

Capitolul 3 – Combustibili fosili

1. Aspecte generale despre combustibilii fosili

Combustibilii fosili sunt roci de natură organică formate în decursul erelor geologice ca urmare a transformărilor fizico-chimice suferite de către reziduurile organismelor vegetale și animale. În funcție de starea de agregare, combustibilii fosili împart în: cărbuni (stare solidă), petrol (stare lichidă), respectiv gaze naturale (stare gazoasă).

Combustibilii fosili ocupă în continuare primul loc în balanța consumului mondial de resurse primare, în ciuda influențelor negative asupra mediului asociate utilizării acestora, precum și a îngrijorărilor privind caracterul limitat al rezervelor disponibile. Din punct de vedere al valorii energetice și economice, la nivel mondial ordinea ponderii în consum este: petrol, cărbuni, respectiv gaze naturale, cu mențiunea că la scară regională sau locală ierarhia poate fi alta.

Per ansamblu petrolul are o poziție predominantă în raport cu ceilalți combustibili, existând o puternică dependență a multor țări de importul de petrol. Principalele caracteristici care conferă petrolului această poziție dominantă sunt următoarele:

- existența unor zăcăminte de mari dimensiuni, ușor exploatabile;
- ritm înalt de exploatare cu costuri mici;
- putere calorică mare;
- utilizare puțin poluantă;
- transport ieftin (maritim);
- multiple utilizări, atât energetice, cât și ne-energetice;
- posibilități de stocare fără degradare în timp.

Tot în categoria combustibililor fosili sunt incluse șisturile bituminoase, respectiv nisipurile asfaltice. Acestea sunt roci solide impregnate cu hidrocarburi grele (bitum sau kerogen) având o putere calorică mai mică. Cu toate acestea, după eliminarea sterilului și rafinarea hidrocarburilor se pot obține forme uzuale de combustibil lichid.

Scoarța terestră conține de asemenea și alte tipuri de gaze naturale cunoscute sub denumirile de: gaze de șist, metan de mină, respectiv hidratul de metan. Acestea, împreună cu șisturile bituminoase și nisipurile asfaltice pot fi incluse în categoria combustibililor fosili neconvenționali, având o participare redusă la acoperirea necesarului de consum.

2. Clasificarea rezervelor de combustibili fosili

Mărimea unui zăcământ de combustibil este caracterizată prin rezerva geologică care reprezintă cantitatea de substanță utilă, determinată pe baza unor lucrări de prospectare, fără a lua în considerare posibilitățile de exploatare.

Rezervele de combustibili se pot clasifica după gradul de cunoaștere și după posibilitățile de exploatare.

A. Gradul de cunoaștere

În funcție de gradul de cunoaștere rezervele se împart în:

- *rezerve sigure;*
- *rezerve probabile.*

Sunt considerate rezerve sigure acele zăcăminte al căror conținut este cunoscut cu un grad suficient de mare de încredere, atât cantitativ, dar și calitativ (conținut specific de energie – putere calorică).

Rezervele probabile sunt cunoscute cu mai puțină precizie, estimarea acestora realizându-se prin extrapolarea datelor cunoscute asupra tuturor structurilor geologice asemănătoare (aceleași vârstă geologică, aceleași roci, aceleași adâncime, etc.), de pe un anumit teritoriu.

Mărimea rezervelor este crescătoare de la prima categorie la a doua, dar precizia de cunoaștere variază în sens invers. Prin intrarea în exploatare a unor zăcăminte noi sau prin efectuarea de noi explorări, are loc o permanentă trecere a rezervelor probabile în categoria rezervelor sigure.

B. Posibilitatea de exploatare

După posibilitățile de exploatare, rezervele de combustibili fosili sunt:

- *rezerve tehnic exploatabile;*
- *rezerve economic exploatabile.*

Rezervele tehnic exploatabile sunt acelea care pot fi valorificate folosind tehnologiile disponibile la momentul considerat, potrivit stadiului progresului tehnic.

Rezervele economic exploatabile sunt acelea care pot fi exploatare la un preț competitiv pe piața mondială a energiei sau acceptat din considerente de politică energetică națională.

