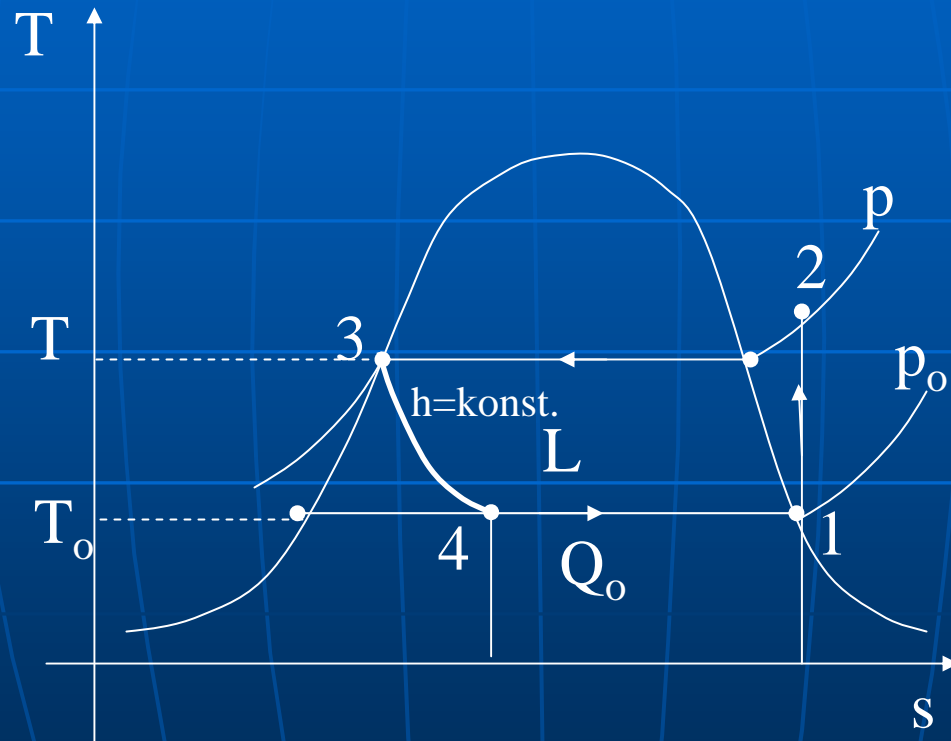


BRODSKI RASHLADNI SUSTAVI

Razlika stvarnog i teoretskog
procesa

Označavanje radnih fluida i
alternative za brodske sustave

Teoretski proces



Razlike – stvarni proces

- primjenjuje se TEV pa je para na izlazu iz isparivača malo pregrijana
- para se može malo zagrijavati od isparivača do kompresora, a dolazi i do pada tlaka
- pada tlak prilikom strujanja kroz usisni ventil
- zagrijavanje prilikom usisa
- kompresija je politropska s promjenjivim eksponentom
- pri izlazu kroz tlačni ventil pada temperatura i tlak
- pada tlak od kompresora do kondenzatora, a i u kondenzatoru
- pothlađivanje se može desiti i u kondenzatoru, a ako postoji pothlađivač mijenja se i iznos pregrijanja pare na izlazu iz isparivača
- dolazi do pada tlaka pri strujanju kroz isparivač

Označavanje radnih fluida

- CFC – chlorofluorocarbons
- HCFC – hydrochlorofluorocarbons
- HFC – hydrofluorocarbons
- R-xx

Identifikacija čistih tvari

- $xx + 90 = XYZ$
- X – broj C atoma
- Y – broj H atoma
- Z – broj F atoma
- $2X - Y - Z + 2$ – broj Cl atoma
- ako je Cl=0 radi se o HFC spoju
- slovo označava različite izomere (isti broj atoma, ali različita struktura)

Primjeri

- R-12
- $12 + 90 = 102$
- $C=1; H=0; F=2; Cl=2 \Rightarrow C Cl_2 F_2$
- difluordiklormetan
- R-134a
- $134 + 90 = 224$
- $C=2; H=2; F=4; Cl=0 \Rightarrow C H_2 F - CF_3$
- tetrafluoretan (HFC 134a)

