

Лекція 5. Паливо та енергія

Паливо

Паливом називають речовини, в процесі згоряння (або розділу і з'єднання ядер) яких виділяється значна кількість тепла. З давніх-давен це були дрова, солома, деревне вугілля. Пізніше до них приєднали вугілля, нафту і нафтопродукти (газ, бензин, мазут, дизельне паливо) горючі сланці. В даний час слово "паливо" вживають і тоді, коли йдеться про речовини, які використовуються в ядерних реакторах на атомних електростанціях і в ракетних двигунах. Відповідно говорять ядерне і ракетне паливо.

За походженням паливо поділяють на **природне** і **штучне**. До природного палива належать речовини рослинного і мінерального походження, наприклад деревина, торф, викапне вугілля, природний газ і т.п. Штучне паливо отримують, переробляючи природне паливо. Так, в процесі нагрівання викапного вугілля до високої температури без доступу повітря отримують кокс, з нафти вилучають бензин і т.п.

За агрегатним станом паливо поділяють на **тверде** (викапний вугілля, торф, горючі сланці, деревина), **рідке** (нафту, нафтопродукти) і **газове** (природний газ, водень та інші).

Властивості палива залежать в основному від його хімічного складу. **Основним елементом органічного палива є вуглець**. У різних видах палива вміст вуглецю різний – від 30 до 95%. До вмісту палива входять також водень, кисень, азот, сірка, попел або шлак, вода. Складові палива можна розділити на **горючі** і **негорючі**. До горючих складових палива належать органічні речовини, в яких містяться вуглець, водень, азот і кисень, і неорганічні (сірка, її сполуки і т.д.). Негорюча частина палива складається з попелу, шлаку і вологи.

Цінність палива визначається кількістю теплоти, яка виділяється в разі повного його згоряння. Так, в процесі спалювання 1 кг дров виділяється 10,2 МДж/кг теплоти, кам'яного вугілля – 22 МДж/кг, бензину – 44 МДж/кг. Чим більше вуглецю і водню міститься в паливі, тим більше теплоти виділяється в процесі його згорання.

Паливо є не тільки джерелом теплової енергії, а й сировиною для хімічної промисловості. Близько 10% нафти і газу використовує саме хімічна промисловість. Залишок спалюють на теплових електростанціях, в процесі плавлення металів і сплавів, нагрівання заготовок перед обробкою тиском (куванням, вальцюванням та ін.), опалення житлових, громадських та промислових приміщень і т.п.

Під час спалювання палива утворюються продукти згоряння (сажа, діоксид вуглецю, оксиди азоту та сірки і ін.), які через димові труби викидаються в атмосферу. Щорічно в атмосферу викидаються сотні мільйонів тонн різних шкідливих речовин.

Для захисту навколишнього середовища від забруднення продуктами згоряння палива використовують різні фільтри і пристрої, які очищають або

знешкоджують шкідливі викиди, та інші способи. Охорона навколишнього середовища стала одним з найважливіших завдань людства.

Перспективним видом палива, яке не забруднює навколишнє середовище, добре зберігається і транспортується, є водень. В ході згорання водню виділяється водна пара.

Енергія, її види та джерела

Всі технологічні процеси пов'язані з витратами або виділенням енергії. Енергія потрібна як для проведення технологічних процесів, так і для транспортування сировини і готової продукції, а також для проведення допоміжних операцій (подрібнення, висушування, фільтрування і т.п.). Різноманітним підприємствам необхідні різні види енергії.

У наш час в народному господарстві використовується енергія світла, води, вітру, сонячна, теплова, хімічна, електрична, механічна, ядерна та ін.

Види енергії

Від Сонця на Землю йде тепловий потік, енергія якого становить 1,57-10 кВт-годин на рік. Цей потік можна перетворити або в теплову енергію і використовувати для нагрівання приміщень, повітря і води, висушування матеріалів і сільськогосподарської продукції, опріснення морської води і т.п., або на електричну енергію.

Енергія світла набуває все більшого значення в народному господарстві. Вона використовується для створення фотоелементів, фотоелектричних датчиків, автоматів і т.д. За допомогою світлової енергії реалізується велика кількість фотохімічних процесів в хімічній технології.

