



Pravilno rukovanje rashladnim fluidima

Predavač: Radomir Muhadinović, dipl. ing.



Sadržaj:

- Pregled rashladnih uređaja
- Osnovni koncepti hlađenja
- Rashladni fluidi i sredstva za podmazivanje
- Glavne komponente rashladnog sistema
- Mjere sigurnosti prilikom rada sa rashladnim fluidima
- Prikupljanje, recikliranje i regeneracija rashladnih fluida
- Detekcija curenja
- Najbolja servisna praksa
- Alternativni rashladni fluidi i retrofit

Sadržaj:

- **Pregled rashladnih uređaja**
- Osnovni koncepti hlađenja
- Rashladni fluidi i sredstva za podmazivanje
- Glavne komponente rashladnog sistema
- Mjere sigurnosti prilikom rada sa rashladnim fluidima
- Prikupljanje, recikliranje i regeneracija rashladnih fluida
- Detekcija curenja
- Najbolja servisna praksa
- Alternativni rashladni fluidi i retrofit

Pregled rashladnih uređaja

- **Istorija hlađenja**

John Gorrie (USA) – 1845 god. sa vazdušnim ciklusom – za hlađenje bolničkih soba

James Harrison (Australija) - sa komprimovanom parom – pivare i industrija mesa

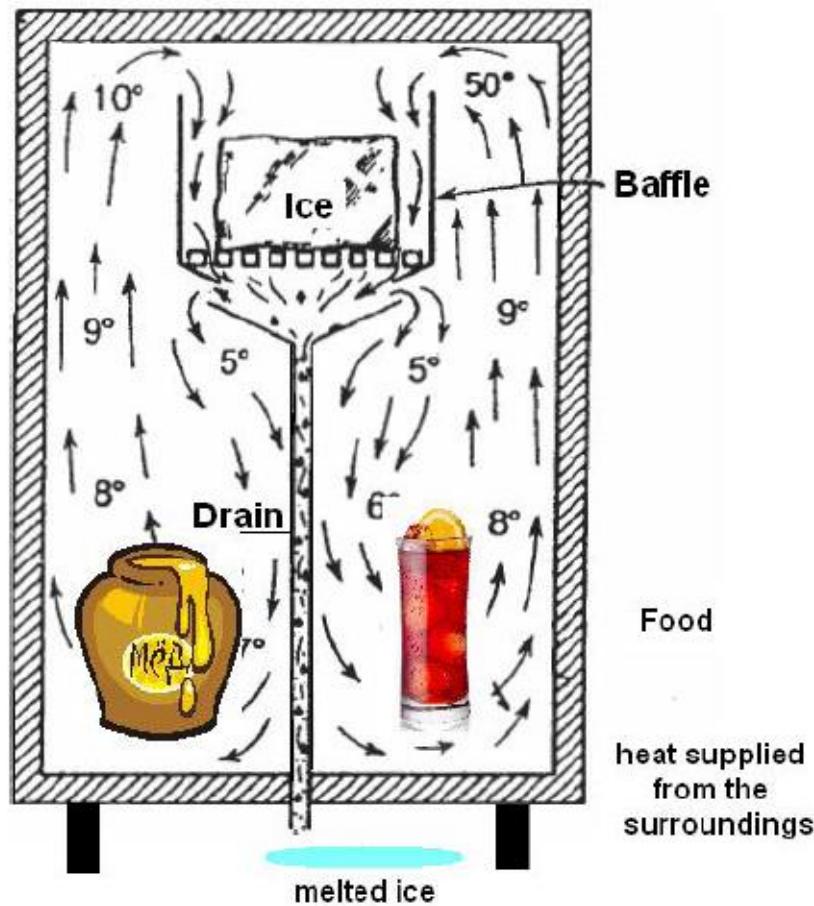
Ferdinand Carre (Francuska) - 1859 god. apsorpcija amonijaka – industrija

- **Uspostavljanje mehaničkog hlađenja sa komprimovanom parom CFC-a i HCFC-a**

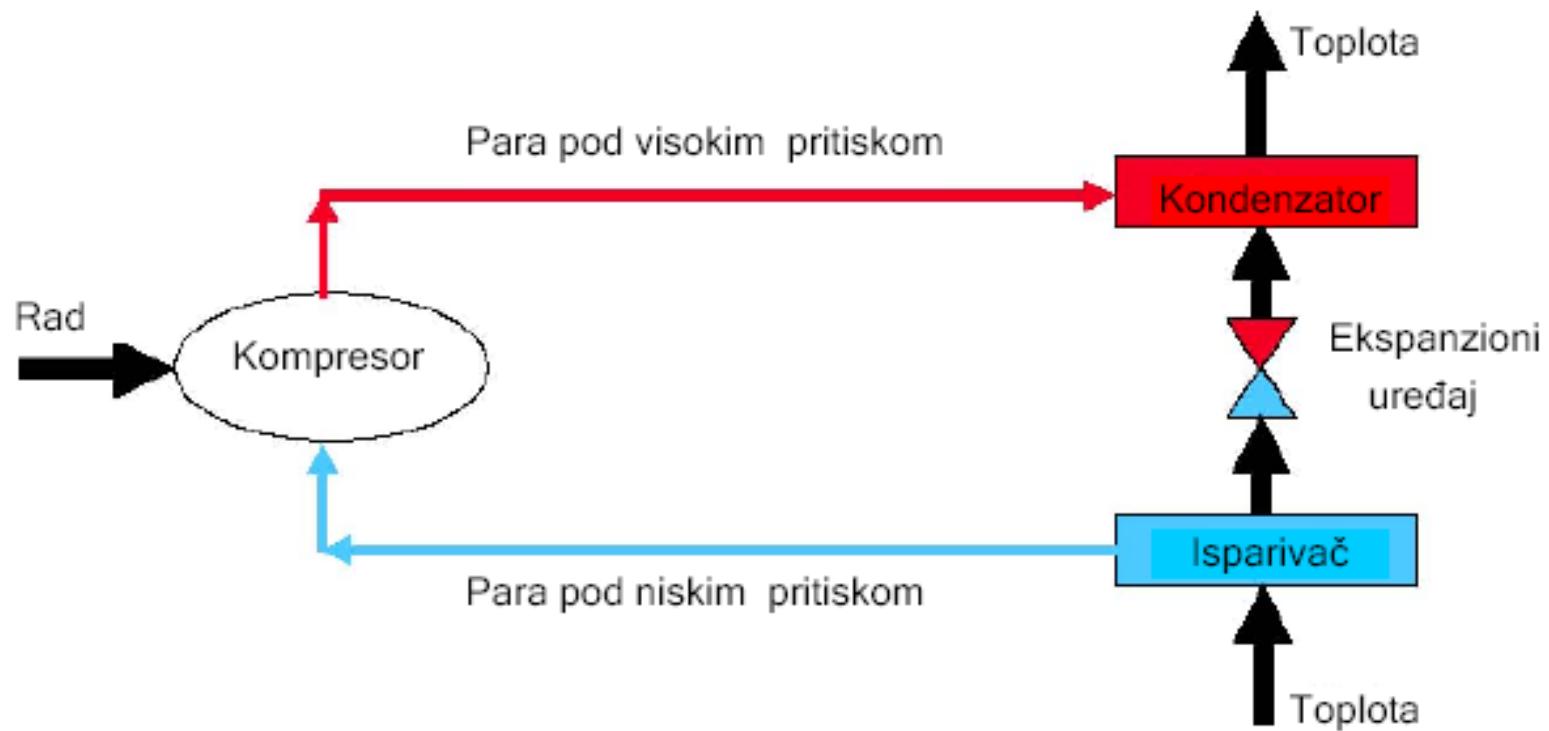
Broj rashladnih uređaja se povećao zahvaljujući pronašnjima: početkom 20.-og vijeka električne energije, zatim 30.-ih godina malih električnih motora i CFC i HCFC rashladnih fluida , a naročito pronašnjom hermetičkih kompresora poslije drugog svjetskog rata.

- **Apsorpcioni rashladni sistem**

Pregled rashladnih uređaja



Uspon mehaničkog hlađenja sa komprimovanom parom CFC-a i HCFC-a



Sadržaj:

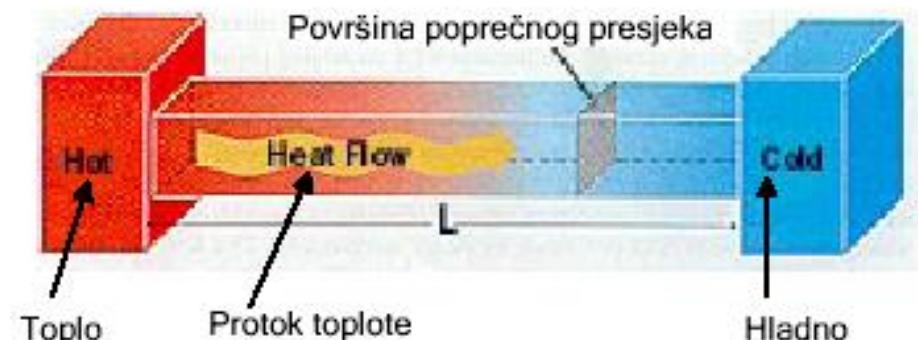
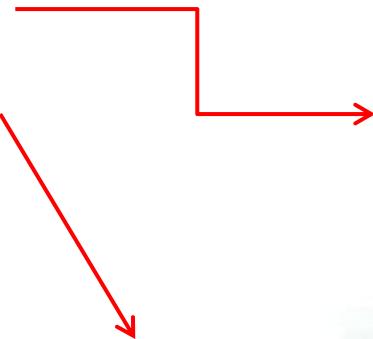
- Pregled rashladnih uređaja
- **Osnovni koncepti hlađenja**
- Rashladni fluidi i sredstva za podmazivanje
- Glavne komponente rashladnog sistema
- Mjere sigurnosti prilikom rada sa rashladnim fluidima
- Prikupljanje, recikliranje i regeneracija rashladnih fluida
- Detekcija curenja
- Najbolja servisna praksa
- Alternativni rashladni fluidi i retrofit

Osnovni koncepti hlađenja

Termodinamika – grana fizike koja se bavi protokom toplotne energije i kako ona proizvodi mehanički rad. Razvila se u 19. vijeku kroz pokušaje da se poveća efikasnost ranih parnih mašina.

Načini prenošenja topline

- Provođenje
- Konvekcija
- Radijacija

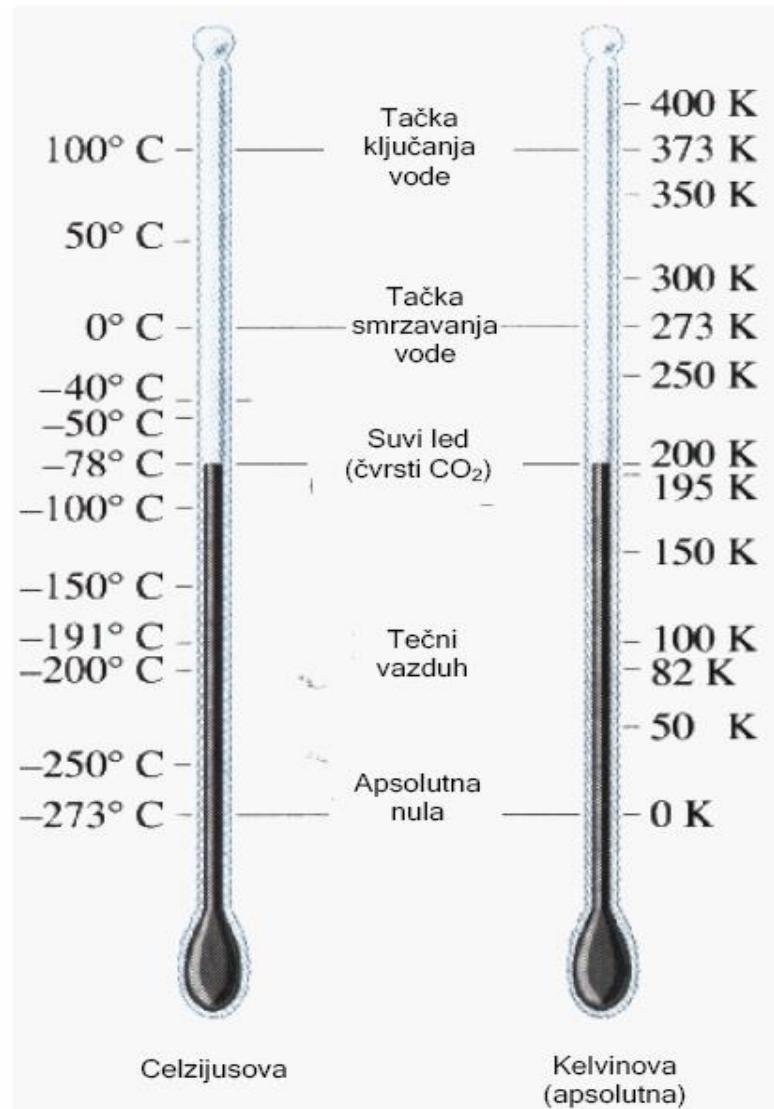


Osnovni koncepti hlađenja

Temperatura

Temperatura supstance može se razumjeti kao mjera za količinu kretanja konstituenata materije –atoma,molekula i grupa molekula.U slučaju čvrstih tijela atomske i molekulske rešetke vibriraju oko centra vibracije. Kada se zbog dovođenja toplote kretanje ubrza do te mjere da se prevaziđe energija veze rešetkaste strukture čvrsta rešetka se raskida. Čvrsto tijelo tada počinje da se topi i postaje tečnost. Ukoliko se dovede još više toplotne energije ove sile prestaju da djeluju pa se molekuli u parnom ili gasnom stanju mogu slobodno kretati

Većina termometara zasniva svoj rad na



Kelvinova i Celzijusova temperaturna skala

Osnovni koncepti hlađenja

Pritisak

Izraz pritisak odnosi se na silu koja djeluje na jedinicu površine. Međunarodni komitet za mjere je odredio da je jedinica za pritisak Pascal (Pa). Ova jedinica se izražava kao Njutn po metru kvadratnom (N/m^2).

$$\text{Pritisak } p = \frac{\text{Sila } F}{\text{Površina } A} \text{ u Pa, } N/m^2$$

Dozvoljena je upotreba i jedinice bar koja je izvedena iz Pascal-a

Važe sledeće relacije:

$$1 \text{ bar} = 100.000 \text{ Pa} = 10^5 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ bar} = 1.000 \text{ mbar}$$

Osnovni koncepti hlađenja

Atmosferski pritisak - pritisak kojim vazdušni omotač (visine do 200 km) pritiska površinu Zemlje. Mjeri se barometrom .

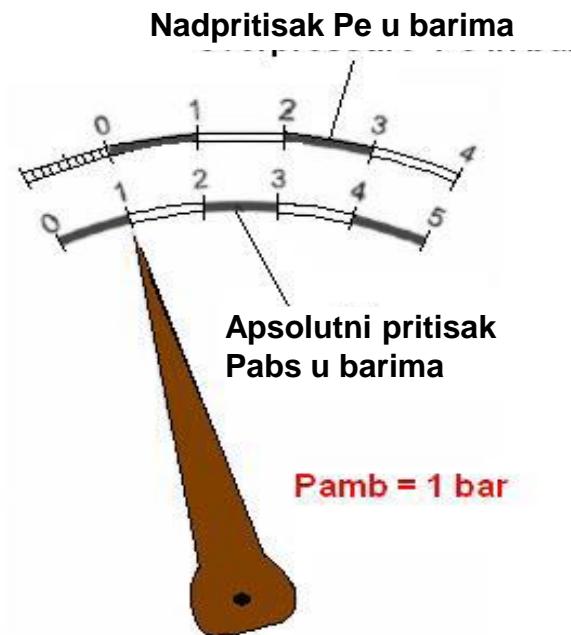
Na nivou mora P_{amb}= 1,013 bar 760 mm Hg

Manometarski i absolutni pritisak

Absolutni pritisak je potreban zbog proračuna i određivanja fizičkih osobina

$$P_{abs} = P_{amb} + P_e \quad (\text{u bar} - \text{ima})$$

- P_{abs} - absolutni pritisak
- P_{amb} - atmosferski pritisak
- P_e - nadpritisak (manometarski pritisak)



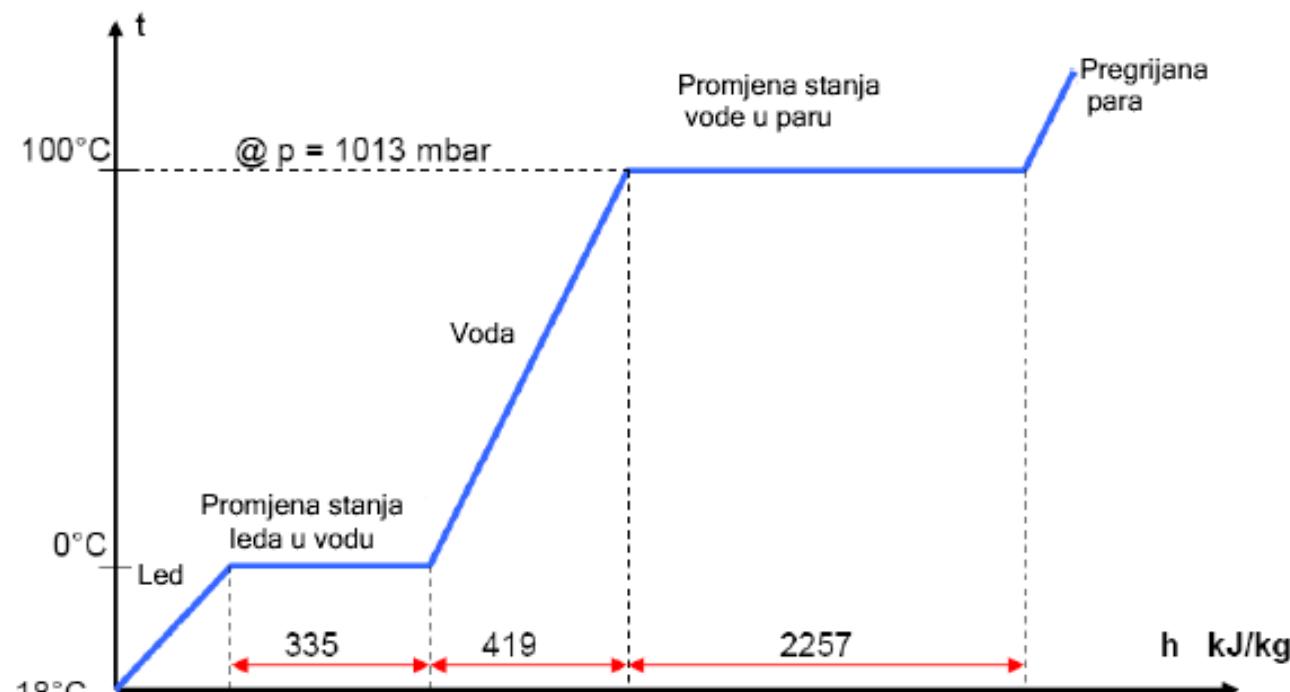
Očitavanje na manometru
absolutni pritisak i nadpritisak

Osnovni koncepti hlađenja

Entalpija – nekad se nazivala toplotni sadržaj i pokazuje koliko toplote (u odnosu na datu temperaturu) sadrži supstanca.

Za rashladne fluide vrijednost specifične entalpije može se uzeti iz tablica i dijagrama.

Promjena agregatnih stanja supstanci

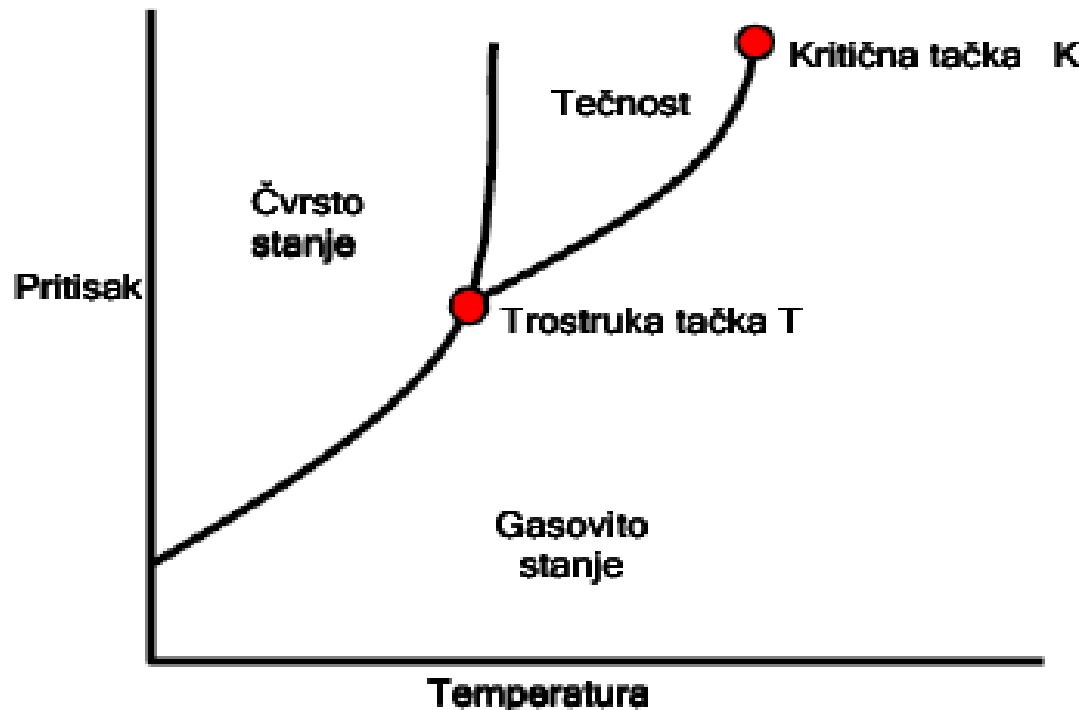


Osnovni koncepti hlađenja

Dijagram agregatnih stanja

Voda na nivou mora isparava na temperaturi od $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ i na pritisku od 1,013 bar a na 2000 m pritisak je oko 0,8 bar a temperatura isparavanja je oko $93,5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

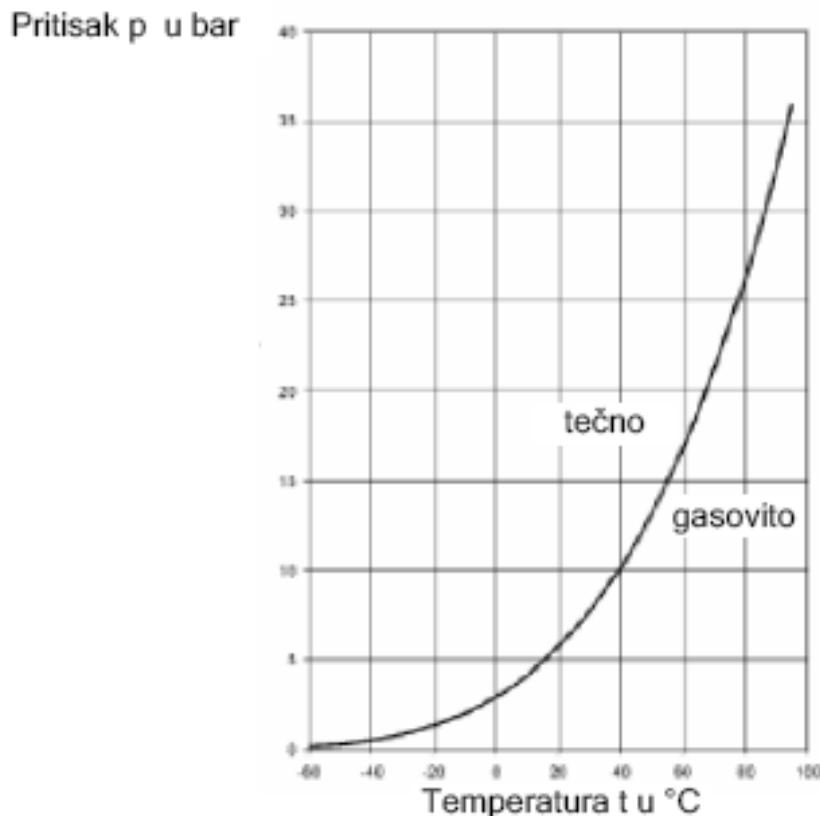
Dijagrami agregatnih stanja koriste se da predstave uticaj promjene temperaturne i pritiska na agregatna stanja supstance.



Dijagram agregatnih stanja za rashladne fluide

Osnovni koncepti hlađenja

Kriva pritiska pare

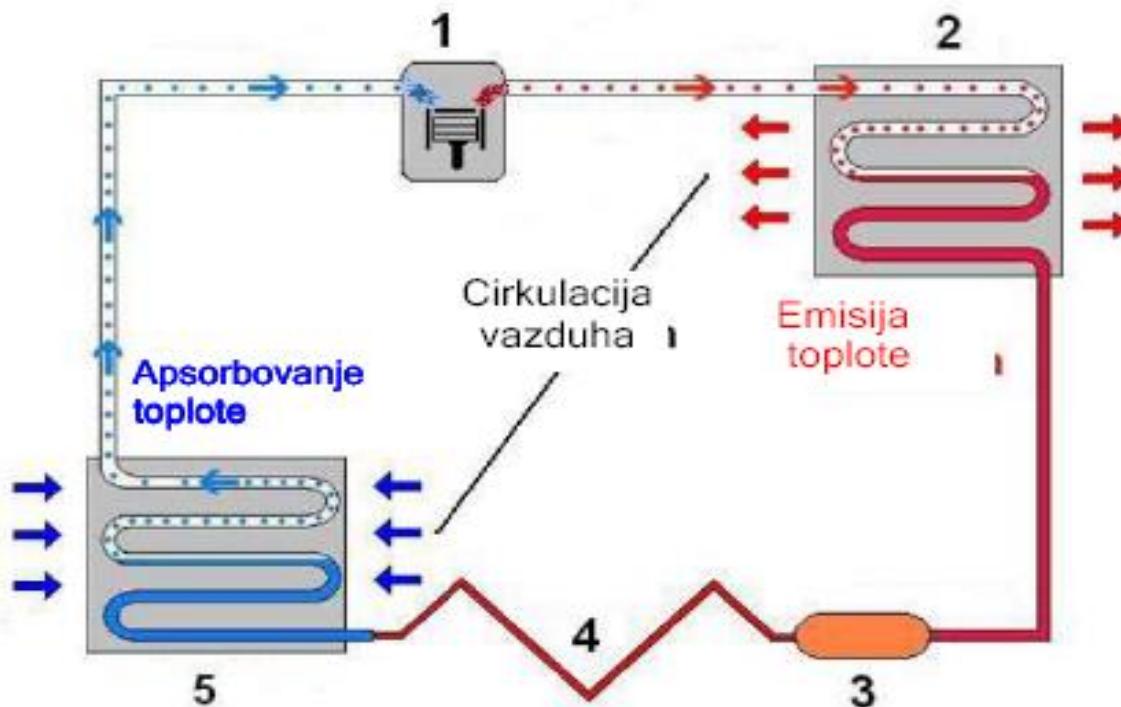


Temperatura zasićenja t u °C	Pritisak na mjeruču p_e u bar	Apsolutni pritisak (pamb=1bar) p u bar
- 20	0,33	1,33
- 10	1,01	2,01
0	1,93	2,93
10	3,15	4,15
20	4,72	5,72

Kriva pritiska pare za rashladno sredstvo HFC-R134a

Osnovni koncepti hlađenja

Rashladni sistem sa kompresijom hladne pare



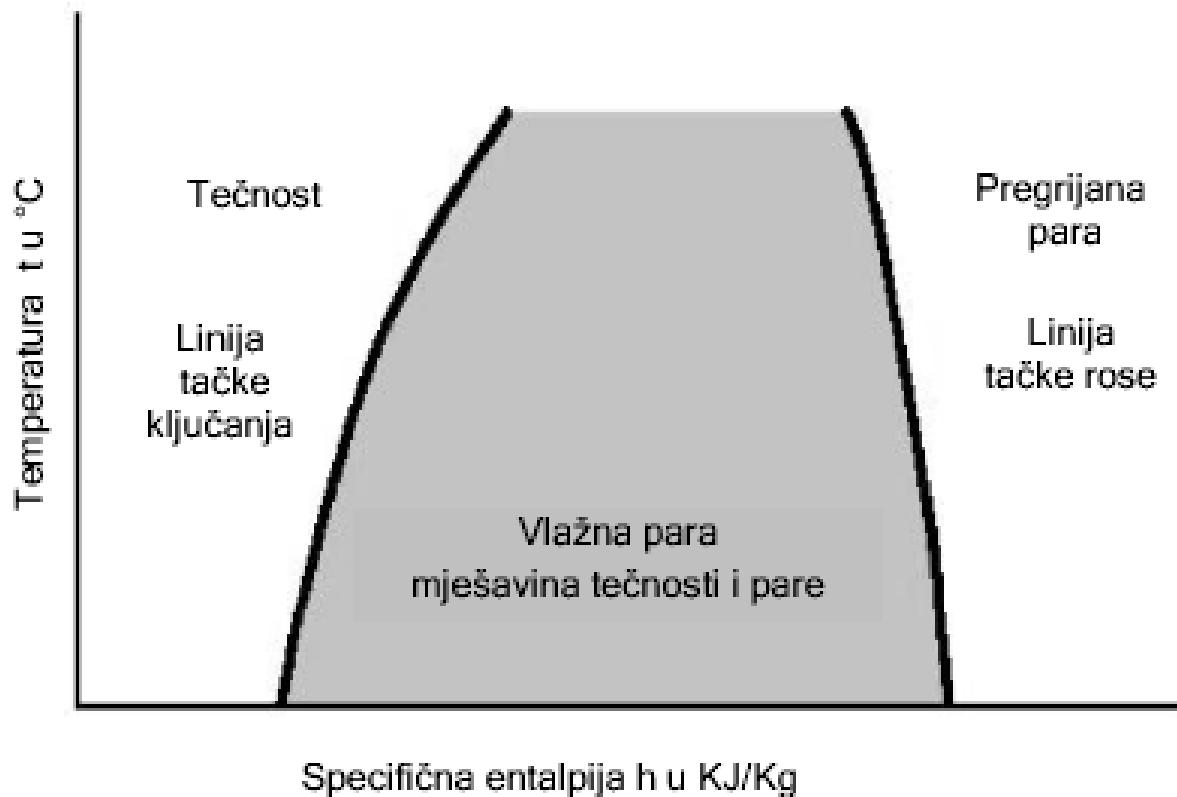
Šematski dijagram jednostavnog rashladnog sistema (npr. hladnjaka). Označeno je pet glavnih komponenti i pridruženi vodovi.

- (1) Kompresor
- (3) Filter-sušač
- (5) Isparivač

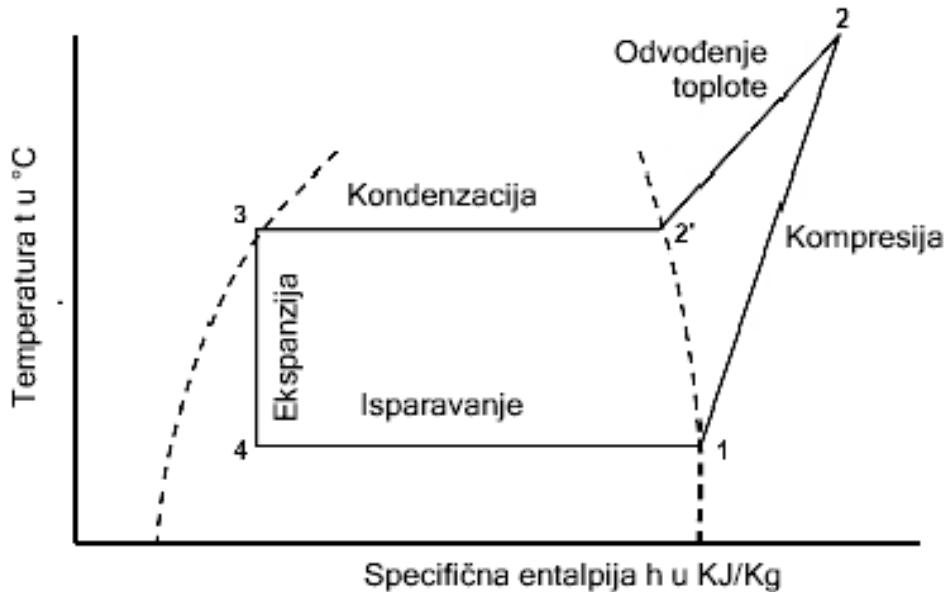
- (2) Kondenzator
- (4) Kapilarna cijev (uređaj za ekspanziju rashladnog fluida)

Osnovni koncepti hlađenja

Objašnjenje procesa u rashladnom sistemu pomoću „Molijerovog dijagrama“



Osnovni koncepti hlađenja



T,h- dijagram ciklusa hlađenja

4→1: U isparivaču rashladni fluid isparava na konstantnom pritisku isparavanja p_o i na konstantnoj temperaturi isparavanja t_o . (oblast vlažne pare).

