частками незгоріло-го палива, сірчистий і сірчаний ангідриди, оксиди азоту, сполуки фтору, а також газоподібні продукти неповного згоряння палива. Летка зола часто містить шкідливі домішки — миш'як, двоокис кремнію, вільний оксид кальцію. Одним із перспективних шляхів зниження викидів при спалюванні вугілля є вдосконалення техно­логії, зокрема спалювання у так званому "киплячому шарі" з вико­ристанням спеціального каталітичного генератора. Дана техноло­гія дозволяє значно підвищити ККД енергоустановки з одночас­ним зменшенням викидів у атмосферу шкідливих продуктів згоряння вугілля.

При спалюванні рідких палив (мазутів) з димовими газами в атмосферне повітря потрапляють сірчистий і сірчаний ангідри­ди, оксиди азоту, газоподібні й тверді продукти неповного зго­ряння палива, сполуки ванадію, солі натрію та ін. З екологічних позицій рідке паливо є "чистішим", ніж тверде. При цьому повністю відпадає проблема шлаковідвалів, які займають значні площі, виключають їх використання і є джерелом постійних заб­руднень атмосфери в районі станції через переноси частинок золи вітрами. У продуктах згоряння рідких видів палива немає леткої золи, проте є велика кількість сполук сірки, викиди яких у атмосферу є основною причиною сумнозвісних "кислотних дощів". Зменшення викидів сірчаних сполук в атмосферу мож­на досягти трьома шляхами: очищенням нафтового палива від сірки на нафтопереробних заводах; переробкою палива на ТЕС до його спалювання з метою отримання малосірчистого газу; очисткою димових газів від оксидів сірки.

Разом з цим, спалювати нафту, як казав великий російський уче­ний Д.І.Менделєєв — все одно, що топити пічку асигнаціями. Тому частка використання рідкого палива в енергетиці останнім часом істотно зменшується. Ця тенденція буде й надалі посилюватися у зв'язку з розширенням використання рідкого палива в інших галузях господарства: на транспорті, в хімічній промисловості.

Використання природного газу сприяє підвищенню ККД енер­гоустановок, зниженню затрат на їх обслуговування, різкому по­кращенню екологічної ситуації, особливо у великих містах. Якщо рівень забруднення атмосферного повітря при використанні вугі­лля прийняти за одиницю, то спалювання мазуту дасть 0,6, а ви­користання природного газу — 0,2. При спалюванні природного газу єдиним істотним забруднювачем атмосфери є оксиди азоту. Проте їх викиди в середньому на 20% менші, ніж при спалюванні вугілля. Таким чином, природний газ є екологічно найчистішим видом палива.

Потужні ТЕС відводять з підігрітими скидними водами в річки, озера і штучні водосховища велику кількість тепла, що впливає на термічний і біологічний режим водойм.

Атомна енергетика. Атомні електростанції наносять меншу шко­ду довкіллю, ніж теплові. За станом на 1986 р. у світі діяло понад 350 енергетичних атомних реакторів сумарною потужністю понад 250 ГВт. Частка електроенергії, що вироблялась на АЕС, у той час становила в Болгарії — 30%, Швейцарії — 39, Бельгії — 50, Франції — 65%. Вважалося, що до 2000 р. ядерна енергетика буде забезпечувати понад 20% світового виробництва електроенергії. Більш ніж 40-річний досвід використання АЕС переконливо довів їхню жит­тєздатність, економічність і відносну екологічну чистоту. З іншого боку, наслідки аварій на ядерних реакторах свідчать про серйозну небезпеку. У світі зафіксовано понад 150 аварій на АЕС, які супро­воджувалися витоком радіації. Окремі з них — у США, ФРН, Вели­кобританії, мали дуже серйозний характер і призвели до важких економічних, екологічних та психологічних наслідків. Найбільшою катастрофою стала аварія на Чорнобильській АЕС в Україні у 1986 р.

На жаль, при експлуатації ядерних енергоустановок завжди існує певна імовірність виникнення аварії. Причинами таких аварій найчастіше бувають відхилення у режимі роботи реактора, а також ситуації, що супроводжуються викидом радіоактивних речовин. Аналіз радіаційної ситуації під час аварій реакторів показує, що найбільша небезпека радіоактивного забруднення довкілля пов'я­зана з викидом "довгоживучих" радіонуклідів — цезію-137, строн-цію-90 і плутонію. За потужності реактора в 100 кВт забруднення території у безвітряну погоду може охоплювати площу в радіусі 5,7 км, за потужності в 1 МВт - 18 км, 10 МВт - 87 км, 50 МВт - 128 км, 100 МВт - 180 км.