Теплову енергію отримують в ході спалювання палива. Вона здавна широко використовується в народному господарстві: для обігрівання приміщень, під час виплавки металів і сплавів, висушування сировини та продукції і т.п. Теплову енергію перетворюють в електричну.

Роль теплоносіїв виконують пічні гази, водяна пара, вода та інші речовини.

Хімічна енергія виділяється в процесі екзотермічних реакцій. Хімічна енергія є цінним джерелом теплоти для нагрівання сировини і використовується для проведення ендотермічних процесів. Наприклад, в процесі виробництва аміачної селітри виділяється велика кількість теплоти, яка використовується для випарювання надлишку води і кристалізації аміачної селітри. Хімічна енергія в гальванічних елементах і акумуляторах перетворюється в електричну.

Електрична енергія, яку отримують на електростанціях, використовується для проведення електрохімічних (електроліз розчинів і розплавів) і електротермічних (нагрівання, плавлення і т.п.) процесів. У промисловості електрична енергія використовується в електрофільтрах для

очищення газів від пилу, туманів та ін. Електричну енергію використовують для освітлення і отримання механічної енергії.

Механічна енергія потрібна головним чином для подрібнення, розмелювання і перемішування сировини, роботи компресорів, вентиляторів, а також проведення операцій (транспортування сировини, продукції, допоміжних матеріалів і т.п.).

Джерела електричної енергії

Джерелом електричної енергії є енергія води, вітру, палива, Сонця і ін. Її виробляють гідроелектростанції, вітер, теплові, сонячні і атомні електростанції.

Гідроелектростанція

Гідроелектростанцією (ГЕС) називають гідротехнічну споруду, призначену для перетворення енергії потоку води в електричну. Складовими частинами ГЕС є гребля, яка затримує воду у водосховищі, і гідротурбіна. За допомогою гідротурбіни енергія води, яка падає з висоти понад 200 м на лопати турбіни в електричному генераторі, перетворюється в електричну.

Крім гідроелектростанцій будують гідроакумулюючі електростанції (ГАЕС), які вночі накопичують електроенергію, яка виробляється іншими електростанціями, а в годину "пік" віддають її. Перша ГАЕС побудована на Дніпрі поблизу Києва.

Недоліком ГЕС є створення штучних морів, які порушують природну рівновагу.

Вітряна електростанція (ВЕС)

Запаси вітрової енергії безмежні. Перша в світі вітряна електростанція споруджена в 1931 р. в Криму, її потужність – 100 кВт. Дослідження останніх років показали, що вартість виробництва електричної енергії на вітряних електростанціях нижче, ніж на інших. Коефіцієнт корисної дії сучасних вітряних двигунів досягає 45%.

Робочим органом ВЕС є вітряне колесо, яке обертається під дією сили вітру. Це колесо розташоване на валу, який передає обертання колеса електричного генератора, в якому виробляється електрична енергія.

Якщо на ГЕС і ВЕС енергія води і вітру безпосередньо перетворюються в електричну, то на всіх інших електростанціях спочатку отримують пару або газ, а вже потім електричну енергію.

Теплова електростанція

Теплові електростанції (ТЕС) в наш час є основним джерелом електроенергії. Дія теплоелектростанції ґрунтується на перетворенні теплової енергії пари або газу в механічну енергію обертання парової або газової турбіни, а потім за допомогою електричного генератора – в електричну. У процесі такого подвійного перетворення багато енергії витрачається.

Основні частини ТЕС (рис.1): котельня 1, парова турбіна 2 і генератор електричного струму 3. В котельні отримують водяну пару під тиском. В печі згоряє органічне паливо (горючі сланці, вугілля, нафтопродукти, природний

газ та ін.); продукти згоряння палива виходять до димової труби, в якій теплота нагріває воду в котлі і перетворює в пар. В котлі отримують пар високого тиску. Пар іде в парову турбіну 2 – основну частину ГЕС. У турбіні пар розширюється, тиск падає і енергія пару перетворюється в механічну енергію. Парова турбіна приводить в рух ротор генератора 3, який виробляє електричний струм.