1→2: Suva zasićena para rashladnog fluida se komprimuje u kompresoru do nivoa pritiska kondenzacije p_c . U tački 2 pregrijana para rashladnog fluida je na krajnjoj temperaturi kompresije t_{v2n} .

2→3: U kondenzatoru se rashlađeni fluid najprije rashladi do temperature kondenzovanja (proces 2-2' odvođenje topline). U sledećem koraku, se para kondenuje. Oba procesa se odvijaju na konstantnom pritisku kondenzacije p_c .

3→4: U ekspanzionom ventilu (uredaj za ekspanziju npr. kapilarna cijev), tečni rashladni fluid se širi do nižeg nivoa pritiska isparavanja p_o ili do temperature isparavanje t_o . Proses se odvija na konstantnoj entalpiji (sadržaj topline).

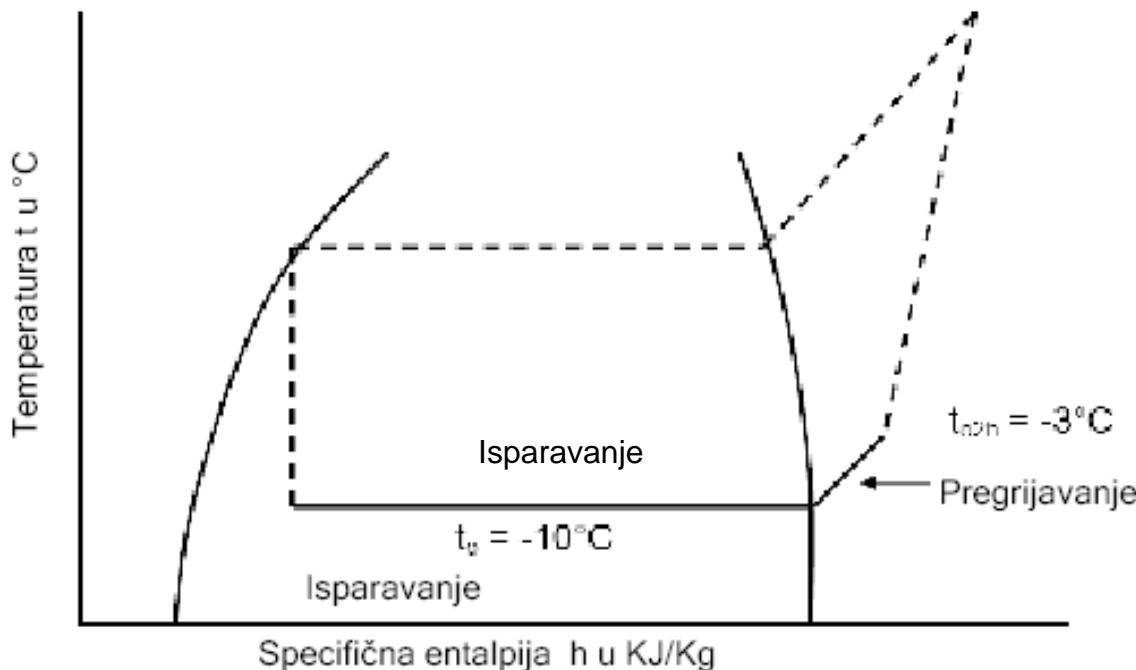
Osnovni koncepti hlađenja

Pregrijavanje

$$\Delta t_{o2h} = t_{o2h} - t_o \text{ u K}$$

- Δt_{o2h} - Pregrijavanje na izlasku iz isparivača u K
 t_{o2h} - Temperatura rashladnog fluida na izlasku iz isparivača u °C
 t_o - Temperatura isparavanja u °C

Slovo h označava „pregrijanost“



Pregrijavanje rashladnog fluida u isparivaču

Pregrijavanje:

$$\Delta t_{o2h} = t_{o2h} - t_o$$
$$\Delta t_{o2h} = -3^\circ\text{C} - (-10^\circ\text{C}) = 7 \text{ K}$$

- Pregrijavanje :
- u isparivaču (TEV)
 - u usisnoj liniji
 - u kompresoru

Optimalno 5-8 K
TEV reguliše 4-12 K

Osnovni koncepti hlađenja

Pothlađivanje

$$\Delta t_{c2s} = t_c - t_{c2s} \text{ u } ^\circ\text{K}$$

Δt_{c2s} - Pothlađivanje na izlazu iz kondenzatora u $^\circ\text{K}$

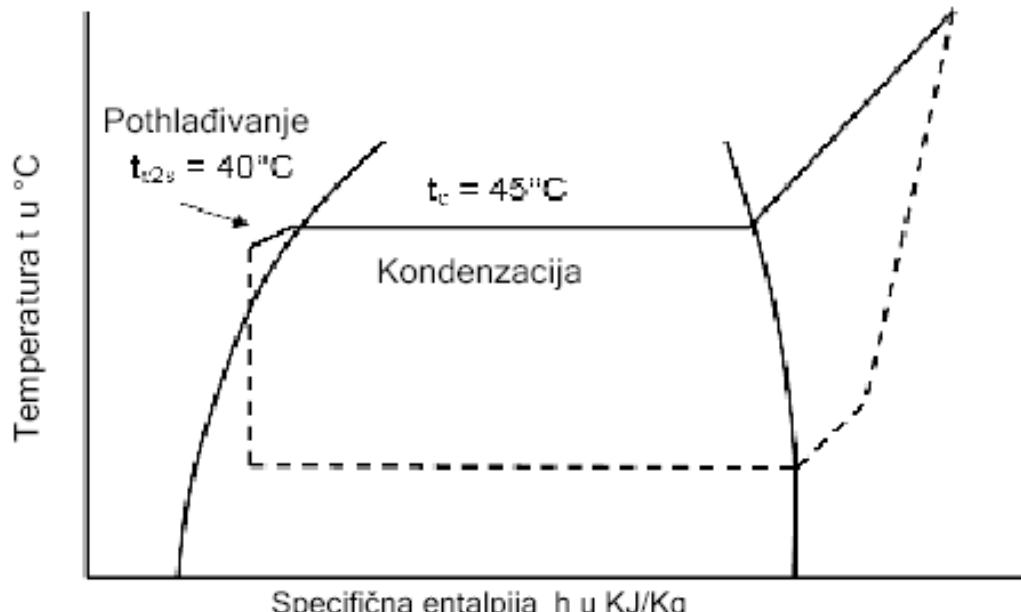
t_{c2s} – Temperatura rashladnog fluida na izlazu iz kondenzatora u $^\circ\text{C}$

t_c – Temperatura kondenzovanja u $^\circ\text{C}$

Pothlađivanje:

$$\Delta t_{c2s} = t_c - t_{c2s}$$

$$\Delta t_{c2s} = 45^\circ\text{C} - 40^\circ\text{C} = 5 \text{ K}$$



Pothlađivanje rashladnog sredstva

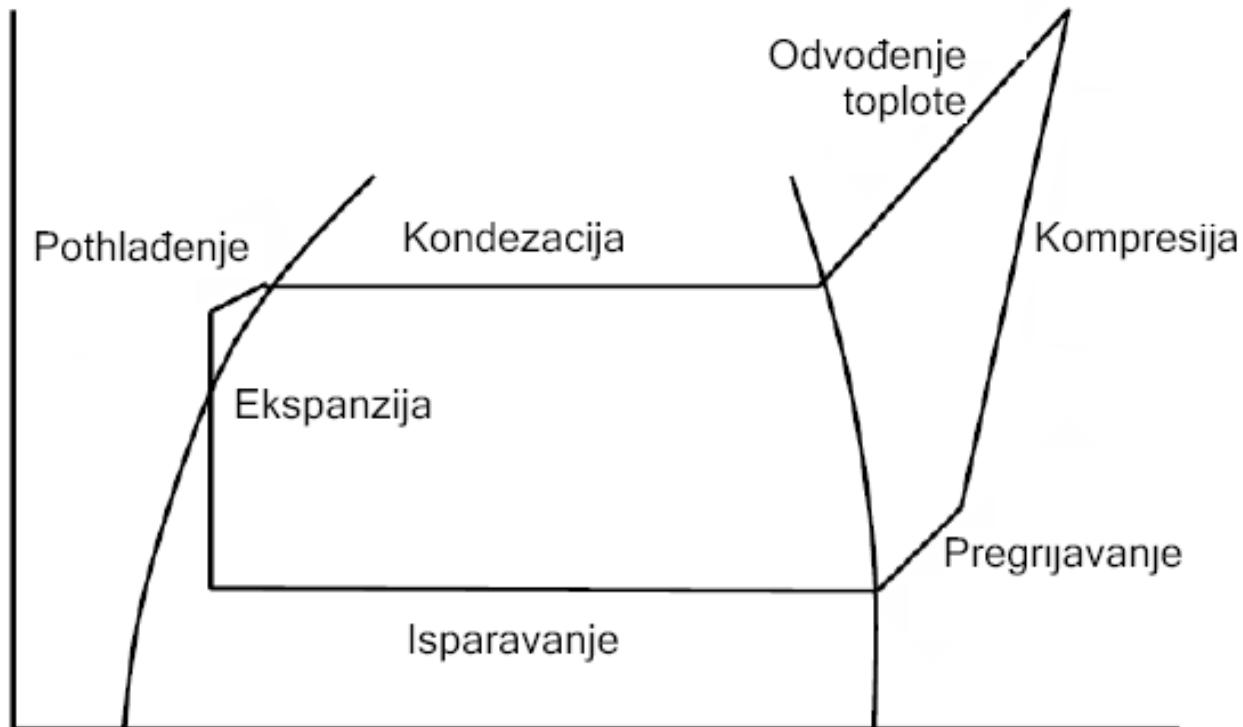
Pothlađivanje:

- u kondenzatoru
- petlja za pothlađivanje
- u tečnoj liniji
- unutrašnji izmjenjivač topline

Optimalno 2-3 K

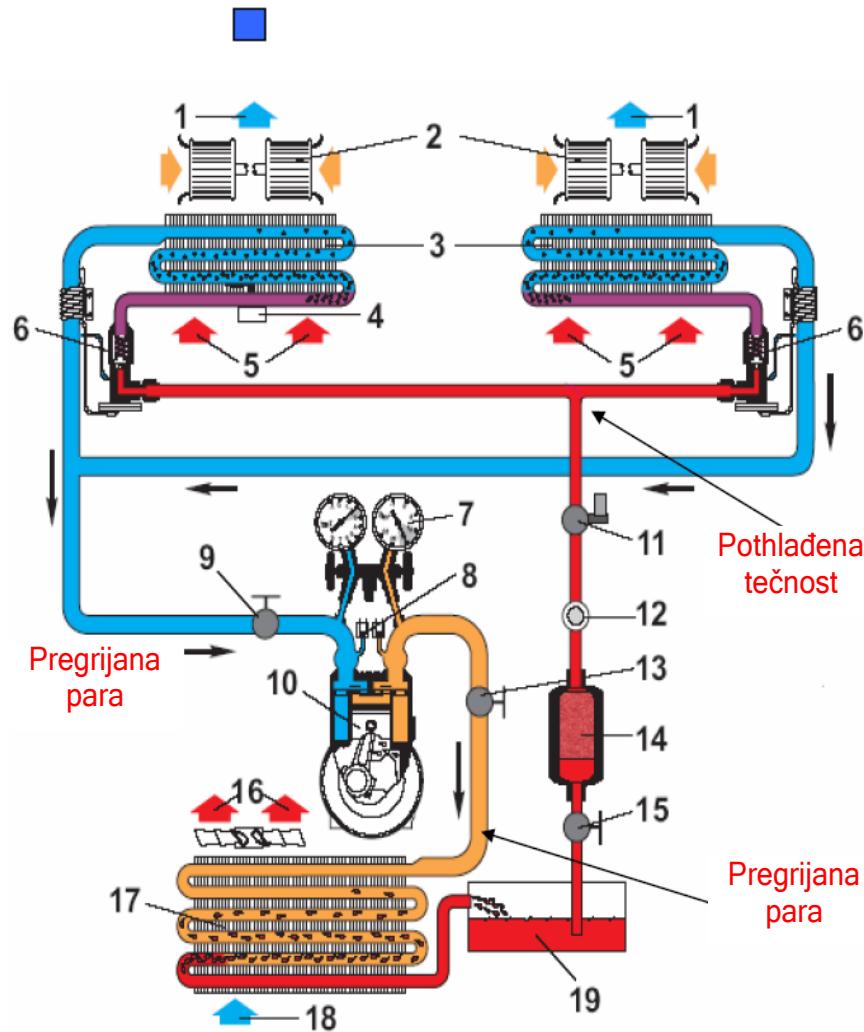
Osnovni koncepti hlađenja

Rashladni ciklus na t, h-dijagramu



Osnovni koncepti hlađenja

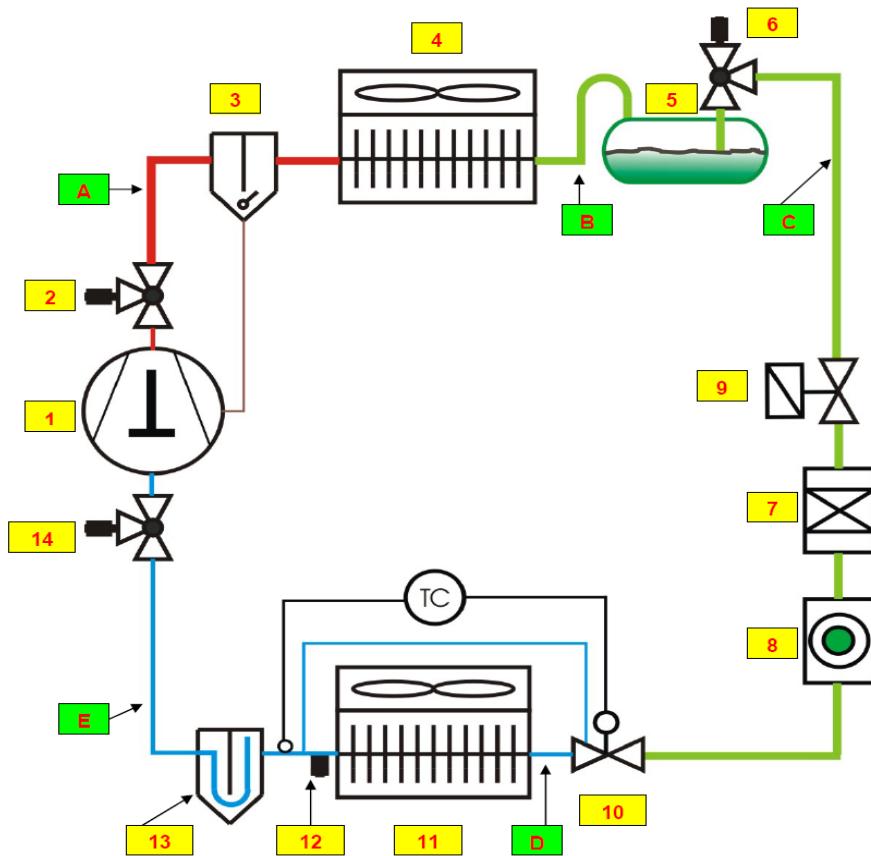
Rashladni sistem



MAC sistem					
1	Hladni vazduh	2	Ventilator	3	Isparivač
4	Termostat	5	Topli vazduh	6	Ekspanzioni ventil
7	NP-VP manometri	8	NP-VP priključci	9	Zaporni ventil
10	Kompresor	11	Elektroventil	12	Kontrolno staklo
13	Zaporni ventil	14	Filter - sušač	15	Ručni zaporni ventil
16	Vrući vazduh	17	Kondenzator	18	Rashladni vazduh kondenzatora
19	Prijemnik		Gas pod visokim pritiskom		Tečnost pod visokim pritiskom
	Vlažna para		Gas pod niskim pritiskom		

Osnovni koncepti hlađenja

Pojednostavljena šema rashladnog sistema



1	Rashladni kompresor
2	Zaporni ventil sa servisnim priključkom
3	Uljni separator
4	Kondenzator rashladnog fluida
5	Prijemnik tečnosti
6	Zaporni ventil sa servisnim priključkom
7	Filter sušač
8	Kontrolno staklo sa indikatorom vlage
9	Elektroventil
10	Termostatski ekspanzionalni ventil
11	Isparivač rashladnog fluida
12	Servisni priključak
13	Akumulator tečnosti
14	Zaporni ventil sa servisnim priključkom

A	Rasteretna cijev	D	Cijev za injekciju rashladnog fluida
B	Cijev kondenzata	E	Usisna cijev
C	Cijev tečnosti		

Osnovni koncepti hlađenja

Oznake jedinica

1) Kcal:

Prilikom dovođenja ili odvođenja toplote supstanca mijenja svoju temperaturu. Promjena temperature je srazmjerna sa dodatom ili oduzetom količinom toplote. Ova toplota se izražava u Kcal ili cal. 1Kcal je jednaka količini toplote koja je potrebna da se temperatura 1 kg vode temperature 4°C podigne za 1°C.

2) BTU

1 BTU je jednaka količini toplote koja je potrebna da se temperatura 1 lb vode podigne za 1°F.

$$1 \text{ Kcal} = 3,968 \text{ BTU}, 1 \text{ BTU} = 0,252 \text{ Kcal}$$

3) RT:

1 RT (tona hlađenja) jednaka je kapacitetu koji jednu tonu vode na 0°C pretvara u led od 0°C za 24 časa. Izražava se u kalorijama potrebnim da se zamrzne jedna tona (2 000 lb) vode temp. 32°F u led temp. 32°F, i kada se iskoristi vrijednost latentne toplote očvršćavanja vode (144 BTU/lb), 1 RT se dobija na sljedeći način:

$$1 \text{ RT} = 144 \text{ BTU/lb} \times 2000 \text{ lb}/24 \text{ hr} = 12.000 \text{ BTU/hr} = 3.024 \text{ Kcal/hr} = 3,517 \text{ KW}$$

Sadržaj:

- Pregled rashladnih uređaja
- Osnovni koncepti hlađenja
- **Rashladni fluidi i sredstva za podmazivanje**
- Glavne komponente rashladnog sistema
- Mjere sigurnosti prilikom rada sa rashladnim fluidima
- Prikupljanje, recikliranje i regeneracija rashladnih fluida
- Detekcija curenja
- Najbolja servisna praksa
- Alternativni rashladni fluidi i retrofit

Rashladni fluidi i sredstva za podmazivanje

Rashladni fluid se definiše kao posrednik prenosa toplote, koji u toku rada rashladnog uređaja preuzima toplotu na niskoj temperaturi i pritisku (u isparivaču) i predaje je na većem pritisku i temperaturi (u kondenzatoru).

Etil eter, metil eter – (oko sredine 19. vijeka) - toksični i zapaljivi.

Amonijak (NH_3), sumpor dioksid (SO_2), metil hlorid(CH_3Cl) i ugljen-dioksid (CO_2)
Koristili su se u drugoj polovini 19.vijeka i oni se nazivaju klasični rashladni fluidi.

Krajem 30-ih godina XX vijeka dodavanjem hleta i fluora zasićenim ugljovodonicima proizvedeni su prvi sintetički rashladni fluidi **CFC-i** i **HCFC-i**.

CFC (hlorofluorougljenici – R11,R12,R114) - **Visok ODP / Visok GWP**

HCFC (hidrohlorofluorougljenici – R22,R123,R124) - **Ograničen ODP / Visok GWP**

HFC (hidrofluorougljenici – R125,R134a,R407c) - **ODP nula / Visok GWP**

HFO (hidrofluoroolefini- R1234yf, R1234ze, 1336mzz) - **ODP nula / GWP vrlo nizak**

Rashladni fluidi i sredstva za podmazivanje

- **CFC** (1^o generacija)
 - Oštećuju ozon
 - Utiču na globalno zagrijavanje
 - Više se ne koriste
- **HCFC** (2^o generacija)
 - Manje oštećuju ozon
 - Utiču na globalno zagrijavanje
 - Predviđena eliminacija
- **HFC** (3^o generacija)
 - Ne oštećuju ozon
 - Utiču na globalno zagrijavanje
 - Ograničava se upotreba,
predviđena eliminacija
- **HFO** (4^o generacija)
 - Ne oštećuju ozon
 - Malo utiču na globalno
zagrijavanje
 - Nema ograničenja za upotrebu

Potentials to damage our Environment

GWP = Timetable
100 Years

(B) = base item
reference

Refrigerant	Chem. Composition	ODP	GWP
R 744.	CO ₂ ☺ !	0,0	1 (B)
R 11	CFC ☹	1 (B)	4000
R 12	CFC ☹	0,93	8500
R 22	HCFC ☹	0,055	1700
R 502	CFC ☹	0,33	5600
R 123	HCFC ☹	0,02	2800
R 134a	HFC ☺ !	0,0	1300
R 507	HFC ☺ !	0,0	3800
R 404 A	HFC ☺ !	0,0	3800
R 407 C	HFC ☺ !	0,0	1600
R401A/ MP39	Drop In ☹	0,05	1100
R402A / HP80	Drop In ☹	0,05	2600
R408A / FX10	Drop In ☹	0,05	3100
R 717	Inorganic ☺	0	0
R 290	HC ☺	0	3
R 600 a	HC ☺	0	3

Environmental Characteristics

Refrigerant		Atmospheric Lifetime (Years)	Ozone Depletion Potential (ODP)	Global Warming Potential (GWP) (100 Year)
CFC (no more)	CFC-11 (Baseline ODP)	50	1	4000
	CFC-12	102	1	10900
HCFCs	HCFC-22	13.3	0.055	1820
	HCFC-123	1.4	0.02	93
	HCFC-141b	9.4	0.11	630
HFCs	HFC-134a	14.6	0	1300
	HFC-245fa	7.3	0	820
	R-32	-	0	675
HCs	HC-290 (Propane)	-	0	3
	R-1270 (Propylene)	-	0	<2
HFC Blends	R-404A	-	0	3260
	R-407A	-	0	1770
	R-407C	-	0	1530
	R-410A	-	0	1730
Ammonia	R-717	-	0	<1
CO2	R-744 (Baseline GWP)	-	0	1

Rashladni fluidi i sredstva za podmazivanje

Poželjne karakteristike rashladnog fluida

Fizičke osobine

Pritisak isparavanja - min 1 bar , absolutni

Pritisak kondenzacije - što niži zbog složenosti konstrukcije i utroška energije

Razlika pritisaka - što niža zbog dimenzionisanja motora kompresora

Odnos pritisaka - što niži jer se poboljšava zapreminska efikasnost kompresora λ

Finalna temperatura kompresije - što niža, max. 160°C zbog pregorijevanja ulja

Rastvorljivost u vodi - što veća jer može vezati više vlage bez pojave grešaka u radu sistema

Mogućnost miješanja / rastvorljivost sredstava za podmazivanje – poželjno potpuna , zbog povratka ulja

Napomena:

Rashladni fluidi se isporučuju sa ostatkom vlage od 20 ppm.

Rashladni fluidi i sredstva za podmazivanje

Hemiske osobine – ne smije hemijski reagovati sa materijalima i sredstvima za podmazivanje, a ni smješa fluida i ulja.

Fiziološke osobine – poželjna je visoka fiziološka kompatibilnost (netoksičnost)

Ekološka prihvatljivost – upotreba, proizvodnja, odlaganje rashladnih fluida ne smije imati negativne uticaje na životnu sredinu

Potencijal oštećenja ozona (ODP) – smanjena koncentracija ozona zbog hleta, fluora, broma iz rashladnih fluida. Montrealski protokol 1987. god.

Potencijal globalnog zagrijavanja (GWP) – gasovi staklene bašte: prirodni – vodena para i CO₂; od ljudskih aktivnosti - CO₂, rashladni fluidi, metan

Ukupni ekvivalentni toplotni uticaj TEWI - fluid, sistem, energija za rad sistema i odlaganje i curenje fluida – ne uzima u obzir proces proizvodnje rashladnog fluida.

Rashladni fluidi i sredstva za podmazivanje

Uloga ulja za rashladne sisteme

Podmazivanje kompresora i odvođenje toplote

Zaptiva komoru kompresora i ventile

Potrebno je samo u kompresoru, ali dolazi u dodir i sa drugim djelovima sistema zbog izbacivanja iz kompresora što, znači da ulje cirkuliše zajedno sa rashladnim fluidom - (u sistemu za hlađenje cirkuliše 5-10%, a u automobilima 80% ulja)

Problemi izazvani uljem

- vlaga u sistemu zbog upotrebe poliol estera i polialkilen glikola,
- povratak ulja,
- prebacivanje rashladnog fluida u karter tokom perioda kada je sistem u mirovanju,
- razlike u viskozitetu na različitim temperaturama u ciklusu hlađenja.

Rashladni fluidi i sredstva za podmazivanje

Vrste tipičnih ulja za rashladne sisteme

- Mineralna ulja
- Alkilbenzoli
- Polialkilenski glikoli (PAG)
- Esterska ulja (POE)
- Polivinil eter (PVE)

Rashladni fluidi i sredstva za podmazivanje

Mineralna ulja se mogu koristiti sa rashladnim fluidima koji sadrže hlor i sa ugljovodonicima.

Alkilbenzolska ulja su ulja na sintetičkoj osnovi. Termički su mnogo stabilnija od mineralnih ulja a mogućnost njihovog miješanja sa rashladnim fluidima je veća.

Polialkilen glikoli (PAG) su sintetička sredstva za podmazivanje koja se koriste u primjenama sa npr. HFC –R134a. Ova ulja imaju sledeće osobine

- visoku hidrokskopnost (upijanje vode), stabilna su u kontaktu sa vodom,
- isporučuju se sa ostatkom vlage od max. 300 ppm (u radu max. 700 ppm).
- imaju dobro ponašanje viskoziteta pri promjeni temperature,
- imaju visoku termičku stabilnost i visoku zaštitu od habanja,
- osjetljiva su na hlor (R 12) pa su slabo kompatibilna sa mineralnim uljima

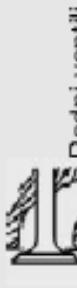
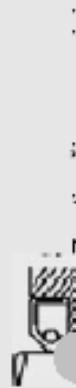
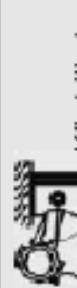
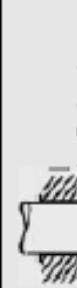
Poliol esterska ulja (POE) su sintetička sredstva za podmazivanje koja se koriste u mnogim rashladnim i A/C uređajima. Ova ulja imaju osobine slične PAG uljima; ali nijesu toliko otporna na razlaganje pri visokim sadržajima vode. Esterska ulja se isporučuju sa ostatkom vlage od 50 ppm i manje (u radu max. 100 ppm).

Polivinil eter ulja (PVE) nalaze sve širu primjenu i upotrebu od strane proizvođača kompresora i opreme. Pokazuju dobre karakteristike u klima i rashladnim uređajima, a posebno su pogodna za upotrebu sa HFC rashladnim fluidima, kao što su R134a, R404A, R407C i R410A. Pored toga što imaju visoku rastvorljivost i mogućnost miješanja ona obezbjeđuju visoku stabilnost i dobre osobine podmazivanja. PVE ulja se ne razlažu u prisustvu vlage što je veoma važno za rashladne uređaje. Kompatibilna su sa drugim uljima, koja se koriste u rashladnoj tehnici, i rashladnim fluidima.

Rashladni fluidi i sredstva za podmazivanje

Rashladni fluid	Odgovarajuće ulje				
	Mineralno ulje (MO)	Alkyl benzen (AB)	Polyol Ester (POE)	Poly alpha olefin (PAO)	Poly Alkyl glycol (PAG)
CFC-11	✓	✗	□	□	✗
CFC-12	✓	✓	□	□	✗
R-502	✓	✓	□	□	✗
HCFC-22	✓	✓	□	□	✗
HCFC-123	✓	✓	□	□	✗
HFC-134a	✗	✗	✓	✗	□
HFC-404A	✗	✗	✓	✗	□
HFC-407C	✗	✗	✓	✗	□
HFC-410A	✗	✗	✓	✗	□
HFC-507A	✗	✗	✓	✗	□
HC-600a	✓	□	✓	✓	□
HC-290	✓	□	✓	✓	□
R-717 (NH3)	✓	□	✗	✓	□
R-744 (CO2)	□	□	✓	✓	✓

✓ Odgovarajući □ Ograničena primjena ✗ Ne odgovara

Kontrola snage - hidraulička ulja	Statički zaptivači	Radni ventili	Zaptivači na osovini	Klip/cilindar	Ležajevi	
						
						Hidrodinamički prenos snage
						Odavanje topote
						Redukovano kočenje (energija pogona)
						Smanjenje habanja
						Povećanje zaptivenosti
						Smanjenje buke
						Prenos čestica koje izazivaju habanje
						Prenos hidrostatskog pritiska

Funkcije sredstava za podmazivanje

Sadržaj:

- Pregled rashladnih uređaja
- Osnovni koncepti hlađenja
- Rashladni fluidi i sredstva za podmazivanje
- **Glavne komponente rashladnog sistema**
- Mjere sigurnosti prilikom rada sa rashladnim fluidima
- Prikupljanje, recikliranje i regeneracija rashladnih fluida
- Detekcija curenja
- Najbolja servisna praksa
- Alternativni rashladni fluidi i retrofit

Isparivač

Kompresor

Glavne komponente rashladnog sistema

Ekspanzioni
uredaj

Filter-sušač

Kondenzator

Isparivač

Zadatak isparivača je da toplotu iz okoline prenese na rashladni fluid. Temperatura isparavanja mora biti niža od temperature okruženja. Usisno dejstvo rashladnog kompresora i istovremena restrikcija ekspanzionog ventila omogućavaju da se željena temperatura isparavanja ostvari na odabrani način. Prenos toplote između isparivača i okoline javlja se zbog razlike u temperaturi i čini da tečni rashladni fluid koji dolazi iz ekspanzionog ventila ispari (zona isparavanja) i da se, ako je to predviđeno, pregrije (zona pregrijavanja).

Isparivači se uopšteno uvezvi mogu klasifikovati na sljedeći način:

- Isparivači hlađeni vazduhom,
- Isparivači hlađeni tečnošću.

Kompresor

Većina sistema za hlađenje, počevši od kućnih hladnjaka i klima uređaja pa sve do većih komercijalnih i industrijskih čilera, koriste proces hlađenja poznat kao sistem sa kompresijom pare. Najvažnija komponenta sistema sa kompresijom pare je mehanički kompresor.

Kompresor ima dvije osnovne funkcije:

- da obezbijedi cirkulaciju rashladnog fluida kroz rashladni sistem i
- da komprimuje gasoviti rashladni fluid.

Postoji više načina da se izvrši komprimovanje gase. Zbog toga su konstruisani mnogi različiti tipovi kompresora. Pet glavnih tipova kompresora koji se koriste u sistemima sa komprimovanom parom su: klipni, rotacioni, centrifugalni, vijčani i spiralni (scroll).

Kondenzator

Kondenzator služi za odvođenje toplote iz rashladnog sistema. Ta toplota se prenosi na okolinu. Pošto se protok toplote može odvijati samo onda kada postoji temperaturna razlika, temperatura kondenzovanja mora uvijek biti veća od temperature okoline.

Iz rashladnog sistema se preko kondenzatora mora odvesti toplota koju je apsorbovao isparivač, toplota koju je proizveo motor kompresora i bilo koja druga toplota koju je sistem apsorbovao (npr. usisna linija pare).

Kondenzatori za rashladnu i klimatizacionu opremu mogu se podijeliti na tri vrste:

- kondenzatori hlađeni vazduhom
- kondenzatori hlađeni vodom
- evaporativni kondenzatori

Prigušni (ekspanzioni) uređaj

Prigušni uređaj u rashladnom sistemu služi za ekspanziju tečnog rashladnog fluida sa visokog pritiska i temperature na niži pritisak i temperaturu. Ekspanzija počinje odmah nakon najmanjeg poprečnog presjeka na sjedištu ventila prigušnog uređaja.