Identifikacija smjese

- ASHRAE standard 34 -2004 i ISO 817
- zeotropne smjese - serija brojeva 400...
- azeotropne smjese - serija brojeva 500...
- brojevi se dodjeljuju prema kronološkom redu odobravanja od strane ASHRAE
- velika slova označavaju iste sastojke, ali s različitim udjelima

Primjeri

- R-407A R32/125/134a (20.0/40.0/40.0)
- R-407B R32/125/134a (10.0/70.0/20.0)
- R-407C R32/125/134a (23.0/25.0/52.0)
- R-407D R32/125/134a (15.0/15.0/70.0)
- R-407E R32/125/134a (25.0/15.0/60.0)

Primjeri

- R-404A (skoro azeotropna smjesa sadrži R-125, R-143a i R-134a u masenim omjerima 44/52/4)
- R-407C (sadrži R-32, R-125 i R-134a u masenim omjerima 23/25/52)
- R-410A (skoro azeotropna smjesa sadrži R-32 i R-125 u masenim omjerima 50/50, zamjena za R-22)
- R-507 (azeotropna smjesa sadrži R-125 i R-143a u masenim omjerima 50/50)

Organske tvari

- sistem označavanja kao za fluorougljične spojeve
- $xx+90=XYZ$
- primjer: propan C_3H_8 (R-290)
- $290+90=380$; C=3, H=8, F=0

Anorganske tvari

- serija 700..., a broj se tvori tako da se znamenci 700 pribroji molekularna masa
- R-717 – amonijak mol. mase 17
- R-718 – voda mol. mase 18
- R-744 – CO₂ mol. mase 44

ASHRAE sigurnosna oznaka

- slovo označava otrovnost, a broj zapaljivost
- A – sredstva za koja nije utvrđena toksičnost u koncentracijama manjim od 400ppm
- B – postoje dokazi o toksičnosti pri tim koncentracijama
- 1 – sredstva ne pokazuju širenje plamena pri 21°C i 101 kPa
- 2 - sredstva imaju manju granicu zapaljivosti
- 3 – sredstva su jako zapaljiva

Sigurnosne oznake

| | | |
|--------------------|--------------------|---------------------|
| JAKO ZAPALJIVO | A3 | B3 |
| SLABO ZAPALJIVO | A2 | B2 |
| NEZAPALJIVO | A1 | B1 |
| | NISKA OTROVNOST | VISOKA OTROVNOST |

| Oznaka | Naziv | Sastav ili kemijska formula (maseni udjeli) | Sigurnosna oznaka |
|--------------------------|-------------------------|---|-------------------|
| Anorganske tvari | | | |
| R-717 | amonijak | NH ₃ | B2 |
| R-718 | voda | H ₂ O | A1 |
| R-744 | ugljični dioksid | CO ₂ | A1 |
| Organske tvari | | | |
| Hidrougljici | | | |
| R-290 | propan | CH ₃ CH ₂ CH ₃ | A3 |
| R-600 | butan | CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₃ | A3 |
| R-600a | izobutan | CH(CH ₃) ₂ CH ₃ | A3 |
| R-1270 | propilen | CH ₃ CH=CH ₂ | A3 |
| Hidrofluorouglijci (HFC) | | | |
| R-32 | difluormetan | CH ₂ F ₂ | A2 |
| R-125 | pentafluoretan | CHF ₂ CF ₃ | A1 |
| R-134a | 1,1,1,2-tetrafluoroetan | CH ₂ FCF ₃ | A1 |
| R-143a | 1,1,1-trifluoroetan | CH ₃ CF ₃ | A2 |
| R-152a | 1,1-difluoroetan | CH ₃ CHF ₂ | A2 |
| Azeotropne smjese | | | |
| R-502 | | R22/R115 (48.8/51.2) | A1 |
| R-507 | | R125/R143a (50/50) | A1 |
| Zeotropne smjese | | | |
| R-404A | | R125/R143a/R134a (44/52/4) | A1 |
| R-407C | | R32/R125/R134a (23/25/52) | A1 |
| R-410A | | R32/R125 (50/50) | A1 |

Zašto smjese?

