

## Ispitna pitanja

### POGLAVLJE 1 i 2: Uvod

1. Navesti i ukratko objasniti principe hlađenja.
2. Objasniti princip hlađenja isparavanjem.
3. Objasniti princip hlađenja sa kompresijom pare.
4. Razvoj sistema za hlađenje u domaćinstvima i za klimatizaciju.
5. Objasniti gasni ciklus hlađenja.
6. Objasniti principe ejektorskog hlađenja i termoelektričnog sistema hlađenja.
7. Šta obuhvata savremena primena rashladne tehnike.
8. Industrijska primena rashladne tehnike (*opšte*).
9. Industrijska primena rashladne tehnike (*konkretno jedna primena: sladare ili pivare ili mlekare ili klanice ili hladnjače ili klizališta ili proizvodnja leda ili proizvodnja sladoleda ili liofilizacija*).
10. Šta predstavljaju projektni uslovi i kako se vrši izbor projektnih parametara?

### POGLAVLJE 3: Rashladno opterećenje i izolacija

11. Šta predstavlja rashladno opterećenje i zbog čega je potrebno poznavati ga?
12. Iz čega se sastoji i kako se formira toplotni protok odnosno rashladno opterećenje.
13. Navesti i objasniti vrste toplotnih dobitaka koje utiču na rashladno opterećenje.
14. Industrijske rashladne komore: klasifikacija, konstrukcija (izolacija), namena, režimi, specifičnosti.
15. Izolacioni materijali u rashladnoj tehnici: namena, karakteristike, veza sa potrošnjom energije, problemi sa difuzijom vlage, izolacija poda, vrste materijala.
16. Izolacioni materijali u rashladnoj tehnici: karakteristike najčešće korišćenih materijala.
17. Opisati mehanizam prenosa toplote i mase u izolovanim komorama.

### POGLAVLJE 4: Rashladni fluidi

18. Zbog čega je važno poznavati karakteristike pojedinih rashladnih fluida?
19. Primarni rashladni fluidi: definicija, namena, klasifikacija, tipovi i dr.
20. Na osnovu čega se vrši izbor rashladnog fluida?
21. Nabrojati osobine rashladnih fluida.
22. Objasniti „jednu od“ osobina rashladnih fluida (biće precizirano npr. toplota isparavanja ili neka druga) i njen uticaj na performanse rashladnog uređaja.
23. Nabrojati sigurnosne i ekološke karakteristike rashladnih fluida.
24. Objasniti „konkretnu“ karakteristiku (npr. toksičnost ili neka druga) i njen uticaj na sigurnost i bezbednost rashladnog uređaja i okoline.
25. Obrazložiti ekonomske kriterijume izbora rashladnog fluida.
26. Obrazložiti način označavanja rashladnih fluida.
27. Sekundarni rashladni fluidi: definicija, namena, klasifikacija, karakteristike i dr.

### POGLAVLJE 5: Termodinamičke osnove rashladnih ciklusa sa mehaničkom kompresijom

28. Principijelno objasniti rashladni ciklus sa mehaničkom kompresijom (iz čega se sastoji ciklus i šta se postiže u svakoj fazi ciklusa).
29. Definisati rashladni koeficijent Carnot-ovog levokretnog kružnog procesa.
30. Princip rada vazdušnog rashladnog uređaja.
31. Princip rada parnog rashladnog uređaja (skicirati proces u p-v; p-h; T-s dijagramima).
32. Objasniti ulogu ekspanzionog ventila u rashladnom ciklusu (skicirati proces u p-h i T-s dijagramu).
33. Šta predstavlja „suvo usisavanje“ i šta se s istim postiže (skicirati uređaj i proces u T-s dijagramu)?
34. Šta predstavlja „pothlađivanje“ i šta se s istim postiže (skicirati uređaj i proces u T-s dijagramu)?
35. Šta predstavlja „dvostepena kompresija“ i šta se s istom postiže (skicirati uređaj i proces u T-s dijagramu i objasniti kako se formira odnos pritisaka kompresija i pritisak u međuhladnjaku)?