Drugi zadatak prigušnih ventila jeste da snadbijeva isparivač sa samo onoliko tečnog rashladnog fluida koliko može ispariti u datim uslovima rada. Ako je isparivač prezasićen rashladnim fluidom, tečni rashladni fluid koji nije ispario će stići do kompresora. Ako u isparivač stiže nedovoljna količina tečnog rashladnog fluida, neće se u potpunosti iskoristiti površina isparivača. Kao rezultat toga se već u isparivaču može javiti previše radne toplote tako da finalna temperatura kompresije bude neprihvatljivo visoka. Visoka efikasnost rashladnih postrojenja može se postići kada rashladni fluid u potpunosti isparava u isparivaču i napušta kompresor u vrlo malo pregrijanom stanju.

Glavne komponente rashladnog sistema

Filter - sušač

Funkcije filtera sušača u rashladnom sistemu su sledeće:

- uklanjanje vode iz rashladnog fluida
- uklanjanje kiseline iz rashladnog fluida
- filtriranje prljavštine i ostalih nečistoća

Cjevovodi

Osim instalacije glavnih komponenti rashladnog sistema i cjevovod se mora izvesti na čist i pravilan način.

U rashladnoj tehnici se najčešće koriste bakarne cijevi.

Dva uobičajena tipa bakarnih cijevi su:

- tvrdi bakar i
- meki (žareni) bakar

Cijevi se definišu prema veličini spoljašnjeg prečnika i isporučuju u dužinama od 5 do 6 m (tvrdi bakar) i namotajima od 15 do 50 m (meki bakar).

U rashladnoj tehnici se koriste specijalno urađene i pripremljene bakarne cijevi koje se mogu koristiti na visokim pritiscima. One od proizvođača stižu zatvorene na oba kraja da bi se spriječila kontaminacija vlagom, prašinom itd.

Glavne komponente rashladnog sistema



Hermetički kompresor



Kompressor
Električni
motor

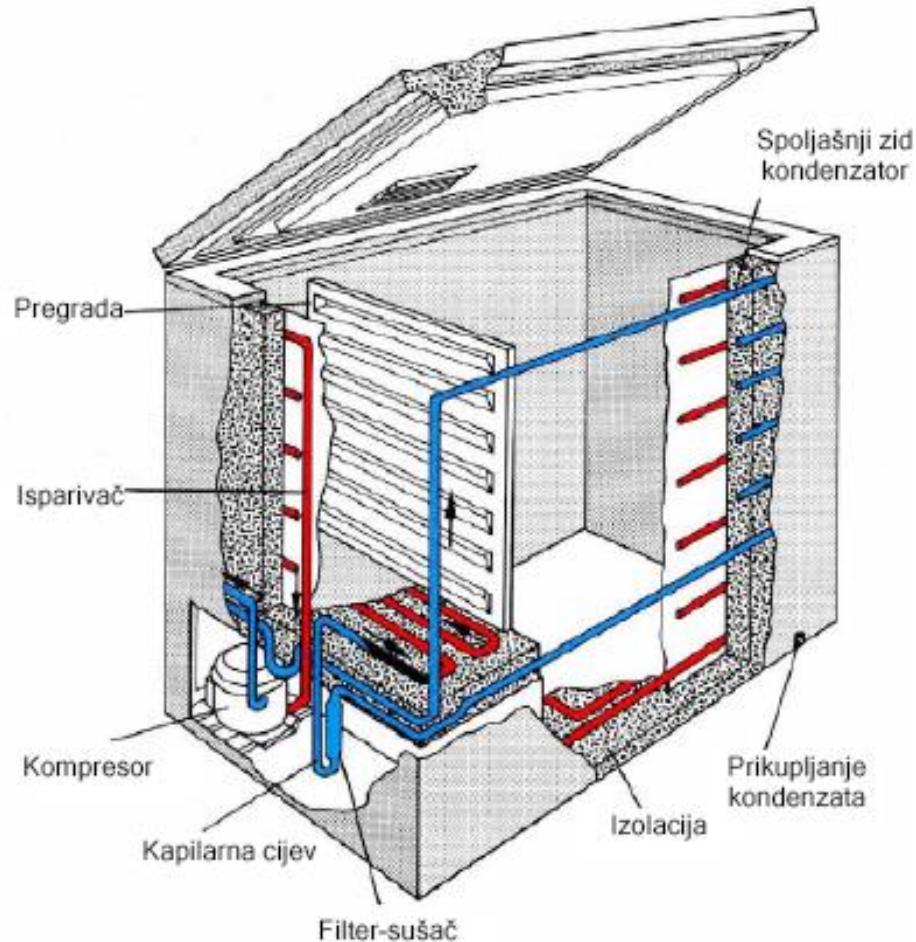


Stator električnog
motora



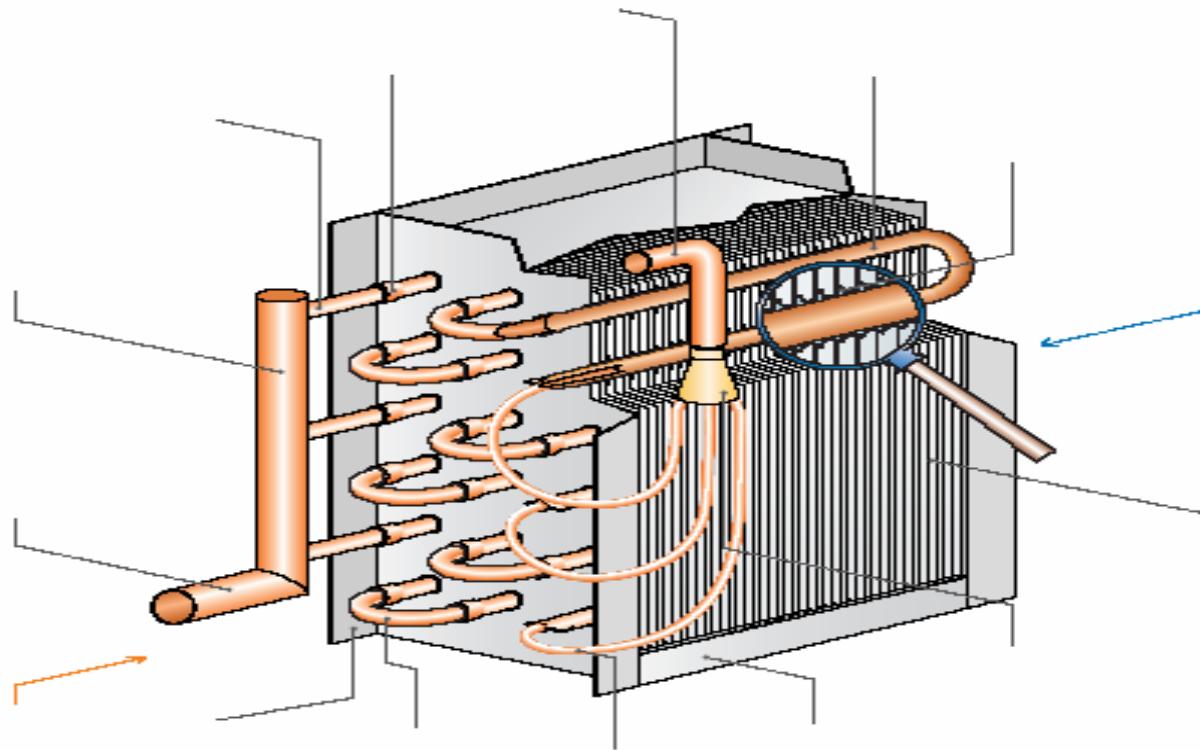
Rotor električnog
motora

Glavne komponente rashladnog sistema

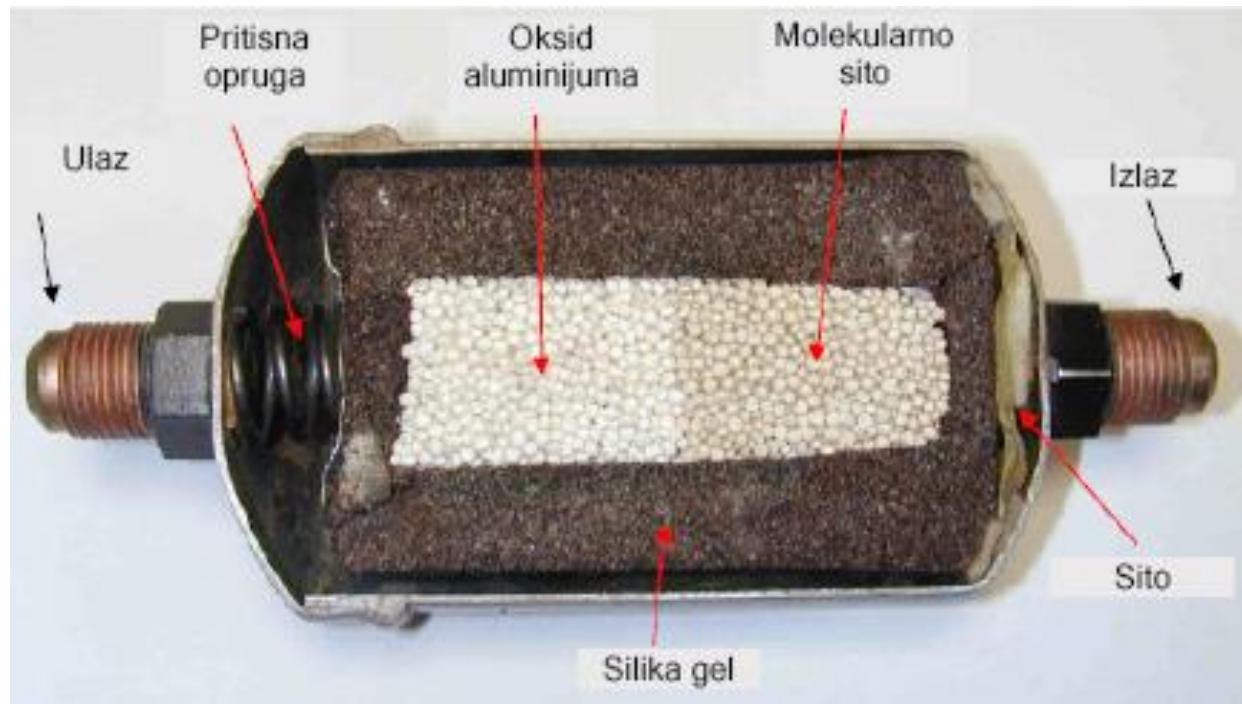


Glavne komponente rashladnog sistema

Isparivač sa prinudnom ventilacijom



Glavne komponente rashladnog sistema



Filter-sušač

Sadržaj:

- Pregled rashladnih uređaja
- Osnovni koncepti hlađenja
- Rashladni fluidi i sredstva za podmazivanje
- Glavne komponente rashladnog sistema
- **Mjere sigurnosti prilikom rada sa rashladnim fluidima**
- Prikupljanje, recikliranje i regeneracija rashladnih fluida
- Detekcija curenja
- Najbolja servisna praksa
- Alternativni rashladni fluidi i retrofit

Mjere sigurnosti prilikom rukovanja, transporta i skladištenja rashladnih fluida

Rashladni fluidi obuhvataju širok raspon hemikalija sa različitim hemijskim i fizičkim svojstvima. Neki od njih predstavljaju opasnost po zdravlje ljudi i životnu sredinu, ako se prilikom rukovanja, skladištenja, transporta ili upotrebe ne poštiju odgovarajuće mjere bezbjednosti. Prilikom skladištenja, upotrebe i transporta rashladnih fluida, ili bilo koje druge opasne supstance, moraju se poštovati nacionalni propisi vezani za bezbjednost i transport.

Pregled naziva rashladnih fluida

Za rashladne fluide postoje različiti nazivi i brojne oznake: kratki ili kompletni hemijski nazivi, trgovački nazivi, CAS brojevi, UN brojevi i ASHRAE brojevi.

CAS registarski broj (CAS br.) je broj koji svakoj hemikaliji, radi identifikacije, dodjeljuje CAS odjeljenje (Chemical Abstracts Service) Američkog hemijskog društva (American Chemical Society).

Identifikacioni broj Ujedinjenih nacija (UN SIN ili UN broj) je internacionalni standardni četvorocifreni broj koji identificuje pojedinačne hemikalije ili grupu hemikalija.

ASHRAE broj za rashladne fluide je definisan u ASHRAE standardu 34-2007 pod tačkom „Brojno označavanje i bezbjednosna klasifikacija rashladnih fluida“

ASHRAE- Američko udruženje inženjera za grijanje, hlađenje i klimatizaciju

Mjere sigurnosti prilikom rukovanja, transporta i skladištenja rashladnih fluida

Bezbjednosne karakteristike rashladnih fluida

Standardi **ASHRAE 34**, **ISO 817** i **EN 378** klasifikovali su rashladne fluide na bazi njihovih karakteristika zapaljivosti i otrovnosti.

Bilo je definisano šest grupa A1,A2,A3, B1,B2 i B3.

Slova A i B označavaju toksičnost i to A nižu, a B višu toksičnost, a brojevi 1,2 i 3 označavaju zapaljivost i to 1 znači da nema prostiranja plamena, 2 nižu zapaljivost a 3 višu zapaljivost.

Od 2016. god. je uvedena izmjena koja uvodi klasu A2L tj. blago zapaljive rashladne fluide, tako da je sada definisano osam grupa: A1,A2L,A2,A3, B1,B2L,B2 i B3.

Da bi se smatrala blago zapaljivom supstanca treba da gori brzinom ne većom od 10 cm/sec.

Mjere sigurnosti prilikom rukovanja, transporta i skladištenja rashladnih fluida

LFL-UFL (donja i gornja granica zapaljivosti)

Zapaljivost je osobina mješavine u kojoj plamen može da se sam širi do određene razdaljine.

Materija koja se smatra zapaljivom ima gornju i donju granicu zapaljivosti koje se karakterišu preko energije potrebne za zapaljenje.

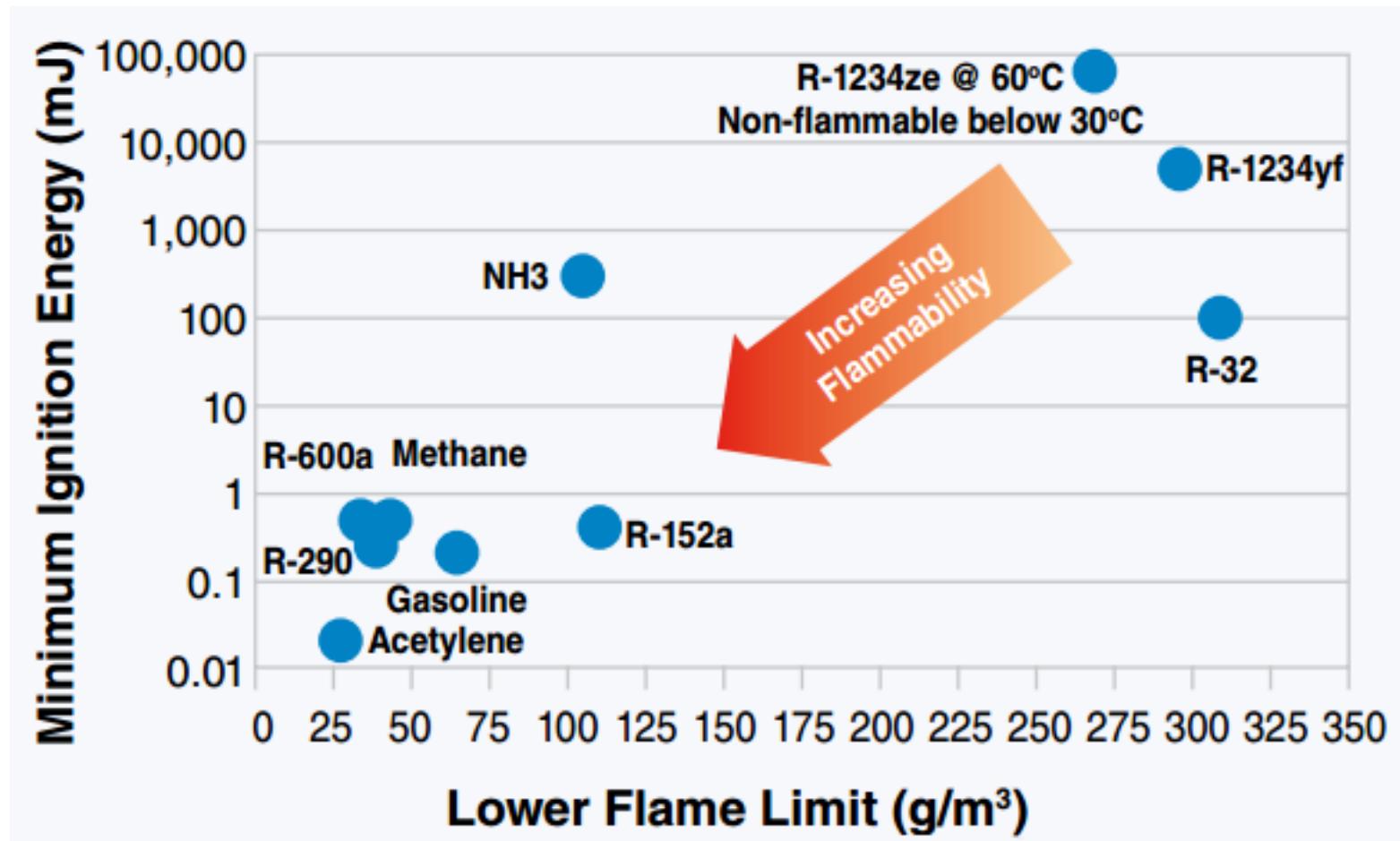
Mješavina vazduha i rashladnog fluida goreće samo ako se koncentracija fluida nalazi unutar definisanih granica – donje i gornje – koje su određene eksperimentalno i označene kao limiti zapaljivosti.

Donji limit zapaljivosti (LFL,% zapremine ili g/m³), je minimalna koncentracija rashladnog fluida koja može da pronosi/širi plamen preko homogene mješavine vazduha i rashladnog fluida u specificiranim uslovima

Gornja granica zapaljivosti (UFL) je najveća koncentracija gasa ili pare u vazduhu koja može da proizvede iskru plamena u prisustvu izvora zapaljenja (luk, plamen, toplota).

Koncentracije iznad UFL su „preboilate“, da bi gorele.

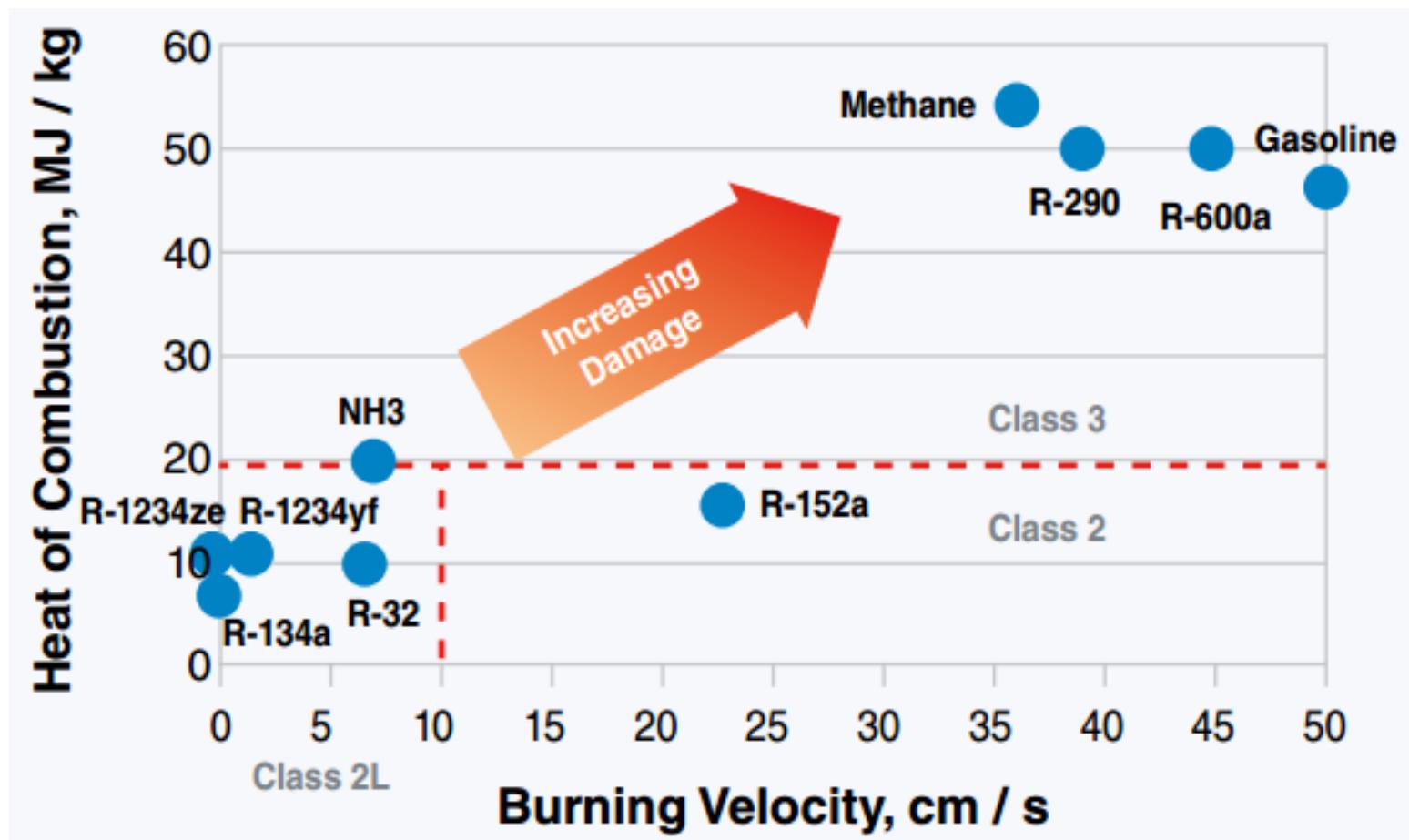
Mjere sigurnosti prilikom rukovanja, transporta i skladištenja rashladnih fluida



Mjere sigurnosti prilikom rukovanja, transporta i skladištenja rashladnih fluida

- Jedinstvena karakteristika pojedinih rashladnih fluida A2L je odsustvo zapaljive mješavine sa vazduhom ispod 30°C temperature ambijenta. Zbog toga se često netačno definišu kao „nezapaljivi“ za manipulaciju i skladištenje. Tako R-1234ze i R-1234yf mogu postati zapaljivi u slučaju curenja i grafik to pokazuje: treba da imaju koncentraciju 10 puta veću od ugljovodonika i u slučaju R-1234yf 250.000 puta više energije od ugljovodonika da bi postali zapaljivi iznad 30°C.
- I fluidi koji se smatraju nezapaljivim (kao R 134a, R 410A), mogu pod određenim uslovima vlage (50%) i temperature (60°C) postati zapaljivi.
- Brzina plamena je relativna brzina, u odnosu na negorivi gas, (obično u cm/sec) kojom se plamen širi.

Mjere sigurnosti prilikom rukovanja, transporta i skladištenja rashladnih fluida



Označavanje i pakovanje rashladnih fluida

Rashladni fluidi se mogu transportovati i prodavati u velikim tankovima, cilindrima, limenkama, buradima, flašama.

Svaki cilindar sa rashladnim fluidom koji se legalno prodaje obično ima oznaku koja sadrži najmanje:

- hemijski naziv supstance
- trgovачki naziv supstance
- ASHRAE, CAS ili UN broj
- serijski broj
- naziv proizvođača
- bezbjednosne informacije (ako je potrebno)

Mjere sigurnosti prilikom rukovanja, transporta i skladištenja rashladnih fluida

Posude pod pritiskom

Veliki broj rashladnih fluida je na sobnoj temperaturi u gasovitom stanju, ali se transportuju i skladište kao tečni komprimovani gasovi u posudama pod pritiskom.

Primjeri: R12, R22, R134a, R410A.

Posuda pod pritiskom je bilo koji uređaj ili sistem projektovan da drži tečnost, gas ili paru pod unutrašnjim pritiskom koji je veći od pritiska okoline koja ga okružuje. Ovi kontejneri, zbog njihovog pritiska i sadržaja, mogu predstavljati izvor različitih opasnosti.

Svi sudovi pod pritiskom moraju biti skladišteni na odgovarajući način u skladu sa nacionalnim propisima. Takođe, moraju biti osigurani od pada. Slučajni kontakt, vibracije ili zemljotres mogu dovesti do prevrtanja a time izazvati pucanje kontejnera ili eksploziju. Kontejneri se moraju transportovati sa postavljenim zaštitnim kapama. Takođe, nikada se ne smiju vući ili gurati.

Ako ventil cilindra ne može da se otvori, ne treba ga nasilno otvarati.

Rezervoari koji nijesu pod pritiskom

Ostali rashladni fluidi su na sobnoj temperaturi u tečnom stanju i mogu se skladištiti i transportovati u limenkama, buradima, flašama i sličnim posudama.

Primjeri: R11, R113

Mjere sigurnosti prilikom rukovanja, transporta i skladištenja rashladnih fluida



Mjere sigurnosti prilikom rukovanja, transporta i skladištenja rashladnih fluida

Cilindri za jednokratnu upotrebu

Rashladni fluidi se mogu skladištiti, transportovati i prodavati u različitim vrstama kontejnera. Neki rashladni fluidi se pakaju u cilindre za jednokratnu upotrebu. Kapacitet tih cilindara može biti od 1 do 50 lb (0,45 do 22,7 kg). Ovu vrstu cilindara nikada ne treba ponovo puniti.

Određene zemlje, uključujući i one u Evropskoj uniji, zabranile su upotrebu cilindara za jednokratnu upotrebu jer njihovo odlaganje sa stanovišta očuvanja životne sredine predstavlja ozbiljan problem.



mollerimages

Mjere sigurnosti prilikom rukovanja, transporta i skladištenja rashladnih fluida

Međunarodni hemijski bezbjednosni listovi

Međunarodni hemijski bezbjednosni listovi obezbjeđuju važne informacije o mogućim opasnostima od supstanci koje oštećuju ozonski omotač, preventivnim mjerama koje treba preduzeti i mjerama prve pomoći u slučaju nesreće. Međutim, ovi bezbjednosni listovi ne mogu u svim slučajevima sadržati detalje zahtjeva koji su uključeni u nacionalno zakonodavstvo vezano za ovu temu.

Međunarodni hemijski bezbjednosni list za posude sa HCFC-22 je prikazan kao primjer.

Drugi bezbjednosni listovi dati su u Aneksu E priručnika.

Aneks E.4. HLORODIFLUOROMETAN: HCFC-22					
VRSTA OPASNOSTI / IZLOŽENOSTI	AKUTNA OPASNOST / SIMPTOMI	PREVENTIVNE MJERE	PRAVA POMOĆ/GAŠENJE POŽARA		
POŽAR	Zapaljiv je pod specifičnim uslovima. Pri požaru nastaju iritirajuća ili toksična isparjenja (ili gasovi)	Ne upotrebljavajte otvoreni plamen.	U slučaju požara u okruženju: koristite odgovarajuće sredstvo za gašenje.		
EKSPOZICIJA			U slučaju požara: Prskajte cilindar vodom radi hlađenja.		
UDISANJE	Srčana aritmija Konfuzija. Popadanost. Nesvestica.	Ventilacija, lokalno odsišavanje, ili zaštita disajnih organa .	Svjež vazduh, odmor. Može biti potrebno vještačko disanje. Obratiti se za medicinsku pomoć.		
KOŽA	Kada dođe do kontakta sa tečnošću: Promrzline.	Rukavice za zaštitu od hladnoće.	U slučaju promrzavanja: isperite sa puno vode, NE uklanjajte odjeću. Obratite se za medicinsku pomoć.		
OČI	Crvenilo, Bolovi.	Zaštitne naočare.	Najprije ispirajte oči sa puno vode nekoliko minuta (ukloniti sočiva, ako je moguće), potom podite kod lekara.		
GUTANJE		Nemojte jesti, pitи, ili pušiti tokom rada			
ODSTRANJIVANJE PROSUTE SUPSTANCE: Ventilacija.					
SIGURNO SKLADIŠTENJE: Zaštićeno od vatre. Hladiti. Ventilacija duž poda.					
PAKOVANJE I OZNAČAVANJE: Specijalna izolovana boca. UN klasa opasnosti 2.2					
POSTUPAK U SLUČAJU OPASNOSTI: Transportna karta za slučaj opasnosti: TEC (R)-20G2A					
FIZIČKO STANJE; IZGLEĐ: Bezbojni komprimovani gas u tečnom stanju.					
FIZIČKE OPASNOSTI: Gas je teži od vazduha. Para je teža od vazduha i može se nagomilati u nižim djelovima prostorije izazivajući nedostatak kiseonika.					
HEMIJSKA OPASNOST: U dodiru sa vrelim površinama ili sa plamenom ova supstanca se razlaže formirajući otrovne i korozivne gasove (hlorovodonik ICSC0163, fosgen ICSC0007, fluorovodonik ICSC0283, karbonil fluorid ICSC0633). Agresivan je prema magnezijumu i njegovim legurama.					
NAČIN UNOŠENJA: Supstancu se može unijeti u organizam udisanjem.					
RIZIK OD UDISANJA: Okoliko se oslobodi iz posude ovaj gas može izazvati gušenje zbog snizavanja sadržaja koseonika u vazduhu u zatvorenom prostoru.					
UTICAJ KRATKOTRAJNE IZLOŽENOSTI: Brzo isparavanje tečnosti može izazvati promrzline. Supstancu može uticati na kardiovaskularni sistem i centralni nervni sistem i izazvati srčane smetnje i slabljjenje funkcija centralnog nervnog sistema. Izloženost može da izazove gubitak svijesti. Vidi napomene.					
MAKSIMALNE DOZVOLJENE KONCENTRACIJE: TLV: 1000ppm kao TWA A4; (ACGIH 2001) MAK: 500ppm; 1800 mg/m ³ ; IV C (DFG 2001).					
FIZIČKE KARAKTERISTIKE:		Pritisak pare, kPa na 20°C: 908 Relativna gustina pare (vazduh = 1): 3.0 Temperatura samozapaljenja: 632 °C Oktanol/voda particioni koeficijent u obliku log Pow: 1,08			
EKOLOŠKI PODACI : Ova supstanca može biti opasna za životnu sredinu; posebnu pažnju treba обратити на njen uticaj na ozonski omotač.					
NAPOMENE: Visoke koncentracije u vazduhu izazivaju nedostatak kiseonika što može dovesti do nesvestice ili smrti. Proverite sadržaj kiseonika prije ulaska u ugroženi prostor. Upozorenje da je prekoračena dozvoljena granična vrijednost izloženosti samo na osnovu mirisa nije dovoljno. NE KORISTITE u blizini vatre ili zagrijane površine, ili tokom zavarivanja. Okrenite cilindar koja curi tako da mjesto curenja bude u gornjem dijelu, kako bi se izbjeglo ispuštanje tečnosti. Komercijalni nazivi su: Freon 22, Frigen22, Halon22.					

Mjere sigurnosti prilikom rukovanja, transporta i skladištenja rashladnih fluida



Od električnog udara

- Znaci opasnosti

<---



Od trovanja (udisanja gasova)



Od nagrivanja



Od eksplozije
(rad sa gasovima pod pritiskom)

Mjere sigurnosti prilikom rukovanja, transporta i skladištenja rashladnih fluida

- Znaci obaveze

--->



Tokom rada i rukovanja sa opremom rukovalac mora
UVIJEK!

nositi zaštitne naočare!



nositi zaštitne cipele!



nositi zaštitno odijelo!



nositi zaštitne rukavice!

Mjere sigurnosti prilikom rukovanja, transporta i skladištenja rashladnih fluida

Mjere predostrožnosti prilikom rukovanja rashladnim fluidima

Pri rukovanju sa rashladnim fluidima obavezno treba koristiti **sigurnosne naočare**



Pri rukovanju sa rashladnim fluidima obavezno treba koristiti **zaštitne rukavice**
(od fluorelastomera a ne kožne ili pamučne)



Kada rashladni fluidi dospiju u atmosferu postoji opasnost od **gušenja**
Tokom rada sa rashladnim fluidima **nije dozvoljeno pušenje**



Prije izvođenja **lemljenja (i varenja) na rashladnim sistemima** mora se prikupiti
rashladni fluid i sve zaostale količine ukloniti ispiranjem sa azotom.

Opasnost od požara postoji i u slučaju nezapaljivih rashladnih fluida zbog opasnosti
od paljenja ostataka ulja i izolacionog materijala, a takođe i uljnih para koje se mogu
javiti zbog obilnih curenja.

