

Ovo poglavlje je podijeljeno u četiri dijela:

Stranica broj

Upute za ugradnju	63
Kondenzacijske jedinice- općenito	81
Popravak hermetičkih rashladnih postrojenja	95
Praktična primjena R290 radne tvari u malim hermetičkim postrojenjima	115

Sadržaj	Stranica broj
1.0 Općenito	65
2.0 Kompresor	65
2.1 Označavanje	65
2.2 Nizak i visok startni moment	66
2.3 Zaštita motora i temperatura namotaja	66
2.4 Gumeni dodaci	66
2.5 Minimalna temperatura okoliša	67
3.0 Traženje kvara	67
3.1 Kvar zaštite namotaja	67
3.2 Povezanost zaštite i PTC-a	67
3.3 Provjera zaštite namotaja i otpora	67
4.0 Rastavljanje rashladnog sustava	67
4.1 Zapaljive radne tvari	68
5.0 Ugradnja	68
5.1 Priključci	68
5.2 Obrađivanje priključaka	70
5.3 Cijevni adapteri	70
5.4 Lemovi	70
5.5 Lemljenje	71
5.6 "Lokring" priključci	72
5.7 Sušači	72
5.8 Sušači i radne tvari	73
5.9 Kapilarna cijev u sušaču	73
6.0 Električna oprema	74
6.1 LST startni uređaj	74
6.2 HST startna oprema	75
6.3 HST CST startna oprema	77
6.4 Oprema za SC dvostupanjske kompresore	77
6.5 Elektronički uređaj za kompresore s promjenjivim brojem okretaja	78
7.0 Vakumiranje	78
7.1 Vakuum pumpe	79
8.0 Punjenje radnom tvari	79
8.1 Maksimalno punjenje radnom tvari	79
8.2 Zatvaranje cijevi za punjenje	79
9.0 Ispitivanje	80
9.1 Ispitivanje postrojenja	80

Zabilješke



1.0 Općenito

Kod instalacije kompresora u novo postrojenje potrebno je izvjesno vrijeme za odabir odgovarajućeg kompresora iz tehničkih specifikacija, a zatim su nužna određena ispitivanja. Nasuprot tome, kada je nužno zamijeniti pokvaren kompresor može se doći u situaciju da se postojeći ne može zamijeniti istim modelom. U takvim slučajevima nužni su usporedbeni kataloški podaci kompresora.

Ako se želi postići dug vijek trajanja kompresora potreban je kvalitetan i redovit servis. Također, nužno je održavati ostale komponente sustava, i to kroz njihovu suhoću i čistoću.

Serviser prilikom odabira kompresora mora paziti na slijedeće: vrstu radne tvari, napon i frekvenciju, područje primjene, rashladni učin, startne i rashladne uvjete.

Moguće je koristiti istu vrstu radne tvari kao u sustavu kod kojeg je došlo do kvara.

2.0 Kompresor

Program Danfoss kompresora sastoji se od osnovnih modela P,T, N, F, SC i SC Twin.

Danfoss kompresori koji rade s naponom 220 V imaju žutu oznaku sa svojim osnovnim informacijama koje sadrži: oznaku modela, napon i frekvenciju, primjenu, startne uvjete, radnu tvar i kodni broj.

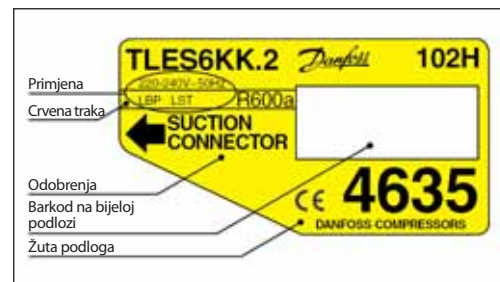
Kompresori koji rade sa naponom 115 V imaju zelenu oznaku.

LST/HST oznaka znači da su startne karakteristike ovisne o postojećoj električnoj opremi.



Am0_0024

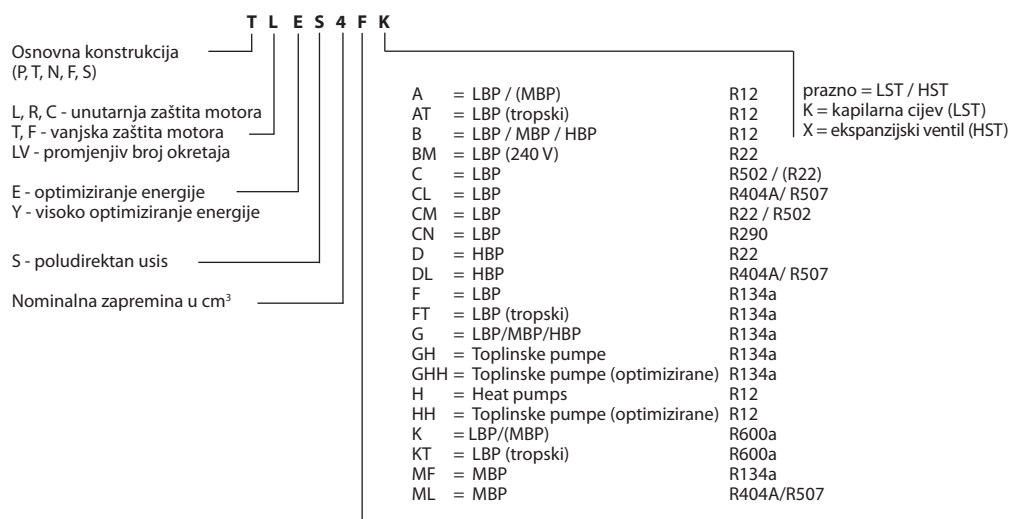
Ukoliko se oznaka uništi, podaci o modelu kompresora i njegovim kodnim brojem se mogu pronaći otisnuti na bočnoj strani kompresora. Pogledajte prve stranice tehničkih podataka za kompresore.



Am0_0025

2.1 Označavanje

Primjer označavanja kompresora



2.1
Označavanje (nastavak)

Prvo slovo na oznaci (P, T, N, F, S) pokazuje seriju kompresora, dok drugo slovo pokazuje mjesto zaštite motora.

E, Y, X označavaju vrste energetske optimizacije rada kompresora. S znači poludirektan usis. V označava kompresore s promjenjivim brojem okretaja. Ovi modeli moraju imati odgovarajući usisni priključak. Ukoliko ga nemaju može doći do pojave smanjenog učina i učinkovitosti.

Broj na oznaci pokazuje radnu zapreminu u cm^3 , a za modele PL označava nominalni učin.

Slovo nakon razmaka označava korištenu radnu tvar, kao i područje primjene kompresora. (Vidi primjer) LBP (Low Back Pressure) označava područje sa niskim temperaturama isparavanja, od -10°C do -35°C , pa čak i do -45°C , a odnosi se na zamrzivače i hladnjake sa odijeljenim zamrzivačima.

MBP (Medium Back Pressure) označava područje srednjih temperatura isparavanja, i to od -20°C do 0°C , a odnosi se na hladionice, ledomate i hladnjake vode.

HPB (High Back Pressure) označava područje visokih temperatura isparavanja, od -5°C do 15°C , a odnosi se na odvlaživače i neke hladnjake kapljevina.

Dodatno slovo T označava kompresor namijenjen primjeni u tropskim uvjetima. Ono podrazumijeva visoke temperature okoliša i rad sa nestabilnim napajanjem.

Posljednje slovo u oznaci kompresora pruža informaciju o startnom momentu. Kao glavno pravilo se uzima da LST (Low Startig Torque) i HST (High Starting Torque) kompresori imaju upražnjeno mjesto na oznaci. Startne karakteristike ovise o odabranoj električnoj opremi.

K označava LST (kapilarna cijev i izjednačenje tlaka tijekom mirovanja) a X označava HST (ekspanzijski ventil ili bez izjednačenja tlaka).

2.2
Nizak i visok startni moment

Opis različite električne opreme se može naći u tehničkim podacima kompresora. Također pogledajte poglavlje 6.0

Kompresori sa niskim startnim momentom (LST) se koriste u rashladnim postrojenjima koja imaju uređaj za prigušenje u kapilarnoj cijevi. Taj uređaj služi za izjednačenje tlaka između usisne i tlačne strane tijekom perioda mirovanja sustava.

PTC startni uređaj (LST) zahtijeva mirovanje sustava u trajanju od najmanje 5 minuta, budući da mu upravo toliko vremena treba da se ohladi.

HST startni uređaj koji kompresoru omogućuje visok zakretni moment uvijek mora biti

primijenjen u rashladnim sustavima sa ekspanzijskim ventilima. Također, može se koristiti u sustavima sa kapilarnom cijevi koji nemaju potpuno izjednačenje tlaka prije pokretanja.