Orice rezervă de combustibil fosil poate fi exploatată numai într-o anumită proporție, care depinde de caracteristicile fizice ale acesteia și de tehnologia utilizată. Cota procentuală din rezerva geologică care poate fi obținută prin exploatare poartă numele de grad de recuperare.

3. Termenul de epuizare al rezervelor de combustibili fosili

Rezervele de combustibili fosili se vor epuiza într-un anumit timp, în funcție de mărimea zăcămintelor și de ritmul de exploatare. Deoarece atât mărimea rezervelor variază (prin noi descoperiri) cât și ritmul de consum, determinarea termenului de epuizare este dificilă și puțin precisă.

În continuare sunt prezentate principalele moduri de calcul ale termenului de epuizare.

A. Termenul fictiv de epuizare – se calculează plecând de la premisa că atât mărimea rezervei (R), cât și consumul anual (C_0) rămân constante, conform relației:

$$t_f = \frac{R}{C_0} \quad (1)$$

B. Termenul minim de epuizare – se calculează considerând mărimea rezervei (R) constantă, în timp ce consumul anual (C_0) variază cu un ritm q constant.

Se poate stabili următorul tabel de variație în timp a consumului anual:

Anul	1	2	3	i
Consumul anual	C_0	qC_0	q^2C_0	$q^{i-1}C_0$

Rezerva se epuizează după t_m ani, atunci când suma cantităților extrase egalează mărimea zăcămintului. Astfel:

$$R = \sum_{i=1}^{t_m} C_0 q^{i-1} = C_0 \frac{q^{t_m} - 1}{q - 1}, \text{ de unde: } t_m = \frac{\ln \left[\frac{R}{C_0} (q - 1) + 1 \right]}{\ln q} \quad (2)$$

C. Termenul real de epuizare – se calculează presupunând că atât rezerva totală cât și consumul anual variază cu ritmuri constante și diferite (q pentru consum, p pentru rezerve).

Variația anuală a rezervei, respectiv consumului, este prezentată în tabelul următor:

Anul	1	2	3	...	i	...
Rezerva totală	R	pR			$p^{i-1}R$	
Consumul anual	C_0	qC_0	q^2C_0	$q^{i-1}C_0$

Termenul real de epuizare (t_r) poate fi determinat prin rezolvarea următoarei expresii:

$$p^{t_r-1}R = C_0 \frac{q^{t_r} - 1}{q - 1} \quad (3)$$

Soluția acestei ecuații nu se poate găsi analitic, fiind posibilă însă rezolvarea prin metode numerice.

4. Utilizarea cărbunilor în termocentrale

Principalele utilizări ale cărbunilor sunt în sectorul energetic (prin ardere directă), respectiv în metalurgie (utilizați sub formă de cocs).

În ceea ce privește utilizarea energetică interesează următoarele proprietăți ale cărbunilor: puterea calorică, conținutul de substanțe necombustibile, respectiv conținutul de elemente nocive (sulf).

Utilizarea cărbunilor în termocentrale este însoțită de o serie de dificultăți, după cum urmează:

- investițiile asociate unei termocentrale pe cărbuni sunt mult mai însemnate decât în cazul celor pe hidrocarburi. Principalul motiv îl reprezintă gospodăria de cărbune care include: depozitul propriu-zis, instalațiile de descărcare din vagoane, de omogenizare, măcinare și transport intern. Ca urmare și consumul de energie electrică asociat funcționării termocentralei este mai ridicat;
- puterea calorică redusă a cărbunilor utilizați implică un consum anual foarte mare, ce se traduce printr-o cantitate foarte mare de cenușă rezultată. Depozitarea acesteia în apropierea termocentralei conduce la poluarea chimică a solului și a apei.