### **POGLAVLJE 6 i 7: Kompresori**

36. Objasniti ulogu kompresora u rashladnom ciklusu i koji tipovi se upotrebljavaju?
37. Objasniti princip rada klipnih kompresora (skica poželjna).
38. Idealni kompresor: objasniti i skicirati ciklus u p-V dijagramu i definisati pojmove kao što su časovna geometrijska zapremina, maseni protok rashl. fluida, rashladna snaga i potrebna teorijska indikatorska snaga.
39. Upporediti realni sa idealnim kompresorom uz definisanje pojma koeficijenta isporuke.
40. Definirati volumetrijski koeficijent usled štetnog prostora  $\lambda_c$  i skicirati indikatorski dijagram realnog kompresora.
41. Definirati koeficijent isporuke usled pada pritiska kroz usisni ventil  $\lambda_{pr}$ .
42. Definirati koeficijent isporuke usled zagrevanja  $\lambda_z$ .
43. Definirati koeficijent isporuke usled isticanja  $\lambda_n$ .
44. Definirati efektivni koeficijent korisnog dejstva  $\eta_e$  (uključujući definicije za indikatorski  $\eta_i$  i mehanički koeficijent  $\eta_m$ , a poželjan je i indikatorski dijagram).
45. Obrazložiti vezu između karakteristika rada rashladnog kompresora i standardnih uslova, kao i zbog čega je ona značajna.
46. Zbog čega je važna regulacija kapaciteta klipnih kompresora i na koje načine se ona izvodi?
47. Specifičnosti hermetičkih i poluhermetičkih klipnih kompresora.
48. Specifičnosti klipnih kompresora otvorenog tipa.
49. Vijčani kompresori sa dva vijka: princip rada, poređenje sa klipnim, prednosti i nedostaci.
50. Osnovne karakteristike vijčanog kompresora (sa dva vijka): časovna zapremina pare rashl. fluida, koeficijent isporuke, geometrijski zapreminski odnos.
51. Primena ekonomajzera kod vijčanih kompresora: uloga i uticaj na kapacitet hlađenja.
52. Vijčani kompresori sa jednim vijkom: princip rada, karakteristike, performanse.
53. Spiralni kompresori: princip rada, karakteristike, primena.
54. Objasniti načine regulacije kapaciteta spiralnih kompresora.
55. Centrifugalni (turbo) kompresori: princip rada, karakteristike, primena.
56. Efikasnost rada turbokompresora: način formiranja stepena korisnog dejstva.
57. Rashladni ciklus turbokompresora: skicirati proces i p-h dijagram uz objašnjenje i to za jednostepeni i dvostepeni ciklus kao i za jednostepeni sa ekspanderom.
58. Načelno skicirati i objasniti radni dijagram turbokompresora.
59. Objasniti načine regulacije kapaciteta turbokompresora.

### **POGLAVLJE 8 i 9: Kondenzatori i kule za hlađenje**

60. Objasniti ulogu kondenzatora i kula za hlađenje u rashladnom ciklusu i koji tipovi se upotrebljavaju?
61. Uticaj temperature kondenzacije na performanse rashladnih uređaja i kako se ona odabira.
62. Vodom hlađeni kondenzatori: tipovi, principi rada, konstrukcija, mehanizam prenosa toplote.
63. Vazduhom hlađeni kondenzatori: principi rada, konstrukcija, mehanizam prenosa toplote.
64. Evaporativni kondenzatori: princip rada, konstrukcija.
65. Evaporativni kondenzatori: materijalni i energetske bilans.
66. Evaporativni kondenzatori: mehanizam razmene toplote i mase.
67. Prednosti i nedostaci evaporativnih kondenzatora.
68. Kule za hlađenje: princip rada, konstrukcija.
69. Kule za hlađenje: navesti i obrazložiti Merkelovu jednačinu i skicirati uz objašnjenje pogonske linije vode i vazduha u dijagramima h-T i h-x.
70. Šta obuhvata i koji je redosled koraka pri energetskom pregledu kule za hlađenje?
71. Koje su mogućnosti za uštedu energije kula za hlađenje? Obrazložiti odgovor.

### **POGLAVLJE 10 i 11: Isparivači, vazdušni hladnjaci i rashlasne baterije**

72. Objasniti ulogu isparivača u rashladnom ciklusu i koji tipovi upotrebe isparivača (skicirati)?
73. Horizontalni isparivači tipa cevi u plaštu: princip rada, konstrukcija.
74. Vertikalni isparivači: princip rada, konstrukcija.
75. Šta podrazumeva toplotni proračun isparivača? Izvesti izraze i obrazložiti.

76. Isparivači za hlađenje vazduha prirodnom konvekcijom: princip rada, konstrukcija, izvedbe.
77. Vazdušni hladnjaci: princip rada, tipovi, konstrukcija.
78. Suvi vazdušni hladnjaci: princip rada, konstrukcija, specifičnosti primene.
79. Mokri vazdušni hladnjaci: princip rada, konstrukcija.
80. Navesti i obrazložiti mogućnosti povećanja prelaza toplote pri ključanju.
81. Navesti i obrazložiti načine otapanjainja i leda s isparivačkih površina.