Kompresori sa visokim startnim momentom (HST) kao startni uređaj koriste relej i kondenzator.

Startni kondenzatori su konstruirani za kratka vremena uključenja.

„1.7% ED“ oznaka koja je otisnuta na kondenzatoru znači maksimalno 10 uključenja po satu, u trajanju od 6 sekundi.

2.3
Zaštita motora i temperatura namotaja

Većina Danfoss kompresora posjeduje unutarnju zaštitu motora (zaštita namotaja) u namotajima motora. Vidi poglavlje 2.1

Najviša točka do koje može doći temperatura namotaja je 135°C i ne bi smjela biti prijeđena, a u stabilnim uvjetima ta temperatura iznosi 125°C . Dodatne informacije o nekim modelima se mogu pronaći u tehničkim specifikacijama.

2.4
Gumeni pribor

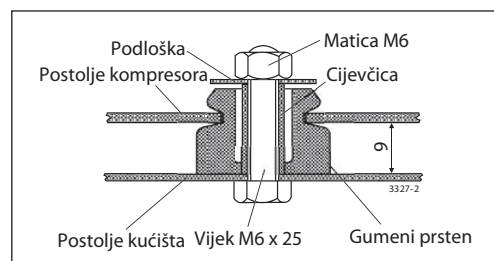
Ostavite kompresor na ploči postolja dok se ona potpuno ne ugradi.

Ovo smanjuje rizik od nakupljanja ulja u priključcima i problema sa njihovim lemljenjem.

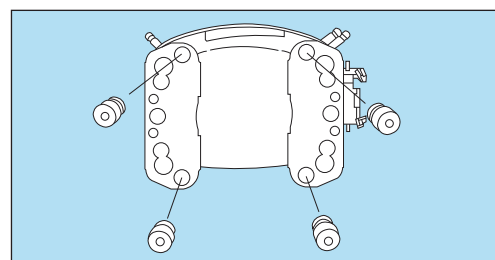
Postavite kompresor tako da priključci budu orijentirani prema gore, a zatim umetnite gumene dodatke i njihove prstene na postolje kompresora.

Ne preokrećite kompresor.

Ugradite kompresor na postolje uređaja.



Am0_0026



Am0_0027

Praktični savjeti za instalatera Danfoss kompresori - Upute za ugradnju

2.5
Minimalna temperatura okoliša

Omogućite temperaturne uvjete iznad 10°C kod prvog starta kompresora kako bi se izbjegli eventualni problemi.

3.0 Traženje kvara

Ukoliko dođe do kvara kompresora, mora se imati na umu da to može biti iz više razloga. Prije zamjene kompresora bilo bi nužno ustanoviti uzrok kvara.

Za jednostavno pronalaženje kvara vidi poglavlje „Otklanjanje kvarova“.

3.1
Kvar zaštite namotaja

Ukoliko zaštita namotaja izbacila dok je kompresor hladan potrebno je oko 5 minuta da se opet uključi.

Ako se zaštita namotaja isključi dok je kompresor topao (kućište kompresora iznad 80°C) vrijeme za reset zaštite se produljuje. To može potrajati i do 45 min.

3.2
Povezanost zaštite i PTC-a

PTC startni uređaj treba oko 5 minuta vremena za hlađenje kako bi mogao ponovo pokrenuti kompresor pod punim poteznim momentom.

izjednačenje tlaka. Uslijed toga se zaštita ne reagira sve dok ne postigne dovoljno dugo vrijeme za reset.

Kratkotrajna isključenja napajanja, nedovoljno duga da se PTC ohladi, mogu uzrokovati kašnjenje starta i do jednog sata.

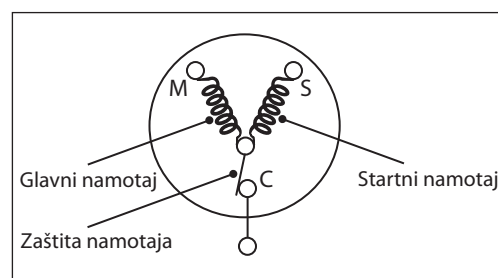
Ovi uvjeti se mogu riješiti potpunim isključenjem postrojenja na 5 do 10 minuta.

PTC tijekom prvog reseta neće moći raditi pod punom snagom budući da ne dopušta

3.3
Provjera zaštite namotaja i otpora

U slučaju zakazivanja kompresora radi se provjera u vidu direktnog mjerenja otpora dovedene struje. Tako se otkriva da li je došlo do kvara uslijed oštećenja motora ili je zaštita motora privremeno izbacila.

Ukoliko je mjerenje otpora otkrilo da je između točaka M i S namotaja motora spojena ulazna struja, a da je između točaka M i C, te S i C došlo do prekida kruga, to znači da je zaštita namotaja izbacila. Stoga, pričekajte resetiranje.



Am0_0028

4.0 Rastavljanje rashladnog sustava

Nikada ne rastavljajte rashladni sustav prije nego što imate dostupne sve komponente za popravak.

Ugradite servisni ventil i na taj način pravilno sakupite radnu tvar.

Kompresor, sušač i ostale komponente sustava moraju biti zatvoreni dok se vrše popravci.

Ukoliko je radna tvar zapaljiva, može se ispustiti na zrak pomoćnim crijevom, no samo ako je količina vrlo ograničena.

Otvaranje sustava u kvaru se može odraditi na više načina, ovisno o vrsti korištene radne tvari.

Zatim isperite sustav pomoću suhog dušika.

Praktični savjeti za instalatera Danfoss kompresori - Upute za ugradnju

4.1 Zapaljive radne tvari

R600a i R290 su ugljikovodici. Ove radne tvari su zapaljive i dopuštene su u postrojenjima koje ispunjavaju zahtjeve navedene u zadnjoj reviziji norme EN/IEC 60335-2-24. (Pokrivaju se potencijalni rizici koji proizlaze korištenjem zapaljivih radnih tvari).

Prema tome, R600a i R290 su jedine radne tvari dopuštene u kućanskoj primjeni, a takvi sustavi moraju imati odgovarajuću opremu koja zadovoljava navedeni standard. R600a i R290 su teži od zraka i njihova koncentracija će biti najveća u blizini poda. Granice zapaljivosti su prikazane u sljedećoj tablici:

Radna tvar	R600a	R290
Donja granica	1,5% vol. (38 g/m ³)	2,1% vol. (39 g/m ³)
Gornja granica	8,5% vol. (203 g/m ³)	9,5% vol. (177 g/m ³)
Temperatura zapaljenja	460°C	470°C

Kako bi servisni radovi i popravci sa R600a i R290 bili pravilno izvedeni osoblje koje ih izvodi mora biti odgovarajuće obučeno, tj. moraju znati raditi sa zapaljivim radnim tvarima.

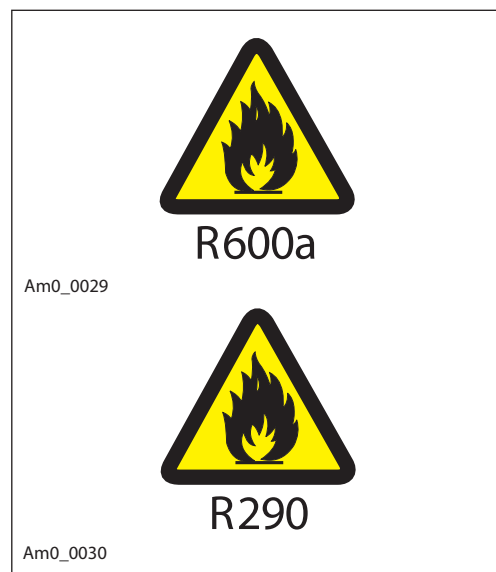
To uključuje poznavanje alata, transport kompresora i radne tvari te poznavanje regulativa i sigurnosnih zahtjeva tokom servisnih radova.

Ne koristite otvoreni plamen prilikom rada sa R600a i R290!

Danfoss kompresori koji rade sa R600a i R290 posjeduju odgovarajuću žutu etiketu za upozorenje, kako je prikazano na slici.

Manji R290 kompresori, modeli T i N, rade sa malim startnim momentom (LST). Često trebaju timer kako bi se osiguralo dovoljno vremena za izjednačenje tlaka.

Za više informacija pogledajte poglavlje „Praktična primjena radne tvari R290 (Propan) u malim hermetičkim sustavima“.