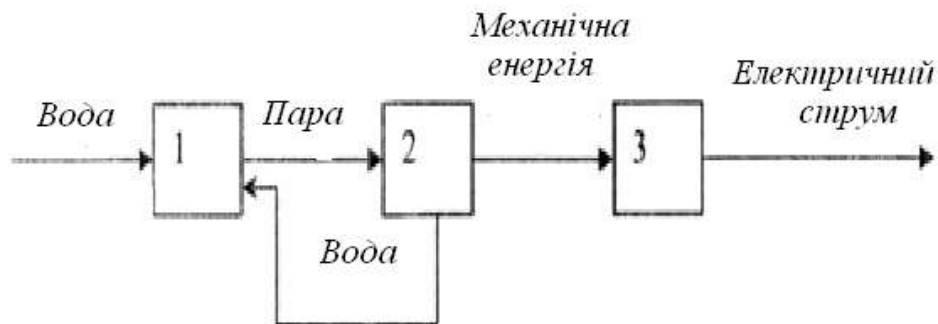


Рис. 1. Спрощена схема ТЕС.

Теплоелектроцентрально

У великих містах будують теплоелектроцентралі (ТЕЦ). Теплоелектроцентрально називають тепловою електростанцією, яка виробляє не тільки електричну енергію, а й теплову у вигляді гарячої води і пари.

На ТЕЦ відпрацьований пар, який має ще досить великий запас теплової енергії, з парової турбіни направляється до споживача і на станцію не повертається. Це один із шляхів використання теплової енергії відпрацьованого пару. Існує також інший: пар віддає свою теплоту воді в теплообміннику і вже нагріта вода надходить до споживача, а пар повертається назад в систему. Пар від ТЕЦ передається на кілька кілометрів, а гаряча вода – на кілька десятків кілометрів (30 км і більше).

Використання теплової енергії відпрацьованого пару підвищує коефіцієнт корисної дії станції на 50-60%.

Теплоелектроцентралі забезпечують теплом і гарячою водою житлові та громадські будівлі, а також промислові підприємства.

Сонячна електростанція

Для отримання водяної пари на сонячній електростанції (СЕС) воду нагрівають енергією Сонця. Перша СЕС побудована в Криму, її потужність – 5 МВт. Висота центральної вежі СЕС разом з парогенератором – 89 м. На висоті 78 м поміщений котел, на який подають сонячну енергію дзеркальні геліостати. Площа всіх дзеркал дорівнює 40000 м². Пар, отриманий в котлі після нагрівання води, має температуру 225 °С і тиск 2,6 МПа. Цих параметрів досить для руху турбіни, а з нею і ротора електрогенератора, який завершує цикл перетворення сонячної енергії в електричну. Кожне дзеркало обертається навколо вертикальної і горизонтальної осей. Сонячна електростанція екологічно чиста, тому за нею майбутнє.

Атомна електростанція

Якщо атоми урану бомбардувати нейтронами, то з кожного ядра утворюється по два уламки і кілька нейтронів. Нейтрони, вдаряючись об інші ядра, викликають ланцюгову реакцію розділу нових ядер. Під час розділу ядер енергія зв'язку переходить в кінетичну енергію уламків і виділяється у вигляді теплоти, коли уламки гальмуються в речовинах. Цю зібрану теплоту використовують для нагрівання води та отримання водяної пари, яка приводить в рух турбіну.

Для функціонування електростанції, на якій для нагрівання води та отримання пару використовується ядерна енергія, потрібно мати паливо (уран, плутоній), сповільнювач нейтронів (легка або важка вода, графіт, берилій), рідкий або твердий теплоносій для відводу теплоти, конструкційні матеріали, органи регулювання ланцюговою реакцією (рухливі стрижні з матеріалу, який поглинає нейтрони), систему захисту від випромінювання, систему циркуляції теплоносіїв і перетворення енергії та ін.

Принцип роботи АЕС. Теплота з ядерного реактора відводиться за допомогою теплоносія, який помпами прокачують через активну зону (простір, де знаходиться ядерне паливо). Як теплоносій використовують розплавлений натрій або воду. Ця замкнена система називається першим контуром.

В теплообміннику теплоносій першого контуру віддає теплоту воді, яку перекачують в другому контурі. Вода, нагріваючись до кипіння, перетворюється на пару. Отриману пару направляють в турбіну або використовують для обігрівання будівель і промислових підприємств.