- kako bi se postigla termodinamička svojstva slična postojećim sredstvima te bi se mogli koristiti postojeći sustavi s malim preinakama
- razvoj efikasnijih i ekonomičnijih rashladnih fluida – obično iziskuje i razvoj novog sustava

Smjese

- zeotropne < > azeotropne
- zeotropne:
 - dolazi do promjene sastava
 - temperaturni pomak
- generalno za smjese vrijedi:
 - slabiji učin od sredstava koje zamjenjuju
 - malo koja može direktno zamijeniti postojeće rashladno sredstvo – preinake
 - nekompatibilna ulja - zamjena

Sastojci

| CFC | HCFC | HFC | HC and Others |
|-------|--------|---------|------------------------|
| R-11 | R-22 | R-32 | R-50 (methane) |
| R-12 | R-123 | R-116 | R-190 (ethane) |
| R-114 | R-124 | R-125 | R-290 (propane) |
| R-115 | R-142b | R-134a | R-600 (butane) |
| | | R-143a | R-600a (isobutane) |
| | | R-152a | R-1150 (ethylene) |
| | | R-218 | R-1270 (propylene) |
| | | R-236ef | R-717 (ammonia) |
| | | R-245fa | R-744 (carbon dioxide) |

| Smjese s CFC ODS Klasa I | Smjese s HCFC ODS Klasa II | Ne-ODS smjese |
|-----------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| R-400 | R-401A, R-401B | R-404A |
| R-500 | R-402A, R-402B | R-407A, R-407B, R-407C , |
| R-501 | R-403A, R-403B | R-407D, R-407E |
| R-502 | R-405A* | R-410A , R-410B |
| R-503* | R-406A | R-413A |
| R-504* | R-408A, R-408B | R-417A |
| R-505* | R-409A, R-409B | R-419A |
| R-506* | R-411A, R-411B | R-421A, R-421B** |
| | R-412A | R-422A** |
| | R-414A, R414B | R-507A |
| | R-415A, R415B | R-508A, R-508B |
| | R-416A | R-509A |
| | R-418A | |
| | R-420A | |

Primjene

- kućanstva:
 - R-12 >>> R-134a ili R-600a
- klimatizacija vozila
 - R-12 >>> R-134a
- centralizirani sustavi (komercijalni)
 - R-12 >>> R-134a
 - R-502 >> "R-22 blend"
 - R-22 >>> R-404A ili R-507A
- zamjena u novim uređajima za R-22 i R-502
 - veliki sustavi za niske i srednje temperature
 - R-404A ili R-507A
 - mali sustavi za srednje temperature
 - R-134a ili R-407C

Primjene

- industrijsko rashlađivanje, skladištenje te priprema hrane
 - R-717
 - R-744
 - R-12 >>> R-134a
 - R-502 >>> R-404A i R-507A
 - R-410A u novim sustavima
- hlađenje pri transportu
 - trgovački brodovi
 - R-12 >> R-22 ili R401A, R-409A
 - R-12 >>> R-134a
 - R-410A u novim sustavima
 - kontejneri
 - R-12 >>> R-407D ili R-413A

Primjene

- klimatizacija i toplinske pumpe
 - R-22 >>> R-407C, R-134a ili R-417A
 - R-410A u novim sustavima
- veći rashlađivači
 - R-11 >> R-123 >>> R-245fa
 - R-12 >>> R-134a
- centrifugalni i vijčani rashlađivači manji od 1400 kW
 - R-22 >>> R-134a
- manji pužni, vijčani i klipni rashlađivači
 - R-22 >>> R-134a, R-407C
 - R-410A u novim sustavima