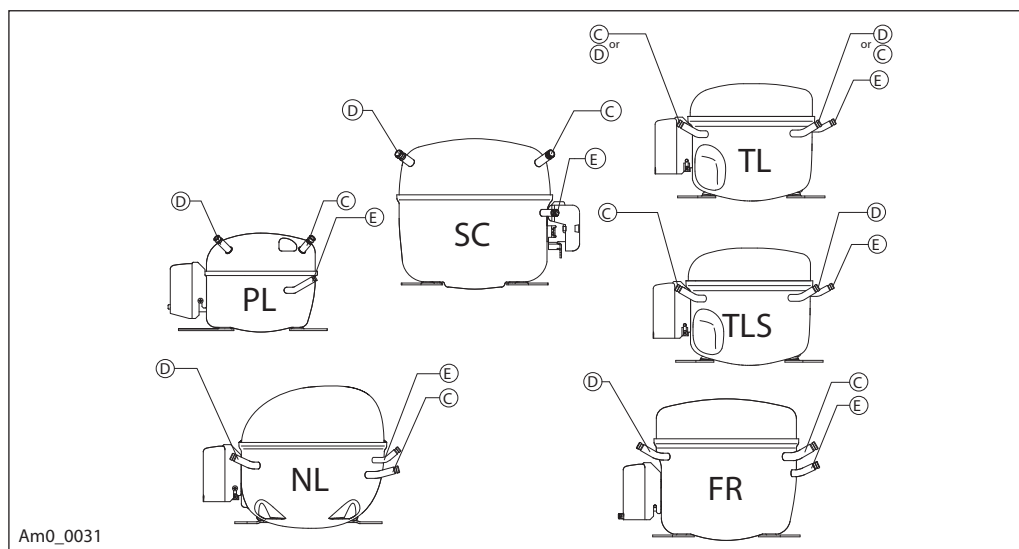
5.0 Ugradnja

Problemi sa lemljenjem vezani uz pojavu ulja u priključcima mogu se izbjeći postavljanjem kompresora na njegovo postolje prije nego što se ono lemi.

Kompresor se nikada ne smije postaviti naopako. Sustav se mora zatvoriti unutar 15 minuta kako bi se izbjegla pojava vlage i nečistoća.

5.1 Priključci

Položaji priključaka se nalaze na slici. „C“ znači usis i uvijek mora biti spojen na usisni cjevovod. „E“ znači tlak i uvijek mora biti spojen na tlačni cjevovod. „D“ znači obrada i koristi se za analizu sustava.



5.1
Priključci (nastavak)

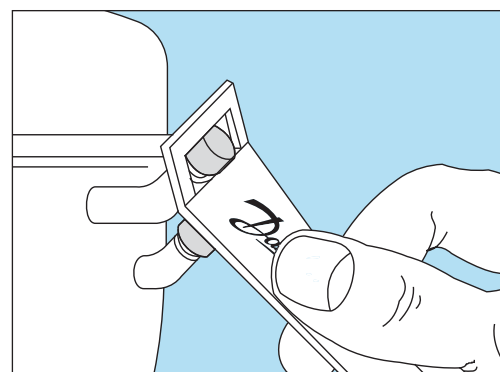
Većina Danfoss kompresora je opremljena sa cijevnim priključcima od tankostijene, bakrom obložene čelične cijevi. Ova cijev je lemljiva kao i istovjetni bakreni priključci.

Priključci su zavareni u kućište kompresora, a zavari se ne mogu oštetiti pregrijavanjem tijekom lemljenja.

Priključci imaju zabrtvljenu aluminijsku kapu koja omogućuje potpuno brtvljenje prije ugradnje. Također, ona osigurava da se kompresori ne otvaraju nakon silaska sa transportne trake. Kao dodatak, kapa osigurava brtvljenje zaštitnog punjenja dušika.

Kape se jednostavno uklanjaju parom kliješta ili pomoću posebnog alata. Kapu je nemoguće nakon skidanja ponovno ugraditi. Kada se kape skinu kompresor je nužno ugraditi unutar 15 minuta kako bi se izbjegla pojava vlage i nečistoća.

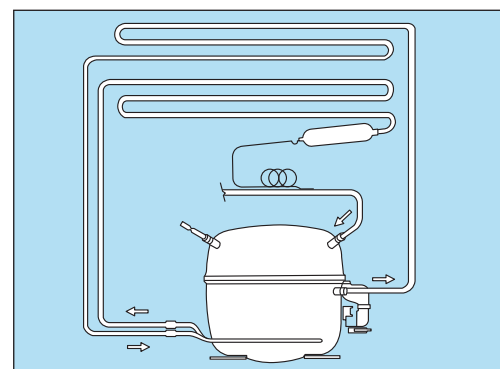
Brtva zaštitne kape se nikada ne smije ostaviti nakon ugradnje u sustav.



Am0_0032

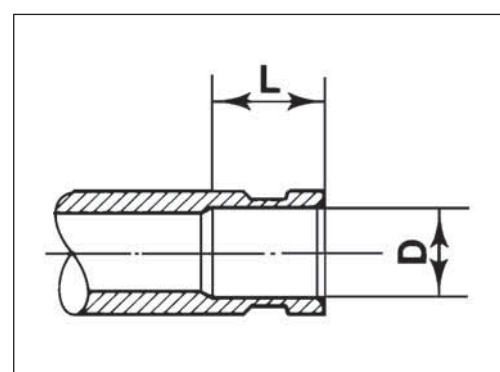
Ukoliko su ugrađeni hladnjaci ulja izrađeni od bakrenih cijevi (kompresori zapremine od 7 cm³), njihovi priključci se brtve gumenim čepom. Svitak za hlađenje ulja se mora spojiti u sredinu kruga kondenzatora.

SC Twin kompresori moraju imati nepovratni ventil na tlačnom cjevovodu prema kompresoru br. 2. Ukoliko se traži promjena u redosljedu starta između kompresora br. 1 i 2, tada je nužno nepovratni ventil ugraditi u oba tlačna cjevovoda.



Am0_0033

U cilju osiguravanja optimalnih uvjeta za lemljenje i minimalizacije utroška lemnog materijala svi cijevni priključci na Danfoss kompresorima imaju obrađene rubove.



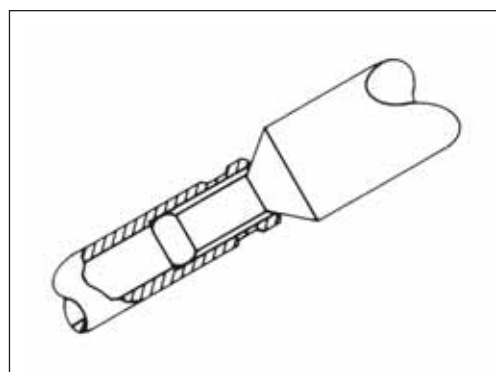
Am0_0034

5.2
Obradivanje priključaka

Obradivanje priključaka moguće je razvrtanjem na unutarnji promjer od 6,2 do 6,5 mm, koji odgovara cijevi promjera 1/4" (6,35 mm). Savjetujemo da se obrada vrši na iznad 0,3 mm.

Tijekom obrade nužno je primijeniti protusilu na priključke kako ne bi pukli.

Drugo rješenje je smanjiti promjer kraja priključne cijevi korištenjem posebnih kliješta.

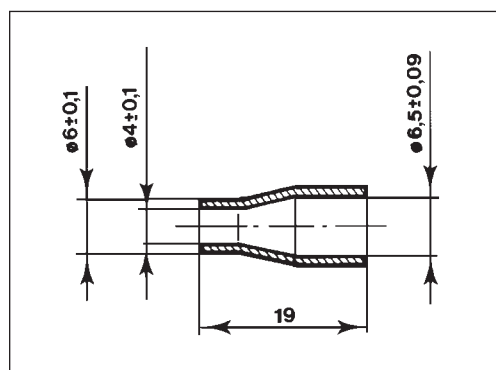


Am0_0035

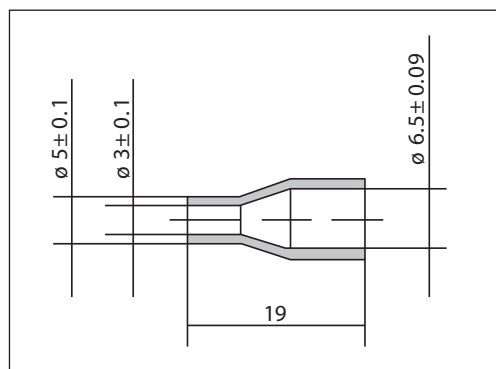
5.3
Cijevni adapteri

Umjesto obrade priključaka ili smanjenja promjera priključne cijevi mogu se koristiti bakreni cijevni adapteri. Adapter 6/6,5 mm se koristi za priključke kompresora od 6,2 mm koji se spajaju na cijevi rashladnog sustava od 1/4" (6,35 mm).

