**Лекція №7**

**Вплив техніки та енергетики на біосферу**

**7.1 Загальні питання взаємодії традиційної енергетики з довкіллям**

Під традиційною енергетикою ми розуміємо енергогенерувальні потужності, які є тепер і залишаться, як мінімум на найближчі 20–50 років, підвалиною існування та розвитку цивілізації. Зупинімося на тій частині проблеми, яка пов’язана з енергогенерувальними установками: електростанціями (ТЕС, ГЕС, й АЕС), опалювальними та опалювально-виробничими котельними – головними джерелами енергопостачання.

Названі типи енергоустановок по-різному впливають на довкілля. Це наочно видно з табл.16.1 та рис.16.1, де зображено узагальнену схему чільних видів дії енергетики на природне середовище і його компоненти.

Узагальнюючи наведені в них впливи енергетичних об’єктів на біосферу, можна виділити кілька груп найважливіших взаємодій. Ось найголовніші з них:

- водоспоживання і водовикористання, що зумовлює зміни в природному матеріальному балансі водного середовища (перенесення солей, живильних речовин тощо.);

- осідання на поверхні води твердих викидів з атмосфери, викликаних продуктами згорання органічного палива; це змінює властивості води, її забарвлення, альбедо та ін.;

- випадання на поверхню продуктів викидів в атмосферу, зокрема кислот і кислотних залишків; металів і їхніх сполук, канцерогенних речовин у вигляді твердих частинок і рідких розчинів;

- викидання безпосередньо на поверхню суші й води продуктів спалювання твердого палива (зола, шлаки), а також продуктів продувань, очищення поверхонь нагріву (сажа, зола тощо.);

- викидання на поверхню води й суші рідкого і твердого палива під час транспортування, переробки, перевантаження;

- викидання твердих і рідких радіоактивних відходів, що характеризуються умовами їхнього розповсюдження в гідро й літосфері;

- викидання теплоти, наслідком чого можуть бути: постійне локальне підвищення температури у водоймищі; тимчасове підвищення температури; змінення умов льодоставу, зимового гідрологічного режиму; паводків; зміна в розподілах опадів, випаровувань, туманів;

Таблиця 7.1 - Основні чинники впливу енергетичних об’єктів на компоненти довкілля

****

- створення водосховищ у долинах річок або з використанням природного рельєфу поверхні, а також створення штучних ставків-охолоджувачів, що спричинює: зміну якісного й кількісного складу річкових стоків, змінення гідрології водного басейну; збільшення тиску на дно, проникнення вологи в розломи кори та зміну сейсмічності; змінення умов рибальства, розвиток планктону і водної рослинності; зміну мікроклімату, відпочинку, спортивних занять, бальнеологічних та інших чинників водного середовища;

- зміна ландшафту внаслідок спорудження різнорідних енергетичних об’єктів, споживання ресурсів літосфери, зокрема: вирубка лісів; вилучення із сільськогосподарського обороту орних земель, лугів; взаємодія берегів з водосховищами;

- вплив викидів, виносів і зміненого характеру взаємодії водних басейнів та суші на структуру і властивості континентальних шельфів.

Домішкові забруднення можуть сумарно впливати на природний кругообіг і матеріальні баланси тих або тих речовин між гідро-, літо- й атмосферою. Спільною для всіх джерел енергії, як традиційної, так і нетрадиційної, є проблема теплових викидів.

Усі названі взаємодії пов’язані між собою, і кожна з них не може розглядатися ізольовано. Крім того, механізм взаємодії в будь-якій з груп заснований на різнорідних фізичних і фізико-хімічних процесах та явищах.

Різноманітність таких чинників, їхній взаємозв’язок як з повітряним середовищем, так і з поверхнею й надрами планети зумовлює потребу в багатобічному аналізі, зі взяттям до уваги даних географії, метереології, кліматології та інших наукових дисциплін. А це потребує узагальненого системного підходу до проблеми впливу енергетики на екологію, заснованого на ретельному аналізі всіх складових цього процесу.