Недоліком двоконтурної системи відводу теплоти від зони реакції є близьке "сусідство" теплоносіїв – натрію і води – в разі руйнування другого контуру. Вода і натрій взаємодіють з виділенням водню і великої кількості теплоти. Аварійна зупинка реактора неминуча.

У наш час в деяких країнах світу вже працюють атомні електростанції з реакторами на швидких нейтронах (РШН). Як паливо в цих реакторах використовується уран-238. Традиційно теплоту від реактора на швидких нейтронах відбирають за допомогою трьох циркуляційних систем (трьох контурів) (рис. 2): перша і друга системи наповнені натрієм, третя – водою.

Другий контур введений для підвищення надійності та безпеки реактора, гарантування його роботи навіть у разі неполадок в парогенераторі. Парогенератор складається з 20 тисяч трубок, усередині яких під тиском циркулює вода (перегріта пара); назустріч воді між трубками тече рідкий натрій. Натрій віддає свою теплоту воді. Вода, нагріваючись, перетворюється в пару, яку направляють в турбіну. Порушення герметичності хоча б в одній з трубок обумовлює вихід води з контуру і взаємодію її з натрієм, а потім вихід з роботи парогенератора.

На сьогодні натрію не має рівної заміни в першому контурі. Він є найкращим теплоносієм в реакторах на швидких нейтронах. Щоб уникнути "сусідства" натрію з водою вчені запропонували замінити натрій в другому контурі на інертний щодо води і натрію теплоносій. Таким теплоносієм є

евтектичний сплав літєвих сполук, які скорочено називають евліт. На відміну від натрію евліт не здатний до самозаймання і вибуху. Впровадження евліта як теплоносія в другому контурі спрощує конструкцію парогенератора, робить її більш дешевою, безпечною і полегшує ремонтні роботи.

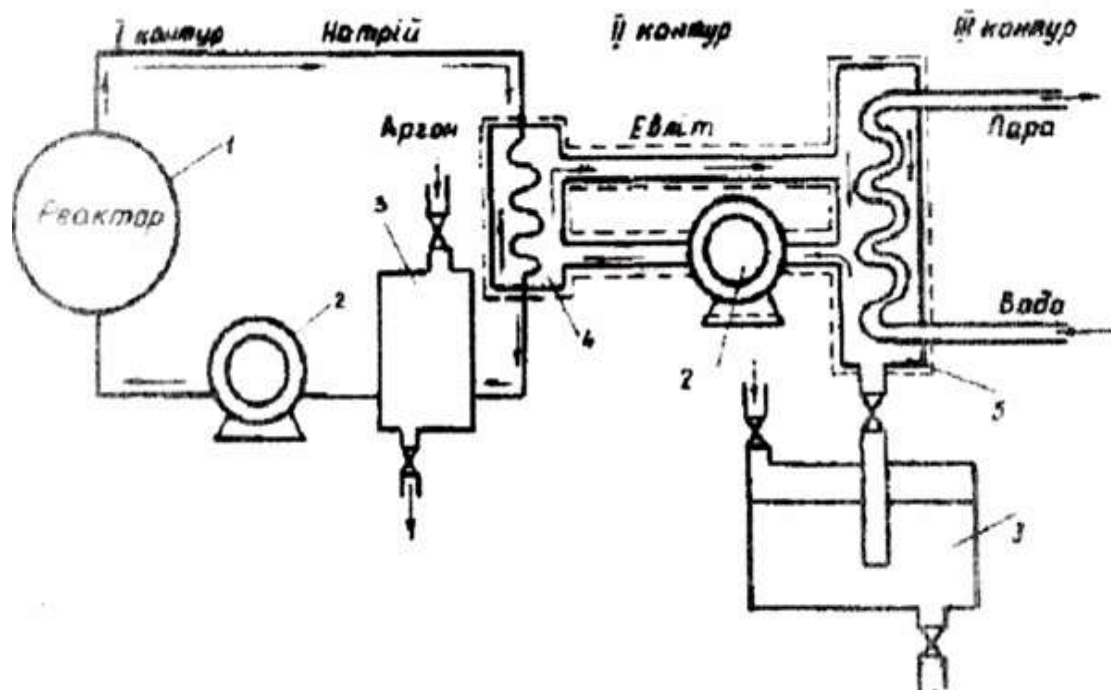


Рис. 2. Схема трьохконтурної системи передачі теплоти від реактора на швидких нейтронах, які використовуються на АЕС: 1 – реактор; 2 – помпи для циркуляції теплоносіїв; 3 – баки-відстійники для теплоносіїв; 4 – теплообмінник другого контуру; 5 – парогенератор третього контуру.

