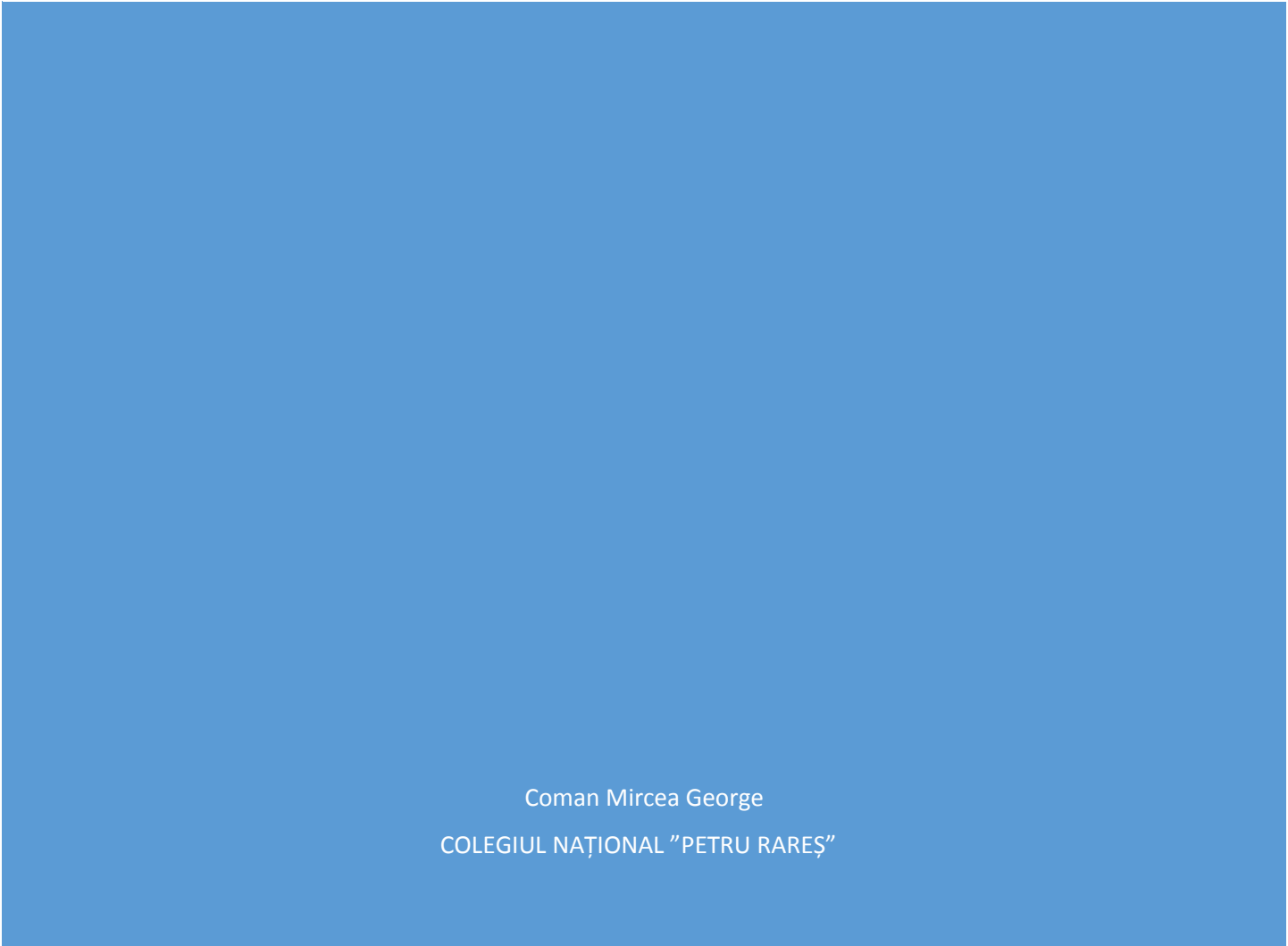




REACTORUL CANDU



Coman Mircea George
COLEGIUL NAȚIONAL "PETRU RAREȘ"

CANDU, acronim care provine de la **CAN**ada **D**euterium **U**ranium este o marcă înregistrată pentru reactorul nuclear dezvoltat de mai multe firme canadiene. Reactorul CANDU a fost instalat în toate centralele nucleare din Canada precum și în mai multe țări: India, Pakistan, Argentina, Coreea de Sud, China și România. În prezent licența pentru construirea de reactori CANDU este deținută de firma SNC-Lavalin prin sucursala sa CANDU ENERGY.