****

Рисунок 7.1 - Основні види впливу енергетики на довкілля

**7.2. Взаємодія ТЕС із довкіллям**

З-посеред усіх типів електростанцій найбільший неґативний вплив на довкілля чинять ТЕС. Це пов’язано, здебільшого, з екологічними аспектами спалювання органічного палива. Ураховуючи комплексний характер проблеми, скористаймося методологією системного аналізу щодо взаємодії енергетики і довкілля. У цьому випадку можна побудувати характерну схему, що пов’язує всі взаємодії сучасних ТЕС із довкіллям, зваживши на дані про елементарні процеси, які відбуваються під час спалювання речовини і перетворення теплової енергії на механічну роботу, а потім на електричну енергію.

Така типова схема наведена на рис.16.2. Стрілками показано напрями основних характеристик взаємодій енергетичного устаткування ТЕС з атмо-, гідро- й літосферою. Викопне паливо видобувають із надр і після збагачення й переробки подають у топку парогенератора ПГ. Щоб забезпечити спалювання речовини, з атмосфери в топку подається повітря. Утворені при цьому продукти згорання, передають основну частину теплоти робочому тілу енергетичної установки, частина теплоти розсіюється в довкілля, а частина потрапляє з продуктами згорання в димар – і далі в атмосферу.

Залежно від початкового складу палива продукти згорання, що викидаються в атмосферу, містять оксиди азоту (NOx), оксиди вуглецю (СОх), оксиди сірки (SOx), вуглеводні, водяну пару води та інші речовини в твердому, рідкому і газоподібному стані, які є головними забруднювачами довкілля (табл.16.2, 16.3).

Забруднення атмосфери дрібними твердими частинками золи пов’язане, головним чином, з використанням вугілля, що заздалегідь подрібнюється в спеціальних млинах, як палива. Утім, за правильної організації процесу спалювання і застосування сучасних фільтрів з ККД 95-99%, їхня кількість може бути зведена до потрібного мінімуму.

У процесі спалювання рідкого палива (мазуту) до атмосфери разом з викидами надходять: оксиди сірки й азоту, газоподібні та тверді продукти неповного згорання палива, сполуки ванадію.

Під час спалювання природного газу в атмосферу також потрапляють оксиди азоту, але їх утворюється значно менше, ніж під час спалювання мазуту. Це пояснюється не тільки властивостями самого палива, а й особливостями процесів спалювання. Очевидно, що природний газ сьогодні — найчистіший вид енергетичного палива.

Таблиця 7.2 - Усереднені показники забруднення атмосфери ТЕС



Одним із чинників впливу вугільних ТЕС на довкіля є викиди систем складування, транспортування, пилеприготування і золовидалення (пилове забруднення, виділення продуктів окиснення палива). По-різному впливають на довкілля системи видалення твердих компонент продуктів згорання — шлаків і золи, що видаляються з топки і створюють золошлаковідвали на поверхні літосфери.

У паропроводах від парогенератора до турбоаґреґату Т, як і в корпусах та ресиверах турбогенератора, відбувається передача теплоти навколишньому повітрю. У конденсаторі К, а також у системі регенеративного підігріву живильної води, що включає регенеративні водопідігрівачі РВП, конденсатні КН і живильні насоси ПН, теплота конденсації й переохолодження конденсату сприймається охолоджувальною водою, яку подають циркуляційними насосами ЦН. Перетворення механічної роботи на електричну енергію в електрогенераторі Г також супроводжується втратами, які зрештою обернуться теплотою, передаваною атмосферному повітрю. Робота обертових механізмів, апаратів- змішувачів, трансформаторів пов’язана з розповсюдженням у довкіллі акустичних дій, а робота трансформаторних підстанцій ТП, ліній електропередач ЛЕП, як і всіх електричних машин, пов’язана зі впливом електромагнітних полів і тепловиділеннями в довкілля.

Особливу групу вод, використовуваних ТЕС, становлять охолоджувальні води, які забирають з водоймищ на охолодження поверхневих теплообмінних апаратів — конденсаторів парових турбін, водо-, мастило-, газо- і повітреохолоджувачів. Ці води можуть привносити у водоймище велику кількість тепла. Так, з конденсаторів турбін відводиться приблизно до двох третин усієї кількості тепла, одержуваного у процесі згорання палива. Це набагато перевершує суму тепла, що відводиться від інших охолоджуваних теплообмінників. Тому з охолодженням конденсаторів звичайно пов’язують так звані “теплові забруднення” водоймищ скидними водами ТЕС й АЕС.