Cijevni adapter 5/6,5 mm se može koristiti u slučaju kad je tlačni priključak kompresora 5 mm, a spaja se na cijev 1/4" (6,35 mm).



Am0_0036



Am0_0037

5.4
Lemovi

Kod lemljenja priključaka i bakrenih cijevi lemovi moraju imati sadržaj srebra od najmanje 2%. Također, kada je riječ o bakrenim cijevima mogu se koristiti i fosforni lemovi.

Ako je priključna cijev izrađena od čelika, potrebno je koristiti lem koji ne sadrži fosfor, a ima temperaturu taljenja ispod 740 °C. Za ovu upotrebu je nužan i prašak za zavarivanje.

5.5
Lemljenje

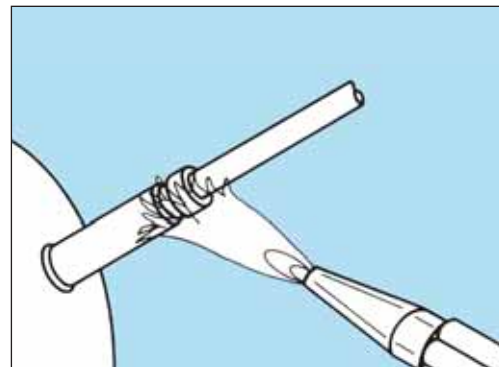
Slijede upute za lemljenje čeličnih priključaka čiji je postupak različit od lemljenja bakrenih priključaka.

Tijekom zagrijavanja temperatura bi trebala biti što bliža točki taljenja lema.

Pregrijavanje može dovesti do oštećenja površine uz smanjenje šansi za izradu kvalitetnog lema.

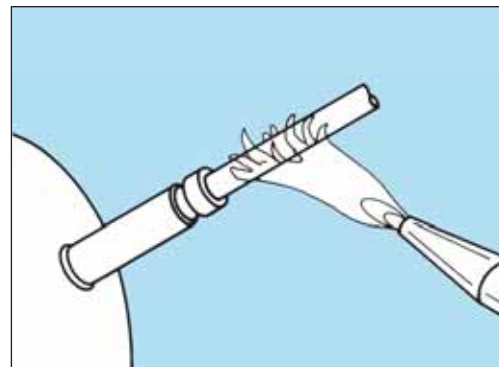
Koristite „mekan“ plamen prilikom zagrijavanja spoja.

Rasporedite plamen tako da najmanje 90% topline bude usmjereno na priključak, a oko 10% na priključnu cijev.



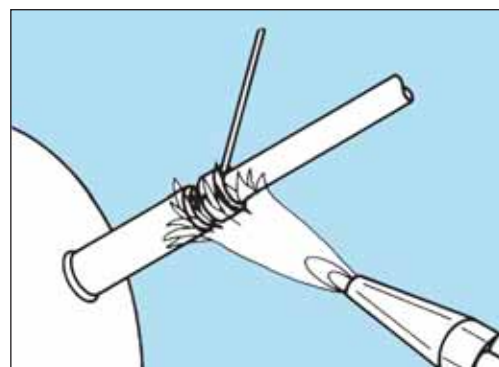
Am0_0038

Kada priključak poprimi crvenu boju (oko 600°C) pomaknite plamen na nekoliko sekundi prema priključnoj cijevi.



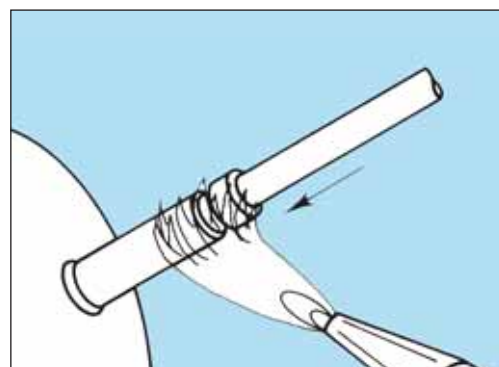
Am0_0039

Nastavite grijati spoj „mekanim“ plamenom i dodajte lem.



Am0_0040

Potegnite lem u lemnu rupu polaganim micanjem plamena prema kompresoru, a zatim potpuno uklonite plamen.



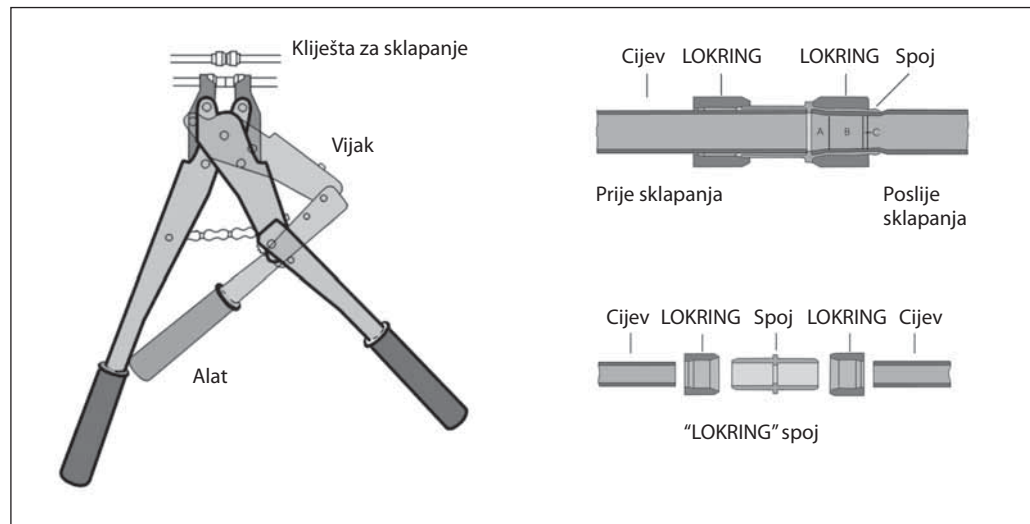
Am0_0041

5.6
"Lokring" priključci

Sustavi koji su punjeni zapaljivim sredstvima R600a i R290 ne smiju biti lemljeni. Kako je prikazano, u takvim slučajevima koriste se "Lokring" priključci (priključci za brzo povezivanje bez lemljenja).

Najnoviji sustavi još mogu biti lemljeni, ali samo ukoliko još nisu punjeni zapaljivom radnom tvari.

Napunjeni sustavi se nikada ne otvaraju korištenjem plamena. Kompresori u sustavima sa zapaljivom radnom tvari se moraju izvakuirati kako bi se uklonilo ostatak radne tvari u ulju.



Am0_0042

5.7
Sušači

Danfoss kompresore treba koristiti u dobro dimenzioniranim rashladnim sustavima s sušačem koji sadrži potrebnu količinu i tip tvari za isušivanje odgovarajuće kvalitete.

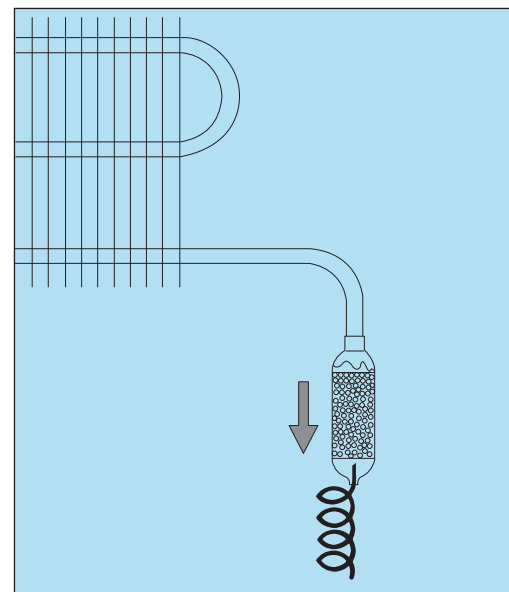
Rashladni sustavi bi trebali imati suhoću u iznosu od 10 ppm. Gornja granica koja se može očekivati je 20 ppm.

Sušač se mora postaviti na način da smjer strujanja radne tvari bude u smjeru gravitacije.

Tako se kod zrna od molekularnih sita sprečava međusobno pomicanje, a samim time spriječeno je i moguće začepljenje ulaza kapilarne cijevi. Također, kod sustava sa kapilarnom cijevi ova izvedba omogućava minimalno vrijeme za izjednačenje tlaka.

Hermetički sušači moraju naročito pažljivo biti odabrani kako bi se osigurala odgovarajuća kvaliteta. U transportnim sustavima se moraju koristiti sušači odobreni za mobilnu primjenu.