CANDU este un reactor nuclear de tipul PHWR (Reactor cu Apa Grea sub Presiune), care utilizează uraniul natural (0,7% ^{235}U) drept combustibil și apă grea (D_2O) ca moderator de neutroni și agent de răcire. Deoarece nu are nevoie de uraniu îmbogățit, iar tehnologia de obținere a apei grele este relativ accesibilă, reactorul CANDU a fost preferat de țările mai puțin dezvoltate, preocupate de independența națională.

Reactorul CANDU se compune dintr-o zonă activă orizontală formată din 4560 fascicule de combustibil, amplasate în 380 de tuburi din aliaj de zirconiu (canale de combustibil), care penetrează de la un capăt la celălalt vasul cilindric al moderatorului numit CALANDRIA. Prin canalele de combustibil circulă apa grea sub presiune (agentul de răcire), care transportă căldura degajată de combustibil la schimbătorii de căldura, unde se generează aburul folosit apoi pentru producerea de electricitate ca la o termocentrală.

Reacțiile de fisiune din miezul reactorului încălzesc apa grea sub presiune din principalul circuit de răcire. Un schimbător de căldură, cunoscut și sub denumirea de generator de abur transferă căldura într-un circuit secundar cu apă ușoară, care

acționează o turbină cu generator electric. Aburul ieșit din turbină este condensat și se întoarce la generatorul de aburi. Unele dintre caracteristicile unice ale reactorului sunt:

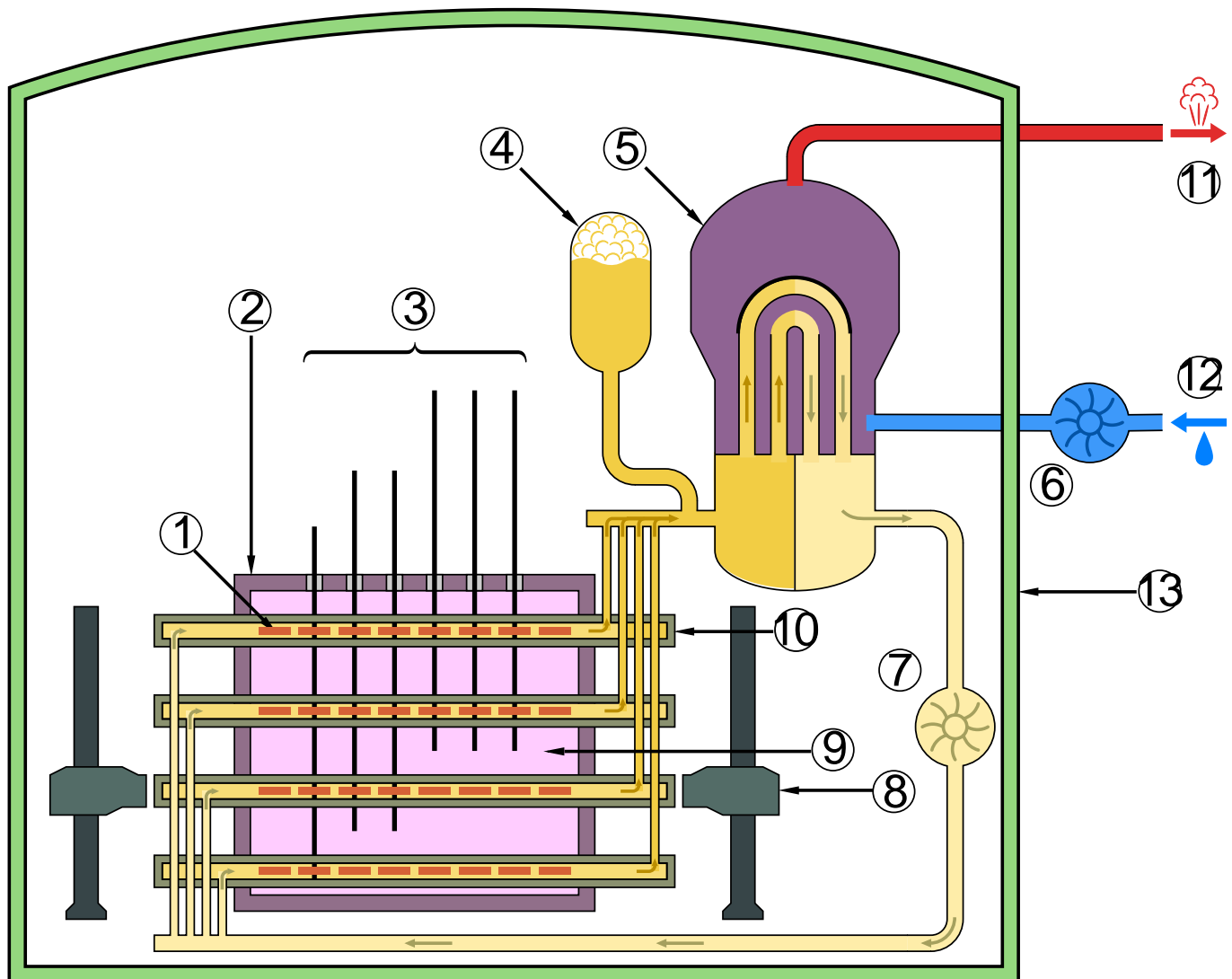
1. Folosirea uraniului natural: Deoarece CANDU folosește apă grea, atât ca moderator, cât și ca răcitor, neutronii rezultați din reacția de fisiune sunt utilizați mult mai eficient și sunt mai puține pierderi. Astfel, este posibilă utilizarea uraniului natural.
2. Utilizarea canalelor de combustibil permite extragerea combustibilului uzat și introducerea de combustibil proaspăt fără a fi necesară oprirea reactorului.
3. Canalele de combustibil pot fi înlocuite în caz de defecțiune sau la expirarea duratei de serviciu, permițând extinderea duratei de funcționare a reactorului.



