

Zadaci za auditorne vježbe na nastavi, 13.04.2012.

1. Potrebno je osigurati napajanje svemirske sonde tijekom jednogodišnje misije. Sonde je potrebno najmanje 25 W električne energije za nesmetan rad. Električna energija se proizvodi u uređaju efikasnosti 10%. Kao izvor energije koristi se α -raspad Po-210. Vrijeme poluraspada Po-210 je 138 dana, a energija po raspadu $Q = 5,4 \text{ MeV}$.

Koliko je grama Po-210 potrebno i koja je početna snaga izvora?

$$m = 10,8 \text{ g}, P_0 = 1556 \text{ W}$$

2. Jezgra nuklearnog reaktora sastavljena je od 121 gorivnog elementa. Gorivni elementi su tipa 16x16 s 20 mjesta za kontrolne šipke i jednim za instrumentaciju. Aktivna dužina goriva je 3,7 m a nazivna linearna gustoća snage je 19,2 kW/m (prosječna snaga proizvedena po metru gorivne šipke u nominalnim uvjetima). Reaktor je radio 7 mjeseci na punoj snazi prije zaustavljanja.

- a) Kolika se toplinska snaga stvara u gorivu 12 h nakon obustave? Specifični toplinski kapacitet hladioca $c_p = 4,2 \text{ kJ/kgK}$.
- b) Izračunajte koliki je porast temperature hladioca u jezgri 12 sati nakon konačne obustave ako pretpostavimo da sustav za odvođenje ostatne topline ima protok hladioca 192,5 kg/s.

$$P_{0,5, \text{dan}} = 9,93 \text{ MW}; \Delta T = 12,3 \text{ K}$$

3. Nuklearna elektrana PWR tipa s 4 rashladne petlje ima ukupan maseni protok primarnog hladioca $75 \cdot 10^6 \text{ kg/h}$, a entalpije primarne vode na ulazu i izlazu iz generatora pare su 1518,1 kJ/kg i 1337,3 kJ/kg. U kondenzatoru se predaje toplina riječnoj vodi u iznosu od 2542 MW, a ukupni stupanj djelovanja generatora je 0,95. Entalpija pojne vode generatora pare je 382,3 kJ/kg a entalpija zasićene pare na izlazu je 2772,1 kJ/kg. Svaka od 4 primarne pumpe unese u krug toplinsku snagu od 3 MW. Jezgra sadrži 101 t 3% obogaćenog UO_2 , efektivnog udarnog presjeka za fisiju 580 barn ($1 \text{ barn} = 10^{-28} \text{ m}^2$). Odredite:

- a) stupanj djelovanja elektrane i maseni protok pare po generatoru pare,
- b) srednji neutronske tok.

$$\eta_T = 0,31, \dot{m}_{\text{sek}} = 394 \text{ kg/s}, \Phi = 2,96 \cdot 10^{17} \text{ n/m}^2\text{s}$$

4. Nuklearni reaktor PWR tipa ima toplinsku snagu jezgre 3,8 GW. Jezgra se sastoji od 241 gorivnog elementa s 236 gorivnih šipki po elementu. Širina gorivnog elementa je 20,7 cm, duljina gorivne šipke je 3,81 m, radijus šipke je 4,85 mm.

Odrediti:

- a) srednju volumnu gustoću snage u jezgri [MW/m^3],
- b) srednju snagu proizvedenu po metru duljine gorivne šipke (linearna gustoća snage šipke) [kW/m],

$$Q''' = 96,6 \text{ MW/m}^3, q' = 17,5 \text{ kW/m}$$

5. Jezgra nuklearnog reaktora tipa PWR sadrži 76,33 t urana. Specifična snaga te jezgre na punoj snazi je 36,88 kW/kgU. Elektrana koristi 3 % obogaćeno gorivo. Mikroskopski udarni presjek za fisiju je $580 \cdot 10^{-28} \text{ m}^2$. Po jednoj fisiji oslobodi se $3,2 \cdot 10^{-11} \text{ J}$ energije. Temperatura vode na ulazu u reaktor iznosi 296 °C, a srednja temperatura vode u jezgri iznosi 312 °C. Specifična toplota primarne vode je 5,875 kJ/kgK. Svaka primarna pumpa dovodi 3889 kg/s vode u nuklearni reaktor. U nominalnim uvjetima svaka primarna pumpa predaje vodi 4 MW topline, a u kondenzatoru se rashladnom vodom odvodi 1889 MW topline. Unutrašnji stupanj djelovanja turbine je 0,95, a stupanj djelovanja sinkronog generatora jednak je 1.

Odrediti:

- snagu jezgre, potreban maseni protok vode kroz jezgru i broj primarnih rashladnih krugova;
- koliki je termički stupanj djelovanja elektrane i snaga na stezaljkama generatora;
- srednji neutronske tok.

$$P_j=2815 \text{ MW}, \dot{m}=14973 \text{ kg/s}, n_{RK}=4, \eta_t=0,33, P_{el}=896 \text{ MW}, \phi=2,6 \cdot 10^{17} \text{ n/m}^2\text{s}$$