Novi sušač mora biti ugrađen u otvoren rashladni sustav.



Am0_0043

5.8
Sušači i radne tvari

Voda ima veličinu molekule u iznosu od 2,8 Ångström-a. Analogno, molekularna sita s veličinom pora od 3 Ångströma će odgovarati za standardno korištene radne tvari.

Molekularna sita s veličinom pora od 3 Ångströma se isporučuju prema slijedećem,

UOP Molecular Sieve Division (bivši Union Carbide) 25 East Algonquin Road, Des Plaines Illinois 60017-5017, USA	4A-XH6	4A-XH7	4A-XH9
R12, R22, R502	x	x	x
R134a		x	x
HFC/HCFC smjese			x
R290, R600a		x	x

Grace Davison Chemical W.R.Grace & Co, P.O.Box 2117, Baltimore Maryland 212203 USA		"574"	"594"
R12, R22, R502		x	x
R134a		x	x
HFC/HCFC smjese			x
R290, R600a			x

CECA S.A La Defense 2, Cedex 54, 92062 Paris-La Defense France		NL30R	Siliporite H3R
R12, R22, R502		x	x
R134a		x	x
HFC/HCFC smjese			x
R290, R600a			x

Preporučuju se sušači sa slijedećom količinom sušenja

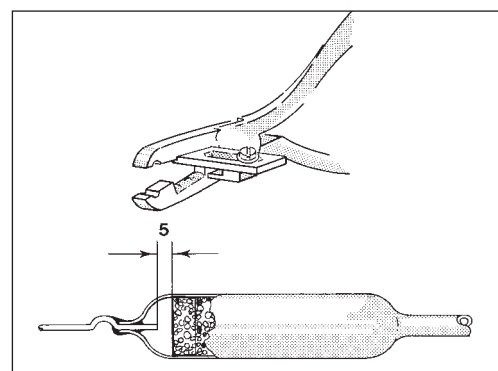
Kompresor	Sušač
PL i TL	6 grama ili više
FR i NL	10 grama ili više
SC	15 grama ili više

U komercijalnoj primjeni najčešće se koriste sušači sa čvrstom jezgrom. Koriste se za radne tvari preporučene od strane proizvođača. Ukoliko je u slučaju popravka potreban filter nakon pregaranja, molimo kontaktirajte dobavljača za detaljnije informacije.

5.9
Kapilarna cijev u sušaču

Prilikom lemljenja kapilarne cijevi treba se obratiti posebna pažnja. Kod ugradnje kapilarna cijev se ne smije preduboko postaviti u sušač, jer će u tom slučaju dodirnuti disk filtera i uzrokovati njegovo oštećenje i blokadu. S druge strane, ukoliko je kapilarna cijev samo djelomično umetnuta u sušač, blokiranje se može dogoditi tijekom samog lemljenja.

Ovi problemi se izbjegavaju izradom ograničenja na kapilarnoj cijevi, i to korištenjem specijalnih kliješta, kako je prikazano.



Am0_0044

6.0 Električna oprema

Za pravilne podatke o startnim uređajima molimo pregledajte tehničke upute kompresora. Nikada ne koristite startni uređaj starog kompresora jer može uzrokovati kvar novog kompresora.

Pokretanje kompresora se ne smije vršiti bez potpune električne opreme za start. Iz sigurnosnih razloga kompresor uvijek mora biti

uzemljen ili dodatno zaštićen. Zapaljive tvari uvijek treba držati podalje od električne opreme. Kompresor ne smije startati dok u njemu vlada vakuum.

6.1 LST startni uređaj

Kompresori s unutarnjom zaštitom motora
Na dolje prikazanim crtežima vide se 3 modela uređaja sa PTC starterima.

Ugradite startni uređaj na strujnu kutiju kompresora.

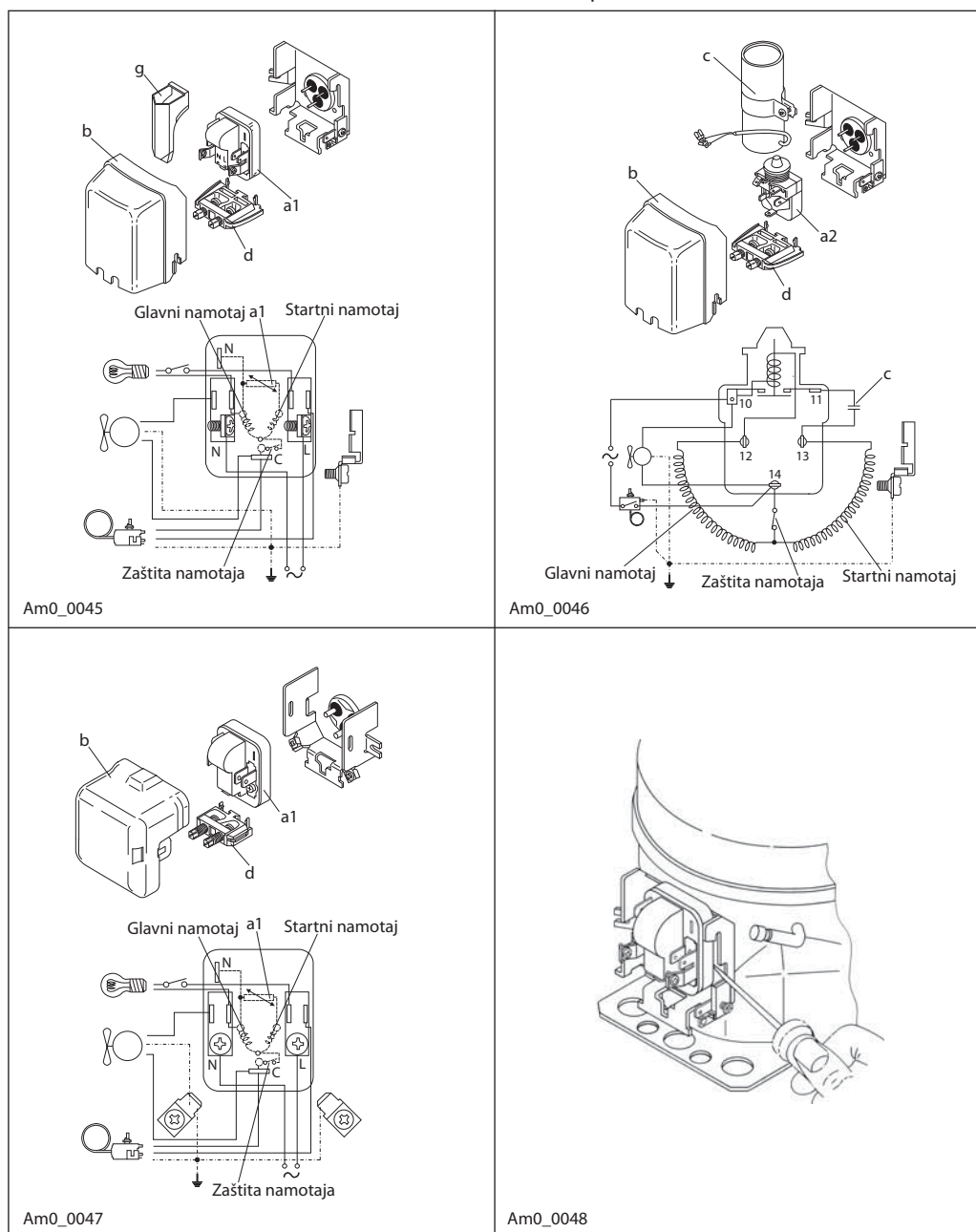
Pritisak mora biti u sredini startnog uređaja kako ne bi došlo do oštećenja karike.

Ugradite sigurnosni vod na konzolu ispod startnog uređaja.

Na nekim kompresorima sa optimiziranjem energije duž terminala N i S se ugrađuje radni kondenzator kako bi se smanjila potrošnja energije.

Prilikom rastavljanje pritisak mora biti u sredini startnog uređaja kako ne bi došlo do oštećenja nosive spojnice.

Postavite poklopac na startni uređaj i pritegnite ga vijcima na postolje. Ne postoji sigurnosni vod za ovu opremu.

