

Sisteme de control și de securitate

Sistemele de control asigură reglarea reactivității la pornirea, operarea și oprirea reactorului în condiții normale de funcționare.

Sistemele de securitate, care intervin în condiții anormale de funcționare asigură oprirea sigură și menținerea reactorului în stare oprită sigură, preluarea căldurii de dezintegrare și împiedicarea eliberării de radioactivitate către exterior în condiții de avarie.

1. Sisteme de control

Sistemele de control sunt:

- 1.1. sistemul de control al reactivității cu bare ajustoare
- 1.2. sistemul de control al reactivității cu bare acționate mecanic
- 1.3. sistemul de control zonal cu lichid
- 1.4. sistemul de adăugare și eliminare a otrăvii în/din moderator.

1.1. Sistemul de control al reactivității cu bare ajustoare asigură aplatizarea fluxului de neutroni. Acestea se introduc pe moment în zona activă și pot compensa otrăvirea cu xenon a zonei active după oprirea reactorului sau scăderea puterii acestuia.

Reactorul este dotat cu 21 de unități verticale de bare ajustoare, o unitate fiind alcătuită dintr-o bară absorbantă tubulară, un tub de ghidare și un mecanism de acționare.

1.2. Cele patru unități verticale de control ale reactivității cu bare acționate mecanic intervin atunci când sistemul de reglare al reactorului detectează o variație a reactivității care depășește în mărime sau în viteză capacitatea unităților de control zonal cu lichid. Introducerea completă a acestora provoacă oprirea reactorului.

1.3. Sistemul de control zonal cu lichid are rolul de a controla local sau global fluxul de neutroni/puterea în cele 14 zone în care este împărțită (teoretic) zona activă.

Reglarea fluxului puterii se realizează prin introducerea controlată a unui anumit debit de apă ușoară (cu rol de absorbant de neutroni) în fiecare compartiment al unităților de control zonal.

1.4. Controlul de reactivitate poate fi realizat și prin adăugarea de otrăvă solubilă în moderator. Borul este utilizat în cazul excesului de reactivitate, pentru combustibilul proaspăt. Gadoliniul este adăugat când concentrația de xenon este semnificativ mai scăzută decât la echilibru.

Pentru repornirea reactorului un sistem cu schimbători de ioni înlătură otrava din moderator.

2. Sisteme de securitate

Sistemele de securitate prevăzute în centrala CANDU-500 PHWR (Pressurized Heavy Water Reactor) sunt:

- 2.1. sistemele care asigură oprirea sigură a reactorului și menținerea acestuia în stare oprită sigură: SOR1, SOR2;
- 2.2. sistemul care asigură preluarea căldurii reziduale după un accident de pierdere a agentului de răcire și limitează avarierea combustibilului: SRAZA;
- 2.3. sistemele care controlează eliberarea de radioactivitate în atmosferă: sistemul anvelopei.

2.1. Reactorul CANDU-600 PHWR este echipat cu două sisteme de oprire rapidă, independente fizic. Aceste sisteme sunt proiectate să fie funcțional independente pe principii diferite și geometric separate.

2.1.a. sistemul de oprire nr.1 (SOR1) folosește cele 28 de unități de oprire (bare absorbante) din cadrul mecanismelor de control reactivitate, în vederea opririi reactorului prin lansarea acestora în zona activă, în cazul în care parametrii de declanșare pe oricare două din cele trei canale (D, E, F) depășesc valorile de prag de declanșare.

Fiecare unitate de oprire este alcătuită dintr-o bară absorbantă (oțel inox și cadmiu), tub de ghidare și mecanism de acționare. Căderea barelor este declanșată de decuplarea unui cuplaj electromagnetic și accelerată prin decomprimarea unui arc.

2.1.b. Sistemul de oprire rapidă nr.2 (SOR2) are funcția de oprire rapidă a reactorului prin injecția de otravă lichidă în moderator și de menținere a sa în stare oprită sigură pe o perioadă nedefinită de timp.

SOR2 folosește 6 ștuțuri (fiecare conținând câte 344 orificii de injecție), dispuse orizontal pentru injectarea soluției de nitrat de gadoliniu (substanță puternic absorbantă de neutroni).

O unitate de injecție este formată din următoarele componente: teacă extensie, conductă intermediară de injecție, ștuțul de injecție și componentele care asigură etanșeitate la trecerea prin penetrații.

Reactivitatea fiecărui sistem de oprire este suficientă pentru a menține reactorul subcritic.

2.2. Sistemul de răcire la avarie al zonei active (SRAZA) este unul din sistemele speciale de securitate care protejează combustibilul nuclear în cazul în care se produce deteriorarea unui sistem tehnologic, ce este utilizat în mod normal pentru îndepărtarea căldurii din zona activă.

Sistemul asigură în caz de pierdere a agentului de răcire:

- apa de injecție de înaltă presiune, luată din rezervorul de acumulare din afara reactorului;
- apa de injecție de medie presiune, luată din rezervorul de stropire;
- răcirea pe termen lung a zonei active, până când aceasta poate transmite căldura în exterior fără supraîncălzirea combustibilului.

2.3. Sistemul anvelopei care împiedică eliberarea de radioactivitate în atmosferă, are rolul de:

2.3.1. Barieră pentru eliberarea de radioactivitate, fiind compus din:

- anvelopa de protecție;
- ecluze;
- sistemul de izolare anvelopă;

2.3.2. Îndepărtare a căldurii din anvelopă, realizat prin:

- sistemul de stropire;
- sistemul de răcitori locali de aer.

2.3.1.a) Anvelopa de protecție menține eliberările de radioactivitate spre mediu în limite permise, în condițiile unui eveniment însoțit de degajare de radioactivitate în interior.

Anvelopa este compusă dintr-o structură de beton armat precomprimat, prevăzută pe suprafața sa interioară cu o căptușeală epoxidică.

2.3.1.b) Ecluzele fac parte din structura anvelopei și de aceea trebuie să îndeplinească cerințele de menținere a integrității acesteia. Ele sunt alcătuite din structuri cilindrice de oțel, cu ansambluri de uși la fiecare capăt. Ușile sunt interblocate, astfel încât să nu poată fi deschise amândouă, simultan. S-au prevăzut o ecluză de echipamente și o ecluză de personal (pentru caz de avarie).

2.3.1.c) Sistemul de izolare al anvelopei asigură etanșarea clădirii reactorului de detectarea unei valori ridicate a radioactivității sau a unei creșteri anormale a presiunii prin închiderea tuturor trecerilor (cum ar fi: conducte tehnologice și de ventilație) care permit circulația fluidelor de proces și a aerului în timpul funcționării normale a centralei.

2.3.2.a) În partea superioară a anvelopei se află bazinul de stropire aferent sistemului de stropire în anvelopă, conținând circa 2600 m³ de apă demineralizată.

Sistemul de stropire este prevăzut pentru reducerea vârfului de presiune și a duratei suprapresiunii în anvelopă, prin preluarea de către apa de stropire a energiei aburului rezultat în urma pierderii agentului de răcire, reducând astfel scăpările din anvelopă.

2.3.2.b) Capacitatea sistemului de stropire este suplimentată și cu ajutorul sistemului de răcitori locali de aer, care îndepărtează pe termen lung căldura rezultată în urma pierderii agentului de răcire, limitează temperatura din zonele inaccesibile ale clădirii reactorului și menține temperatura aerului la un nivel acceptabil pentru personal (în zonele accesibile).