Раціональне використання енергії

Швидкі темпи розвитку переробних, обробних та інших галузей народного господарства зумовлюють значні потреби у всіх видах енергії. Показником енергоємності того чи іншого технологічного процесу є витрата енергії (кВт·год) на одиницю одержуваної продукції (наприклад, 1 т). Витрати енергії на одиницю продукції на різних підприємствах різні, навіть коли це однакова продукція, дуже енергоємними є продукція чорної і кольорової металургії і електрохімічні процеси. Наприклад, виробництво 1 т алюмінію вимагає близько 20000 кВт·год електроенергії, 1 т магнію – 18000 кВт·год, 1 т фосфору в середньому 15000 кВт·год, 1 т аміачної селітри – 10 кВт·год. Чим менше енергії витрачається на виробництво одиниці продукції, тим нижча собівартість продукції і, навпаки, в процесі виробництва металів, фосфору, хлору – це одна з основних статей витрат.

Зменшити енергоємність продукції можна різними способами: утилізацією вторинних енергоресурсів, удосконаленням технологічного обладнання, заміною енергоємних технологічних процесів процесами незначної енергоємності, кращою підготовкою сировини до переробки і т.п.

Утилізація вторинних енергоресурсів

Утилізацією (від лат. utilis – корисний) називають доцільне застосування відходів в господарстві. Продукція, яка виходить з агрегату (реактора), в більшості випадків має високу температуру. Теплоту отриманої продукції можна використовувати для попереднього нагріву сировини, що надходить в той же агрегат (реактор). Нагрівають сировину утилізованою теплотою в агрегатах, які називають рекуператорами, регенераторами і, теплообмінниками.

Рекуператором (від лат. recuperator – той, що отримує назад) називають теплообмінний апарат, в якому обмінюються теплотою газова продукція та сировина. Обмін теплотою відбувається через стінки апарату при зустрічних або перехресних потоках. Наприклад, в процесі виробництва сірчаної кислоти: газ SO_2 нагрівається теплотою, яку віддає йому в рекуператорі SO_3 , який виходить з контактного апарату.

Регенератором (від лат. regenero – відновлюю) називають теплообмінний апарат (часто одна або кілька камер з насадками) для уловлювання і використання теплоти відхідних газів. Регенератори використовують для утилізації теплоти газів. Наприклад, в мартенівських печах регенератори служать для нагріву газового палива і повітря теплотою пічних газів, які направляються до димаря. Спочатку пічні гази нагрівають вогнетривку камеру до температури 1100 ... 1200 °С, а потім холодне повітря і газове паливо нагріваються теплотою, яку забирають у вогнетривів, і так по черзі. Щоб наблизити періодичний процес до безперервного, потрібно мати два-три регенератора.

Теплоту отриманої продукції використовують також для висушування, випарювання, дистиляції, відпалу та інших виробничих потреб.

Удосконалення технологічного обладнання

Через недосконалість технологічного обладнання велика кількість енергетичних ресурсів втрачається або використовується нерационально. У кожному технологічному процесі існують різні шляхи вдосконалення технологічного обладнання та раціонального використання вторинних енергоресурсів. Так, в ході електрохімічних процесів витрати електроенергії зменшуються, якщо вдосконалити контакти, шини що підводять і зменшити відстань між електродами.

У електродугових печах зменшення витрат електроенергії досягається збільшенням кількості електродів і поліпшенням конструкції електричних печей. Раціональніше використовується теплота газів в мартенівських двохванних печах, ніж в однованних.

Знизити енергоємність технологічних процесів можна заміною їх на каталізні або інші процеси, для виконання яких потрібні менші енергетичні витрати, або застосуванням ультразвуку, магнітного поля, вакууму і т.п. Наприклад, високотемпературний крекінг нафтопродуктів замінили на каталізний.