Перехід від мінерального палива до ядерного значно зменшує хімічне забруднення середовища. Спеціалісти підрахували, що якби всі діючі на 2000 р. на планеті електростанції умовно переве­сти на вугілля, то рівень забруднення атмосфери зріс би в 1000 разів. А якщо всі станції зробити атомними, то цей показник у 10 разів зменшиться порівняно з існуючим рівнем. Але при цьому зростає теплове забруднення. Під час виробництва однакової кількості елек­троенергії теплові викиди в атмосферу і воду на сучасній АЕС у 3-4 рази перевищують викиди від ТЕС. Атомна електростанція серед­ньої потужності, яка виробляє 3000 МВт електроенергії, виробляє крім того 5800 МВт тепла.

Поза тим, виникають значні проблеми захоронення радіоак­тивних відходів — відпрацьованого ядерного палива.

Гідроенергетика могла б вважатися найбільш екологічно без­печним шляхом отримання електроенергії, якби не побічні наслідки будівництва й експлуатації гідроелектростанцій (ГЕС). Вона потребує спорудження гребель і водосховищ, які змінюють при­родний гідрологічний режим річок і спричиняють зміни локаль­них кліматичних умов. Епоха гідроенергетики в Україні почалася із славнозвісного "Дніпрогесу" у 20-х роках минулого століття. З того часу на Дніпрі постала ціла низка ГЕС, які, виробляючи коло 2% всієї електроенергії в країні, стали причиною затоплення со­тень тисяч гектарів родючих заплавних земель, а їхні водосховища "зацвітають" мало не щоліта і становлять серйозну небезпеку для здоров'я людей, які споживають звідти воду. Порушення гідролог­ічного режиму Дніпра, крім того, спричинило до зменшення чи­сельності і навіть зникнення популяцій багатьох цінних промисло­вих видів риб, зокрема осетрових, які не можуть потрапити до своїх нерестових місць через греблі та шлюзи. Навряд чи такі втрати мож­на виправдати покращенням судохідності ріки або необхідністю зро­шення посушливих земель нашого Півдня (особливо враховуючи надзвичайно низьку ефективність використання земельних ресурсів в Україні загалом).

Світовий досвід на прикладі Норвегії, Канади, США і Нової Зе­ландії показує, що потужні ГЕС краще всього споруджувати в гірських районах, де вони максимально ефективно використову­ють енергію водного потоку, а водосховища затоплюють вузькі ущелини і до того ж сприяють запобіганню катастрофічних па-водків у річкових басейнах. Ще один перспективний напрямок використання енергії води полягає у спорудженні малих ГЕС (МГЕС). Вони практично не змінюють природні умови, не затоп­люють великі земельні площі, поліпшують водообмін і аерацію води. МГЕС потужністю 1 МВт може забезпечити енергією до 500 повністю електрифікованих сучасних жилих будинків у сільській місцевості. При потужності 10 МВт енергії вистачає для електро­постачання великого селища. МГЕС можуть служити надійним маневровим резервом промислових підприємств. Тому в останні роки в багатьох зарубіжних країнах (США, Австралія та ін.) ви­являють підвищену увагу до впровадження енергоустановок дано­го типу.

Таким чином, жоден з найбільш використовуваних шляхів от­римання електроенергії не є екологічно безпечним. Тому з цієї точ-

ки зору енергетика повинна розвиватися у першу чергу в напрямку підвищення безпеки експлуатації енергоустановок, впроваджен­ня безвідходних технологій використання палива і розробки аль­тернативних "чистих" джерел енергії.

Існує багато розробок і технічних рішень щодо використання екологічно чистих джерел енергії та енергоустановок. Розгля­немо коротко деякі з них.

Вітрові електростанції. Енергія вітру екологічно чиста, але можливості її використання в різних місцях неоднакові. Для нормальної роботи вітрових двигунів мінімальна швидкість вітру повинна становити в середньому за рік 4-5 м/с, а оптимальна — 6-8 м/с. Для цих установок шкідливі й ураганні вітри, які можуть їх поламати. Найбільш сприятливі зони для використання вітрової енергії — узбережжя морів і океанів, степи, тундри, високогір'я. По­тужність існуючих на даний час ВЕС становить від 15 кВт до 7 МВт. У 1994 р. загальна потужність вітрових електростанцій світу стано­вила 3,7 ГВт. До країн з найбільшим генеруванням вітрової енергії належать Німеччина, Великобританія та Індія, до них наближають­ся Аргентина, Бразилія, Болівія, Чилі, Китай, Єгипет, Індонезія. Під час роботи ВЕС навколишнє середовище не зазнає ніяких заб­руднень. Єдині негативні впливи — це низькочастотний шум пра­цюючих вітряків та випадкова загибель птахів, що потрапляють у лопасті вітродвигунів.

Енергія океану — одна з найбільш екологічно чистих. Вона може використовуватися в припливних електростанціях (ПЕС), хвильових електростанціях (ХВЕС), електростанціях морських течій (ЕСМТ). Це джерело невичерпної і в перспективі — еконо­мічно дешевої енергії.