Fascicule de combustibil nuclear folosite în reactorul CANDU. Fiecare are lungimea de 50 cm și diametrul de 10 cm și poate genera aproximativ 1 GWh energie electrică



Centrala nucleară de la Cernavodă



1. Bare de combustibil
2. Calandria
3. Bare de control
4. Rezervor de apă grea sub presiune
5. Generatorul de aburi
6. Pompă de apă ușoară
7. Pompă de apă grea

Partea caldă a circuitului principal
 Partea rece a circuitului principal

8. Mecanisme de alimentare
9. Moderator (apă grea)
10. Tuburi de forță
11. Abur care se duce spre turbină
12. Apă rece care se întoarce de la turbină
13. Perete de beton

Apă grea rece (moderator)
 Partea rece a circuitului secundar
 Partea caldă a circuitului secundar

Avantaje

1. Realimentarea cu combustibil fără oprirea reactorului permite o producție suplimentară de energie electrică.
2. Fiind un reactor optimizat din punctul de vedere al economiei de neutroni poate utiliza mai eficient resursele de combustibil nuclear (uraniul natural, toriu).
3. Fascicolul de combustibil nuclear are o structură simplă și o tehnologie de fabricație accesibilă în toate țările care au reactori CANDU.
4. Reactorul CANDU poate recicla combustibilul ars din reactoarele cu apă ușoară.

Dezavantaje

1. Deoarece utilizează uraniul natural ce conține puțin material fisionabil, cantitățile de combustibil nuclear uzat (deșeu puternic radioactiv) sunt mult mai mari față de reactorii cu apă ușoară.
2. Utilizarea apei grele ca moderator are dezavantajul că prin absorbția de neutroni se generează tritii, un radioizotop foarte mobil ce reprezintă un risc pentru personalul operator și pentru mediul înconjurător.

Sisteme de siguranță

Reactorul CANDU utilizează un număr mare de sisteme de siguranță, atât active, cât și pasive.

Sistemele tehnologice în care are loc reacția de fisiune și generarea produselor radioactive sunt amplasate în interiorul unei construcții etanșe din beton precomprimat (anvelopa reactorului). Reactorul CANDU este prevăzut cu două sisteme de securitate independente, capabile să oprească reactorul în orice condiții, iar volumul mare de apă rece aflat în vasul calandria și în structura ce-l înconjoară contribuie la micșorarea efectelor celor mai severe accidente.

Barele de combustibil pot întreține reacții de fisiune în lanț doar dacă nu sunt deformate. Datorită dispunerii lor orizontale, la creșterea temperaturii, ele se îndoaie, aranjarea lor se schimbă, iar rata de producere a neutronilor scade. Însă asta nu oprește total producerea de căldură. Dacă procesul continuă, barele se îndoaie până când ating tuburile de forță, ceea ce permite un transfer eficient de căldură cu moderatorul.

Reactorul poate fi răcit cu apă ușoară deoarece uraniul natural nu poate întreține reacții în lanț în apă ușoară.

De asemenea, există și două sisteme de oprire de urgență. Bare de oprire sunt suspendate deasupra reactorului cu ajutorul electromagneților și pot fi coborâte în miezul reactorului datorită greutății lor. Sistemul funcționează și în cazul opririi totale a curentului deoarece electromagneții au

nevoie de electricitate pentru a susține barele. Un alt sistem de oprire injectează nitrat de gadoliniu în vasul calandria pentru a absorbi neutroni.

Surse

- https://en.wikipedia.org/wiki/CANDU_reactor
- <http://www.phys.ubbcluj.ro/~grigore.damian/cursuri/fn/curs10.pdf>
- <http://www.nuclearelectrica.ro/cne/relatii-publice/intrebari-frecvente/>