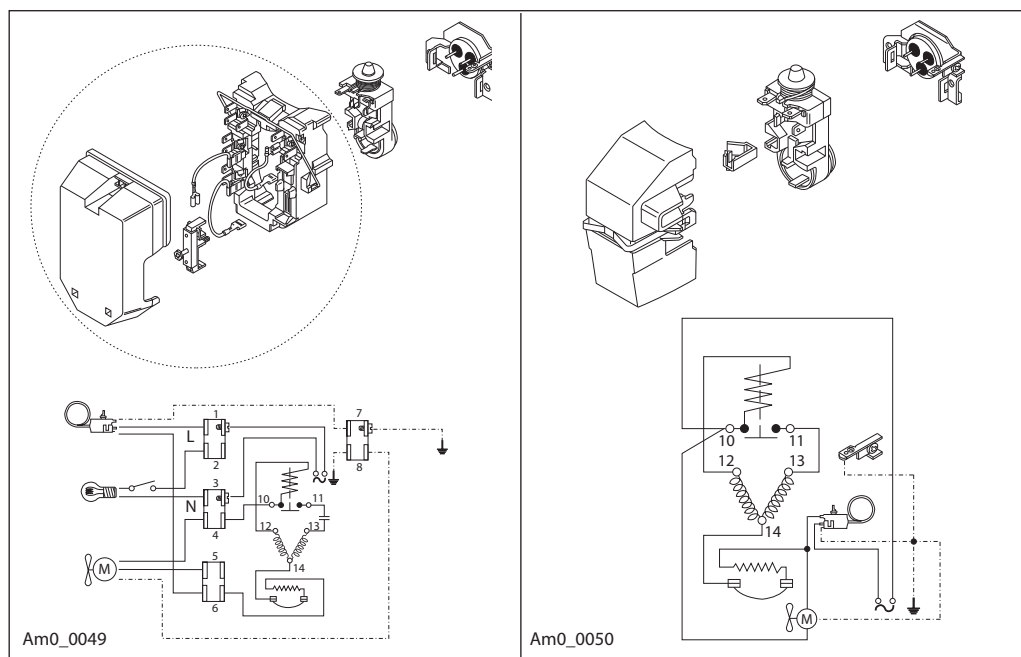


Praktični savjeti za instalatera Danfoss kompresori - Upute za ugradnju

6.1 LST startni uređaj (nastavak)

Kompresori s vanjskom zaštitom motora
Donji crteži pokazuju opremu sa zaštitom releja i motora.

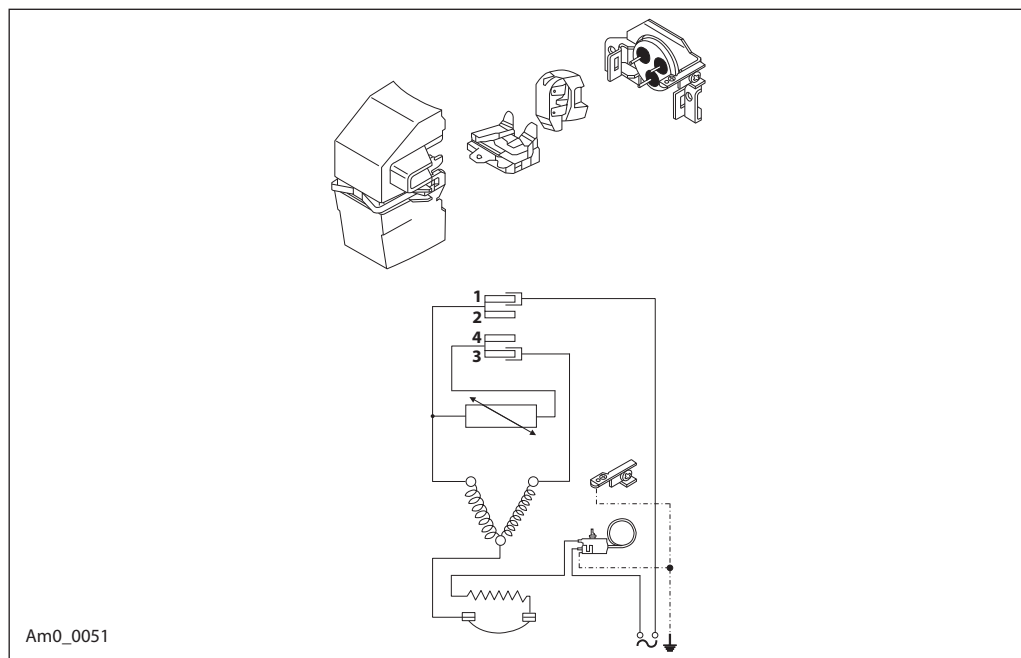
Ugradnja releja se također vrši pritiskom na sredinu samog releja.
Poklopac se pričvršćuje ukleštenjem.



Donji crteži pokazuju opremu sa PTC-om i vanjskom zaštitom.

Poklopac se pričvršćuje ukleštenjem.

Zaštita se postavlja na donju iglu terminala, a PTC na 2 pri vrhu.



6.2 HST startni uređaj

Slijedeći crteži pokazuju 5 modela uređaja sa relejem i startnim kondenzatorom.

Sigurnosni vod spojite na konzolu ispod startnog releja. (Samo slike A i B)

Startni relej ugradite u na strujnu kutiju kompresora. Pritisnite na sredinu startnog releja da se izbjegne deformacija karike. Startni kondenzator ugradite na nosač na kompresoru.

Postavite poklopac iznad startnog releja i pričvrstite ga vijkom na nosač. Također, možete ga učvrstiti pomoću kliješta ili ugrađenih kuka.

6.2
HST startni uređaj (nastavak)

<p>A</p> <p>Am0_0052</p>	<p>B</p> <p>Am0_0053</p>
<p>C</p> <p>Am0_0054</p>	<p>D</p> <p>Am0_0055</p>
<p>E</p> <p>Am0_0056</p>	<p>F</p> <p>Am0_0057</p>

Praktični savjeti za instalatera Danfoss kompresori - Upute za ugradnju

6.3 HST CST startna oprema

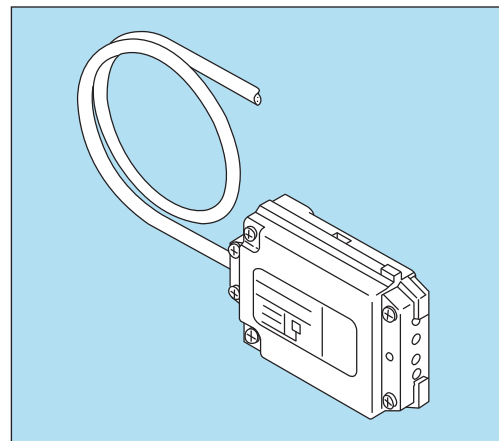
Ugradite razvodnu kutiju na dolaz struje. Zapamtite da vrh kabla mora biti okrenut prema gore. Sigurnosni vod ugradite na nosač ispod razvodne kutije. Zatim postavite poklopac (vidi sliku F)

6.4 Oprema za SC Twin kompresore

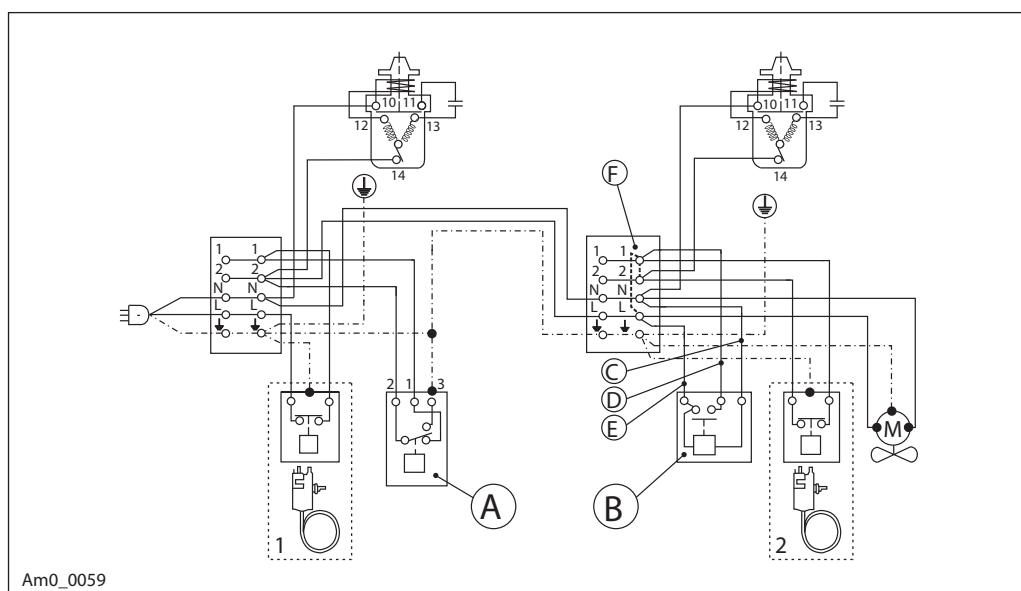
Za pokretanje drugog stupnja (Danfoss 117N0001) preporuča se korištenje vremenske odgode (vremenska odgoda od 15 sek).