Про кількість тепла, що відводиться з охолоджувальною водою окремих електростанцій, можна судити зі встановлених енергетичних потужностей. Середня витрата охолоджувальної води і кількість відведеного тепла, що припадає на 1 000 МВт потужності, становлять для ТЕС відповідно 30 м3/с і 4 500 Гдж/г, а для АЕС з турбінами насиченої пари середнього тиску – 50 м3/с і 7 300 Гдж/г.

Окрім конденсаторів турбоаґреґатів, споживачами охолоджувальної води є мастилоохолоджувачі МО, системи зливу на поверхню ґрунту або в гідросферу. Решта споживачів технічної води (системи золо- і шлаковидалення, хімводоочищення, охолодження і промивання устаткування) споживає близько 7% загальної витрати води. Водночас саме ці споживачі води вірогідно є основними джерелами домішкового забруднення. Під час промивання поверхонь нагріву котлоаґреґатів у серійних блоках ТЕС потужністю 300 МВт утворюється до 10 000 м3 розбавлених розчинів соляної кислоти, їдкого натру, аміаку, солей амонію, заліза й інших речовин. Одним з компонентів, що забруднюють довкілля, постає шумова дія. Енергетичне устаткування, як правило, є джерелом значного шуму. Проте, основні джерела шуму (парові котли, турбіни, генератори, редукційно-охолоджувальні пристрої) розташовані всередині приміщення ТЕС. Тому вони, зазвичай, посутньо не впливають на прилеглу до ТЕС територію.Від устаткування, розміщеного поза головним корпусом, шум може поширюватися за межі території станції. Ця обставина, характерна для всіх типів електростанцій, найбільше значення має для ТЕЦ, які розташовані звичайно в міському масиві. Їхній вплив на райони житлової забудови може виявитися істотним. Джерелом постійного шуму, що неабияк діє на навколишній район, є тягодуттьові машини, газорозподільні пункти, транс-форматори, градирні, місця забору повітря з атмосфери або на виході з димаря. Сильними тимчасовими джерелами шуму є скидання продувки пари в атмосферу.

Таблиця 7.3 - Основні забруднювачі атмосферного повітря





Рисунок 7.2 – Схема взаємодії ТЕС і довкілля

**7.3 Взаємодія АЕС із довкіллям**

Особливістю атомної енергетики є мізерна витрата ядерного палива, що забезпечує виділення величезної кількості енергії (тепла). Для АЕС потужністю 1 млн кВт на добу потрібно всього лише 3 кг U235 замість 7 100 т у.п., як для ТЕС такої самої потужності.

Головна відмінність між ТЕС і АЕС полягає в тому, що у схемі останньої замість котла, який працює на органічному паливі, є атомний реактор, а також специфічний парогенератор особливої конструкції. Решта устаткування, а отже, і вплив цієї частини АЕС на довкілля, не відрізняється від устаткування ТЕС: парова турбіна, електричний генератор, конденсатор, водяний насос та ін.

Розвиток ядерної енергетики переважно базується на АЕС із реакторами, охолоджуваними водою під тиском, а також з канальними реакторами, охолоджуваними киплячою водою (реактори більшої потужності канальні — РБПК). Реактори типу ВВЕР дістали у світовій енергетиці найширше застосування (близько 60%). За останні 25 років конструкція реакторів практично не зазнала істотних змін. Експлуатовані в Україні АЕС обладнані блоками потужністю 440 МВт з ВВЕР і 1 000 МВт з ВВЕР і РБПК.

Саме реактор ВВЕР спричинив Чорнобильську катастрофу. Причиною аварії став надзвичайний збіг найнесприятливіших чинників і прикрих помилок експлуатаційного персоналу. Розроблено і вже вживаються заходи щодо підвищення безпеки водо-водяних реакторів. Концепція безпеки реакторів ВВЕР другого покоління практично виключає можливості серйозного пошкодження активної зони через плавлення ядерного палива або внаслідок неприпустимої швидкості виділення енергії. Таким чином, проблема взаємодії АЕС із довкіллям, що виникла разом з атомною енергетикою, посіла й посідає важливе місце в ПЕК.