- datorită arderii sub formă pulverizată a cărbunelui o cantitate semnificativă de cenușă este antrenată de gazele arse și evacuată pe coș. Pentru limitarea poluării atmosferice, în coșurile de fum ale termocentralelor se prevăd instalații suplimentare de filtrare a gazelor arse denumite electrofiltre;
- prezența sulfului în compoziția multor sortimente de cărbune este dăunătoare pentru atmosferă, deoarece oxizii de sulf rezultați în urma arderii, în combinație cu precipitațiile conduc la apariția ploilor acide cu efecte negative asupra vegetației și faunei. Efectul poate fi contracarat prin montarea unor instalații speciale de desulfurare a gazelor arse, fapt care contribuie de asemenea la creșterea costurilor cu investițiile în termocentrală. În condițiile în care emisiile de oxizi de sulf depășesc limite maxime stabilite prin lege, termocentralei în cauză îi este retrasă licența de funcționare.

Toate aceste dificultăți au făcut ca ponderea cărbunilor să scadă treptat, aceștia fiind înlocuiți cu hidrocarburi lichide sau gazoase. Din cauza rezervelor foarte importante, al căror termen de epuizare e mult mai mare decât cel al hidrocarburilor, utilizarea cărbunilor are în continuare o pondere importantă în acoperirea necesarului de energie electrică la nivel mondial.

Acest fapt este susținut și de dezvoltarea și implementarea unor procedee moderne de prelucrare și utilizare a cărbunilor care au condus la diminuarea sau eliminarea dezavantajelor menționate anterior.

5. Procedee moderne de utilizare a cărbunilor

În scopul minimizării impactului negativ al utilizării cărbunilor, de-a lungul timpului au fost propuse și dezvoltate o serie de procedee ce vizează întregul traseu al cărbunilor, de la extracția din zăcământ și până arderea efectivă.

Principalele soluții dezvoltate sunt redate mai jos, în mod distinct, pentru fiecare etapă a ciclului de exploatare.

a) În faza de extracție

- automatizarea și robotizarea extracției tradiționale;
- exploatarea hidraulică, ce folosește jeturi de apă sub presiune. Amestecul de apă și cărbune este transportat apoi prin conducte la suprafață unde are loc reținerea cărbunelui.
- exploatarea chimică cu ajutorul unor solvenți în care se dizolvă fracțiunile utile din cărbuni și care după transportul la suprafață sunt reținute, iar solventul refolosit.

b) În faza de pregătire pentru ardere

- gazeificarea cărbunelui (cu obținere de combustibil artificial gazos);
- lichefierea cărbunelui (cu obținere de combustibil artificial lichid).

c) În faza de ardere

- arderea în strat fluidizat;
- arderea subterană (evacuarea energiei termice prin intermediul unui fluid - apă sau aburi- către suprafață).

A. Gazeificarea și lichefierea cărbunelui

Obiectivele acestor operații sunt de a obține din cărbune fluide combustibile care să înlocuiască hidrocarburile în toate domeniile de utilizare, fără a fi astfel necesară modificarea instalațiilor de utilizare.

Un alt obiectiv urmărit constă în reținerea sterilului. Astfel, dacă instalația de prelucrare este amplasată lângă zăcămintul de cărbune, sterilul astfel rezultat poate fi depozitat în locul cărbunelui extras, minimizând în acest fel costurile cu depozitarea sa.

Un alt aspect pozitiv ce merită menționat constă în înlocuirea transportului de cărbune pe distanțe mari cu transportul fluidelor combustibile artificiale astfel obținute. În acest scop se pot folosi conductele de transport specializate (gazoducte).

B. Arderea în strat fluidizat

Este un procedeu aplicabil în special cărbunilor inferiori, ce permite astfel arderea completă a acestora și reținerea sub formă solidă a sulfului din cărbune. Stratul fluidizat este format din cărbune măcinat (granulație de 0,5-2 mm) și var nestins (CaO) într-o proporție adecvată conținutului de sulf al cărbunelui.

Denumirea de strat fluidizat e datorată insuflării de aer cald pe la baza focarului, grosimea medie a stratului rămânând astfel constantă. Particulele de cărbune execută mișcări de urcare și coborâre ce asigură astfel arderea completă a acestora. Oxizii de sulf intră în reacție chimică cu varul nestins rezultând astfel sulfat de calciu sub formă solidă, ce este evacuat prin cădere la partea inferioară a focarului.