

TEORIJSKA PITANJA

Napomena: Teorijska pitanja treba slijedno rješavati na tri slobodne stranice košuljice (ne na vlastitim papirima). Teorijski zadatak vrijedi 4 boda (prvo potpitanje vrijedi 2 boda, a ostala po jedan).

1. a) Nacrtajte u p-v dijagramu izotermnu i adijabatsku kompresiju iz istog početnog stanja (točke).
b) Za koju promjenu stanja idealnoga plina je mehanički rad jednak nuli?
c) Je li toplina veličina stanja?
2. a) Objasnite termodinamički stupanj djelovanja i njegov teorijski maksimum?
b) Može li se teorijski sva unutrašnja kalorička energija pretvoriti u mehanički rad?
c) Kada kažemo da je neki proces povratljiv?
3. a) Možemo li bez kondenzatora u Rankineovom kružnom procesu i, ako ^{ne} da, što je posljedica?
b) Koji procesi čine Braytonov/Jouleov kružni proces?
c) Koji kružni proces koristi termoelektrana s plinskom turbinom?
4. a) Objasnite porijeklo energije nuklearne fisije?
b) Navedite dva materijala koji se koriste kao moderator u nuklearnom reaktoru?
c) Objasnite važnost fisijskih produkata u nuklearnoj energetici?
5. a) Koja je osnovna razlika između grijanja na geotermalnu energiju i grijanja korištenjem toplinske pumpe?
b) Navedite gradijent promjene temperature u tlu za područja s dobrim geotermalnim potencijalom?
c) Navedite primarni kriterij za isplativost korištenja kogeneracijskih postrojenja?
6. a) Što prikazuje i čemu služi vjerojatnosna krivulja protoka?
b) Navedite tri vrste hidroelektrana?
c) Navedite dvije prednosti i dva nedostatka korištenja hidroelektrana?
7. a) Čemu služi dnevna krivulja opterećenja?
b) U slučaju sinusnog napona frekvencije 50 Hz, koja je frekvencija snage na kapacitivnom trošilu?
c) Zašto se u elektroenergetskom sustavu električna energija prenosi na visokom naponu?
8. a) Nacrtajte U-I dijagram FN ćelije za dvije različite temperature.
b) Navedite dva načina korištenja sunčeva zračenja u termoelektranama i njihovu efikasnost.
c) Navedite tri vrste fotonaponskih ćelija.
9. a) Navedite četiri važna svojstva spremnika energije.
b) Koja su dva razloga zašto nam je potreban spremnik energije u elektroenergetskom sustavu?
c) Zašto bi gorivne ćelije mogle biti važne i što je pored cijene glavna prepreka za njihovo korištenje.
10. a) Nacrtajte karakteristiku snage vjetroagregata (VA) ovisno o brzini vjetra i navedite načine regulacije snage VA.
b) Zašto VA ne radi iznad određene brzine vjetra i koliko ta brzina najčešće iznosi?
c) Navedite dvije prednosti i dvije mane korištenja vjetroenergije?

NUMERIČKI ZADACI

Napomena: Numeričke zadatke treba slijedno rješavati na vlastitim papirima tako da je na svakoj stranici po jedan zadatak (sa svake strane lista papira po jedan zadatak).

11. (6b) Elektromotor izlazne snage 400 kW (mehanička snaga na osovini) i stupnja djelovanja $\eta = 0,96$ hladi se zrakom koji ventilator tjera kroz kućište. Koliki je maseni protok zraka potreban ako je ulazna temperatura zraka 25 °C, a najviša dozvoljena izlazna temperatura 50 °C? Stupanj djelovanja elektromotora definiran je kao omjer izlazne (mehaničke) snage i uložene električne snage. Specifični je toplinski kapacitet zraka $c_p = 1005 \text{ J/kgK}$.
12. (8b) Kolika je specifična eksergija zatvorenog sustava u kojem se nalazi idealni plin ($c_v = 718 \text{ J/kgK}$, $R = 287 \text{ J/kgK}$) tlaka 20 bar i temperature 350 °C? Tlak okolice je 1 bar, a temperatura 17 °C.
13. (8b) U termoelektrani se odvija idealni Rankineov kružni proces. Para tlaka 7 MPa i temperature 500 °C napušta kotao i ulazi u visokotlačni (VT) dio turbine gdje ekspandira do tlaka 0,9 MPa. Para se zatim dodatno zagrijava do temperature 450 °C te ekspandira u niskotlačnom (NT) dijelu turbine do tlaka 10 kPa. Iz parnih su tablica očitane vrijednosti entalpija: na izlazu iz kotla 3411 kJ/kg, na izlazu iz VT dijela turbine 2856 kJ/kg, na izlazu iz međupregrijača 3372 kJ/kg, na izlazu iz NT dijela turbine 2431 kJ/kg i na izlazu iz kondenzatora 192 kJ/kg. Gustoća vode što ju pumpa ubrizgava u kotao je 1000 kg/m^3 . Protok fluida u Rankineovom kružnom procesu je 300 kg/s.