На рис.16.3. подана узагальнена модель взаємодії АЕС із довкіллям. Виділення енергії в процесі реґульованої ланцюгової реакції поділу атомів урану, торію і плутонію відбувається в ядерному реакторі (Р). Перетворення кінетичної енергії уламків і продуктів поділу відбувається в активній зоні реактора, в якій майже вся енергія ядерної реакції передається теплоносію. Прямому виходу радіоактивних відходів (р. в.) ядерних реакцій у довкілля запобігає багатоступінчата система радіаційного захисту, що діє як в умовах нормальної експлуатації, так і в аварійних ситуаціях. За нормальної експлуатації АЕС радіоактивність контуру ядерного реактора обумовлена активізацією продуктів корозії та проникненням у теплоносій продуктів поділу. Наведеній активності піддають практично всі речовини, що взаємодіють із радіоактивним випромінюванням.

У схемах АЕС передбачено пристрої, потрібні для збору активних речовин і видалення їх у вигляді рідких, газоподібних або твердих відходів. Рідкі відходи містять радіоактивні ізотопи стронцію, цезію, водню та інших елементів. Радіоактивність рідких і газоподібних викидів у різних АЕС відрізняється на кілька порядків, але в переважній більшості випадків сумарні викиди значно нижчі за гранично припустимі рівні (ГПР).

Систематичні спостереження за дією АЕС на водне середовище у процесі нормальної експлуатації не виявили істотних змін природного радіоактивного фону. За встановлених припустимих рівнів впливу ядерної енергетики на гідросферу й наявних методів контролю над викидами діючі типи ядерних енергетичних установок не загрожують локальним і глобальним рівноважним процесам у гідросфері та її взаємодії з іншими складовими географічної оболонки Землі.Відповідно до «Правил ядерної безпеки АЕС» МАГАТЕ, проекти всіх систем і компонент АЕС, що впливають на ядерну безпеку, мають містити докладний аналіз усіх можливих відмов складових елементів, виокремлювати небезпечні відмови й оцінювати їхні наслідки. Урахувавши поширення викидів під час аварій на АЕС, установлюються санітарно-захисні зони.

Усі інші види дій АЕС на гідро- і літосферу, не пов’язані з радіоактивністю (вплив системи водопостачання, підвідних і відвідних каналів, фільтрів), якісно не відрізняються від аналогічних дій ТЕС.



Рисунок 7.3 – Схема взаємодії АЕС і довкіллям

Основне тепловиділення АЕС у довкілля, як і на ТЕС, відбувається в конденсаторах паротурбінних установок. Одначе питомі тепловиділення в охолоджувальну воду в АЕС є значнішими, ніж у ТЕС, унаслідок більшої питомої витрати пари. Це визначає істотні питомі витрати охолоджувальної води. У зв’язку з цим на більшості нових АЕС передбачено встановити градирні, в яких теплота відводиться безпосередньо в атмосферу. Потім охолоджувальна вода надходить до ставка-охолоджувача, призначеного для забезпечення замкнутої системи водопостачання АЕС.

Споживання повітря на АЕС визначається потребами в розбавленні забруднюючих викидів і в забезпеченні нормальних умов життєдіяльності персоналу. Витрату повітря на АЕС з тепловими реакторами різні автори оцінюють у межах (15–20)⋅106м3/рік на 1МВт установленій потужності.

Найскладнішою екологічною проблемою у процесі експлуатації АЕС є поховання великотонажних радіоактивних відходів, що утворюються під час демонтажу елементів устаткування і є радіоактивними навіть після закінчення терміну служби або з інших причин, а також відпрацьованого ядерного палива. Передбачено кілька варіантів поховання: можна помістити всі забруднені радіоактивністю елементи в шахтні виробітки; поховати тільки найзабрудненіші наведеною радіоактивністю елементи з повторним використанням інших за призначенням; періодично дезактивувати устаткування на місці, ховаючи концентровані відходи і змиви.