Тільки потужність припливів складає біля 1000 ГВт, що співрозмірне з енергетичним потенціалом усіх рік Землі. Чергу­вання припливів — відпливів проходить щодоби через кожні 6 годин. ПЕС використовують обидві фази. Вони вже діють у Франції й Канаді.

Морська хвиля середніх розмірів несе близько 90 кВт енергії на 1 кв.м узбережжя. У Японії працює плаваюча електростанція, яка працює на енергії морських хвиль. її потужність — 2 МВт.

Існують також ПТЕС — енергоустановки, які використовують тем­пературний градієнт (різницю температур) між верхніми й нижніми шарами моря.

Широке впровадження морських електростанцій різних типів стримується відносно високою їх вартістю. Проте фахівці дійшли висновку, що їх енергетичний баланс (відношення одержаної та затраченої енергії) може бути вищим, ніж у АЕС і ТЕС. Тому в найближчому майбутньому можливе спорудження великих електростанцій даного типу.

Термоядерний синтез — нове джерело енергії, яке дозволяє ви­користовувати практично необмежені природні енергетичні ре­сурси. Дана реакція — протилежна тій, що проходить у ядерному реакторі, де важкі елементи розщеплюються на легкі. В реакції термоядерного синтезу, як і на Сонці, приймають участь ядра легких елементів — водню та його ізотопів. При цьому вивіль­няється колосальна енергія. Термоядерний реактор екологічно чистіший від атомного, це джерело енергії майбутнього.

Геотермальна енергетика базується на використанні глибин­ного тепла Землі. Геотермальні електростанції по компоновці, обладнанню й експлуатації аналогічні традиційним ТЕС, проте на відміну від останніх не викликають небажаних екологічних наслідків і використовують "дармову" енергію земних надр. Такі енергоустановки особливо поширені у активних вулканічних районах планети — в Ісландії, Новій Зеландії, Японії тощо.

Сонячна енергія — виключно чистий вид енергії, що не заб­руднює навколишнє середовище. її використання не пов'язане з ніякою біологічною небезпекою, і головне: використання со­нячної енергії у великих масштабах не порушує енергетичного балансу планети. Вже розроблені високотемпературні геліокон­центратори, що дозволяють отримувати температуру до 4000° С. Сумарна потужність сонячної енергії, що надходить до поверхні Землі, становить 20 000 ГВт. Річний прихід сонячної енергії на Землю еквівалентний спалюванню 1,2 • 1014 т умовного палива, що у 20 разів перевищує всі розвідані в світі запаси органічного палива (6 10|2т умовного палива). Великомасштабне виробниц­тво енергії на сонячних електростанціях (СЕС) пов'язане з пев-

ними труднощами, оскільки джерело сонячної енергії має низьку щільність радіації (в середньому 1 кВт на 1 м2). Тому необхідна ве­лика площа поверхні енергоприймачів, яка іноді сягає десятків квадратних кілометрів. Через значну вартість одиниці поверхні енергоприймальних модулів створення потужних СЕС вимагає великих затрат. Тому потужності існуючих СЕС поки що не пере­вищують 1 МВт.

Біоенергетика. Донедавна вважалося, що паливо з гною та інших органічних відходів не може конкурувати з природним газом і нафтопродуктами. Проте останнім часом цю точку зору було переглянуто, перш за все з екологічних позицій. Тисячі тва­ринницьких ферм і птахофабрик катастрофічно забруднюють стічні води, які потрапляють у природні водойми. Брудні стоки тваринницьких ферм і сміттєсховищ можна переробляти різни­ми способами, використовуючи при цьому вивільнену енергію.

Анаеробне бродіння — процес, за допомогою якого можна пе­реробляти будь-яку органіку. В результаті бродіння виділяється біогаз — метан. З 1 т органічної сухої речовини гною можна от­римати 6000 кубометрів біогазу, тобто 400 кг умовного палива. Залишки переробки є високоякісним органічним добривом.

Біоконверсія — біологічна переробка органічних відходів про­мисловості, сільського й комунального господарства. Це склад­ний мікробіологічний процес, у якому приймають участь різно­манітні гідролітичні, ацетоногенні, метаноутворюючі та гомоа-цетатні бактерії. Продуктом біоконверсії є біогаз (метан) та шлам — високоякісне азотне добриво.

Технологія одержання біогазу дуже проста і не вимагає додат­кових джерел енергії. Для цього використовуються спеціально розроблені установки — біореактори. Застосування біореакторів є перспективним перш за все у сільській місцевості. Крім того, вони сприяють зменшенню обсягів використання на паливо цінної деревини, що є проблемою в багатьох країнах, які розвиваються.