### **POGLAVLJE 12 i 13: Ostali elementi rashladnih postrojenja**

82. Objasniti ulogu i tipove ekspanzionih uređaja u rashladnim instalacijama.
83. Automatski ili ekspanzioni ventil konstantnog pritiska: funkcija, princip rada (uz skicu), uticaj promene toplotnog opterećenja na rad ekspanzionog ventila: funkcija, princip rada (uz skicu),
84. Termostatski ekspanzioni ventil: funkcija, princip rada (uz skicu), pozicija u instalaciji (uz skicu).
85. Termostatski ekspanzioni ventil: primena ventila; upotreba voda za izjednačavanje pritiska.
86. Kapilarna cev: funkcija, princip rada (promena pritiska), konstrukcija, primena.
87. Odvajači tečnosti: funkcija, princip rada, konstrukcija.
88. Odvajači tečnosti: veza nivoa tečnosti i opterećenja isparivača, izbor i dimenzionisanje, šema vezivanja.
89. Međuhladnjaci: funkcija, princip rada, tipovi (sa opisom i skicom).
90. Sakupljači tečnosti: funkcija, princip rada, izbor i dimenzionisanje.
91. Obrazložiti funkciju odvajača vazduha: zašto se vazduh i gasovi skupljaju i kakve efekte to ima na performanse instalacije.
92. Odvajači vazduha: princip rada, uređaji za ispuštanje vazduha.

### **POGLAVLJE 14: Analiza rada kompresionih sistema i energetski menadžment**

93. Šta predstavlja radna tačka kompresionih sistema i koja je uloga simulacione analize?
94. Načelno (grafički) formulisati radnu tačku za kompresorsko-kondenzatorski podsistem.
95. Načelno (grafički) formulisati karakteristiku čitavog rashladnog sistema.
96. Obrazložiti mogućnosti ekspanzionog uređaja u regulaciji rashladnog kapaciteta i temperature isparavanja.
97. Obrazložiti ulogu i mogućnosti analize osetljivosti rashladnih sistema i navesti primer.
98. Energetski menadžment u rashladnoj tehnici: definicija, ciljevi i aktivnosti (grupisane u okviru 4 osnovne tehnike unapređenja rada rashladnih sistema).
99. Tipične aktivnosti regularnog održavanja rashladnih sistema. Navesti i obrazložiti.
100. Skicirati rashladni sistem sa pozicijama na šta se treba fokusirati prilikom stalnih provera tokom procedure održavanja. Označiti i obrazložiti (navesti šta se proverava, šta je potencijalni problem i dr.)
101. Značaj merenja i instrumentacije za ispravnost rada rashladnog postrojenja. Obrazložiti odgovor.
102. Skicirati i označiti osnovna merna mesta rashladnog uređaja. Komentarisati izbor ključnih veličina.

### **POGLAVLJE 15: Absorpciona rashladna postrojenja**

103. Objasniti princip rada absorpcionih rashladnih postrojenja (skica poželjna).
104. Izvršiti dve osnovne klasifikacije absorpcionih rashladnih postrojenja uz obrazloženje.
105. Šematski prikazati i objasniti jednostavno apsorptiono rashladno postrojenje.
106. Izvršiti analizu procesa apsorptionog rashladnog postrojenja u h-ξ dijagramu binarnih smeša.
107. Prikazati proces jednostavnog apsorptionog rashladnog postrojenja u h-ξ dijagramu binarnih smeša.
108. Navesti i objasniti načine povećanja efikasnosti absorpcionih rashladnih postrojenja (skica poželjna).
109. Šematski prikazati i objasniti dvostepeno apsorptiono rashladno postrojenje.

<b>Napomene u vezi ispitnih pitanja, polaganja ispita i načina bodovanja</b>
------------------------------------------------------------------------------

- ❖ Ispitna pitanja sa liste dolaze na ispit u istovetnoj ili eventualno malo izmenjenoj formulaciji (što znači da pitanje može biti više precizirano ali nepromenjeno u smislu obima i sadržaja očekivanog odgovora).
- ❖ Pored ispitnih pitanja na ispitu se radi jedan zadatak.
- ❖ Ispit se polaže pismenim putem (trajanje 180 min) i sastoji od 5 teorijskih pitanja i jednog računskog zadatka, gde svaki odgovor na teorijsko pitanje nosi od 0 do 16 bodova a računski zadatak od 0 do 20 bodova. Ispit se smatra položenim sa ostvarenih minimum 51 bod u zbiru.