**7.4. ГЕС і їхній вплив на довкілля**

До початку 70–х років. ХХ ст. у всьому світі було збудовано понад 315 великих водосховищ із площею дзеркала кожного більше 100 км2. Сюди входять і два найбільші в Україні водосховища: Кременчуцької ГЕС — 2 500 км2 і Каховської ГЕС – 2 150 км2. За наявними оцінками, об’єм водосховищ світу до 2000 р. мав досягти 10 000 ...12 000 км2.

Усього кілька десятиліть тому надзвичайно поширилася думка, за якою ГЕС не можуть неґативно впливати на довкілля. Проте з часом стало ясно, що у процесі будівництва й експлуатації ГЕС природному середовищу завдається неабиякої шкоди (рис.7.4).

Найбільшим лихом є саме водосховища, велику частину яких становить мілководдя. Площі мілководдя є особливо великими при зареґулюванні рівнинних річок, коли загати ГЕС споруджують у рівнинній місцевості, наприклад ГЕС Дніпровського каскаду. Вода мілководдя інтенсивно прогрівається сонцем, а це створює сприятливі умови для розвитку синьо-зелених водоростей та інших евтрофікаційних процесів. Унаслідок створення водосховищ забруднюється територія, що дорівнює площі його дзеркала. Для акумуляції 1 км3 води у водосховщах, споруджуваних на рівнинних річках, площа затоплення становить близько 300...320 км2, на гірських річках – близько 80...120 км2, а тому розвивати гідроенергетику краще в гірській місцевості. У результаті фільтрації води у водосховища навколо нього формується обширна зона підтоплення. Хвильові явища викликають перероблення берегів і їхнє обвалення, що збільшує площі мілководдя. Мілководдя і підтоплення сприяють заболочуванню територій, прилеглих до водосховища.

До найважливіших характеристик водосховища належать: розмір дзеркала водосховищ, наявність у них мілководдя, вплив на місцевий клімат, цінність земель, під них відведених, стан ґрунтів і рослинності, а також вплив на рибне господарство і водний (річковий) транспорт. Найістотніші чинники впливу на локальні умови є такими: зміна ландшафту, рівня ґрунтових вод, переформовування берегів, а також зміна інших природних умов (ґрунту, рослинного і тваринного світу) як у районах водосховища, так і нижнього басейну ГЕС.

Зміна гідрогеологічного режиму річок під час спорудження ГЕС характеризується: зміною перерозподілу стоку; зміною рівневого режиму і його залежності від вітрів; зміною режимів течій, хвильового, термічного й льодового режимів. Швидкості течії можуть зменшуватися в десятки разів, а в окремих зонах водосховища виникають цілком застійні зони.



Рисунок 7.4 – Вплив ГЕС на довкілля

У мілководних частинах можна спостерігати різкі коливання температури води залежно від зміни температури повітря. Звідси, нерівномірність температур по поверхні водосховища. Змінюється тепловий режим у нижньому б’єфі водосховища: восени надходить тепліша вода, нагріта у водосховищі за літо, а весною − холодніша на 2-4 °С унаслідок охолодженя в зимові місяці. Ці відхилення від природних умов розповсюджуються на сотні кілометрів від греблі ГЕС.

Істотних змін зазнають гідрохімічний і гідробіологічний режими водних мас. У верхньому б’єфі маси води насичуються органічними речовинами, що надходять разом з річковим стоком і вимиваються із затоплених ґрунтів. У нижньому, навпаки, збіднюються, оскільки мінеральні речовини внаслідок малих швидкостей течії осідають на дно. Як у верхньому, так і в нижньому б’єфі змінюється газовий склад і газообмін води. Під тиском величезних мас води, накопичених у водосховищах, нерідко відбувається просідання земної поверхні, зіставне із землетрусами силою до 2−3 балів. У результаті зміни руслових режимів у водосховищах осідають наноси. Зареґулювання річкового стоку відображається на стані морського середовища.

Ураховуючи розмаїті дії водосховищ на довкілля, уже нині фахівці доходять висновку про спорудження надалі переважно середніх і малих водосховищ. Об’єктивна відповідь на питання про вплив ГЕС на довкілля залежить, здебільшого, від характеристики майбутнього водосховища з урахуванням усіх названих чинників. Доцільність будівництва кожної конкретної ГЕС слід розглядати індивідуально