Mjere sigurnosti prilikom rukovanja, transporta i skladištenja rashladnih fluida

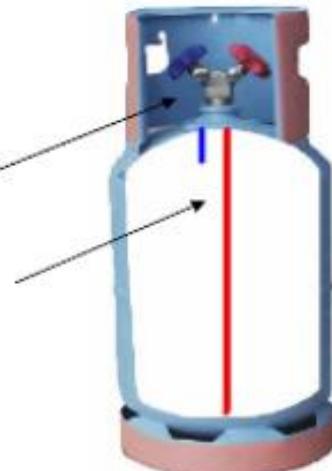
Cilindri za skladištenje rashladnog fluida (višekratna upotreba)



Unutrašnji izgled cilindra za prikupljanje sa ventilima za tečnu i gasnu fazu

Gasni priključak za transfer para rashladnog fluida

Priklučak za tečnu fazu sa priključkom sifonske cijevi



Mjere sigurnosti prilikom rukovanja, transporta i skladištenja rashladnih fluida

Rukovanje cilindrima:

- **Cilindri moraju uvijek biti obezbijeđeni** tako da ne dođe do naginjanja i kotrljanja;
- **Ne bacajte cilindre sa rashladnim fluidom.** Ukoliko se cilindri ispušte mogu se toliko deformisati da se pocijepaju. Prilikom naglog isparavanja i ispuštanja rashladnog fluida, kao i u slučaju loma ventila, oslobađaju se enormne sile, zbog čega se cilindri moraju transportovati samo sa zavrnutim poklopcem.
- **Cilindri sa rashladnim fluidima se ne smiju smještati u neposrednoj blizini radijatora.** Veće temperature rezultiraju većim pritiscima uz opasnost da se prevaziđe dozvoljeni pritisak za pojedinačnu posudu. Zbog toga direktive za sudove pod pritiskom specificiraju da se posude ne smiju izlagati temperaturama većim od 50°C.
- **Cilindri sa rashladnim fluidom se ne smiju ostavljati na visokim spoljašnjim temperaturama i izloženi dejstvu sunca.**
- **Cilindri sa rashladnim fluidom se ne smiju grijati otvorenim plamenom.** Materijal se može oštetiti i može doći do razlaganja rashladnog fluida ako se cilindar izloži ekstremno visokim temperaturama.
- **Radni pritisak za pojedinačni cilindar se ne smije prekoračiti.** Provjerite podatke koji su utisnuti na cilindar.
- **Cilindri sa rashladnim fluidom se ne smiju prepuniti** jer se mogu javiti enormni pritisci kada dođe do porasta temperature..
- **Sigurnosne instrukcije preporučuju da se zatvoreni rezervoari ne pune sa tečnošću više od 75% zapremeine.**
- **Ventile na praznim cilindrima držati uvijek zatvorene** kako bi se spriječio ulazak vlage.

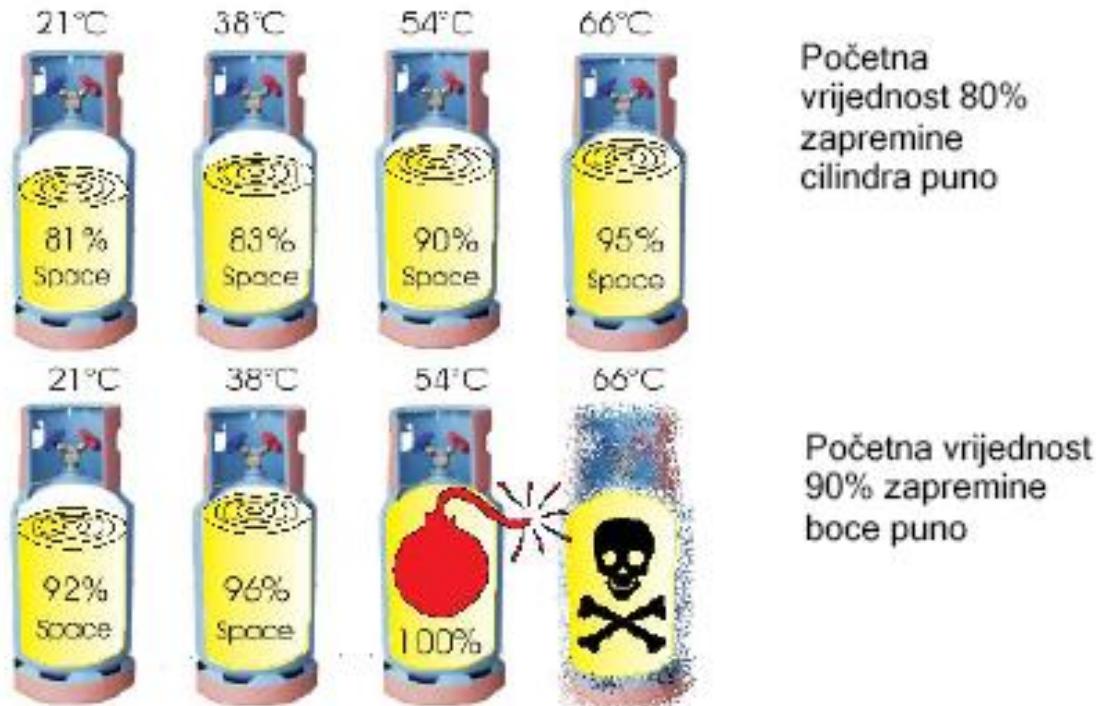
Mjere sigurnosti prilikom rukovanja, transporta i skladištenja rashladnih fluida

- **Različite vrste rashladnih fluida se ne smiju miješati;** jedna vrsta rashladnog fluida se ne smije stavlјati u cilindar koji nosi oznaku druge vrste rashladnog fluida.
- **Koristiti samo čiste cilindre,** nezagadžene uljem, kisjelinom, vlagom itd.
- **Vizuelno kontrolisati svaki cilindar prije upotrebe** i obezbijedite redovne provjere cilindara pod pritiskom.
- **Cilindar za prikupljanje ima posebne oznake zavisno od zemlje** (žuta oznaka u US, posebna zelena boja u Francuskoj) kako bi se izbjegle zabune sa posudama sa nekorišćenim rashladnim fluidom.
- **Rashladni fluidi predviđeni za odlaganje** moraju biti smješteni u pravilno označene posude za prikupljanje, vodeći pritom računa o maksimalno dozvoljenim količinama punjenja.
- **Korišćena ulja za rashladne sisteme** iz instalacija, koje koriste halogenizovane ugljovodonike, moraju se odlagati kao opasni otpad. Nije dozvoljeno miješanje sa drugim uljima ili supstancama. Pravilno skladištenje i odlaganje se mora odvijati u skladu sa regulativom koja reguliše ovu oblast.

Napomena: Rashladni fluidi se šire kada se zagrijavaju i mogu izazvati eksploziju cilindra ako se prepuni.

Mjere sigurnosti prilikom rukovanja, transporta i skladištenja rashladnih fluida

Posebne mjere rukovanja cilindrima!



Odnos temperature cilindra i unutrašnjeg ekspanzionog prostora

Mjere sigurnosti prilikom rukovanja, transporta i skladištenja rashladnih fluida

Cylinder Temp.

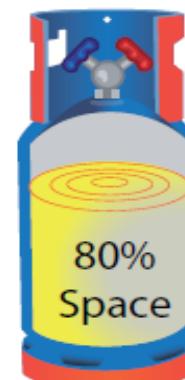
Starting with
cylinder 75%
full by volume



21°C



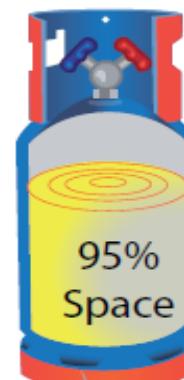
38°C



54°C



66°C

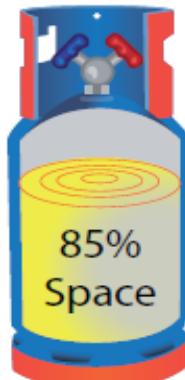


Cylinder Temp.

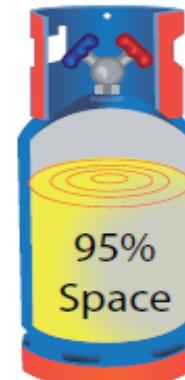
Starting with
cylinder 85%
full by volume



21°C



38°C



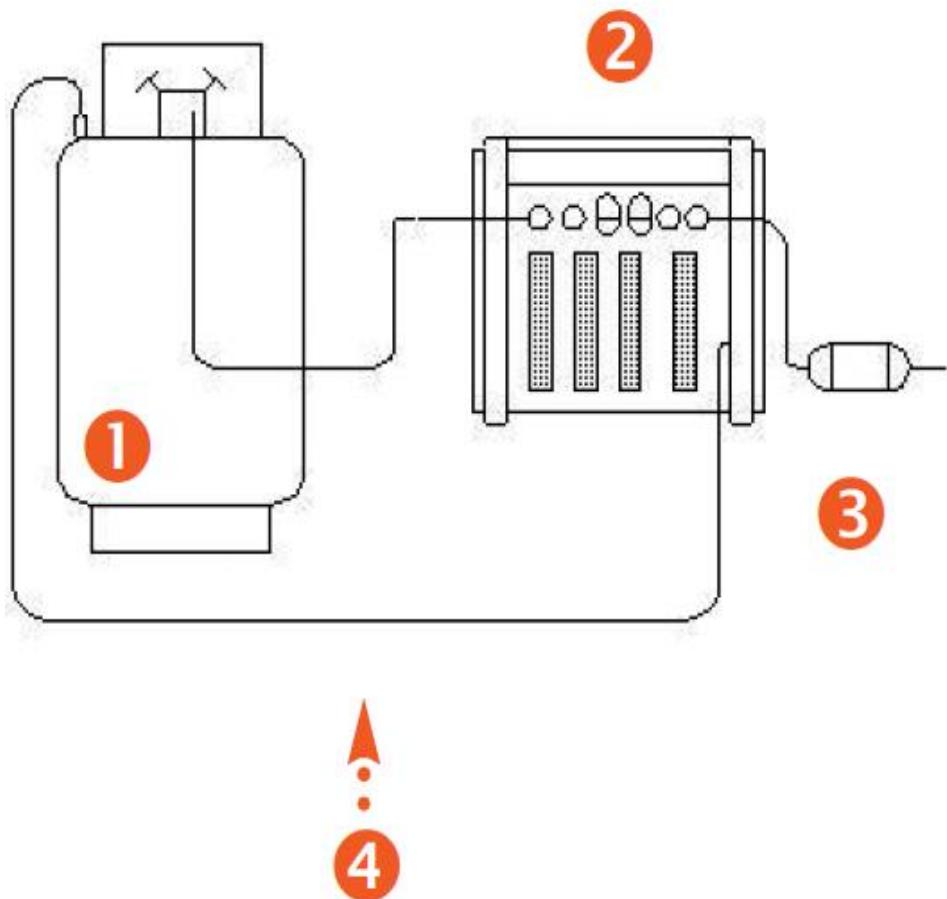
54°C



66°C



Mjere sigurnosti prilikom rukovanja, transporta i skladištenja rashladnih fluida

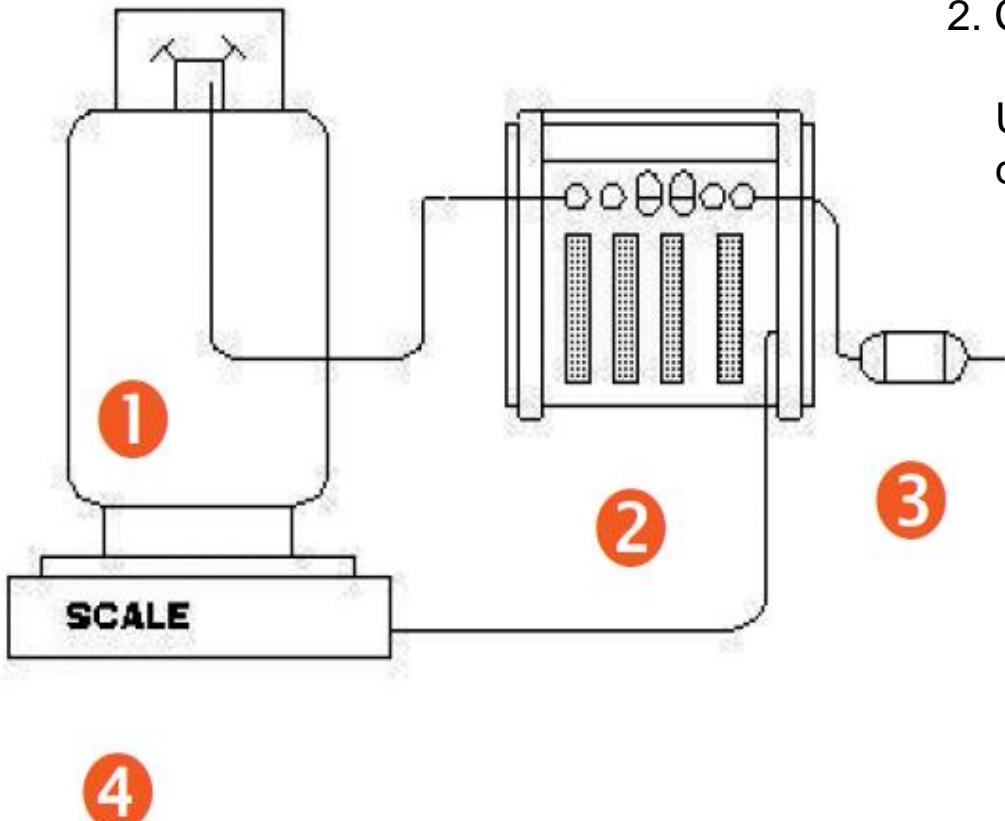


Postoje tri različite mogućnosti za zaštitu od prepunjavanja (OFP)!

1. Cilindar je opremljen nivostatom.

Uredaj za prikupljanje će se isključiti ako se ostvari nivo ispunjenosti od 80% zapremine

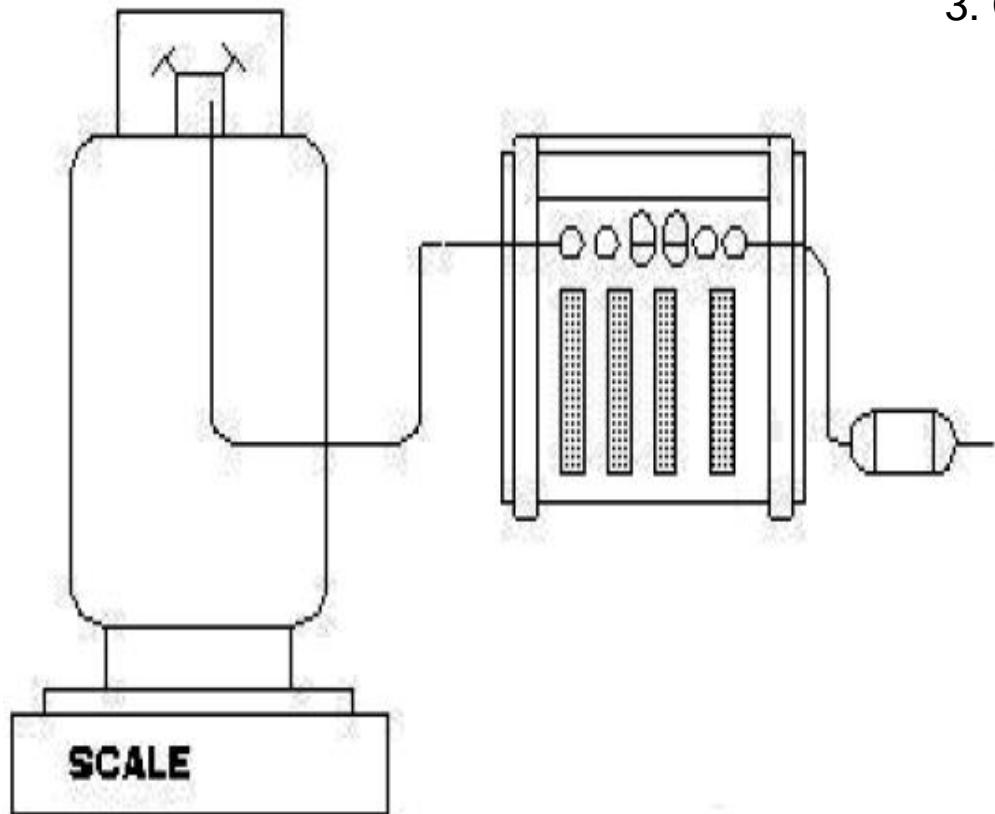
Mjere sigurnosti prilikom rukovanja, transporta i skladištenja rashladnih fluida



2. Cilindar za prikupljanje je postavljen na vagu.

Uredaj za prikupljanje će se isključiti ako se dostigne podešena težina.

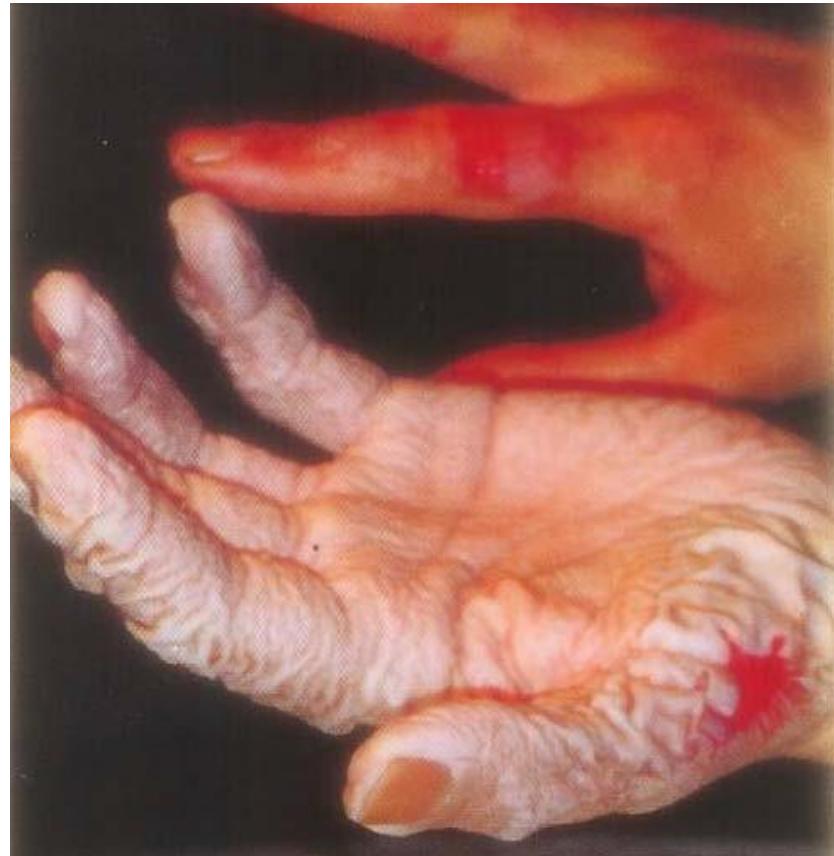
Mjere sigurnosti prilikom rukovanja, transporta i skladištenja rashladnih fluida



3. Cilindar je postavljen na vagu

Rukovalac isključuje uređaj za prikupljanje
ručno ako se dostigne 80% punjenja

Mjere sigurnosti prilikom rukovanja, transporta i skladištenja rashladnih fluida



Sadržaj:

- Pregled rashladnih uređaja
- Osnovni koncepti hlađenja
- Rashladni fluidi i sredstva za podmazivanje
- Glavne komponente rashladnog sistema
- Mjere sigurnosti prilikom rada sa rashladnim fluidima
- Prikupljanje, recikliranje i regeneracija rashladnih fluida
- Detekcija curenja
- Najbolja servisna praksa
- Alternativni rashladni fluidi i retrofit

Prikupljanje, recikliranje i regeneracija rashladnih fluida

Prikupljeni rashladni fluid je rashladni fluid koji je izvučen iz rashladnog sistema radi skladištenja, recikliranja, regeneracije ili transporta.

Prikupljanje (Recovery) je izvlačenje rashladnog fluida iz rashladnog sistema, u bilo kom stanju, i njegovo smještanje u spoljašnju posudu (cilindar za prikupljanje).

Recikliranje (Recycling) je postupak smanjivanja količine nečistoća u korišćenom rashladnom fluidu odvajanjem ulja, izbacivanjem gasova koji se ne mogu kondenzovati i uklanjanjem vlage, kisjelina i mehaničkih nečistoća pomoću filtera - sušača.

Regeneracija (Reclaim) je proces prerade korišćenog rashladnog fluida tako da dobije karakteristike novog proizvoda i provjera postignutih rezultata pomoću hemijskih analiza, da bi se utvrdilo da li su te karakteristike dostignute. Mora se realizovati kompletni set analiza, a regeneracija rashladnog fluida, koji se tretira, se mora ponavljati sve dok se ne postignu karakteristike neupotrebljivog rashladnog fluida.

Prikupljanje, recikliranje i regeneracija rashladnih fluida

- **Samostalni uređaji za prikupljanje**

Samostalni uređaji za prikupljanje imaju sopstveni kompresor, (ili drugi mehanizam za prenos), da bi ispumpali rashladni fluid iz sistema i nije im potrebna pomoć od bilo koje komponente sistema iz kojeg se vrši prikupljanje. Samostalni uređaji za prikupljanje su najčešće korišćeni sistemi na polju rashladne tehnike i klimatizacije.

- **Uređaji za prikupljanje zavisni od sistema**

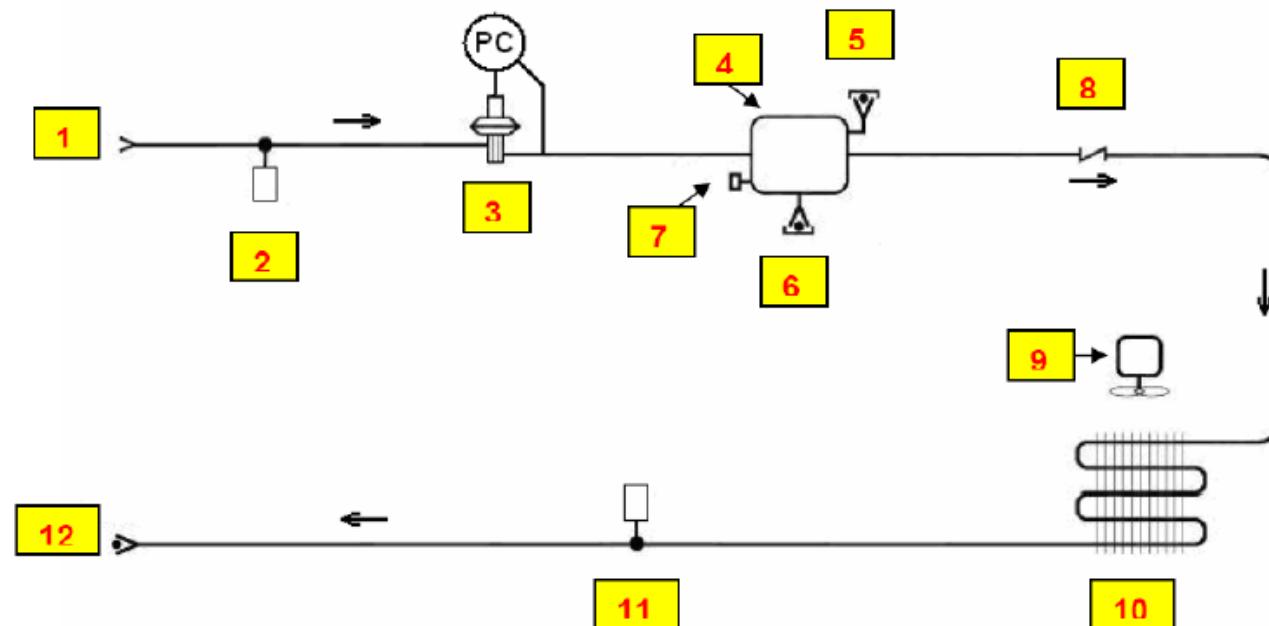
Oprema za prikupljanje koja zavisi od sistema, se oslanja na kompresor i/ili pritisak rashladnog fluida u uređaju kao pomoć pri prikupljanju rashladnog fluida.

- **Pasivni uređaji za prikupljanje**

Kod pasivnog prikupljanja se koriste ispumpane vrećice (kese za prikupljanje), na primjer za male kućne uređaje, koji obično sadrže male količine rashladnog fluida sa pritiskom blizu ili malo iznad atmosferskog pritiska (0,1bar).

Prikupljanje, recikliranje i regeneracija rashladnih fluida

Šematski prikaz uređaja za prikupljanje (samostalni sistemi)



1	Priključak za ulaz rashladnog fluida	7	Kontrolno staklo ulja
2	Presostat niskog pritiska	8	Nepovratni ventil
3	Regulator usisnog pritiska	9	Ventilator kondenzatora
4	Kompresor (uljni)	10	Kondenzator rashladnog fluida
5	Dolivanje ulja	11	Presostat visokog pritiska
6	Drenaže ulja	12	Izlaz rashladnog fluida

Prikupljanje, recikliranje i regeneracija rashladnih fluida



Primjer uređaja za prikupljanje rashladnog fluida (bez ulja)

Prikupljanje rashladnih fluida (CFC, HCFC i HFC)

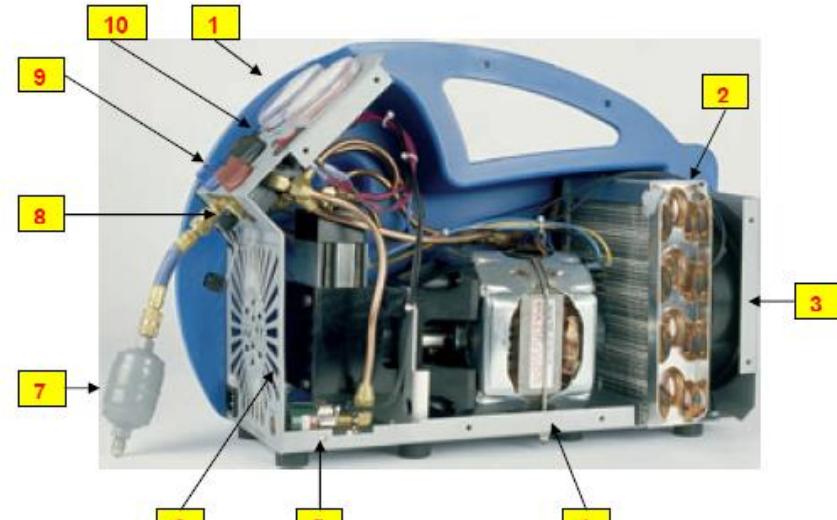
Oblast primjene:

- Mali hermetički uređaji
- Komercijalno hlađenje
- Klima uređaji
- Auto klima-uređaji
- Transportno hlađenje.

Primjer uređaja za prikupljanje (bez ulja)
Prikupljanje rashladnih fluida (CFC, HCFC i HFC
uključujući R410)

Polja primjene:

- Komercijalno hlađenje
- Klima uređaji
- Auto klima-uređaji
- Transportno hlađenje
- Industrijske primjene



1	Manometri visokog i niskog pritiska	6	Kompresor (bez ulja)
2	Kondenzator rashladnog fluida	7	Filter-sušač (ulazni priključak)
3	Ventilator kondenzatora	8	Izlazni priključak
4	Električni motor	9	Ulazni i izlazni ventili
5	Presostat	10	Glavni prekidač

Prikupljanje, recikliranje i regeneracija rashladnih fluida

Recikliranje i ponovna upotreba rashladnog fluida

Prikupljeni rashladni fluid se može, poslije recikliranja, ponovo koristiti u istom sistemu iz kojeg je izvučen, ili se može skladištiti i pripremiti za upotrebu u drugom sistemu. U rashladnom fluidu se kao nečistoće mogu javiti kiseline, vlaga, gasovi koji se ne mogu kondenzovati i mehaničke nečistoće. Čak i niski nivoi ovih nečistoća mogu smanjiti radni vijek rashladnog sistema.

Zaprlijani rashladni fluidi (uključujući i one iz uređaja sa pregorjelim hermetičkim kompresorom) mogu se ponovo koristiti pod uslovom da su prikupljeni uređajem za prikupljanje koji sadrži separator ulja i filtere, odnosno uređajem za recikliranje.

Uvijek je neophodno znati koji rashladni fluid se nalazi u sistemu!

Radi zaštite životne sredine i ponovne upotrebe rashladnih fluida mora biti poznat tip rashladnog fluida sa kojim se rukuje. Različite vrste rashladnih fluida se ne smiju miješati, jer se takve mješavine ne mogu regenerisati!

Identifikacija rashladnog fluida se može izvršiti sledećim metodama:

1. Korišćenjem identifikatora rashladnog fluida,
2. Tablice sa podacima,
3. TEV - termostatskog ekspanzionog ventila i
4. Ustaljene temperature i pritiska rashladnog fluida.

Prikupljanje, recikliranje i regeneracija rashladnih fluida

Savjeti za prikupljanje rashladnih fluida

1. Uvijek koristite najkraća moguća crijeva za rashladne fluide.
2. Koristite crijeva velikog poprečnog presjeka (npr 3/8" crijeva), ako je moguće.
3. Uklonite jezgra ventila iz sistema i crijeva, ako je to moguće.
4. Koristite toplotni pištolj (ili fen) da bi isparili rashladni fluid tj. zarobljenu tečnost
- ako se vide mesta gdje se kondenzuje vлага spolja.
5. Koristite najprije prikupljanje tečnosti kada je to moguće.
6. Vakuumirajte prazne cilindre za prikupljanje i opremu prije upotrebe.
7. Koristite specijalne alate npr. alat za uklanjanje jezgra.