Odredite:

- a) termički stupanj djelovanja (uzeti u obzir rad pumpanja),
 - b) porast temperature rashladne vode koja odvodi toplinu iz kondenzatora. Protok rashladne vode je 20 000 kg/s, a njezin specifični toplinski kapacitet 4,18 kJ/kgK.
14. (8b) Nuklearna elektrana PWR tipa ima 4 rashladne petlje. Masa UO_2 goriva u jezgri je 105 tona, obogaćenja 3%. Srednji neutronske tok u jezgri je $3 \cdot 10^{17} \text{ n/m}^2 \text{ s}$. Mikroskopski udarni presjek za fisiju je $580 \cdot 10^{-28} \text{ m}^2$. Temperatura hladioca, specifičnog toplinskog kapaciteta 5,7 kJ/kgK i gustoće 720 kg/m^3 , na ulazu u jezgru je 295 °C, a na izlazu iz jezgre 328 °C. S primarne se na sekundarnu stranu prenosi 3980 MW toplinske snage. Entalpija pojne vode parogeneratorske je 391 kJ/kg, a entalpija zasićene pare na izlazu iz parogeneratorske 2764 kJ/kg. Izračunati:
- a) snagu jezgre,
 - b) maseni protok primarnog hladioca kroz jezgru,
 - c) maseni protok pare kroz turbinu,
 - d) snagu primarne pumpe.
15. (8b) Predvidivi protok derivacijske HE kroz godinu aproksimira izraz $Q = 90 - 5 \cdot t \text{ [m}^3/\text{s]}$, t u [mj]. Prosječni je stupanj djelovanja 90%, a neto visina vode se može smatrati konstantnom i iznosi 80 m. Odrediti:
- a) predvidivu godišnju proizvodnju električne energije ako je instalirani protok jednak srednjem protoku uz zanemarenje gubitaka kinetičke energije,
 - b) neiskorištenu snagu vode uz srednji protok na izlazu turbine promjera 3 m koji se nalazi 5 m iznad razine donje vode,
 - c) faktor opterećenja uz instalirani protok jednak protoku koji je vjerojatno dostupan 4 mjeseca tijekom godine (stupanj djelovanja i visina su iz osnovnog dijela zadatka).
16. (6b) Vršno ozračenje na površinu fotonaponskih panela u solarnoj fotonaponskoj elektrani nazivne električne snage 100 kWe iznosi 1 kW/m^2 . Stupanj djelovanja fotonaponskih ćelija je 0,15, a faktor opterećenja elektrane 0,2.
- a) Kolika je aktivna površina panela?
 - b) Kolika je godišnja ozračenost na horizontalnu plohu ako ukupno povećanje ozračenosti na panele pod optimalnim kutom iznosi 25% (paneli su postavljeni pod optimalnim kutom)?
17. (6b) Gornja akumulacija reverzibilne hidroelektrane smještena je 300 m iznad donje akumulacije. Stupanj je djelovanja crpljenja vode 0,6, a proizvodnje električne energije 0,8. Odredite:
- a) električnu energiju potrebnu za dnevno crpljenje vode u gornju akumulaciju kako bi hidroelektrana proizvodila 500 MWh dnevno,
 - b) volumen vode u gornjoj akumulaciji potreban da bi se ostvarila predviđena proizvodnja hidroelektrane (500 MWh).
18. (10b) Maksimalna dnevna potrošnja EES-a iznosi 2000 MW, a minimalna 900 MW. Vrijeme trajanja minimalne snage je 6 sati. Varijabilna dnevna potrošnja iznosi 13650 MWh. Za aproksimaciju dijagrama trajanja opterećenja s tri pravca vrijedi $\alpha = 5/6$. U sustavu su raspoložive sljedeće elektrane: nuklearna elektrana snage 600 MW, dvije protočne hidroelektrane snaga 150 MW svaka, pet termoelektrana, snaga 150 MW (TE1), 200 MW (TE2), 250 MW (TE3), 300 MW (TE4) i 350 MW (TE5), tehničkih minimuma 50 MW svaka, čija je cijena proizvodnje električne energije obrnuto proporcionalna nazivnoj snazi elektrane.
- a) Nacrtajte dijagram trajanja opterećenja EES-a, označite karakteristične točke i ucrtajte raspored uključivanja elektrana.
 - b) Koliko iznosi faktor opterećenja?
 - c) Koliko energije proizvede TE3?
 - d) Koliko sati TE2 radi na snazi većoj od tehničkog minimuma?
 - e) Kolika je energija preljeva hidroelektrana?