Ukoliko se koristi vremenska odgoda, na terminalnoj ploči mora se ukloniti spoj između L i 1 priključne kutije drugog kompresora.

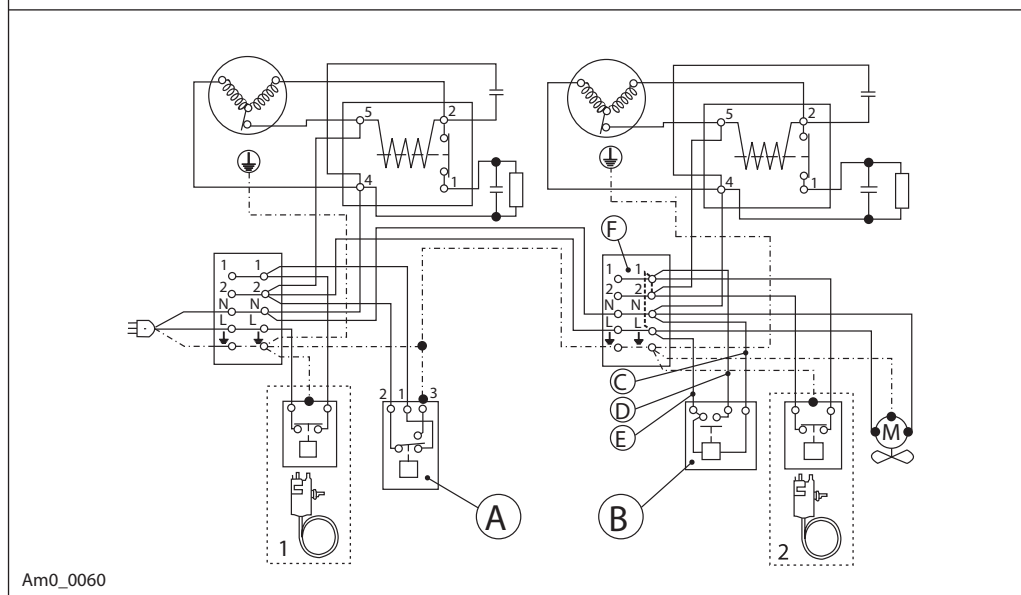
Ako se koristi termostatski za regulaciju učina, na terminalnoj ploči se mora ukloniti spoj između 1 i 2.



Am0_0058



Am0_0059



Am0_0060

- A: Sigurnosno upravljanje tlakom
- B: Releji vremenske odgode
- C: Plavo
- D: Crno
- E: Smeđe
- F: Uklonite žicu L-1 ako koristite vremensku odgodu
Uklonite žicu 1-2 ako koristite termostatski

6.5
Elektronički uređaj za kompresore s promjenjivim brojem okretaja

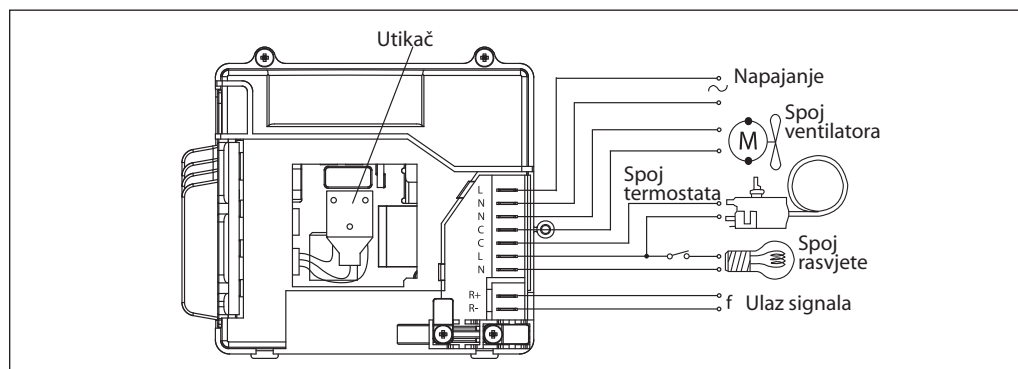
Ovaj uređaj se isporučuje za TLV i NLV kompresore sa visokim startnim momentom (HST), što znači da nije potrebno izjednačenje tlaka prije svakog starta.

Kompresor s promjenjivim brojem okretaja se elektronički upravlja. Elektronički uređaj ima ugrađenu zaštitu od preopterećenja kao i toplinsku zaštitu. U slučaju aktiviranja zaštite elektronički uređaj štiti motor kompresora a i sam sebe. Nakon uključivanja zaštite uređaj automatski

ponovno starta kompresor nakon izvjesnog vremena.

Kompresori su opremljeni sa rotorima od trajnog magneta (PM motor) i 3 identična namotaja statora. Elektronički uređaj se ugrađuje direktno na motor i upravlja radom PM motora.

Spajanjem motora direktno na izmjeničnu struju može uzrokovati oštećenje magneta i drastično smanjiti efikasnost, čak i potpuno otkazati rad motora.



Am0_0061

7.0
Vakumiranje

Nakon lemljenja može početi vakumiranje sustava.

Sustav je postigao izjednačenje tlaka ako se održi vakuum ispod 1 mbar, te je spreman za posljednje vakumiranje i konačno punjenje radnom tvari.

Ako se tlačna proba izvrši direktno prije vakumiranja, sam proces vakumiranja će proći bez problema uz nizak volumen punjenja, te će se izbjeći gubitak ulja u kompresoru.

Ovisno o volumnim uvjetima na usisnoj i tlačnoj strani rashladnog sustava nužno je primijeniti jednu od slijedeći procedura za vakumiranje .

Jednostrano kontinuirano vakumiranje se vrši dok se ne postigne dovoljno nizak tlak u kondenzatoru. Između ciklusa nužno je jedno ili više kratkih ciklusa vakumiranja sa izjednačenjem tlaka.

Dvostrano kontinuirano vakumiranje se vrši dok se ne postigne dovoljno nizak tlak u cijelom sustavu.

Ovi postupci zahtijevaju homogenu kvalitetu (suhoća) korištenih komponenti.

Donji crtež pokazuje tipičan tijek jednostranog vakumiranja sa cjevčicom na kompresoru.

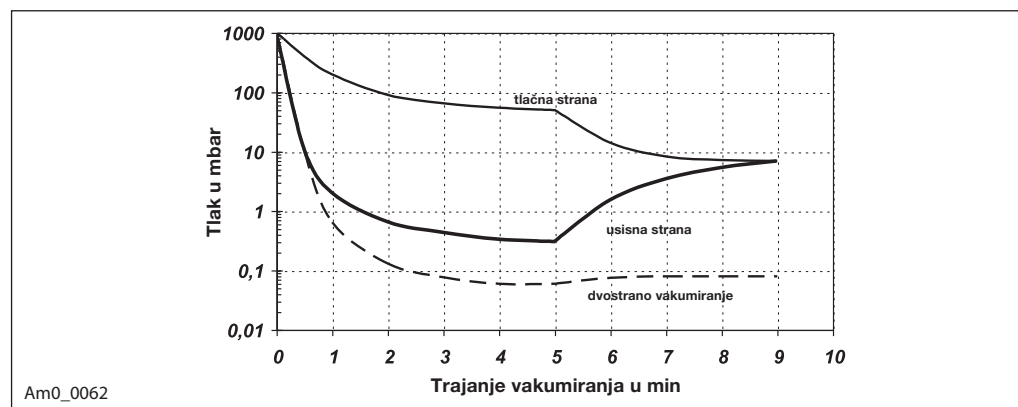
Također se prikazuje razlika tlaka mjerena na kondenzatoru. Razlika tlaka se može otkloniti povećanjem broja izjednačenja tlaka u sustavu.

Točkasta linija pokazuje postupak paralelnog vakumiranja sa obje strane.

Kada postoji vremensko ograničenje procesa, posljednje vakumiranje je ovisno samo kapacitetu vakuum pumpe i sadržaju nekondenzirajućih elemenata te ostatku radne tvari u ulju.

Prednost dvostranog vakumiranja je mogućnost postizanja znatno nižih tlakova u razumnom vremenu trajanja procesa.