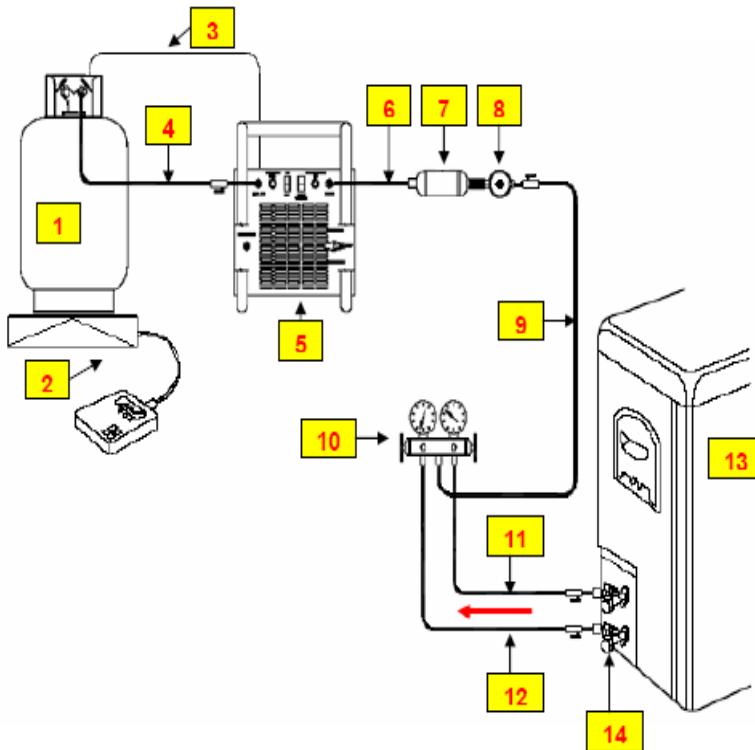
Prikupljanje rashladnog fluida

Postoje tri različita metoda prikupljanja rashladnog fluida:

1. Prikupljanje pare je najčešći metod (75 – 80%), a koristi se kod malih uređaja i za pražnjenje sistema
2. Puš-pul metod, za punjenja rashladnog fluida iznad 4,5kg (10lb)
3. Prikupljanje tečnosti

Prikupljanje, recikliranje i regeneracija rashladnih fluida

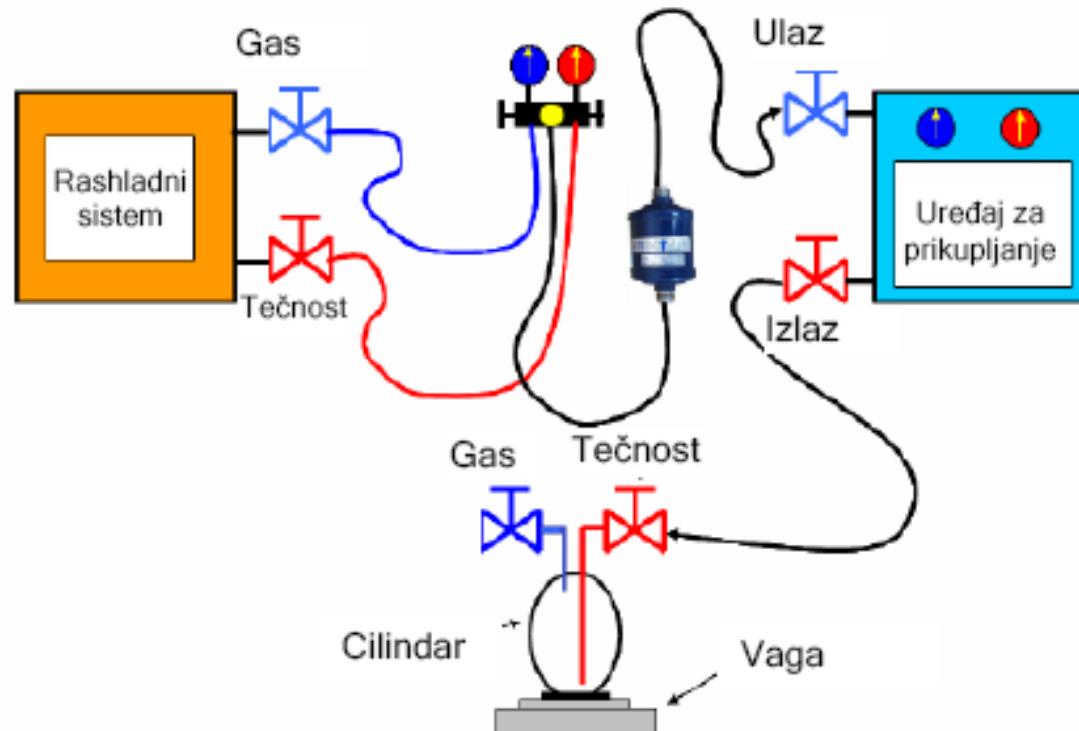
Prikupljanje rashladnog fluida u gasnom i/ili tečnom stanju



1	Cilindar (razne veličine) sa priključkom preko dva ventila za tečnost i paru	8	Linjsko kontrolno staklo za vizuelnu kontrolu tečnog rashladnog fluida
2	Elektronska vaga za mjerenje težine prikupljenog rashladnog fluida	9	Crijevo rashladnog fluida sa loptastim ventilom/ spoj centralni priključak manometarske baterije do kontrolnog stakla
3	Zaštitni nivostat sa plovkom od cilindra do uređaja za prikupljanje	10	Manometarska baterija(servisni kolektor) sa manometrima za visoki i niski pritisak
4	Crijevo za rashladni fluid sa loptastim ventilom/od izlaznog priključaka uređaja za prikupljanje do cilindra za prikupljanje	11	Crijevo rashladnog fluida sa loptastim ventilom za povezivanje priključka visokog pritiska manometarske baterije i visokopritisne strane rashladnog sistema
5	Uredaj za prikupljanje bez-ulja ili sa uljem	12	Crijevo rashladnog fluida sa loptastim ventilom za povezivanje priključka niskog pritiska manometarske baterije i niskopritisne strane rashladnog sistema
6	Crijevo za povezivanje izlaza linijskog filtera-sušača i ulaznog priključka uređaja za prikupljanje	13	Rashladni sistem za različite vrste primjena
7	Linijski filter-sušač/glavna uloga je zaštita uređaja za prikupljanje	14	Visoko i nisko-pritisni zaustavni ventil rashladnog sistema

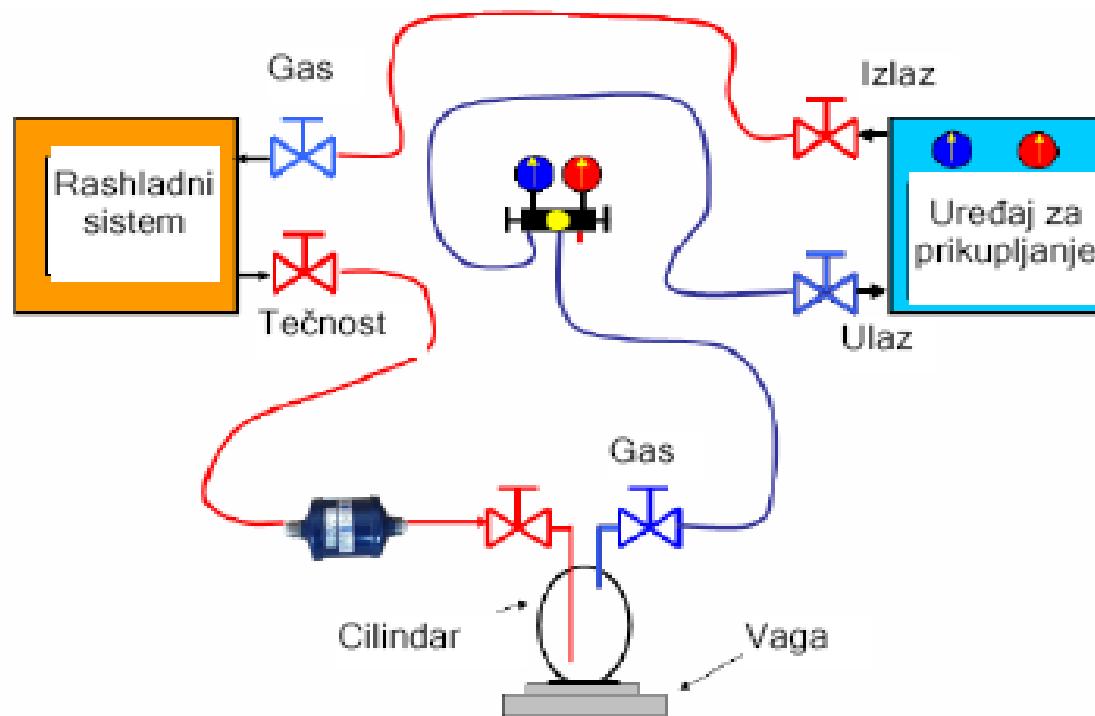
Prikupljanje, recikliranje i regeneracija rashladnih fluida

Prikupljanje tečnog i/ili gasovitog rashladnog fluida



Prikupljanje, recikliranje i regeneracija rashladnih fluida

Prikupljanje rashladnog fluida u tečnoj fazi - “Push and pull” (Gurni i Vuci) metod

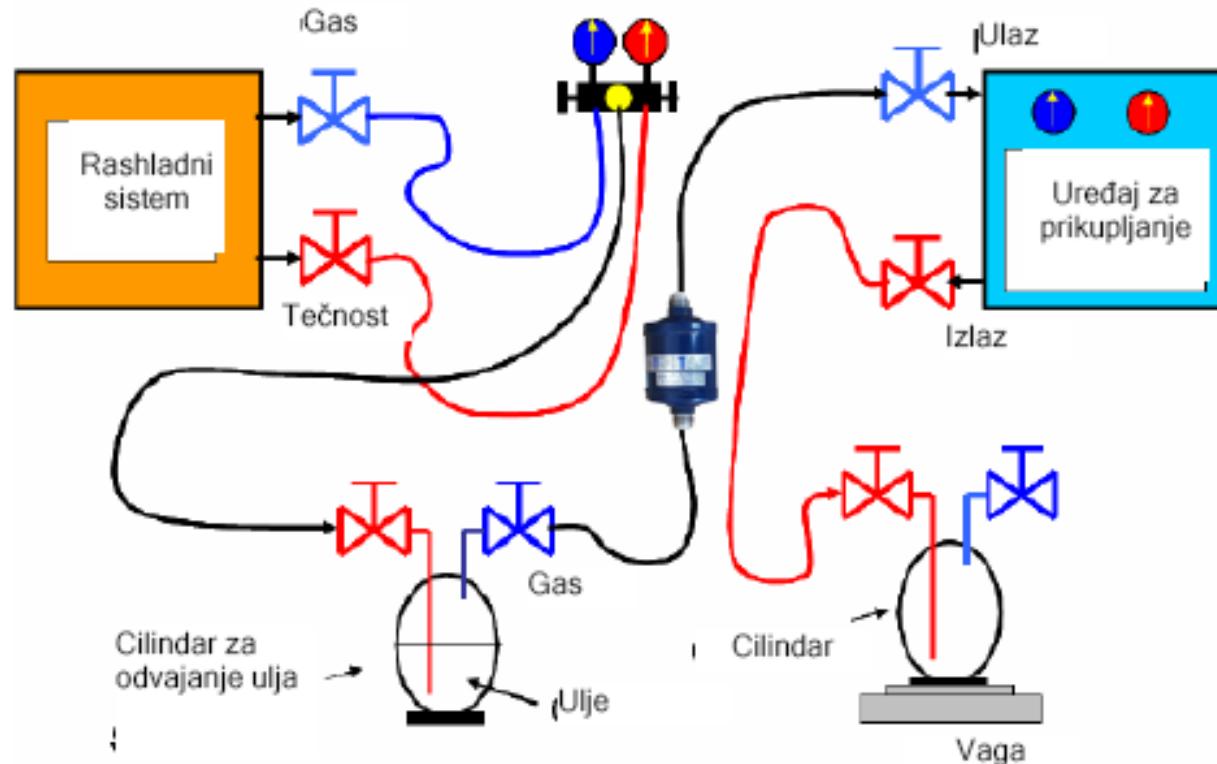


Ne preporučuje se upotreba “Push and pull” metoda prikupljanja u rashladnim sistemima koji imaju sledeće karakteristike.

1. Sistem sadrži manje od 4,5kg (10 funti) rashladnog fluida.
2. Sistem je toplotna pumpa ili sistem sa ventilom za promjenu pravca.
3. Sistem omogućava formiranje neprekidnog stuba tečnosti.
4. Sistem ima akumulator.

Prikupljanje, recikliranje i regeneracija rashladnih fluida

Prikupljanje tečnosti i ulja pomoću dodatnog akumulatora



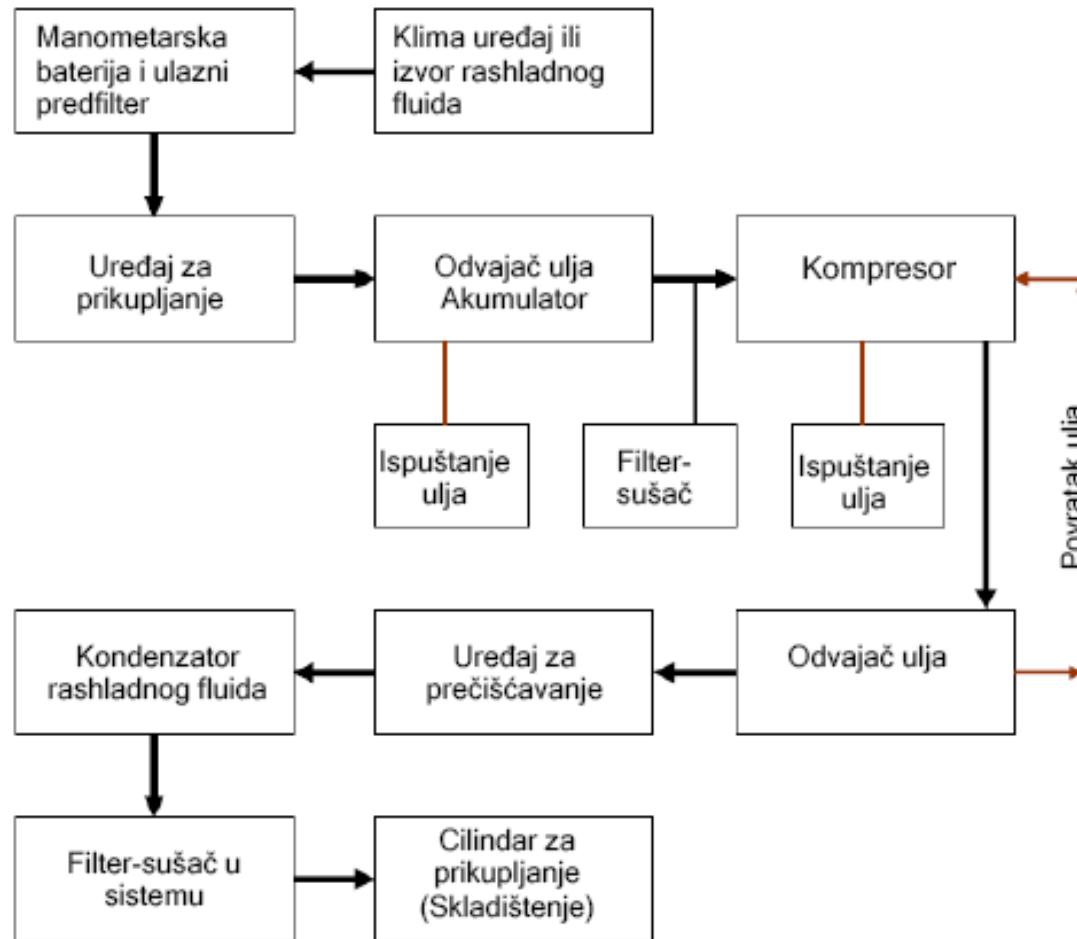
Prikupljanje, recikliranje i regeneracija rashladnih fluida

Glavne komponente uređaja za recikliranje, su:

1. Kompresor,
2. Ekspanzioni TEV ventil ili regulator konstantnog pritiska CPR,
3. Usisni akumulator i/ili odvajač ulja sa ventilom za ispuštanje ulja,
4. Filterske sekcije (jedna ili više njih),
5. Aparat za čišćenje gasova koji se ne mogu kondenzovati (ručni ili automatski),
6. Kondenzator i
7. Cilindar za skladištenje.

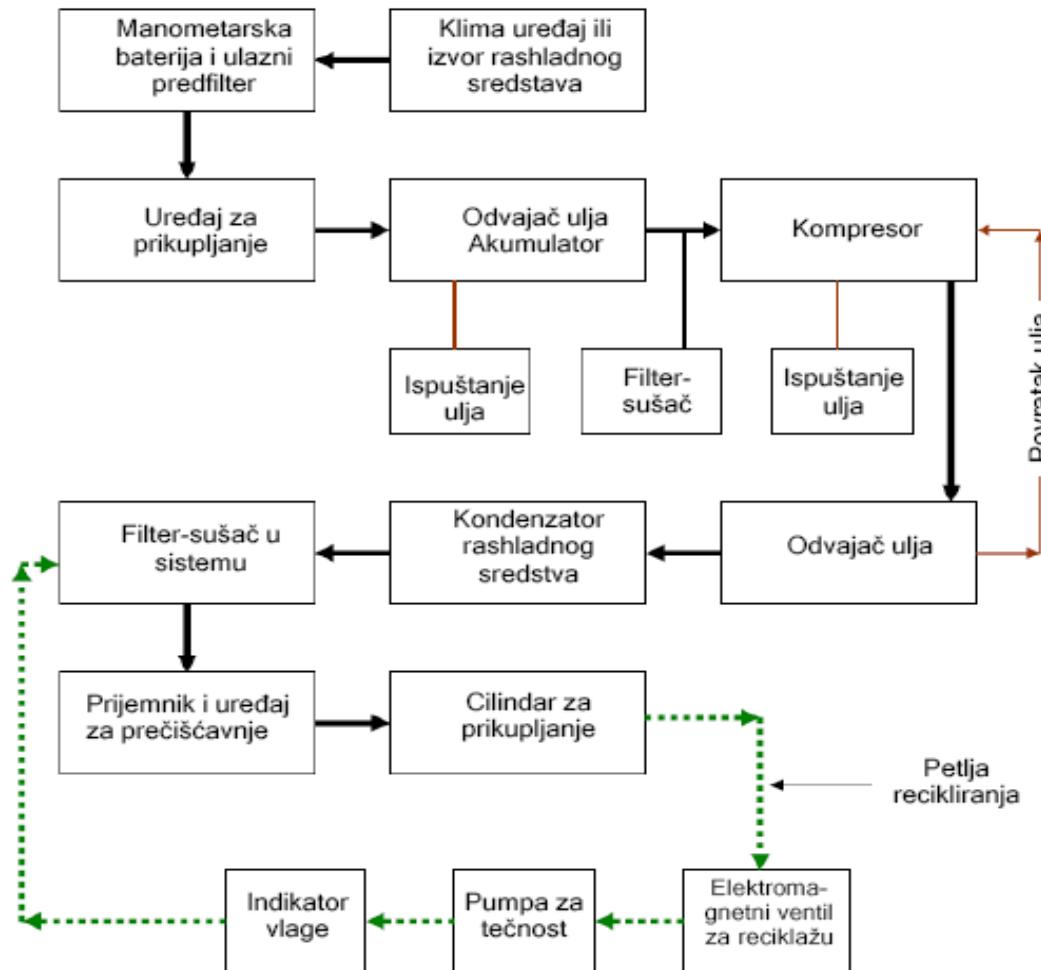
Prikupljanje, recikliranje i regeneracija rashladnih fluida

Sistem recikliranja sa jednim prolazom

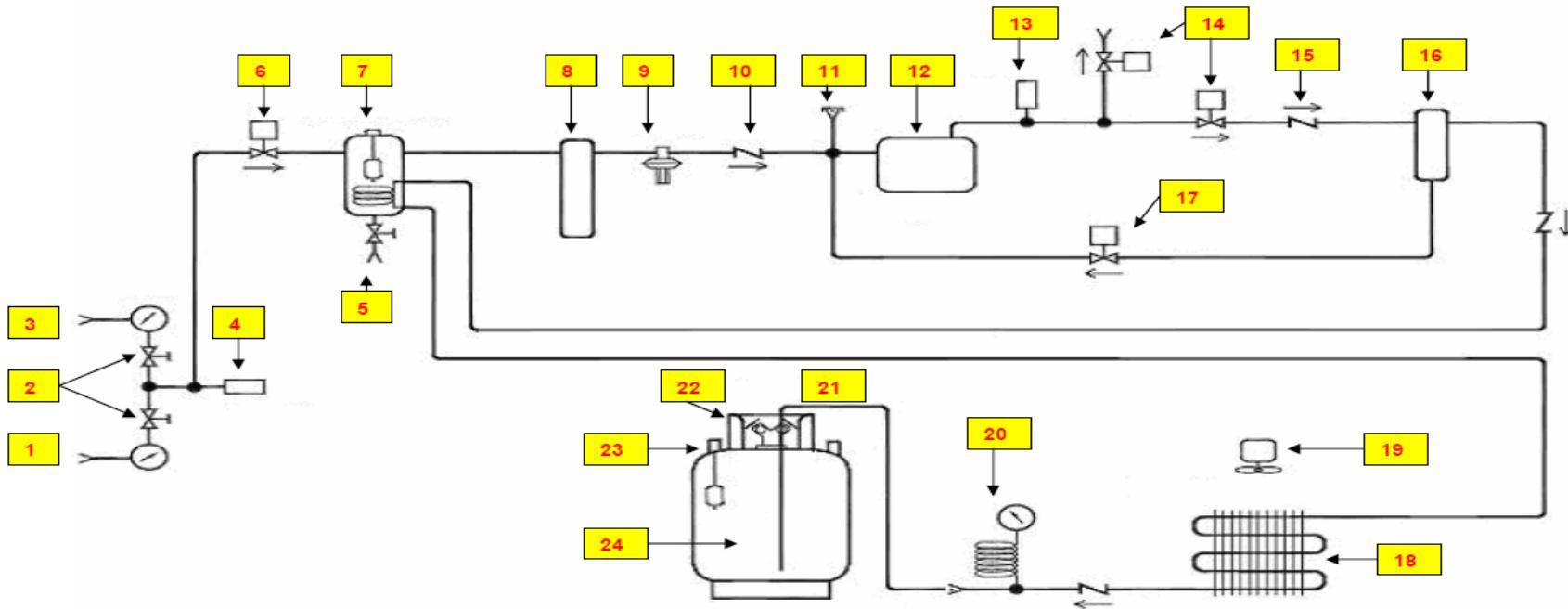


Prikupljanje, recikliranje i regeneracija rashladnih fluida

Sistem recikliranja sa više prolaza



Prikupljanje, recikliranje i regeneracija rashladnih fluida



Primjer sistema za recikliranje (uredaj)

1	Mjerač visokog pritiska	7	Grijani usisni akumulator	13	Presostat visokog pritiska	19	Ventilator kondenzatora
2	Upravljački ventili visoko/nisko	8	Filter-sušač za reciklažu	14	Elektroventil	20	Mjerač pritiska (čišćenje NCG)
3	Ventil niskog pritiska	9	Ekspanzioni ventil	15	Nepovratni ventil	21	Priključak ventila tečnosti
4	Presostat niskog pritiska	10	Nepovratni ventil	16	Filter-sušač sa povratkom ulja	22	Priključak ventila pare
5	Priključak za ispuštanje ulja	11	Priključak za dolivanje ulja	17	Elektroventil povratka ulja	23	Nivostat (OPP)
6	Ulaz elektroventila	12	Kompresor	18	Kondenzator rashladnog fluida	24	Cilindar za prikupljanje

Prikupljanje, recikliranje i regeneracija rashladnih fluida

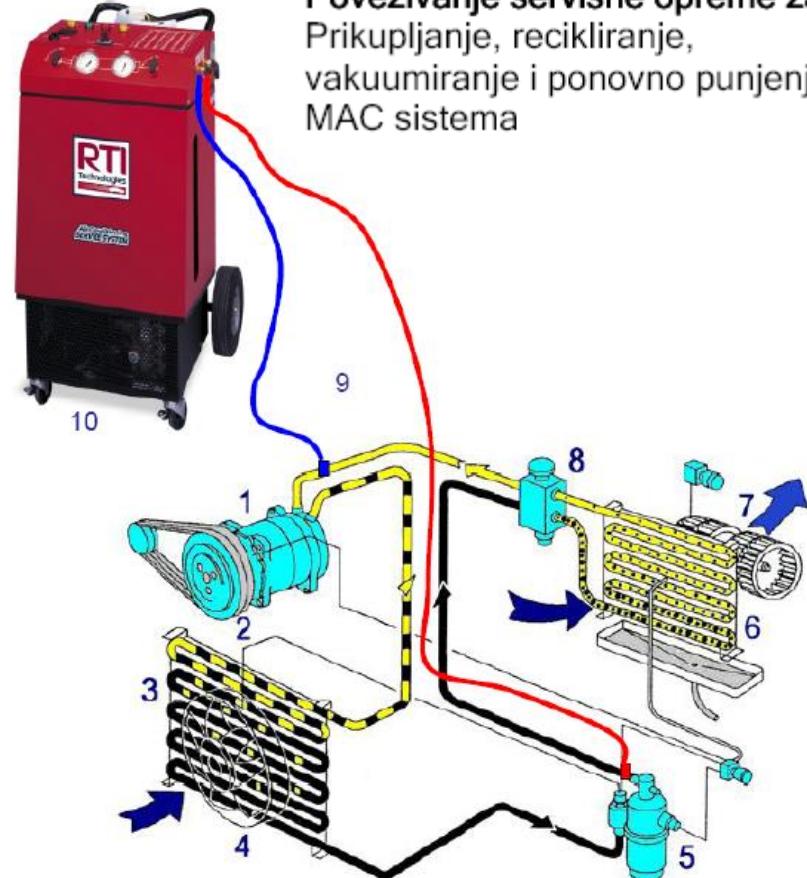
Prikupljanje rashladnog fluida na terenu

1. Prikupljanje iz mobilnog klimatizacionog sistema (MAC)

Transfer pare – zbog toga što je količina fluida prilično mala

1	MAC kompresor
2	Elektromagnetna spojница
3	Kondenzator rashladnog fluida
4	Ventilator kondenzatora
5	Prijemnik rashladnog fluida/filter-sušač
6	Isparivač
7	Ventilator isparivača
8	Ekspanzionalni ventil
9	Crijeva za prenos na strani visokog i niskog pritiska
10	Servisni uređaj za MAC

Povezivanje servisne opreme za:
Prikupljanje, recikliranje,
vakuumiranje i ponovno punjenje
MAC sistema



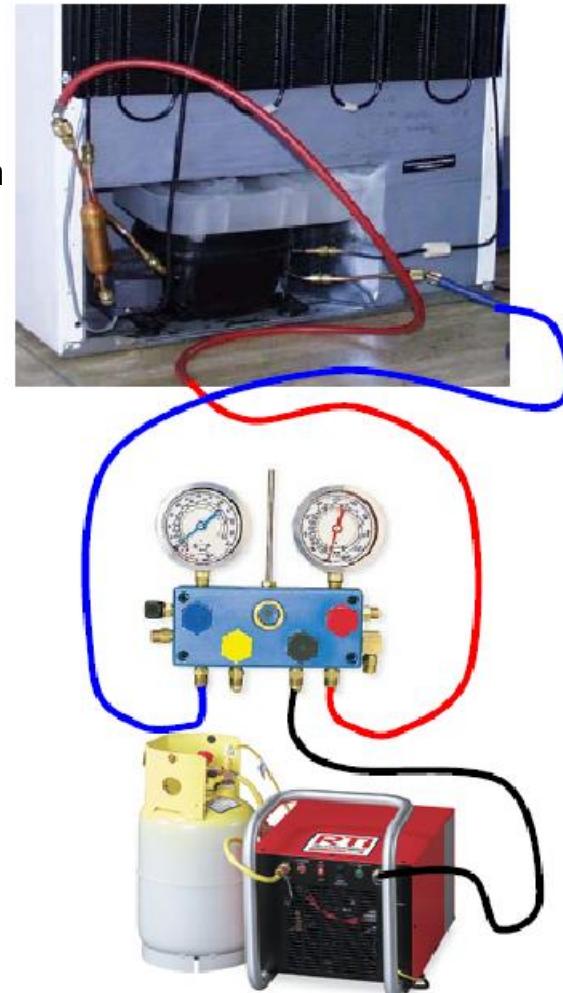
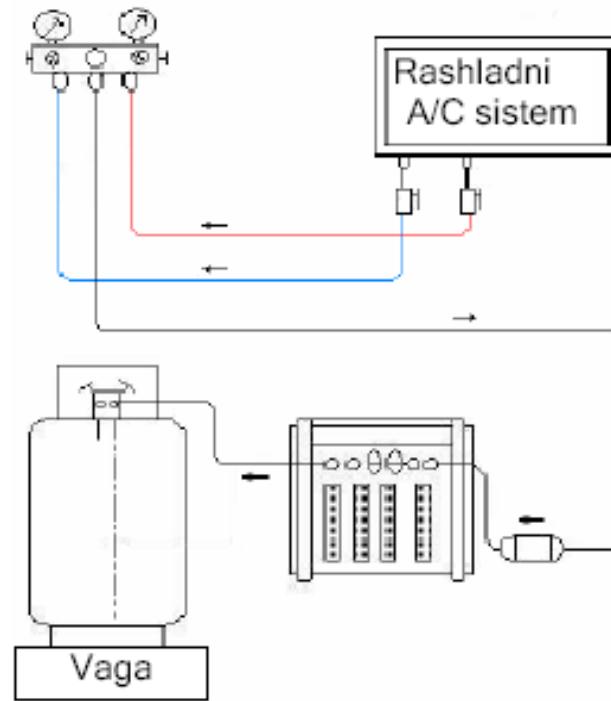
Prikupljanje, recikliranje i regeneracija rashladnih fluida

2. Prikupljanje iz kućnih hladnjaka

Kućni rashladni uređaji moraju biti hermetički zatvoreni.

Prikupljanje iz ovih sistema je moguće uz pomoć ubodnih ventila ili kliješta sa ubodnim priključkom, koji se koriste samo za vrijeme servisiranja.

Zbog male količine potrebno je samo prikupljanje pare.

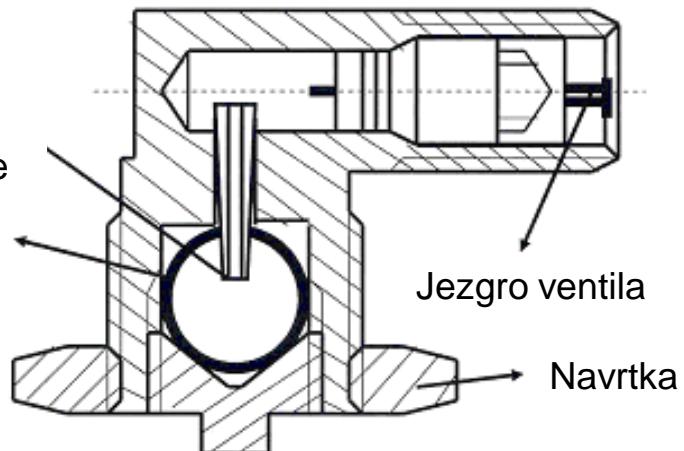


Prikupljanje rashladnog fluida sa uređajem za prikupljanje:

Prikupljanje, recikliranje i regeneracija rashladnih fluida

Cijev za probijanje

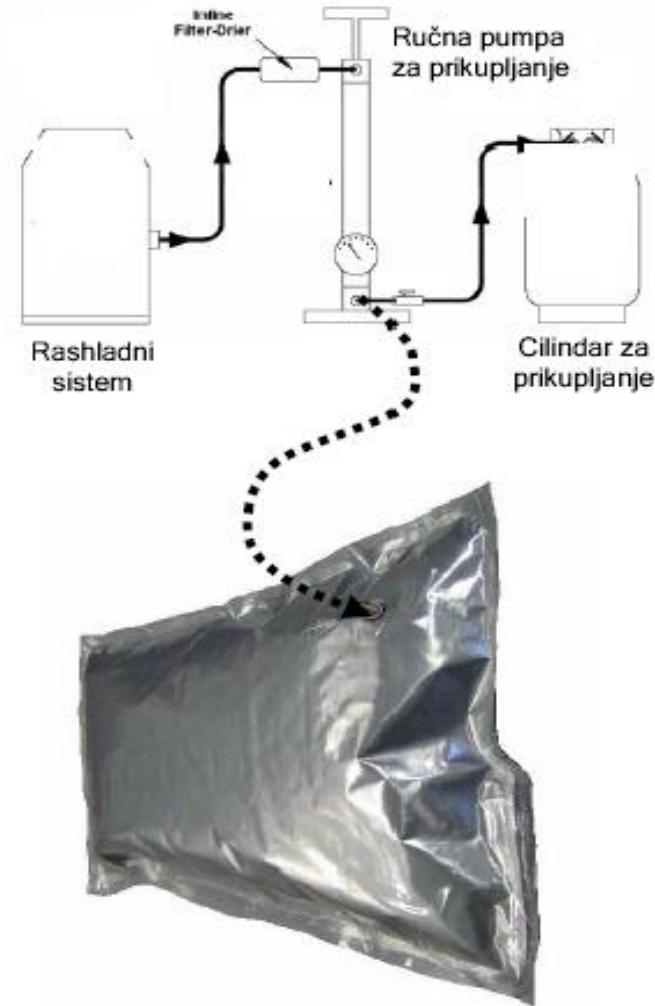
Cijev koja se probija



Prikupljanje, recikliranje i regeneracija rashladnih fluida

2. Prikupljanje iz kućnih hladnjaka

- a) Prikupljanje rashladnog fluida pomoću ručne pumpe sa cilindrom ili vrećicom za prikupljanje



Prikupljanje, recikliranje i regeneracija rashladnih fluida

2. Prikupljanje iz kućnih hladnjaka

- b) Prikupljanje rashladnog fluida sa vakuum pumpom i vrećicom za prikupljanje

Korak 1: Izjednačavanje pritisaka



Prikupljanje, recikliranje i regeneracija rashladnih fluida

2. Prikupljanje iz kućnih hladnjaka

- b) Prikupljanje rashladnog fluida sa vakuum pumpom i vrećicom za prikupljanje

Korak 2: Priključivanje vakuum pumpe

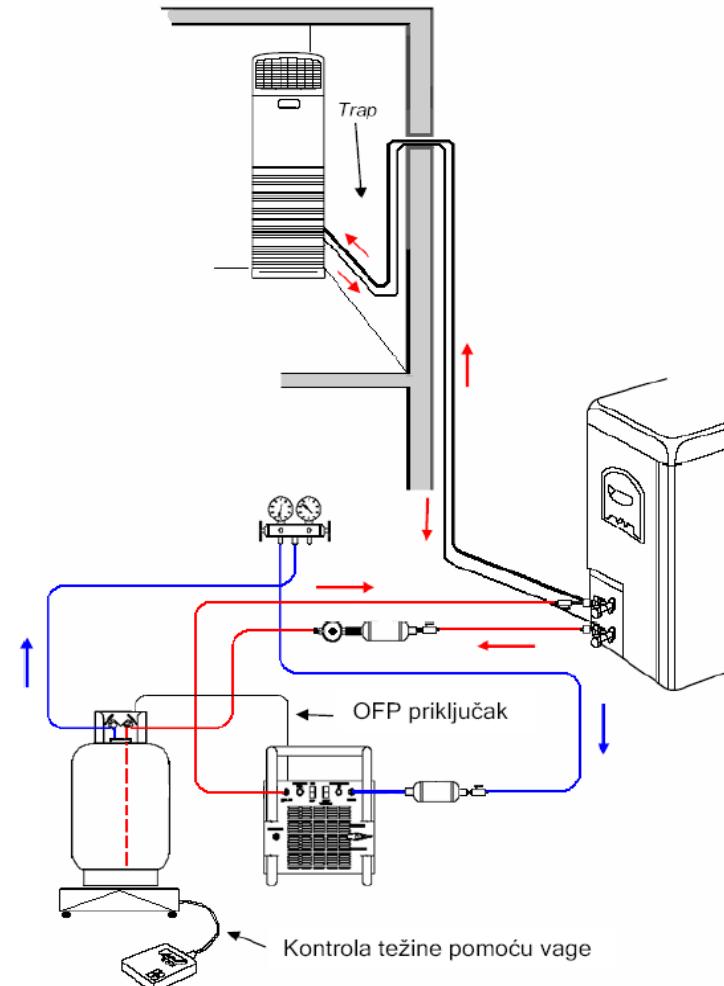


Prikupljanje, recikliranje i regeneracija rashladnih fluida

3. Prikupljanje rashladnog fluida iz klimatizacionog uređaja

a) Transfer tečnosti

Preporučuje se korišćenje ranije opisane push-pull metode uvijek kada se može locirati tečni rashladni fluid.

