

Rješavanje zadataka sa NE

Zadatak sa nuklearnom elektranom bi trebao biti dosta jednostavan, ako se zna samo par osnovnih stvari:

-entalpija je mjera koliko ima ukupno energije u nekom fluidu koji se koristi za kružni proces. U zadacima su dane specifične entalpije, dakle entalpije po kilogramu mase. Tako da ako je zadano da recimo para na ulasku u turbinu ima entalpiju 2000 kJ/kg, a na izlasku 1500 kJ/kg, onda svaki kilogram pare koji prođe kroz turbinu «ostavi» tamo 500 kJ, koji se pretvore u tehnički rad turbine, dakle ono što okreće generator.

$Q = cm\Delta T$ (dakle toplina koja se predaje/uzima od sredstva je specifični toplinski kapacitet sredstva * masa sredstva * razlika u temperaturi sredstva na početku i na kraju)

-maseni protok je isti svugdje u zatvorenom krugu (npr. maseni protok primarne vode kroz reaktor je isti kao maseni protok te iste primarne vode kroz parogenerator)

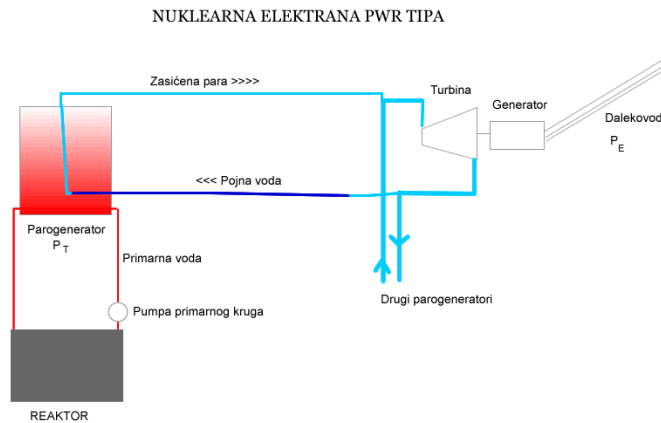
-snaga nekog elementa u krugu se dobije množenjem masenog protoka sa razlikom entalpija fluida prije i poslije tog elementa: u prijašnjem primjeru sa turbinom, svaki kg pare ostavlja u turbini 500 kJ, pa ako kroz turbinu prođe u sekundi 10 kg pare, onda oni ukupno ostave u turbini $500 \cdot 10 = 5000$ kJ energije svake sekunde, pa je snaga turbine 5000 kW (uz pretpostavku 100% iskorištenja). Dakle $P = \text{maseni protok} * (\text{entalpija prije} - \text{entalpija poslije})$

-to isto može i bez entalpije uz neke druge parametre: ponovo je snaga = protok * količina energije koju fluid uzme/ostavi. Npr., prema formuli $Q = cm\Delta T$ svaki kg fluida pri grijanju/hlađenju uzme/ostavi $c\Delta T$ topline, pa je $P = \text{maseni protok} * c\Delta T$

-Rad pumpe je $W_{\text{pumpe}} = V * \Delta p$, tu je Δp razlika tlakova prije i poslije pumpe, a V volumen fluida kojeg pumpa pumpa (taj volumen je konstantan jer pumpa pumpa vodu, kojoj se volumen zanemarivo mijenja sa tlakom). Snaga se dobije opet tako da se množi ovaj puta volumni protok sa razlikom tlaka prije i poslije pumpe. Volumni protok se dobije iz masenog, tako da se podijeli maseni protok sa gustoćom fluida (vode). Ovdje treba paziti na to da gustoća vode u tim zadacima redovito nije 1000 kg/m³ nego manje, jer je riječ o vodi na visokoj temperaturi.

Uz to, i sliku <http://img502.imageshack.us/img502/1458/nerq8.gif>, ne bi smjelo biti problema.

Evo objašnjenja slike:



Primarni krug

Primarni krug vodi toplinu od reaktora do parogeneratora pomoću vode na visokoj temperaturi. Strujanje vode održava pumpa. Energiju u krugu daju: reaktor + pumpa. Energiju u krugu odvodi: parogenerator. Primarnih krugova obično ima više (n komada), a svaki ima svoju pumpu. U zadacima se traži/zadan je ukupan maseni protok vode kroz reaktor, ili ukupna toplina koju reaktor daje vodi. Imajući na umu što u krugu daje, a što odvodi energiju, trebalo bi biti jasno da: toplina koju primarna voda prima u jezgri = toplina koju predaje u svim parogeneratorima – $n \cdot$ snaga pumpe. Odatje se, uz formule popisane gore, izračuna sve što treba o primarnom krugu. Ponekad je zadana snaga koju pumpa unosi u krug; inače je zadana razlika tlakova prije i poslije pumpe, pa treba izračunati pomoću te razlike tlakova i volumnog protoka snagu pumpe, pri tome pazeći na to da jedna pumpa odgovara jednom primarnom krugu, pa volumni protok kroz 1 pumpu nije jednak ukupnom volumnom protoku primarne vode već taj ukupni protok treba dijeliti sa n .

Snaga svih parogenerators zajedno obično se iz podataka u zadatku dobije tako da se električna energija koju elektrana proizvodi (P_E) podijeli sa stupnjem djelovanja elektrane.

Sekundarni krug

U sekundarnom krugu se voda pretvara u paru (to nije ista voda kao u primarnom krugu!!!) u parogeneratoru. Parogeneratora ima više – svaka petlja primarnog kruga daje toplinu jednom parogeneratoru. Para se iz svih zajedno vodi na turbinu. Tu su zadane entalpije zasićene pare (koja ulazi u turbinu), i pojne vode (to je voda koja ide iz turbine i odlazi natrag u parogenerator – tu bi vjerojatno još trebala doći i pumpa i kondenzator, ali njih nema u zadacima). Opet je snaga svih parogenerators zajedno = (entalpija zasićene pare – entalpija pojne vode) * maseni protok, a snaga svih parogenerators zajedno mora biti jednaka snazi reaktora + $n \cdot$ snaga pumpe.

Gornja uputa ima puno više smisla ako se usporedi sa nekim riješenim zadatkom iz primjera ☺ -recimo, 2. zadatkom iz «zadataka na nastavi», ZZP_6 (na stranici od e.t.)

Kod nuklearnih elektrana su još od interesa masa UO_2 , i ostatna toplina. Formule potrebne za to se nalaze na službenom šalabahteru pod «nuklearna energija». Treba samo voditi računa o tome da se iskorištava samo uran-235. Broj jezgara U-235 se nađe preko formule «toplinska snaga reaktora» iz službenog šalabahtera. Masu U-235 nađemo preko formule «Broj jezgara..» također iz šalabahtera – A_i je 235, a N_A prilagođen za račun u kg iznosi $6,022 \cdot 10^{26}$. Ako je e obogaćenje goriva, onda je ukupna masa goriva (masa urana 235) / $e \cdot 270/238$. Ovaj 270/238 služi tome da se u masu uračuna i kisik ($270 = 238 + 2 \cdot 16$) koji je prisutan u gorivu.

Ostatna toplina se računa prema formuli iz šalabahtera. Jedino što je tu vrijedno spomena jest da se t uvrštava u danima, i da je t_0 broj dana koliko je reaktor radio, a t broj dana koliko je radio + koliko je ugašen.