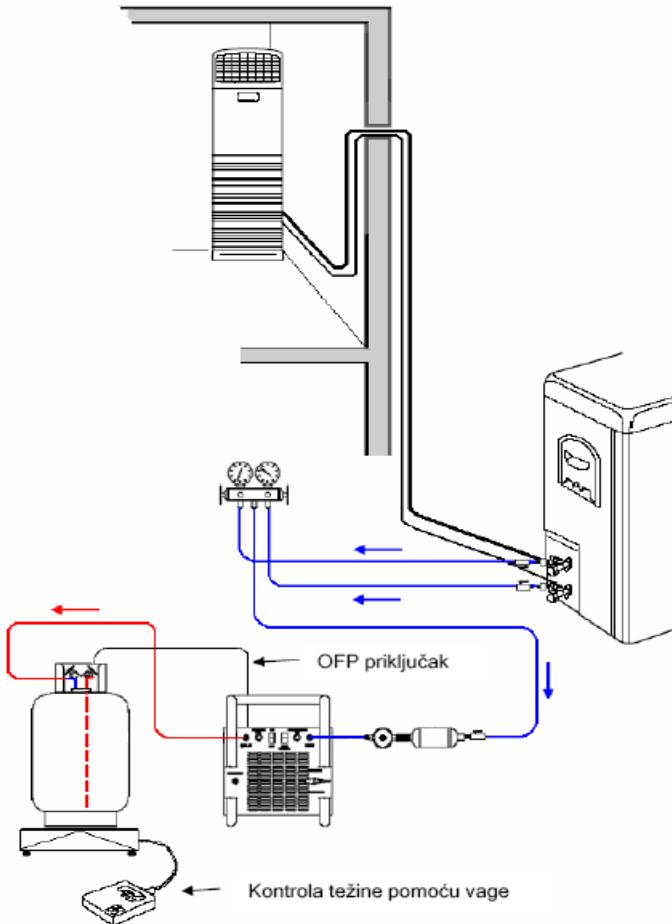


Prikupljanje tečnog rashladnog fluida iz sistema za klimatizaciju "push and pull" metodom

Prikupljanje, recikliranje i regeneracija rashladnih fluida

3. Prikupljanje rashladnog fluida iz klimatizacionog uređaja

b) Transfer pare



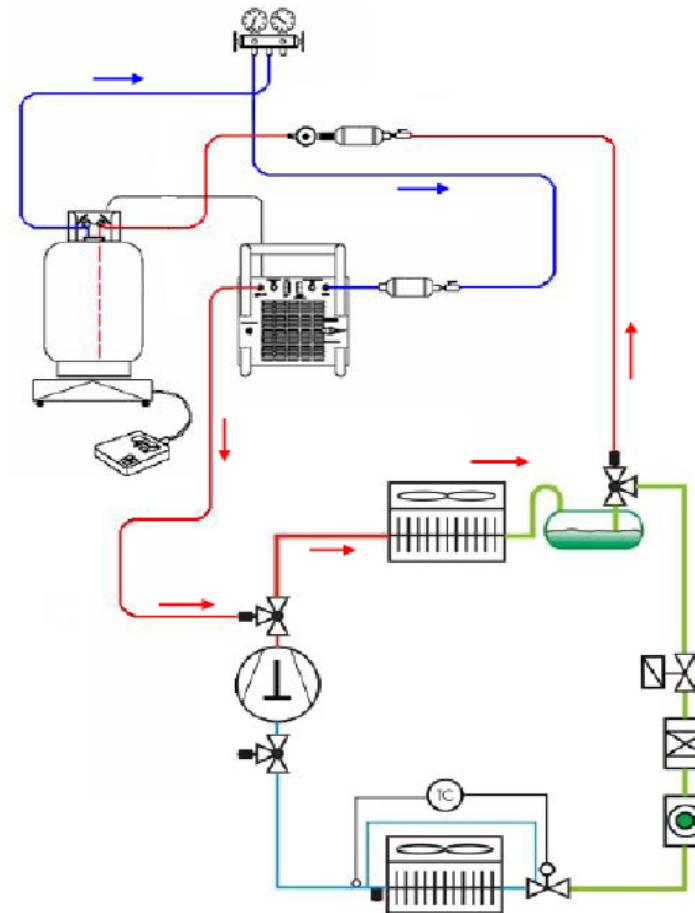
Prikupljanje gasovitog rashladnog fluida iz sistema za klimatizaciju

Prikupljanje, recikliranje i regeneracija rashladnih fluida

4. Prikupljanje iz sistema komercijalne rashladne komore

a) Transfer tečnosti

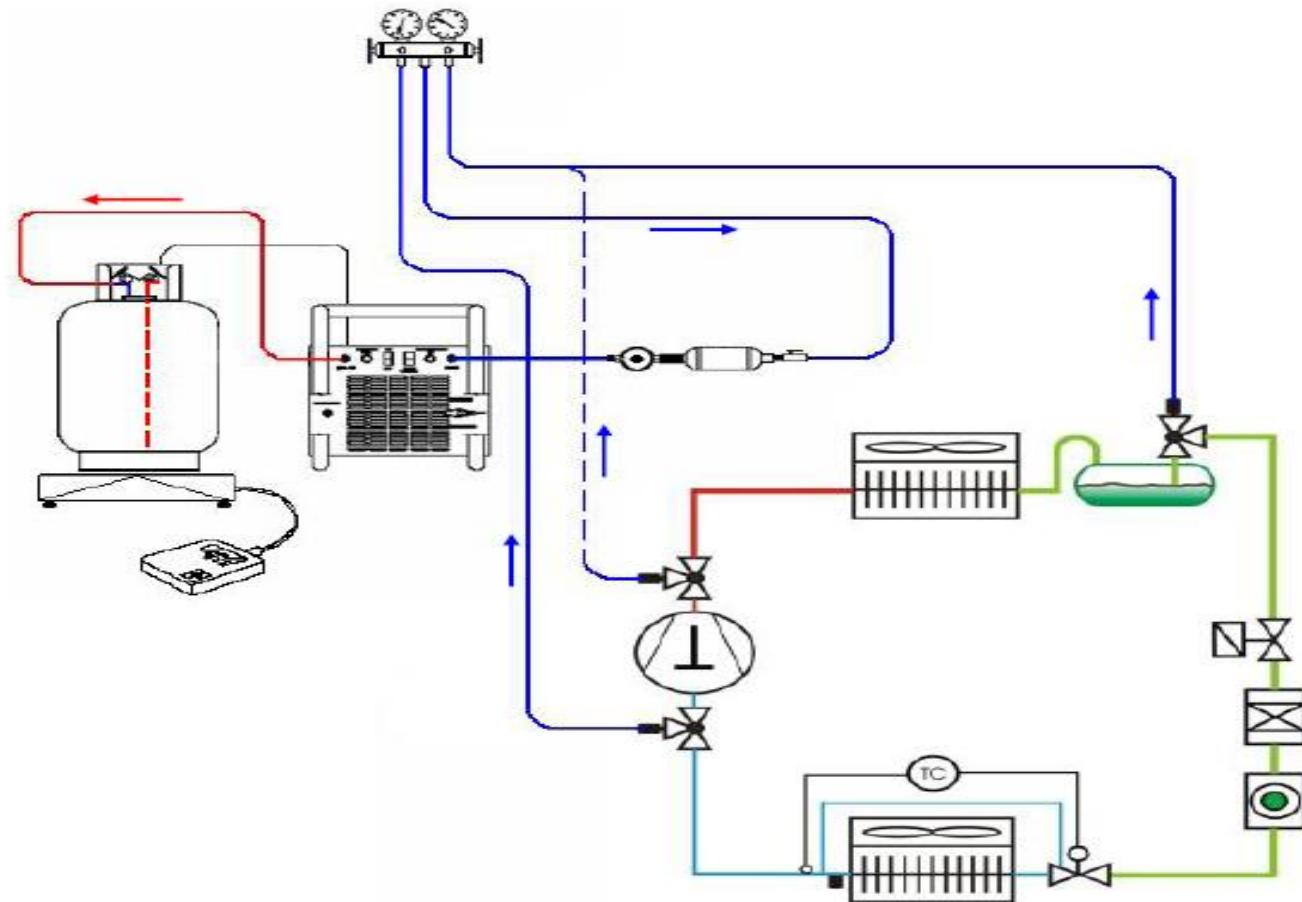
→ Primjena push-pull metode



Prikupljanje, recikliranje i regeneracija rashladnih fluida

4. Prikupljanje iz sistema komercijalne rashladne komore

b) Transfer
pare



Sadržaj:

- Pregled rashladnih uređaja
- Osnovni koncepti hlađenja
- Rashladni fluidi i sredstva za podmazivanje
- Glavne komponente rashladnog sistema
- Mjere sigurnosti prilikom rada sa rashladnim fluidima
- Prikupljanje, recikliranje i regeneracija rashladnih fluida
- Detekcija curenja
- Najbolja servisna praksa
- Alternativni rashladni fluidi i retrofit

Detekcija curenja

Metode detekcije curenja

Svi rashladni i klimatizacioni sistemi treba da budu potpuno hermetički zaptiveni. Kada god je to moguće treba izbjegavati spojeve sa navojima i koristiti komponente predviđene za lemljenje. Mali hermetički sistemi ne smiju imati servisne priključke u obliku Schrader ventila zbog mogućih problema sa curenjem. Nakon završetka servisa i opravke sistema moraju se ukloniti svi privremeni ventili za pristup kakvi su, na primjer ubodni ventili.

Jedna od najsloženijih oblasti servisiranja hermetički zatvorenih sistema je pronalaženje mesta curenja rashladnog fluida. Postoji mnogo metoda detekcije curenja i mnogo vrsta opreme za ispitivanje, ali nijedna nije podesna za svaku situaciju.

- 1. Test mjehurićima (rastvor sapuna)** - najjednostavniji i najjeftiniji
- 2. Metod potapanja u vodu** - pritisak manji od 10 bara
- 3. Halidni gorionik** - za fluide sa hlorom, detektuje mala curenja do 150 g/god
- 4. Metod ubacivanja boje** - kontaminacija bojom i vlagom
- 5. Test stabilnosti pritiska** - potrebno puno vremena
- 6. Elektronski detektori curenja** - najbrži način - za jedan ili više tipova fluida
- 7. Ultrazvučni detektori curenja** - novi – ograničenje absolutna tišina

Detekcija curenja

1. Test mjeđurićima (Rastvor sapuna)

Test sa sapunicom i indikacija curenja na usisnoj liniji isparivača



3. Halidni gorionik

Primjer detektora curenja sa halidnim gorionikom

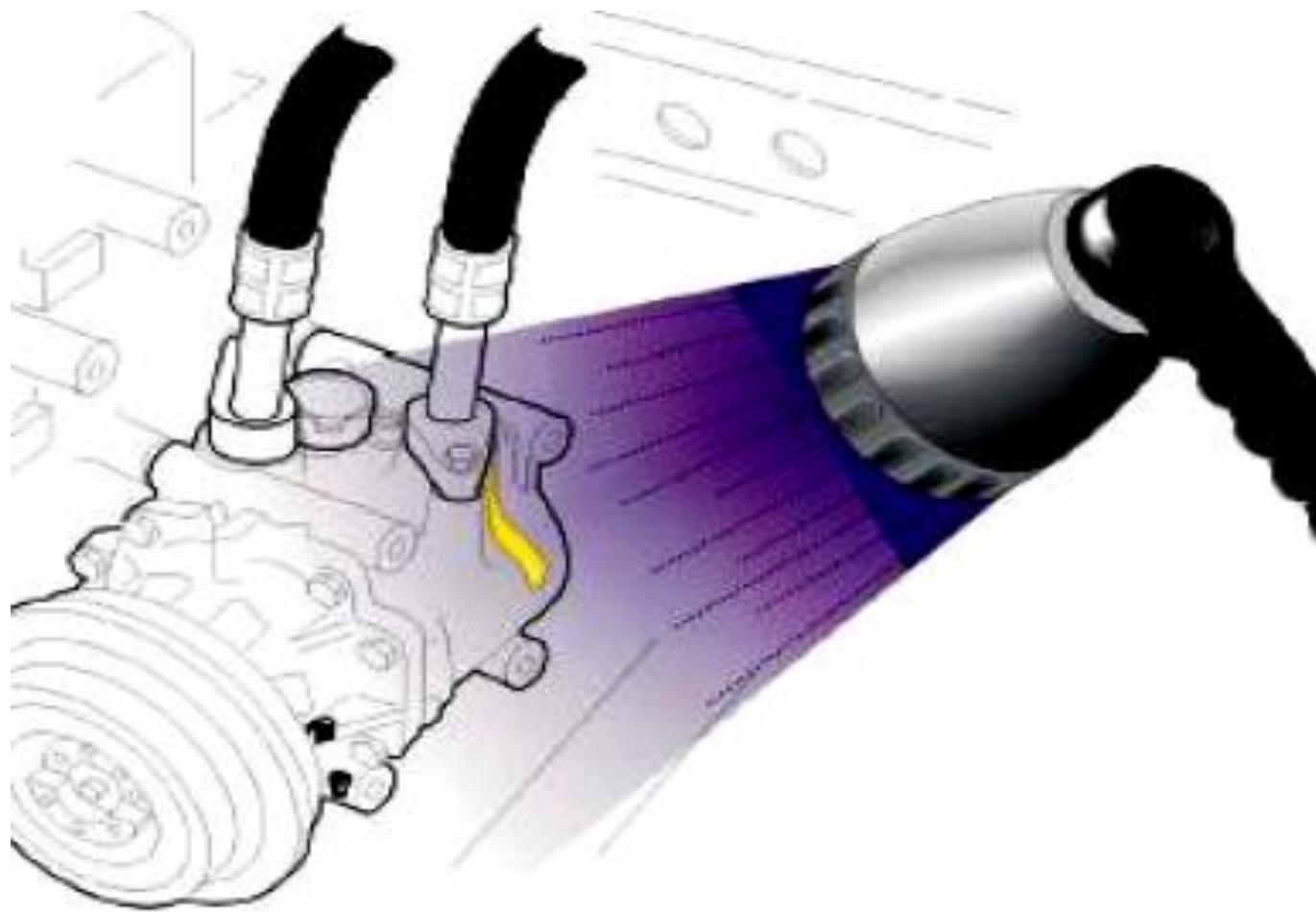


Plavo



Zeleno

Detekcija curenja



Detekcija curenja

6. Elektronski detektori curenja



Detektor curenja za sve halogenizovane rashladne fluide



Detektor curenja za zapaljive gasove

7. Ultrazvučni detektori curenja



Primjer ultrazvučnog detektora curenja.

Sadržaj:

- Pregled rashladnih uređaja
- Osnovni koncepti hlađenja
- Rashladni fluidi i sredstva za podmazivanje
- Glavne komponente rashladnog sistema
- Mjere sigurnosti prilikom rada sa rashladnim fluidima
- Prikupljanje, recikliranje i regeneracija rashladnih fluida
- Detekcija curenja
- **Najbolja servisna praksa**
- Alternativni rashladni fluidi i retrofit

Najbolja servisna praksa

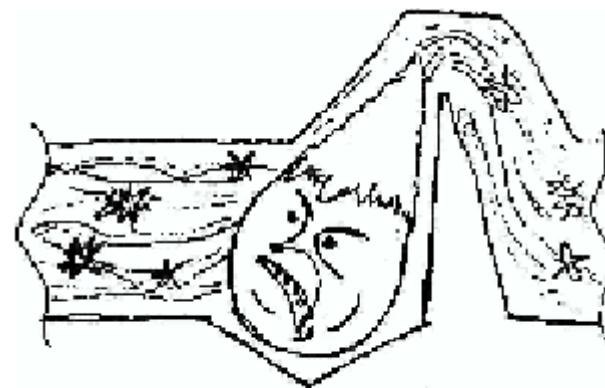
1. Vlaga i kiselina

Vidljiva i nevidljiva vlaga



Bezazlena kapljica vode

Što vlaga može učiniti sistemu?



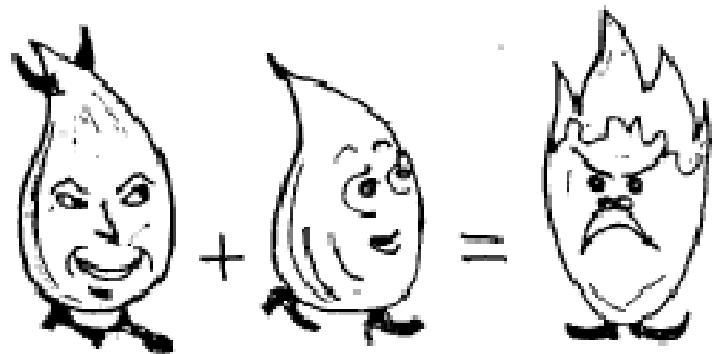
Vлага u kristale leda

Najbolja servisna praksa

2. Korozija



Vлага i korozija.

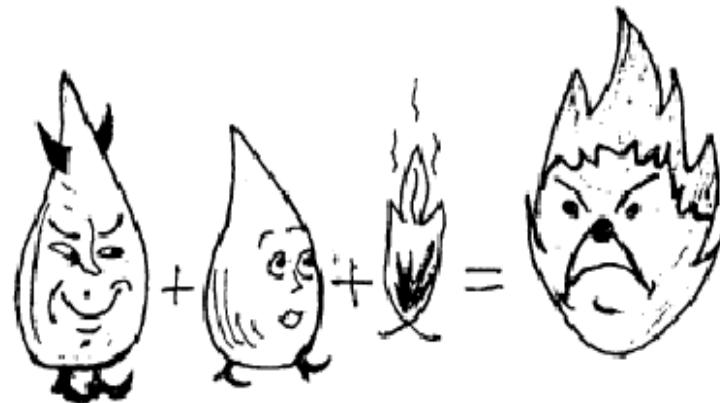


Vлага + rashladni fluid = kiselina

Najbolja servisna praksa

3. Pretvaranje vlage u kisjelinu

Povećavanje količine kiseline zbog zagrijavanja



Vлага + rashladni fluid + toplota = Više kiseline



Čelik -bakar - bronza.



Vлага se pretvara u mulj

Najbolja servisna praksa

Prisustvo vlage u sistemu – Utiče na ulje i može dovesti do pregorijevanja kompresora. Ulazi u sistem ako postoji curenje, tokom servisa i opravke, prilikom zamjene filtera ili sredstva za podmazivanje

Prljavština – prilikom montaže ili opravke

Strana tijela – opiljci tokom obrade krajeva cijevi ili legura za lemljenje

Unutrašnje naslage – stvaraju se tokom lemljenja, a rastvara ih rashladni fluid

Gasovi koji se ne mogu kondenzovati - su gasovi koji ne prelaze u tečno stanje na temperaturama i pritiscima koje tokom rada ima rashladni fluid. To su zagađivači koji se često pronalaze u klimatizacionim i rashladnim sistemima i zbog njih se povećava pritisak i temperatura na potisu. U hermetičkim rashladnim sistemima se obično susrijeću: azot, kiseonik, ugljendioksid, ugljenmonoksid, metan i vodonik.

Najbolja servisna praksa

Vakuumiranje

Sistem za hlađenje smije sadržavati samo rashladni fluid u tečnom ili gasovitom stanju i suvo ulje. Sve druge pare, gasovi i fluidi se moraju ukloniti. Ove supstance se mogu najbolje ukloniti tako što se sistem poveže sa vakuum pumpom i omogući pumpi da radi kontinuirano neko vrijeme dok se ne ostvari duboki vakuum u sistemu. Postoji veliki broj vakuum pumpi, zavisno od primjene. Za male hermetičke uređaje, kao što su kućni frižideri, koriste se manje vakuum pumpe od onih koji se koriste kod komercijalnih uređaja ili uređaja za klimatizaciju.

Ponekad je tokom vakuumiranja potrebno zagrijati komponente sistema kao što su isparivači, cjevovodi ili cilindri da bi se eliminisala sva nepotrebna vlaga. Djelovi se mogu zagrijavati korišćenjem toplog vazduha, tople vode, fenova ili električnih grejnih traka. Nikada nemojte koristiti gorionike ili otvoreni plamen!

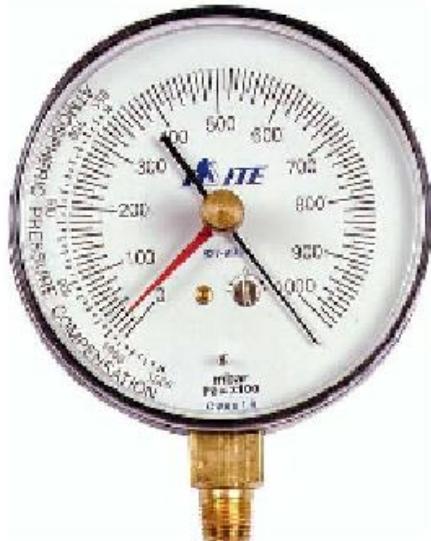
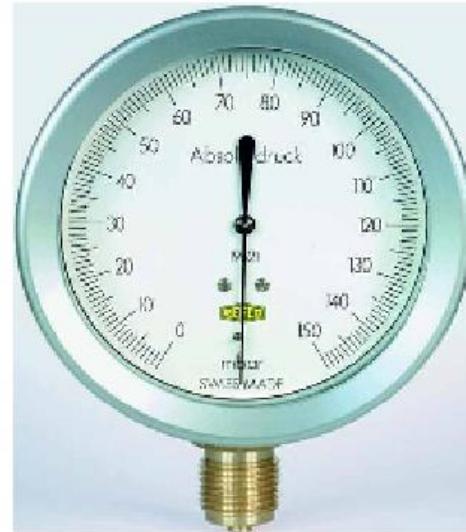
Kada se vrši vakuumiranje sistema potreban je specijalni vakuummetar da bi se kontrolisao stvarni nivo vakuma u sistemu. U praksi se koriste različite vrste vakuummetara.

Najbolja servisna praksa

Primjeri mjerača vakuuma

Apsolutni mjerač vakuuma
Očitavanje od 150 do 0 mbar
Prečnik: 100 mm
Priključak: 1/2 " G.

Ovaj instrument kompenzuje atmosferski pritisak, tako da mjeri stvarni vakuum



Analogni mjerač vakuuma 1000do 0 mbar
Prečnik:100mm
Priključak: 1/4 SAE
Sa kazaljkom za očitavanje maksimalne vrijednosti pritiska dostignute u određenom periodu.

Najbolja servisna praksa



Elektronski mjerač vakuma mjeri od atmosferskog pritiska do absolutnog vakuma, prikazuje vrijednost vakuma pomoću LED dioda

Komplet pri isporuci:

Elektronski mjerač pritiska sa torbicom, priključak za bateriju od 9V (baterija uključena)

Mjeri Atmosferskog pritiska do 50 mikrona



Digitalni mjerač vakuma

- Rezolucija 1 Micron
(Kada je vakuum \leq 200 Microna)

- Očitava vakuum u 7 jedinica:

Micron, PSI, mmHg, mbar, Pascal, Torr, mTorr

- Priključci

- Priključak za čišćenje senzora
- Tačnost : $\pm 10\%$ od 10-99 microna
 ± 10 microna od 100-1000 microna
- Nadpritisak 20 bara

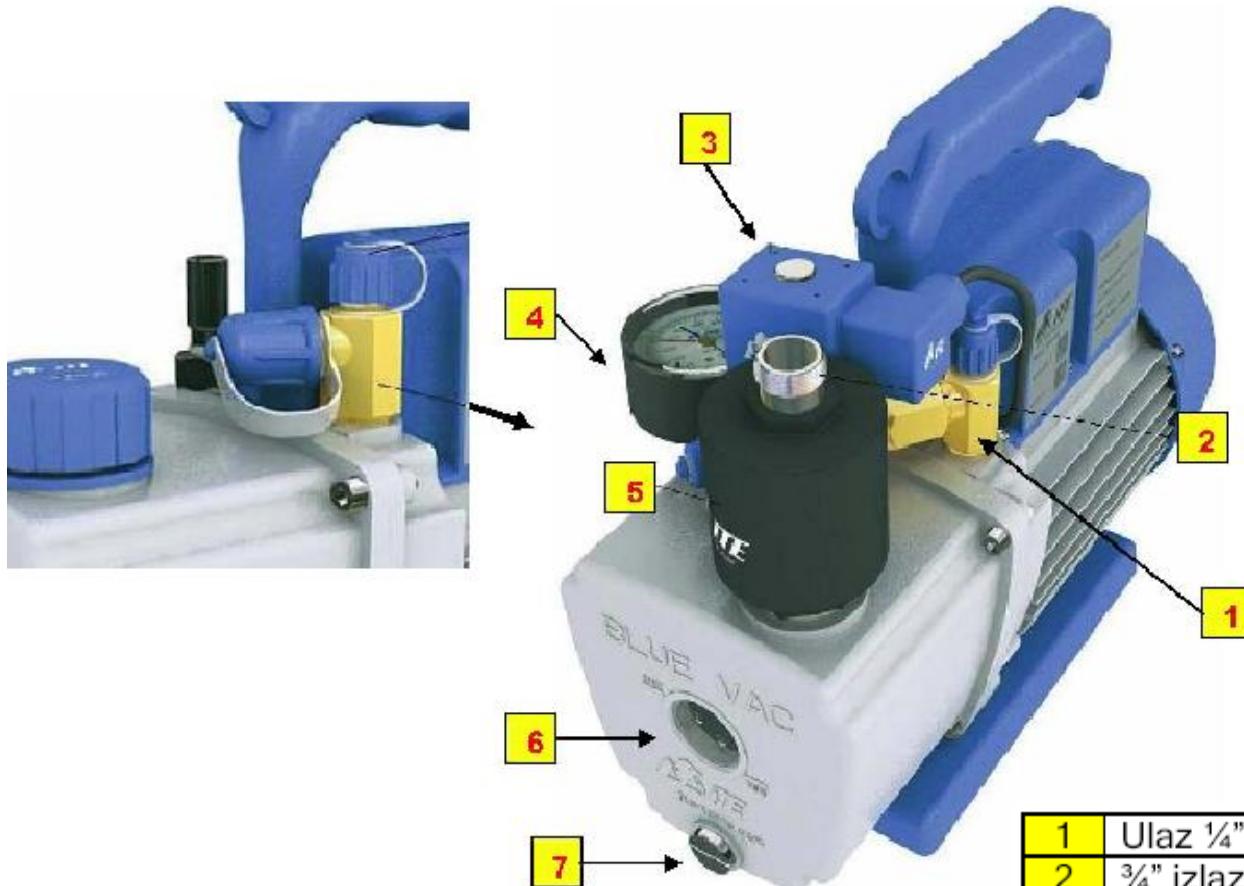
Najbolja servisna praksa

Vakuum pumpa

Za pravilno vakuumiranje sistema potrebna je dobra vakuum pumpa. Takva pumpa treba da posjeduje sledeće karakteristike:

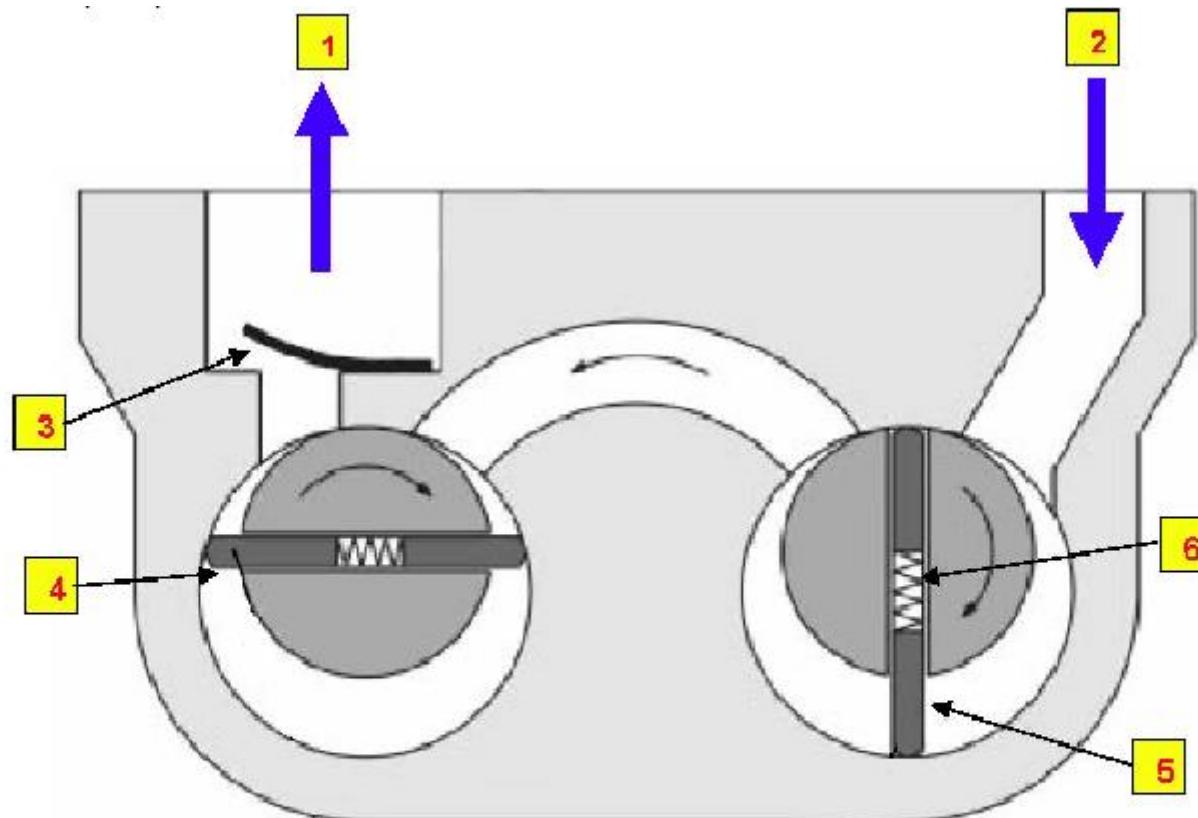
1. Ima protok pogodan za sistem koji treba isprazniti
2. Ima dva stepena
3. Ima visoku efikasnost pumpanja
4. Ima gas balast koji eliminiše kondenzaciju pare na usisu pumpe
5. Ima izduvni filter
6. Ima elektroventil da bi se onemogućilo da vazduh i vлага uđu u sistem u slučaju nestanka napajanja.
7. Ima mogućnost priključenja na velike prečnike crijeva 3/8".
8. Ima kontrolno staklo za nivo ulja.

Najbolja servisna praksa



1	Ulas $\frac{1}{4}$ " i $\frac{3}{8}$ "
2	$\frac{3}{4}$ " izlaz gasa u izlazni filter
3	Elektroventil
4	Mjerač vakuma
5	Izlazni filter (uljna magla)
6	Kontrolno staklo za nivo ulja
7	Otvor za ispuštanje ulja
8	Gas balast

Najbolja servisna praksa

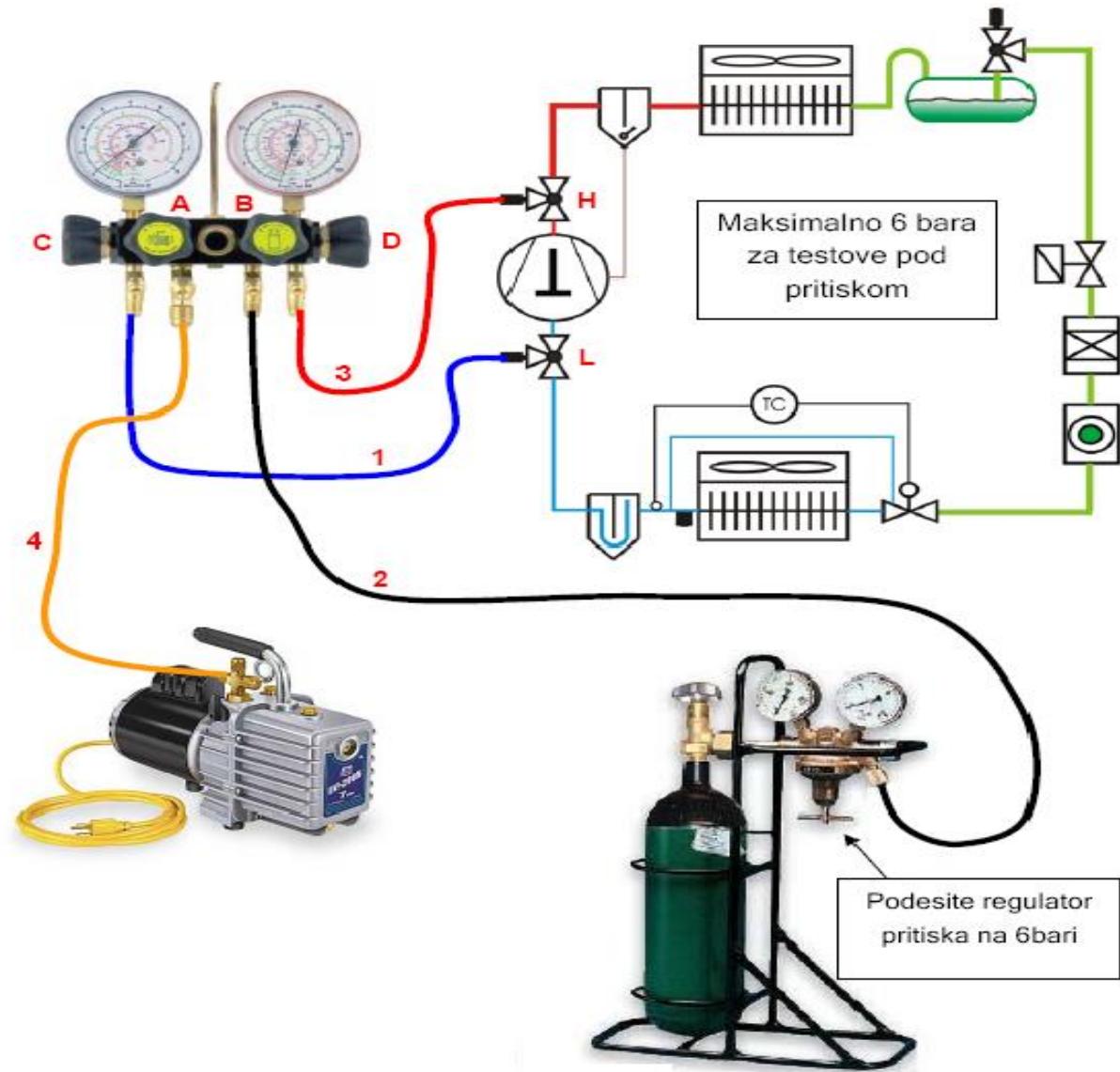


Šematski dijagram dvostepene vakum pumpe

1	Izlazni priključak	4	Rotacioni klizni ventil drugi stepen
2	Ulazni priključak	5	Rotacioni klizni ventil prvi stepen
3	Izlaz	6	Opruga

Najbolja servisna praksa

Vakuumiranje sistema



Najbolja servisna praksa

Vakuumiranje sistema

Da bi vakuumirali i dehidrirali sistem, prije punjenja rashladnim fluidom:

1. Stavite pod pritisak sistem pomoću azota (N₂) na maksimalno 6 bara. Zbog toga mora biti podešen regulator pritiska na cilindru za snabdijevanje azotom. Provjerite curenja i ostavite pritisak, tokom nekog vremenskog perioda, i provjerite ima li promjena na manometrima (pad pritiska).
2. Kada se konstatiše da ne postoji curenje u sistemu, ispustite azot u atmosferu.
3. Priključite pogodnu vakuum pumpu na usisnu i potisnu stranu kompresora. Otvorite sve ventile i elektroventile takođe. Sačekajte da se ostvari difuzija vodene pare i vazduha.
4. Kada se ostvari zadovoljavajući nivo vakuma od 1 milibar (100 Pa aps.) zaustavite pumpu i ostavite je nekoliko sati da bi vidjeli da li pritisci na mjeračima pritisaka rastu prema atmosferskom pritisku. To se može dogoditi iz dva razloga, kada postoji curenje ili kada u sistemu postoji još vlage.

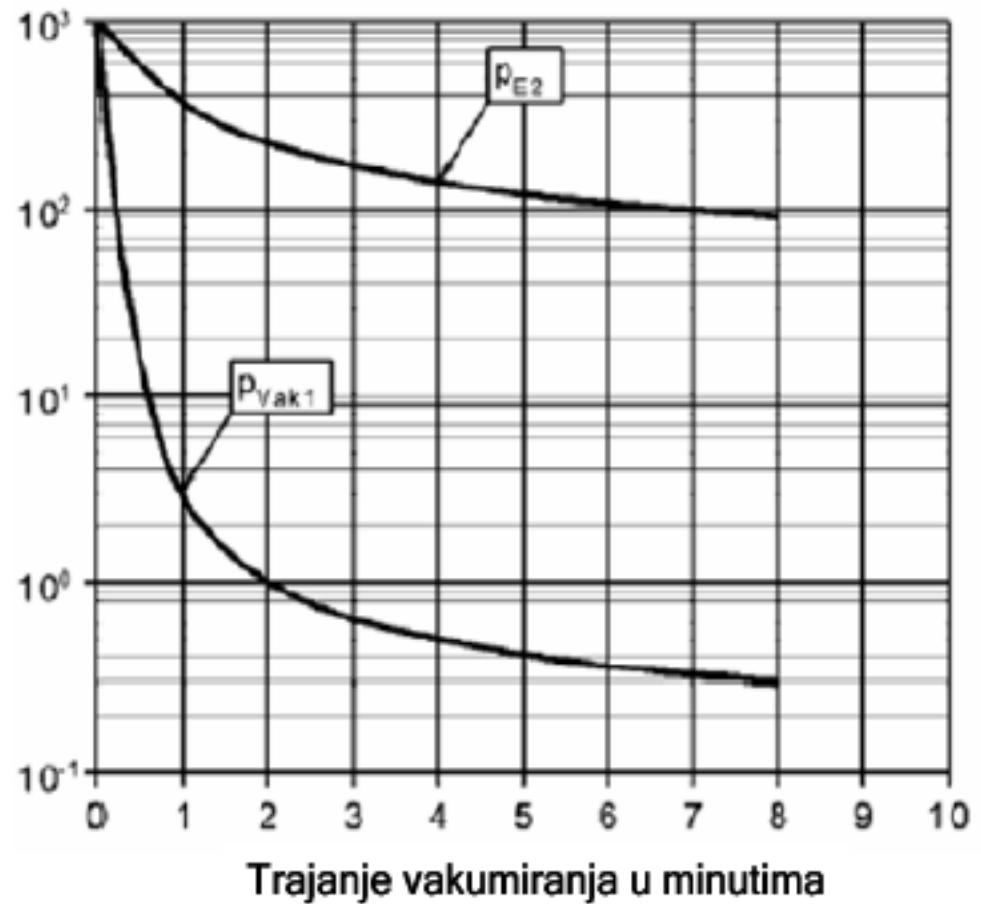
Pritisak raste ali ne dostiže atmosferski pritisak. To ukazuje da u sistemu još uvijek postoji vlaga. Produžite vrijeme vakuumiranja.

Ako pritisak poraste do 0 bar (1bar apsolutno) to znači da postoji curenje u sistemu ili u sistemu crijeva i manometarske baterije.

Najbolja servisna praksa

Vakuumiranje
sistema

Apsolutni
pritisak u
milibarima



PE2=pritisak u sistemu (vakuum)

Pvak1=Pratitak (vakuum) mjerjen na vakuum pumpi

Najbolja servisna praksa

Promjena ulja

Većina zavarenih hermetičkih kompresora nema mogućnost za utvrđivanje količine ulja. Ovaj tip kompresora prvenstveno je predviđen za ugradnju u sisteme koji se projektuju, sklapaju i pune u fabrici, u koje se tokom sklapanja sipa tačno izmjerena količina ulja. U slučaju curenja, ako je gubitak ulja mali i može se pouzdano procijeniti, ta količina se dodaje u kompresor. Ako, međutim, dođe do većih gubitaka ulja, servisni tehničar mora skinuti kompresor, isprazniti ulje i dodati korektno izmjereno punjenje ulja prije ponovne ugradnje kompresora.



Izvlačenje ulja iz hermetičkog kompresora

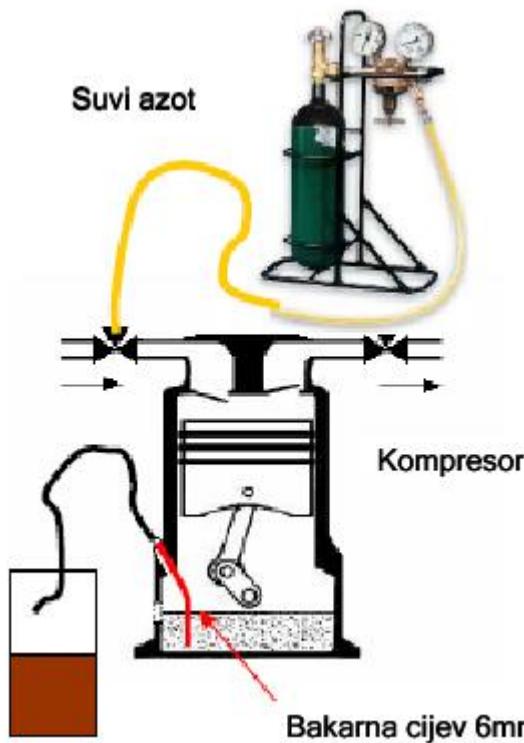
Poluhermetički i otvoreni tipovi kompresora su obično napravljeni sa kontrolnim staklima na karteru; nivo ulja treba održavati na sredini ili blago iznad centra kontrolnog stakla tokom rada. Nenormalno mali nivo ulja može rezultirati prestankom podmazivanja; dok pretjerano visok nivo ulja može izazvati usporavanje ulja i moguću štetu na ventilima kompresora ili prekomjernu cirkulaciju ulja.

Najbolja servisna praksa

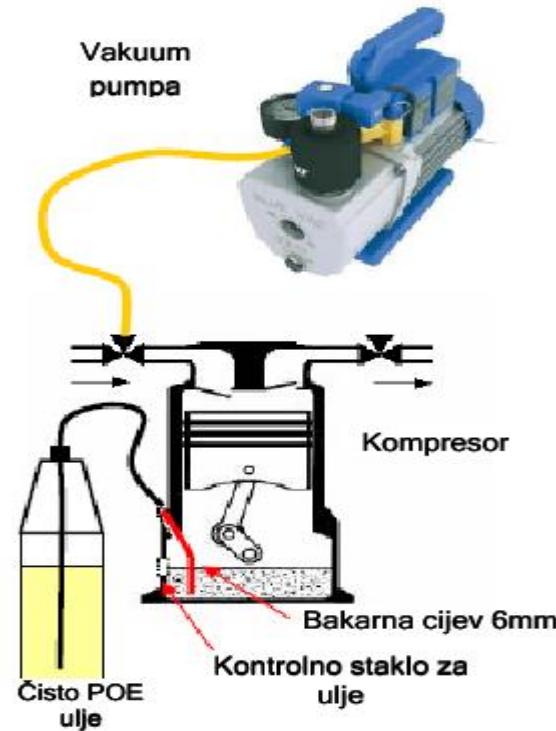
Dodavanje ulja u poluhermetičke i otvorene kompresore

- 1. Metod sa otvorenim sistemom** (kroz otvor za punjenje ulja na kompresoru)
- 2. Metod sa pumpom za ulje** (preko servisnog priključka ili direktno u kućište)
- 3. Metod sa azotom i vakuumom**

Zamjena ulja (Ispuštanje):



Zamjena ulja (Punjjenje):



Procedure testiranja ulja

Za rashladnu i klimatizacionu opremu većih dimenzija strogo se preporučuje da se vrši test na kiseline zato što se na taj način može detektovati nivo kiselina prije nego što dostignu štetne koncentracije. Dostupno je nekoliko vrsta garnitura za testiranje kiselosti ulja. One rade sa svim rashladnim fluidima ali odvojeno za mineralna ulja, POE, PVE i PAG-ove.



Test na kiselost za mineralna ulja

Test komplet za retrofit za određivanje preostale količine mineralnog ulja u esterskom ulju.



Komplet za test kiselosti za POE ulja

Komplet za testiranje rashladnog fluida na vlagu i kiselini.



Najbolja servisna praksa

Treba:

- Razmišljati o zaštiti ozona i životne sredine i sigurnosnim mjerama.
- Slijediti i koristiti procedure i opremu koje su preporučuju za rukovanje rashladnim fluidima.
- Zamijeniti i stegnuti sve zaptivne poklopce na svim ventilima nakon servisiranja.
- Isključiti sistem i izvršiti popravku kada postoji curenje.
- Koristiti opremu za prebacivanje sa zatvorenim krugom prilikom prikupljanja,punjena i skladištenja rashladnih fluida.
- Prikupiti paru i tečni rashladni fluid iz crijeva za punjenje.
- Provjeravati da li postoji curenje na crijevima za punjenje i opremi za rukovanje rashladnim fluidima.
- Kada se rashladni sistem dovodi pod pritisak suvim azotom, uvijek koristite regulator pritiska i nikada nemojte puniti sistem tečnim azotom.
- Postaviti servisne izolacione ventile da bi ograničili gubitke rashladnog fluida tokom servisiranja i operacija pročišćavanja.
- Eliminisati nepotrebne mehaničke spojeve. Koristite lemljene ili varene spojeve.

Najbolja servisna praksa

- Slijediti preporučene procedure testiranja curenja.
- Koristiti alate/opremu za testiranje curenja koji su prihvaćeni u industriji.
- Uvjeriti se u nepropusnost cijelog sistema pomoću testa stabilnosti pritiska
- Nakon većeg servisa, vakuumirajte i odstranite vlagu do minimum 757mmHg koristeći duboki vakuum ili metod trostrukog vakuumiranja.
- Postaviti spoljašnje filtere za ulje.
- Podignuti nivo temperature ulja prije servisiranja.
- Koristiti samo odobrene cilindre za skladištenje rashladnih fluida.
- Postaviti ventile za punjenje sa brzim spojnicama.
- Ohladiti rezervoare sa rashladnim sredstvom do atmosferskog pritiska prije otvaranja.
- Postaviti senzore rashladnih sredstava na/blizu svih rashladnih sistema.
- Prije nego što se započne bilo koja procedura izvlačenja rashladnog fluida neophodno je da se zna o kojoj vrsti rashladnog fluida je riječ. Ne miješajte rashladne fluide.
- Izvući cjelokupni rashladni fluid za recikliranje/regeneraciju.

Najbolja servisna praksa

- Nemojte koristiti CFC i HCFC gasove kada izvodite testove sa ciljem da se provjeri da li postoji curenje.
- Instalirajte alarmni sistem da bi obezbijedili upozorenje u slučaju da se pojavi previsok pritisak prilikom isključivanja.
- Koristite kompresor za pročišćavanje ili prenosni uređaj za vakuumiranje da bi izvukli tečnost/paru rashladnog fluida iz cilindara za rashladne fluide.
- Pažljivo dodajte rashladni fluid kako bi preduprijedili prepunjavanje.
- Kalibrišite kontrolne uređaje vazduhom, azotom, ili kontrolnim kalibracionim kompletima.
- Prekontrolišite da li postoje nenormalne vibracije.
- Nikada ne prepunjavajte posude.
- Nikada nemojte zagrijavati posudu za prikupljanje ili skladištenje rashladnog fluida otvorenim plamenom.
- Korišćene posude za rashladne fluide odložite na pravilan način.
- Za ponovno punjenje ili zamjenu ODS u rashladnim i klimatizacionim sistemima koristite alternativne rashladne fluide.

Najbolja servisna praksa

Ne treba:

- Koristiti rashladne fluide kao rastvarače za čišćenje.
- Otvarati rashladni sistem ako nije absolutno neophodno.
- Koristiti CFC ili HCFC gas prilikom detekcije curenja.
- Uključivati opremu kod koje postoji curenje.
- Ispuštati/izduvavati vazduh (gasove/rashladne fluide koji se ne mogu kondenzovati) u atmosferu.
- Ispuštati ostatke iz “praznih” rezervoara, cilindara.
- Ispuštati preostalu paru iz sistema za hlađenje nakon izvlačenja tečnog rashladnog fluida.
- Rasipati bilo koji rashladni fluid.
- Kontaminirati prikupljene rashladne fluide drugim rashladnim fluidima, rastvaračima, uljima ili drugim materijama.
- Premašiti pritisak koji preporučuje proizvođač prilikom provjere da li postoje curenja.
- Ponovo puniti cilindre za jednokratnu upotrebu.
- Vršiti zamjenu sa alternativnim rashladnim fluidima u starim sistemima bez odobrenja.

Sadržaj:

- Pregled rashladnih uređaja
- Osnovni koncepti hlađenja
- Rashladni fluidi i sredstva za podmazivanje
- Glavne komponente rashladnog sistema
- Mjere sigurnosti prilikom rada sa rashladnim fluidima
- Prikupljanje, recikliranje i regeneracija rashladnih fluida
- Detekcija curenja
- Najbolja servisna praksa
- Alternativni rashladni fluidi i retrofit

Alternativni rashladni fluidi

Zabрана proizvodnje i upotrebe CFC-a i HCFC-a, koju nalaže Montrealski protokol, prinudila je industriju rashladnih i klima uređaja, da se angažuje kako bi, uz pomoć proizvođača hemijskih proizvoda, obezbijedila zamjene za postojeće rashladne fluide. Ispituje se nekoliko značajnih alternativnih rashladnih fluida.

Alternativni rashladni fluidi se mogu svrstati u tri kategorije:

Drop-in fluidi – fluidi kojima se može napuniti postojeći sistem, a da su pritom potrebne samo manje servisne intervencije kao što je zamjena filtera-sušača.

Retrofitabilni fluidi – fluidi kojima se može napuniti postrojenje ali nakon realizacije izmjena, kao što je zamjena ulja i/ili modifikacija brzine kompresora.

Ne-retrofitabilni fluid – fluidi koji se ne mogu koristiti u postojećoj opremi, zbog razlike u radnim pritiscima i nekompatibilnosti sa korišćenim materijalima.

Prije nego što bilo koji alternativni rashladni fluid uđe u masovnu proizvodnju, mora proći iscrpne testove vezane za toksičnost i ekološku prihvatljivost, mora imati dobre termofizičke i hemijske osobine, a isto tako mora biti prihvatljiv sa aspekta efikasnosti, ekonomske održivosti i dostupnosti.

U nastavku je prikazano pet najvažnijih grupa alternativnih rashladnih fluida, sa osvrtom na gore pomenute faktore.

Ti rashladni fluidi su: **HFC, HC, CO₂, NH₃, HFO**

Postojeći alternativni rashladni fluidi

HFC (HIDROFLUOROUGLJENICI)

Opšta svojstva

HFC (hydrofluorocarbons) su sintetički rashladni fluidi koji obuhvataju široku grupu individualnih jedinjenja i mješavina. Glavni pojedinačni rashladni fluid je R134a, dok su glavne HFC mješavine R404A (R125/ R143a/ R134a), R507 (R125/ R143a), R407C (R32/ R125/ R134a) i R410A (R32/ R125).

Efikasnost

Teoretska Carnoova efikasnost HFC-a značajno varira, zavisno od specifičnog rashladnog fluida i oblasti upotrebe, ali se može reći da su HFC-i efikasni u svojoj oblasti primjene.

Bezbjednost

Svi ovdje pomenuti HFC-i su klasifikovani kao netoksični i nezapaljivi. Neke mješavine HFC-a sadrže blago zapaljive komponente kao što su R143a i R32.

U Evropi, HFC-ima se mora rukovati prema F-gas regulativama.

Kontakt HFC-a sa plamenom ili vrelim površinama (više od 250°C) može izazvati dekompoziciju i oslobođanje toksičnih gasova.

Postojeći alternativni rashladni fluidi

Gasni HFC-i su teži od vazduha i zamijenili bi vazduh u plućima. U relativno niskim koncentracijama, izazivaju vrtoglavicu, glavobolju, mučninu i gubitak koordinacije. Preveliko udisanje gasa (količina kiseonika na nivou 12 do 14%) uzrokuje gušenje.

Uticaj na životnu sredinu

Kako HFC-i imaju značajne GWP vrijednosti (124 - 14.800) nalaze se pod pritiskom od strane regulatora i agencija za zaštitu životne sredine.

Poslednji TEAP (Technology and Economic Assessment Panel) predlog klasifikuje GWP < 30 kao ultra nizak, < 100 veoma nizak, < 300 nizak, od 300-1000 srednji, > 1000 visok, > 3.000 kao veoma visok, a onaj >10.000 kao ultra visok.

Upotreba HFC-a se nastavlja, ali u manje slučajeva i sa povećanom pažnjom na curenje i u sistemima sa smanjenim punjenjem rashladnog fluida.

Pritisak i temperature

R134a

R134a je uveden kao najpogodnija zamjena za R12.

Koristi se za rashlađivanje na srednjim temperaturama, u čilerima i za klima uređaje u automobilima. Raspon upotrebe je približno od +20°C do -20°C.

Postojeći alternativni rashladni fluidi

R404A i R507

Ovo su HFC mješavine namijenjene da zamjene R22, primarno za hlađenje na srednjim i niskim temperaturama. Raspon upotrebe je približno -5°C do -45°C.

R404A je zeotropna trojna mješavina, dok je R507 binarna azeotropna mješavina.

R407C

Ovo je trojna zeotropna mješavina namijenjena da zamjeni R22, prvenstveno u klima uređajima i opremi za toplotne pumpe. Raspon upotrebe je približno od +10°C do -15°C. Često se koristi zbog toga što ima približne karakteristike pritiska i rashladnog kapaciteta kao R22.

R410A

Ovo je binarna HFC mješavina koja se koristi primarno kao zamjena za R22 u novim klima uređajima i sistemima toplotnih pumpi. Raspon upotrebe je približno od +10°C do -45°C, a uspješno je korišćen i u industrijskim primjenama do -60°C. Ovaj rashladni fluid ima značajnu moć rashlađivanja, ali na višim pritiscima, tako da rashladni sistem i različite komponente moraju biti dizajnirani za visoke pritiske. Zbog toga R410A ne može biti korišćen za retrofit. Upotreba R410A u uređajima za klimatizaciju brzo raste.

Postojeći alternativni rashladni fluidi

R32

Ovaj rashladni fluid postaje alternativa za R410A, sa umjerenim GWP-om. Manje košta od R410A, a kapaciteti proizvodnje su veliki.

Zbog svojih odličnih termodinamičkih osobina R32 (difluorometan) se koristi samo kao rashladni fluid i idealna je zamjena za drugu generaciju ODS. Obično se koristi u mješavini sa drugim HFC-ima.

Njegov ODP je 0, a GWP 675, nije toksičan ali je blago zapaljiv rashladni fluid i mora biti korišćen u skladu sa odgovarajućim propisima.

	Lower flammable limit	Upper flammable limit
R32 concentration	13,3%	29,3%

CERI + Kayak Japan 2011

Class 1	Class 2L	Class 2	Class 3
Not flammable	Slightly flammable burning velocity $\leq 10 \text{ cm/s}$	Low flammable	Highly flammable
R744 (CO ₂) R410A	R717 (Ammonia) R32	R152a R1234yf/ze	R290 R600a

Postojeći alternativni rashladni fluidi

Hemiska svojstva

HFC-i su više polarni od CFC-a i HCFC-a zbog svoje drugačije molekularne strukture. Zbog tih svojstava nije ih moguće miješati sa nepolarnim uljima kao što su mineralna ulja i alkilbenzoli.

Rashladna ulja

HFC-i se mogu miješati sa sledećim uljima:

- POE (poliol ester)
- PAG (polialkilen glikol)
- PVE (polivinil eter)

POE je najčešće korišćeno ulje za HFC rashladne fluide, dok se PAG koristi najčešće za uređaje za klimatizaciju u automobilima.

Raste interesovanje za upotrebu PVE-a koja uključuje i spiralne (scroll) kompresore.

Postojeći alternativni rashladni fluidi

Ekonomski aspekti

HFC nude najniže početne troškove u većini upotreba, zahvaljujući relativno niskim pritiscima i odsustvu problema zapaljivosti.

Cijena HFC je bila niska u većini zemalja zato što se nije uzimao u obzir njihov uticaj na životnu sredinu (GWP). Jedan broj zemalja razmatra ili su već uvele porez na HFC koji uzima u obzir njihov GWP.

Usvajanje Kigali amandmana dovelo je do ograničenja u upotrebi HFC rashladnih fluida pa je naglo porasla njihova cijena.

Upotreba

Uređaji sa HFC se najčešće koriste :

- u prehrambenom/maloprodajnom sektoru
- za industrijsko rashlađivanje (upotreba na visokim i srednjim temperaturama)
- u klima uređajima

Za pojedine upotrebe, kao što je rashlađivanje u supermarketima, sekundarni sistemi sa HFC mogu značajno smanjiti direktni uticaj na životnu sredinu.

Postojeći alternativni rashladni fluidi

Prednosti

- ODP nula
- Nijesu zapaljivi
- Kapacitet blizu HCFC 22

Nedostaci

- Umjeren GWP
- Ulja koja se koriste (POE / PAG) vrlo higroskopna
- COP manji od HCFC-a
- Pouzdanost/slaganje sa materijalima u sistemu
- Neophodne su promjene sistema

Postojeći alternativni rashladni fluidi

HC (UGLJOVODONICI)

Opšta svojstva

Kao rashladni fluidi najčešće se koriste sledeći ugljovodonici:

- R290 Propan
- R600a Izobutan
- R1270 Propilen

I neki drugi ugljovodonici, kao što su mješavine koje sadrže etan, propan ili butan se takođe koriste kao rashladni fluidi.

O propanu se od 1980-tih diskutuje kao o zamjeni za CFC-e i HCFC-e. Dugo se upotrebljava u rashlađivanju i zato je interesantan, ali je zapaljivost ograničila njegovu upotrebu. Izobutan (R600a) je u upotrebi u aparatima za domaćinstvo u Zapadnoj Evropi od početka ukidanja CFC-a, a R290 je uveden kasnije i zamjenjuje R134a, R22 ili R404A u nekim uređajima.

Efikasnost

Ugljovodonici imaju odlična termodinamička svojstva i u tom pogledu su dobri kao HFC i HCFC rashladni fluidi, ili čak bolji od njih, za većinu upotreba.

Postojeći alternativni rashladni fluidi

Bezbjednost

Ugljovodonici su izuzetno zapaljivi i sa njima se mora pažljivo postupati.

Ako se odgovorno koriste, mogu biti iskorišćeni u rashladnim sistemima i klima uređajima. Da bi se osigurala bezbjednost, njihova upotreba je regulisana različitim međunarodnim, regionalnim i nacionalnim standardima i zakonima.

Ugljovodonici predstavljaju rizik za eksploziju ako je koncentracija između donje i gornje granice eksplozije (LEL i UEL).

Po pravilu, u slučaju curenja u aparatima za domaćinstvo (frižideri i zamrzivači) sa punjenjem manjim od 150g, koncentracija nikada ne prelazi više od 20% od donje granice eksplozije.

	R 600a		R 290	
Donja granica eksplozije (LEL)	1,80%	Približno 38g/m ³	1,70%	Približno 37 g/m ³
Gornja granica eksplozije (UEL)	8,50%	Približno 203 g/m ³	9,50%	Približno 177 g/m ³
Minimum paljenja	494°C		470°C	

Postojeći alternativni rashladni fluidi

Neophodne mjere predostrožnosti i konstrukcija sistema zavise od punjenja rashladnog fluida. Najveći broj ugljovodonika nije toksičan, a glavni rizik za bezbjednost potiče od njihove zapaljivosti.

Samo autorizovanim osobama, sa sertifikatom za instalaciju i održavanje rashladnih sistema, koji sadrže zapaljive rashladne fluide, dozvoljeno je da izvode instalaciju i održavanje.

Uticaj na životnu sredinu

Ugljovodonici pripadaju grupi prirodnih rashladnih fluida i imaju nulti ODP i zanemarljiv GWP.

Po pravilu, ugljovodonici su nusproizvodi u petrohemijskoj industriji.

Pritisak i temperatura

Rashladne osobine ugljovodonika, kao što su pritisci, odnos pritisaka i temperature isparavanja, su prilično slični onima kod HCFC-a i HFC-a.

Hemiska svojstva

Najčešće korišćeni ugljovodonici (propan i izobutan) su kompatibilni sa standardnim rashladnim materijalima i uljima.

Postojeći alternativni rashladni fluidi

Ekonomski aspekti

Troškovi sistema koji koriste ugljovodonike u velikoj mjeri zavise od upotrebe.

Za upotrebu u domaćinstvu i jednostavnoj komercijalnoj upotrebi, troškovi sistema su slični kao kada se koriste HFC-i. U komercijalnoj i upotrebi za rashlađivanje u industriji, sistemi sa ugljovodonicima su često skupi zbog toga što su potrebni dodaci za zaštitu od eksplozija, za električne uređaje.

Tipične upotrebe

- Hladnjaci i zamrzivači u domaćinstvima
- Hladnjaci za flaše
- Komercijalni hladnjaci i zamrzivači za sladolede
- Komercijalni hladnjaci
- Hladnjaci za pivo
- Dispenseri za piće
- Odvajači vlage
- Toplotne pumpe
- Rashlađivanje u supermarketima

Postojeći alternativni rashladni fluidi

Prednosti

- ODP nula, neznatni GWP
- Nijesu otrovni
- Dugoročno rešenje
- Rade sa mineralnim i drugima uobičajenim uljima za rashladne sisteme, kao i sa uobičajenim materijalima
- Kapacitet vrlo blizak HCFC-ima, a punjenje manje za više od 50%

Nedostaci

- Zapaljivi su
- Neophodne izmjene na nekim električnim komponentama
- Neophodna je ventilacija u okolini sistema/uređaja

Postojeći alternativni rashladni fluidi

CO₂ (UGLJEN-DIOKSID)

Osnovna svojstva

Ugljen-dioksid (CO₂, R744) je hemijski inertan i bezopasan za životnu sredinu, ali predstavlja izazov u konstrukciji rashladnih sistema.

Efikasnost

Iako je teorijska efikasnost CO₂ relativno niska, u praksi mnogi CO₂ sistemi pokazuju dobre performance. Efikasnost sistema sa CO₂ više zavisi od klimatskih uslova i upotrebe , nego kod ostalih fluida.

Bezbjednost

Bezbjednost sa CO₂ može se posmatrati iz dva ugla: bezbjednost CO₂ kao gasa i bezbjednost sistema sa CO₂ zbog visokog pritiska.

CO₂ je klasifikovan kao netoksičan i nezapaljiv fluid. Nepoželjni efekti mogu se osjetiti kada je njegova koncentracija u atmosferi preko 3%. Zbog toga se moraju preuzeti mјere opreza i važno je instalirati detektore u prostoriji sa uređajima.

Visok pritisak CO₂ mora se uzeti u obzir prilikom projektovanja sistema (uređaji za zaustavljanje, sigurnosni ventili i komponente koje se koriste na visokim pritiscima).

Postojeći alternativni rashladni fluidi

Uticaj na životnu sredinu

Što se tiče uticaja na životnu sredinu, CO₂ je veoma atraktivan rashladni fluid. On je prirodni materijal sa nultim ODP i GWP=1. Ima ga u izobilju u atmosferi.

Pritisak i temperatura

CO₂ je fluid sa visokim pritiskom. Radni pritisak CO₂ je visok i tipično je u rasponu 30-50 bara za subkritične i između 90 i 140 bara za transkritične sisteme.

U isto vrijeme CO₂ ima nizak odnos kompresionih pritisaka (20-50% manje od HFC i NH₃), što poboljšava zapreminsку efikasnost.

CO₂ ima visok zapremski kapacitet. Sa temperaturama isparavanja u rasponu od -55°C do 0°C, zapreminska efikasnost CO₂ je, na primjer, četiri do dvanaest puta bolja nego ona koju ima NH₃, što dozvoljava upotrebu kompresora sa manjim opsegom zapremine (kapacitetom).

Postojeći alternativni rashladni fluidi

Hemiska svojstva

Interakcije sa materijalima: R744 ne reaguje sa uobičajenim metalima, sa teflonom, ili neoprenskim komponentama, ali reaguje sa elastomjerima i može izazvati širenje sa butil gumom (IIR), nitril gumom (NBR) i etilen-propilenskim materijalima (EPDM).

Gustina tečnog CO₂ je oko 1,5 puta veća od one koju ima NH₃, što rezultira većim punjenjem u isparivačima u velikim industrijskim sistemima. Veća gustina znači veće kruženje ulja, što sa druge strane zahtijeva efektivne odvajače ulja.

Ekonomski aspekti

CO₂ je nusproizvod mnogih industrija, tako da je cijena CO₂ veoma niska. CO₂ sistemi su skuplji od tradicionalnih sistema zbog višeg pritiska (u transkritisnim sistemima) ili zbog povećane složenosti (i u transkritisnim i subkritisnim sistemima). Pošto se broj CO₂ instalacija povećava, troškovi se približavaju nivou troškova referentnih sistema (koji koriste HFC-e).

Postojeći alternativni rashladni fluidi

Upotrebe

Za razliku od ostalih rashladnih fluida, CO₂ se praktično koristi u tri različita rashladna ciklusa:

- subkritični (kaskadni sistemi)
- transkritični (sistemi koji sadrže samo CO₂)
- sekundarni fluid (CO₂ se koristi kao isparljivi rastvor)

Tehnologija koja se koristi zavisi od upotrebe i namjeravane lokacije sistema.

Postoji više upotreba gdje CO₂ može biti atraktivan za upotrebu i gdje se danas već koristi:

- industrijsko hlađenje - CO₂ se generalno koristi u kombinaciji sa amonijakom, ili u kaskadnim sistemima ili kao isparljivi rastvor
- prehrambeni/maloprodajni sektor
- za toplotne pumpe
- za transportno rashlađivanje

Postojeći alternativni rashladni fluidi

Prednosti

- ODP je nula, a GWP jedan
- Ima izvanredne termodinamičke osobine što ga čini pogodnim za široku upotrebu
- Kompatibilan je sa uobičajenim uljima i materijalima koji se koriste za izradu rashladnog sistema
- Nije zapaljiv
- Ima ga svuda oko nas sa najnižim troškovima, nema monopolâ niti recikliranja

Nedostaci

- U visokoj koncentraciji može biti toksičan i može izazvati gušenje
- Nije moguća primjena za retrofit

Postojeći alternativni rashladni fluidi

NH₃ (AMONIJAK)

Opšta svojstva

Amonijak (NH₃) je dobro poznat rashladni fluid. U širokom rasponu upotrebe ima bolje performanse od sintetičkih fluida, kao što je R22, koji je jedan od najefikasnijih HCFC-a. Ipak, ima nekoliko mana koji sprečavaju njegovu upotrebu u komercijalnom rashlađivanju: kompatibilnost sa materijalima, toksičnost i zapaljivost.

Efikasnost

Amonijak je jako efikasan fluid, sa teorijskom efikasnošću malo višom od one koju ima R134a ili propan. Sistemi sa amonijakom imaju bolje performanse zbog boljeg prenosa topline.

Bezbjednost

Zbog toksičnosti i zapaljivosti amonijaka, instalacije koje sadrže amonijak regulisane su pravilima, da bi se osigurala bezbjednost. Postoje pritisci da se smanje količine punjenja amonijakom, posebno u sistemima koji se nalaze u naseljenim mjestima. Servisno osoblje mora proći odgovarajuću obuku da bi rukovalo amonijakom, a sve u cilju da se osigura bezbjedan rad sistema.

Postojeći alternativni rashladni fluidi

Uticaj na životnu sredinu

Amonijak je prirodni rashladni fluid. Ima nulti ODP i nulti GWP. U kombinaciji sa efikasnošću, jedan je od najboljih fluida po životnu sredinu (environmentally friendly).

Pritisak i temperatura

Radni pritisci amonijaka su uporedivi sa onima za najčešće korištene fluide (HFC-e i HC-e). Amonijak ima relativno visoku normalnu tačku ključanja (-33,3°C). Ima velik zapreminske kapacitet, tako da su vodovi sa amonijakom manji od vodova sa HFC-om, ali su usisne linije veće od onih koje se koriste za CO₂.

Hemiska svojstva

Amonijak je kompatibilan sa svim uobičajenim materijalima osim bakra i mesinga. Ovo nameće određena ograničenja u projektovanju sistema. Prvo, samo zavareni čelični vodovi se mogu koristiti. Drugo, neophodno je koristiti ili otvorene kompresore ili kompresore sa specijalnom zaštitom motora.

Amonijak se ne može miješati sa najčešće korišćenim uljima. Lakši je od ulja, što čini sisteme za povraćaj ulja prilično jednostavnim.

Postojeći alternativni rashladni fluidi

Ekonomski aspekti

Amonijak nije skup i ima ga u izobilju. Uređaji sa amonijakom mogu biti skupi zbog zahtjeva za čeličnim cijevima, otvorenim kompresorima i instalacije određenog broja bezbjednosnih uređaja, kao što su detektori za gas.

Tipične upotrebe

Razvijaju se sistemi sa malim punjenjem da bi se iskoristile povoljne termodinamičke osobine amonijaka kao i njegov povoljan uticaj na životnu sredinu. To uključuje:

- Projektovanje sistema sa malim punjenjem
- Optimizaciju razmjenjivača toplote
- DX sisteme
- Kaskadne sisteme ili kombinacija sa sekundarnim sistemom sa CO₂ kao rastvorom

Danas se amonijak primarno koristi u industrijskom rashlađivanju:

- Distributivne hladnjače
- Tuneli za zamrzavanje
- Pivare
- Postrojenja za obradu hrane (klanice, fabrike sladoleda itd.)
- Ribarske koće

Postojeći alternativni rashladni fluidi

Prednosti

- Pogodan je sa aspekta zaštite sredine
- Viši rashladni kapacitet od bilo kojega rashladnog fluida
- Ima širok opseg upotrebe, čak do temperature isparavanja od -55°C
- Ima ga svuda i sa niskim troškovima, zato što se dosta koristi

Nedostaci

- Eksplozivan i zapaljiv u određenim granicama mješavine sa vazduhom
- Iritantan je u vrlo malim količinama, u većim izaziva opekline, a u koncentracijama od oko 0,5% i smrt
- Korozivan je za bakar i njegove legure

Postojeći alternativni rashladni fluidi

HFO

HFO - Hidrofluoroolefini su rashladni fluidi IV generacije razvijeni tako da poštuju ograničavajuće direktive protokola iz Kyota vezano za emisiju gasova staklene bašte i u ovom momentu su najbolji odgovor za tržiste koje traži proizvode koji su sigurni za uređaj i korisnika a povoljni su za okolinu. .

U odnosu na prethodnu generaciju (HFC) značajno smanjuju indeks GWP čak do nekoliko hiljada puta.

Dobre ambijentalne karakteristike proizilaze iz njihove posebne hemijske strukture: molekuli HFO su nezasićeni i imaju najmanje jednu duplu vezu ugljenik - ugljenik koja ih čini vrlo reaktivnim.

Vrlo brzo reaguju u kontaktu sa atmosferom i zbog toga imaju vrlo kratko vrijeme trajanja.

Drugi faktor koji doprinosi odličnim ambijentalnim karakteristikama ovih gasova je u visokoj efikasnosti koju razvijaju u uređajima koji ih koriste.

Postojeći alternativni rashladni fluidi

- Uglavnom se koriste kao čisti u klima uređajima u automobilima, ili kao mješavine i sa rashladnim fluidima iz prethodne generacije da bi smanjili uticaj na okolinu, u klimatizaciji u stambenim prostorima, kao i u industriji.
- Osim aspekta okoline, jedna od važnih prednosti fluida HFO je u velikoj kompatibilnosti sa aktuelnim uređajima za klimatizaciju i kondicioniranje, koja omogućava odličan retrofit ne samo sa strane funkcionalnosti nego i sa strane kapaciteta.
- Svi fluidi HFO i njihove mješavine su klasifikovani kao neotrovni (ISO 5149 klasa A) i sa blagom zapaljivošću (ISO 817 klasa 2L) i mogu se koristiti sa velikom sigurnošću.
- HFO 1234yf je vrlo sličan sa R-134a i može se koristiti u klima uređajima u automobilima bez izmjena na sistemu: kompatibilan je sa POE uljima i sa materijalima koji se koriste u aktuelnim sistemima.
- HFO-1234ze je razvijen kao ispjenjivač za poliuretan i za aerosole, ali njegove fizičke karakteristike ga čine pogodnim i za upotrebu kao rashladni fluid, za upotrebe sa pozitivnim temperaturama , onamo gdje je nezapaljivost vrlo važan zahtjev.

Postojeći alternativni rashladni fluidi

Rashladni fluid	Vrsta	Karakteristike	GWP	Klasa	Oblast upotrebe
R744	Uglijen dioksid CO2	Visoki pritisci	1	A1	Komercijalno hlađenje, toplotne pumpe
R717	Amonijak NH3	Otrovan, blago zapaljiv	0	B2L	Industrija
R32	Fluorougljovodonik HFC	Blago zapaljiv	675	A2L	Klima uređaji
R1234ze	Hidrofluorookefin HFO	Blago zapaljiv	3	A2L	Čileri, klima uređaji, monoblok uređaji
R600a	Izobutan HC	Zapaljiv	3	A3	Hladnjaci u domaćinstvu i mali komercijalni
R290	Propan HC	Zapaljiv	3	A3	Čileri, monoblok uređaji
R1270	Propilen HC	Zapaljiv	3	A3	Čileri, monoblok uređaji

Retrofit

Zbog postepenog izbacivanja iz upotrebe CFC-a i HCFC-a, postojeća klimatizaciona i rashladna oprema koja radi sa CFC-ima i HCFC-ima moraće vremenom da bude zamijenjena novom opremom ili podvrgnuta retrofitu sa alternativnim rashladnim fluidima.

Retrofit je proces u kojem se oprema koja koristi ODS ili rashladni fluid sa visokim GWP-om, prilagođava za rad sa rashladnim fluidom koji ne oštećuje ozonski omotač i ima niski GWP, bez većih uticaja na performanse opreme i bez značajnijih modifikacija/promjena na opremi. Ovim se obezbeđuje da postojeća oprema radi do kraja ekonomskog života. Za razliku od zamjene cijelokupnog postojećeg sistema, prilikom retrofita se moraju zamijeniti samo neke njegove komponente.

Obuhvaćene izmjene

Tipični retrofit može obuhvatati jednu ili više od sledećih promjena:

- rashladni fluid,
- sredstvo za podmazivanje,
- filter-sušač,
- ekspanzioni ventil,
- kompresor (reduktor, brzina, motor),
- izolacioni i zaptivni materijal, elastomjeri,

Retrofit

Kategorije retrofita

- **Drop-in retrofit** je prelazak na alternativni rashladni fluid bez bilo kakvih promjena u sistemu za hlađenje. Može se javiti potreba da se neka mineralna ulja, nakon temeljnog ispiranja sistema uz upotrebu suvog azota, zamijene sa poliol esterskim (POE) / polialkilen glikolskim (PAG) uljima poslije čega se sistem može napuniti potrebnom količinom drop-in rashladnog fluida.
- **Jednostavni / Ekonomični retrofit** je prelazak na alternativni rashladni fluid koji zahtijeva samo zamjenu nekoliko nekompatibilnih djelova kao što su zaptivači, o-ringovi, filteri-sušači. Jednostavni retrofit u nekim slučajevima može rezultirati blagim smanjenjem efikasnosti ili kapaciteta ili i jednog i drugog.
- **Optimizacija sistema ili planski retrofit** je prelazak na alternativne rashladne fluide koji uključuje zamjenu glavnih komponenti sistema, kao što su kompresor, izmjenjivači toplote, ekspanzioni uređaj itd. sa novima koje su projektovane specijalno za alternativni rashladni fluid.

Retrofit

Napomene:

- Ne preporučuje se retrofit na uređajima koji rade pravilno dok se ne pojavi potreba da se sistem otvori radi opravke.
- Sistem koji radi ispravno može raditi bez ikakve štete po ozonski omotač.
- Dobra prilika za izvođenje retrofita je redovno, planirano, održavanje RAC sistema.
- Retrofit uključuje dvije vrste troškova:
 - Troškovi radne snage
 - Troškovi komponenti koje treba zamijeniti.
- Mogućnost retrofita uzima se u razmatranje u slučajevima kada snadbijevanje sa CFC-om i HCFC-om postane otežano zbog povećanja cijena ili kada nijesu uopšte dostupni zbog zabrane uvoza u zemlju.
- U slučaju starijih RAC sistema, često je ekonomičnije da se izvrši njihova zamjena umjesto retrofita. Nova oprema će energetski biti mnogo efikasnija.

Opcije	Prednosti	Nedostaci
Zamijeniti kompletan uređaj	<ul style="list-style-type: none"> Novi uređaj se projektuje tako da odgovori aktuelnim i budućim potrebama. Prilika je da se izabere najbolja i najefikasnija tehnologija. Radni vijek od oko 20 god. 	<ul style="list-style-type: none"> Visoki početni troškovi Potrebno je vrijeme za izradu projekta i isporuku uređaja
Prepraviti postojeći uređaj tako da se može koristiti novi rashladni fluid (uraditi retrofit)	<ul style="list-style-type: none"> Dosta brza implementacija Prihvatljiva investicija, zato što su izmjene minimalne. 	<ul style="list-style-type: none"> U nekim slučajevim pogoršava efikasnost. Radni vijek uređaja se ne produžava.
Ne raditi ništa, koristiti CFC/HCFC dok je moguće	<ul style="list-style-type: none"> Bez investiranja u datom momentu. U budućnosti mogu biti na raspolaganju nove tehnologije. Čekanjem se može koristiti iskustvo iz drugih retrofita. 	<ul style="list-style-type: none"> Efikasnost se neće poboljšati. Odlučivanje je nakratko odloženo. Nema garancije da će biti CFC/HCFC rashladnog fluida po prihvatljivim cijenama.

Retrofit

PREPORUKE

Najvažnije je izabrati koju vrstu fluida treba koristiti za zamjenu , odnosno provjeriti namjenu za koju je projektovan uređaj, karakteristike starog rashladnog fluida, radne pritiske.

Poslije toga treba izabrati rashladni fluid koji je najsličniji, po svojim karakteristikama, starom rashladnom fluidu, da bi se mijenjalo što manje djelova uređaja

Dobro je pravilo da se provjeri da li su proizvođači komponenti (prije svega kompresora) uradili testove sa fluidom kojim želite da uradite retrofit i da su potvrdili da njihovi proizvodi odgovaraju za tu vrstu primjene.

Sredstva za podmazivanje kod alternativnih rashladnih fluida

Sa HFC rashladnim fluidima se moraju koristiti poliol esterska ili polivinil eterska ulja. Postojeći sistemi će zahtijevati procedure ispiranja ulja zbog hemijske nekompatibilnosti između rashladnih fluida i sredstava za podmazivanje. Ako se ne izvrši zamjena ulja u sistemu napunjenim retrofit rashladnim fluidom može doći do veoma brzog otkaza sistema zbog hemijskih reakcija između hlora iz CFC-a/HCFC-a i ulja za podmazivanje. Poliol esterska i polivinil eterska sintetička ulja su kompatibilna "unazad", pa su zbog toga prihvatljiva za upotrebu sa CFC i HCFC rashladnim fluidima.

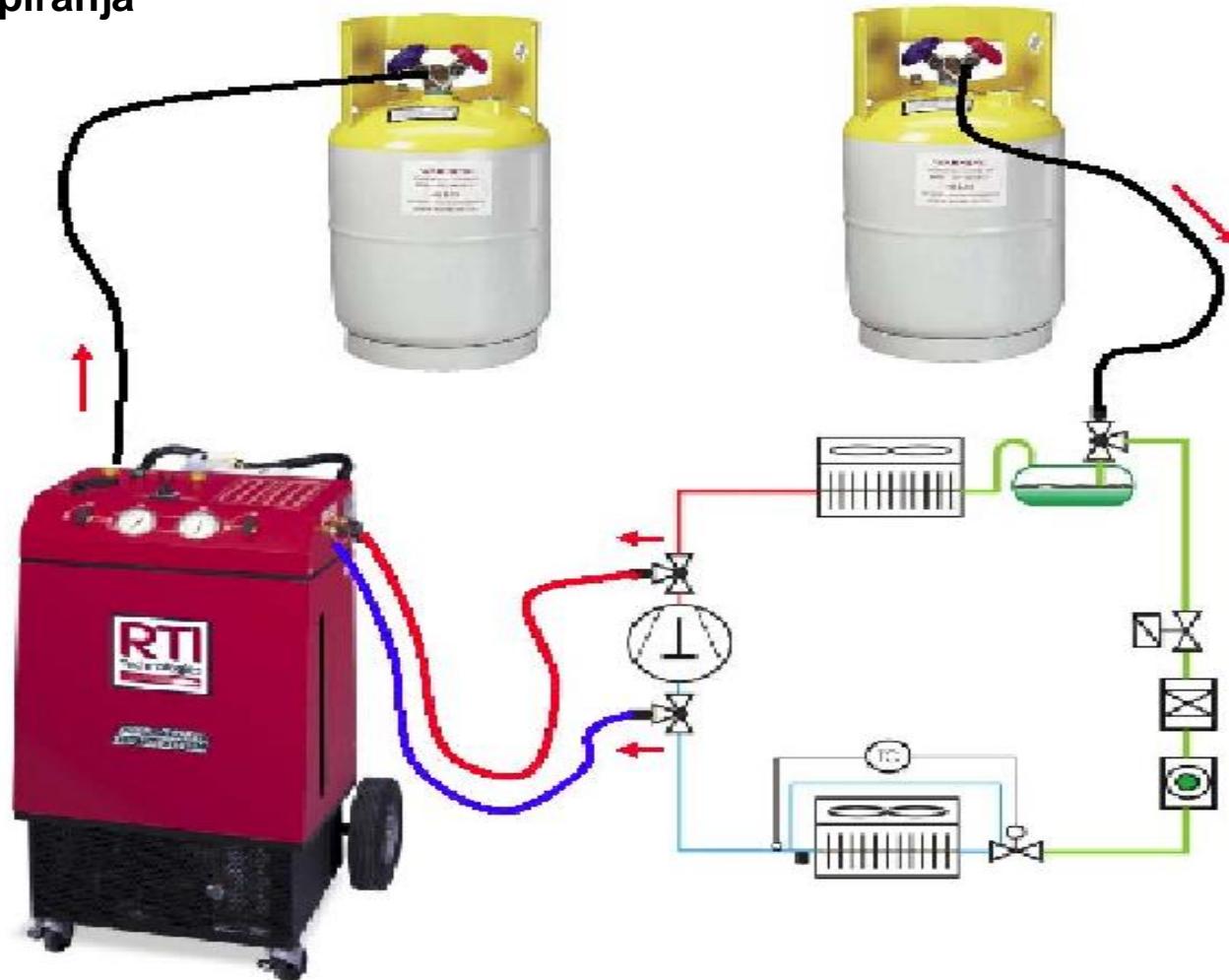
Metod ispiranja

Osnovni problem prilikom retrofita je ispiranje preostalog mineralnog ulja. To je važno zbog toga što se to ulje, ukoliko u sistemu preostane veća količina, može nataložiti na površine isparivača i ozbiljno mu degradirati performanse.

Dosadašnja iskustva ukazuju da u sistemima sa HFC-134a koncentracija ostataka mineralnih ulja u POE sredstvima za podmazivanje ne smije preći 5% po težini kako bi se ostvarila rastvorljivost ekvivalentna rastvorljivosti CFC-12 sa mineralnim uljem.

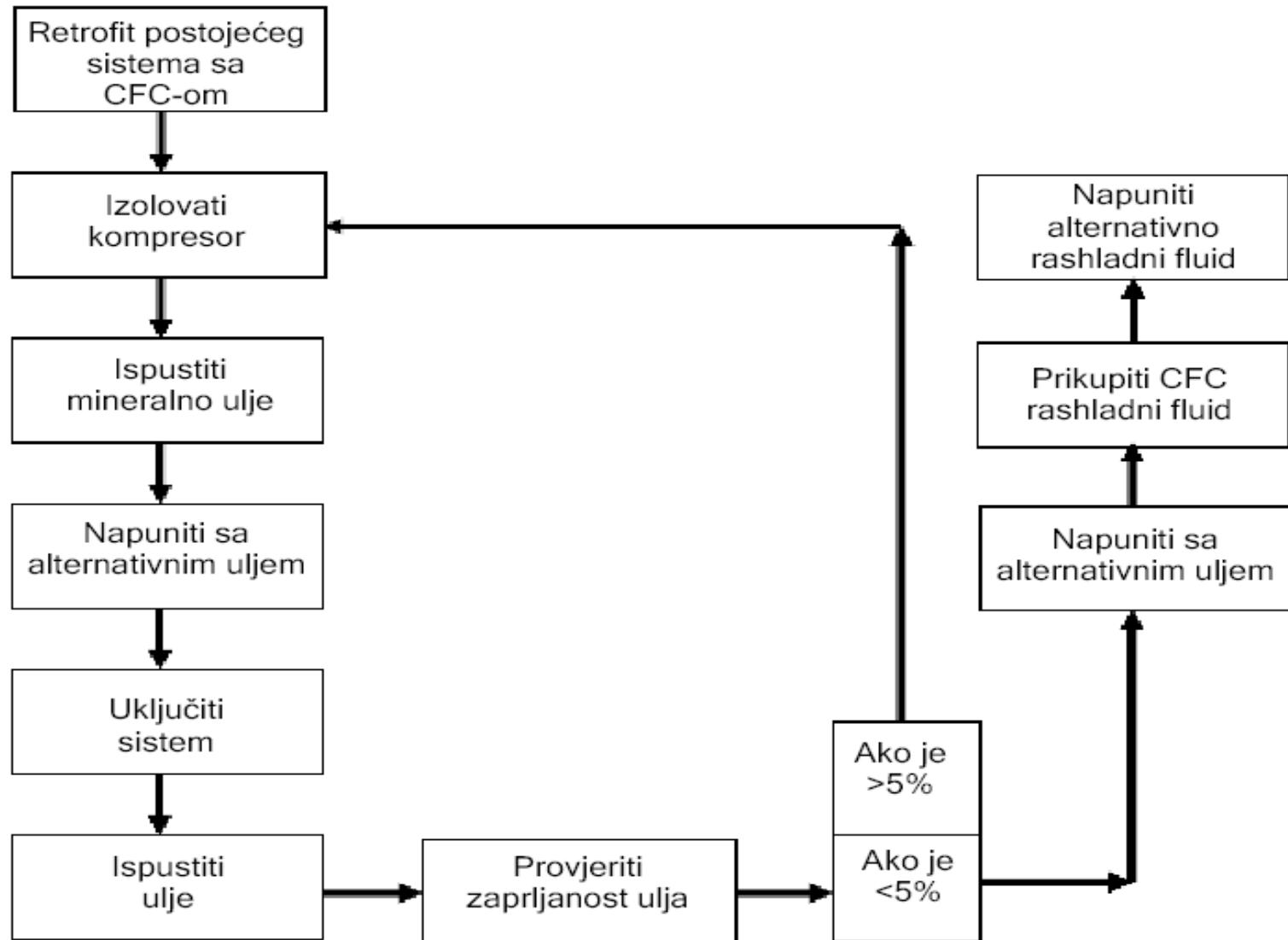
Retrofit

Metod ispiranja



Primjer ispiranja sistema pomoću rashladnog sredstva

Retrofit



Preporuke Tecumseh-a

A) Procedura retrofita za R22 (samo promjena rashladnog fluida)

1. Isključite napajanje energijom
2. Prikupite rashladni fluid, odgovarajućim uređajem. Izmjerite i zapišite količinu.
3. Zamijenite sušionik novim koji odgovara novom rashladnom fluidu
4. Zamijenite uređaje za mjerjenje, ako je potrebno
5. Izvršite test na curenje, pomoću azota. Ako u sistemu nema gubitaka
vakuumirajte sistem
6. Napunite sistem rashladnim fluidom, u tečnom stanju, do 90% izmjerene količine
7. Uključite sistem i slijedite preporuke proizvođača za mjerjenje pregrijavanja.
Podesite uređaje za mjerjenje i kontrolu, ako je potrebno
8. Postavite etiketu na kompresor sa oznakama novog ulja i rashladnog fluida

UPOZORENJE:

Performanse se pogoršavaju sa:

R404A&R507 ~ -5 %

R407C ~ -5 %

R422A&R422C -10 ~ -5 %

R422B&R422D -20 ~ -10 %

R417A – 30 %

Preporuke Tecumseh-a

B) Procedura retrofita za R22 (promjena rashladnog fluida i ulja)

1. Isključite napajanje energijom
2. Prikupite rashladni fluid, odgovarajućim uređajem. Izmjerite i zapišite količinu.
3. Odvojite kompresor od sistema i iscijedite ulje. Kada se mijenja MO sa POE ostatak od 1-5% originalnog punjenja je dozvoljen
4. Napunite kompresor korektnom količinom POE ulja
5. Pokrenute kompresor koristeći prikupljeni R22, da bi se sistem očistio od preostalog ulja
6. Ponovite korake 1-4
7. Zamijenite sušionik novim koji odgovara novom rashladnom fluidu
8. Zamijenite uređaj za mjerjenje, ako je potrebno
9. Izvršite test na curenje, pomoću azota. Ako u sistemu nema gubitaka vakuumirajte sistem
10. Napunite sistem rashladnim fluidom, u tečnom stanju, do 90% izmjerene količine
11. Uključite sistem i slijedite preporuke proizvođača za mjerjenje pregrijavanja. Podesite uređaje za mjerjenje i kontrolu, ako je potrebno
12. Postavite etiketu na kompresor sa oznakama novog ulja i rashladnog fluida.

DANFOSS

Which Refrigerant?

	Present	Up to 2020	2022 - 2030
VRF Units	R410A	R410A	R32
Heat Pumps & Split Units	R410A R290 R32	R290 R32 R410A R452B R454B	R290 R452B R454B R32
Chiller (Centrifugal & Screw)	R134A R1234ZE	R134a R1233zd R1234ze	R1233zd R1234ze
Chiller (Scroll & Rooftop)	R410A R407C	R410A R32 R452B R454B	R290 R32 R452B R454B

Check local regulations

Consult your supplier

TheEngineeringMindset.com

THE
ENGINEERING
MINDSET

Source: Danfoss Cool



R22 REPLACEMENT GUIDE

Retrofit Refrigerants – Quick Reference Guide

Application	System type	Recommended refrigerant*	Additional Considerations
Air conditioning	Capillary systems/ fixed orifice	RS44 (R424A) or R417A (ISCEON M059)	Loss of capacity.
	TEV systems	RS45 (R434A), R422D (ISCEON M029), RS52 (R428A) or R438A (ISCEON M099)	Seals, potential loss of capacity. Oil change. Call for advice.
	Large A/C	RS45 (R434A), R422D (ISCEON M029) or R438A (ISCEON M099)	Seals, TEV sizing, Oil change. Call for advice
Medium Temperature Refrigeration	Water Chillers Cold Rooms Cabinets & Display Cases Process Cooling	RS45 (R434A) & R422D (ISCEON M029), R438A (ISCEON M099) or R407F	Pay careful attention to: <ul style="list-style-type: none"> Potential loss of capacity Seals Oil return and oil type Undersized TEVs Call for advice.
	Flooded Systems	RS45 (R434A) or RS52 (R428A)	Call for advice.
	LPR systems Jacketed Vessels	RS45 (R434A), R422D (ISCEON M029) or RS52 (R428A)	Call for advice.
Low temperature refrigeration	Freezer Rooms Ice Cream Machines Cabinets & Display Cases	RS52 (R428A), R422A (ISCEON M079)	Pay careful attention to: <ul style="list-style-type: none"> Potential loss of capacity Seals Oil return and oil type Higher discharge pressures Condenser capacity Call for advice.
	Flooded systems	RS52 (R428A)	Call for advice.

*Please note these recommendations are based on industry experience and manufacturers current recommendations.

There is no one single direct drop-in replacement for R22 and careful attention should be paid to the known problem areas

For further advice, retrofit guidelines and additional technical information:

Telephone: 01275 376600 or visit www.agas.com www.refsols.com www.isceon.com/uk

TRADE NAME	ASHRAE NUMBER	GWP	TRADE NAME	ASHRAE NUMBER	GWP
RS44	R424A	2440	ISCEON M029	R422D	2729
RS45	R434A	3239	ISCEON M059	R417A	2346
RS52	R428A	2999	ISCEON M079	R422A	3143
			ISCEON M099	R438A	2252

Retrofit

Punjene alternativnim rashladnim fluidom

Rashladni fluid se može napuniti u sistem po želji, kao tečnost ili para. Koristite manometarsku bateriju ili ventil za prigušenje da bi tečnost, ako je to potrebno isparila.

- Napunite sistem sa alternativnim rashladnim fluidom. Treba voditi računa da ne dođe do prepunjavanja!
- Najprije napunite sa količinom koja odgovara 85% originalnog punjenja HCFC-om.
- Optimalna količina punjenja se mijenja zavisno od konstrukcije sistema i radnih uslova, ali za većinu sistema je najbolje da količina punjenja iznosi 85 - 95 % težine originalnog punjenja. Uključite sistem i puštite da se parametri stabilizuju. Ako sistem nije dovoljno napunjen, dodajte rashladni fluid u malim količinama (i dalje uklanjajući tečnost iz cilindra za punjenje) dok stanje sistema ne dostigne željeni nivo.

Rashladni i klima sistemi se nakon konverzije moraju jasno obilježiti da bi se spriječilo da u budućnosti dođe do miješanja rashladnih fluida.

Tehnički podaci retrofita rashladnog sistema			
Ime servisnog preduzeća			
Adresa			
Broj telefona i faxa			
Broj registracije			
Ime klijenta			
Adresa			
Broj telefona i faxa			
Ime osobe za kontakt			
Podaci o instalaciji / uređaju			
Tip instalacije		Proizvođač	
Model i broj		Serijski broj	
Tip kompresora		Proizvođač	
Model i broj		Serijski broj	
Radni podaci			
Stari		Novi	
Tip rashladnog fluida		Tip rashladnog fluida	
Količina rashladnog fluida		Količina rashladnog fluida	
Tip sredstva za podmazivanje		Tip sredstva za podmazivanje	
Količina sredstva za podmazivanje		Količina sredstva za podmazivanje	
Usisni pritisak		Usisni pritisak	
Potisni pritisak		Potisni pritisak	
Temperatura usisne linije		Temperatura usisne linije	
Temperatura potisne linije		Temperatura potisne linije	
Temperatura ambijenta		Temperatura ambijenta	
Sobna temperatura / temperature medijuma		Sobna temperatura / temperature medijuma	
NP isključenje		NP isključenje	
VP isključenje		VP isključenje	
Električni podaci			
Napajanje (Napon)		Napajanje (Napon)	
Struja kompresora		Struja kompresora	
Ostali instalacioni podaci			
Prečnik potisne linije		Dužina potisne linije	
Prečnik tečne linije		Dužina tečne linije	
Prečnik usisne linije		Dužina usisne linije	
Izolacija usisne linije		Visinska razlika / Kompresor / Isparivač	
Tip kondenzatora		Tip isparivača	
Tip filtera-sušača		Tip	

RETROFIT – Oznaka za opremu	
Preduzeće	
Ime tehničara	
Adresa	
Broj telefona i faxa	
Broj registracije	
Izvršen retrofit na rashladni fluid HFC-R134a. Ovaj sistem se može koristiti samo sa HFC-R134a i sintetičkim sredstvom za podmazivanje.	
Količina rashladnog fluida	
Količina sredstva za podmazivanje PAG	
Količina sredstva za podmazivanje Ester	
Retrofit izvršio:	
Datum retrofita:	
Potpis:	

Hvala na pažnji!