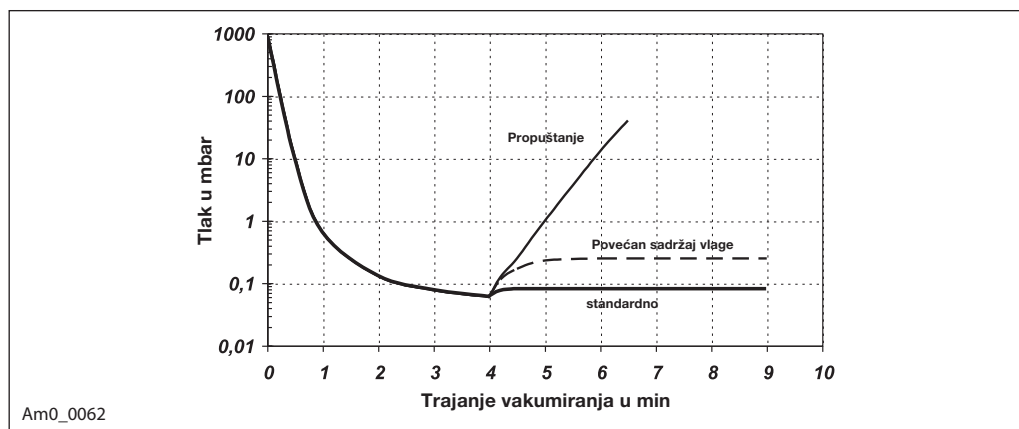
To pokazuje da je moguće napraviti provjeru propuštanja sustava te pronaći propuste prije samog punjenja radnom tvari.



Am0_0062

7.0 vakumiranje (nastavak)

Donji crtež pokazuje primjer postupka vakumiranja sa provjerom na propuštanje. Razina vakuuma ovisi o postupku koji je odabran. Preporuča se dvostruko vakumiranje .


7.1 Vakuumpumpe

Za sustave sa zapaljivim radnim tvarima R600a i R290 potrebno je koristiti vakuumpumpu koja je osigurana protiv eksplozija.

Ista vakuumpumpa koristi se za sve radne tvari koji rade sa esternim uljem.

8.0 Punjenje radnom tvari

Sustav treba puniti vrstom i količinom radne tvari prema preporuci proizvođača. Najčešće je količina radne tvari pokazana na pločici uređaja.

Punjenje može teći prema volumenu ili prema težini. Kod punjenja prema volumenu nužno je koristiti kontrolno staklo. Zapaljive radne tvari se pune prema težini.

8.1 Maksimalno punjenje radnom tvari

Ukoliko punjenje radnom tvari prijeđe maksimalnu vrijednost ulje u kompresoru se može zapjeniti tokom hladnog starta i postoji opasnost od oštećenja sustava ventila.

Punjenje radnom tvari nikada ne smije biti preveliko jer se ono onda skuplja u kondenzatoru. Za pravilno funkcioniranje sustava nužna je točno zahtijevana količina punjenja radne tvari.

Kompresor	Maksimalno punjenje sustava			
	R134a	R600a	R290	R404A
P	300 g	150 g		
T	400 g*	150 g	150 g	400 g
N	400 g*	150 g	150 g	400 g
F	900 g	150 g		850 g
SC	1300 g		150 g	1300 g
SC-Twin	2200 g			

*) Dostupne su pojedinačne jedinice sa većim punjenjem, vidi tehničke specifikacije

8.2 Zatvaranje cijevi za punjenje

Kod radnih tvari R600a i R290 zatvaranje cijevi za punjenje se vrši pomoću "Lokring" spoja.

Lemljenje nije dopušteno za sustave sa zapaljivom radnom tvari.

**9.0
Ispitivanje**

Hermetički rashladni sustavi moraju biti nepropusni. Ukoliko uređaj s primjenom u kućanstvu radi duže od roka trajanja, dozvoljeno je imati puštanje manje od jednog grama po godini. Stoga oprema za propuštanje mora biti visoke kvalitete.

Svi priključci obavezno moraju biti ispitani na propuštanje odgovarajućom opremom. To se može ostvariti elektroničkom opremom za testiranje.

Tlačna strana sustava (od tlačnog priključka do kondenzatora i sušača) mora biti ispitana uz upaljen kompresor.

Isparivač, usisni vod i kompresor moraju biti ispitani uz mirovanje sustava.

Kada se koristi radna tvar R600a, test na propuštanje se mora izvršiti korištenjem nekog drugog medija, npr. helija, jer je tlak izjednačenja nizak, čak i ispod tlaka okoliša. Tako propuštanja ne mogu biti otkrivena.

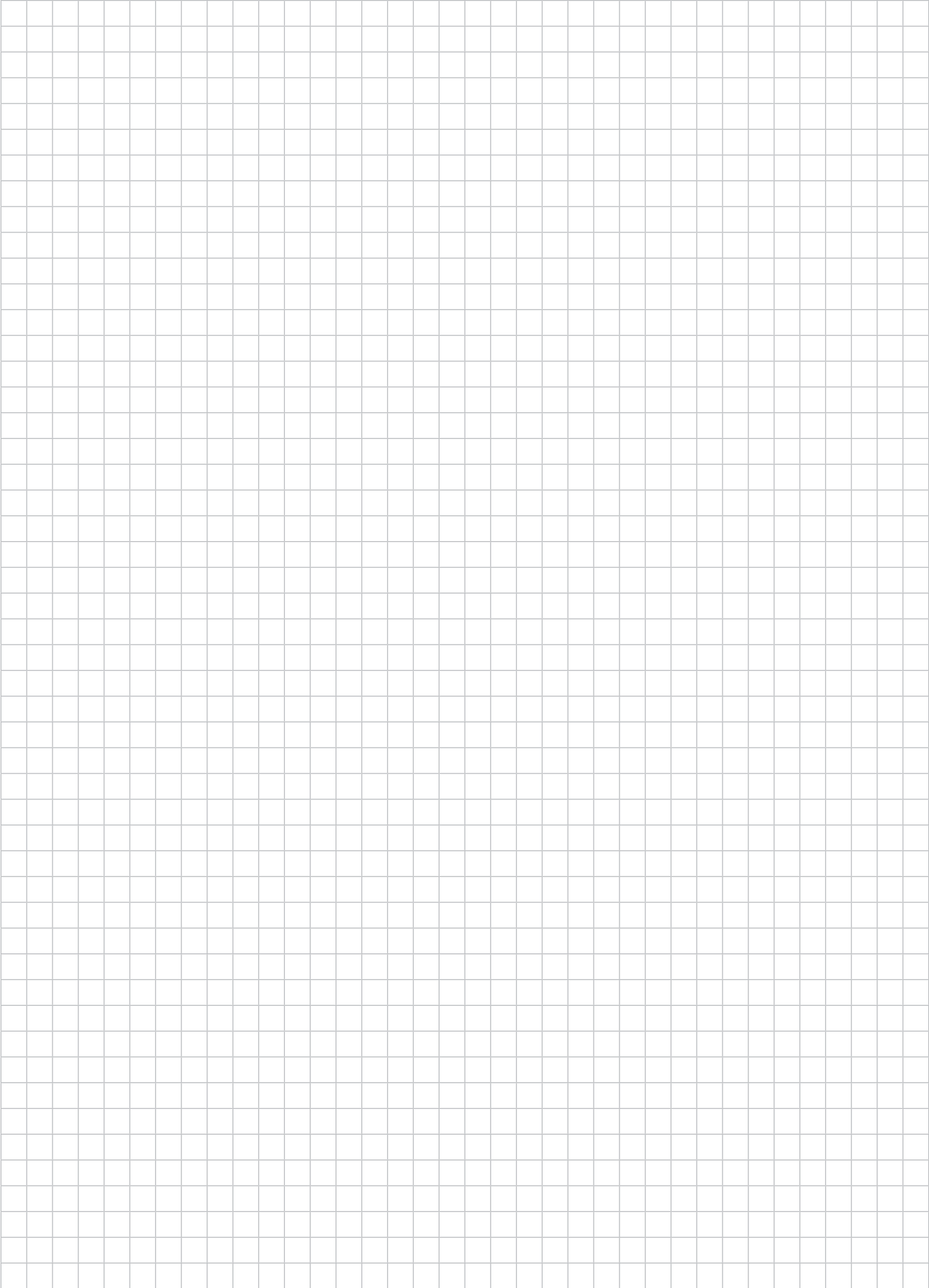
**9.1
Ispitivanje postrojenja**

Prije puštanja sustava u normalan rad mora se provjeriti da li je moguće da se isparivač potpuno ohladi te da kompresor prema termostatu pravilno radi.

Za sustave sa kapilarnom cijevi kao prigušnim uređajem nužno je provjeriti da li je sustav u mogućnosti izjednačiti tlak tijekom mirovanja sustava. Također, nužno je ispitati da li je kompresor s niskim startnim momentom u stanju pokrenuti sustav bez izbacivanja zaštite kompresora.

Sadržaj	Stranica broj
Općeniti podaci o radu Danfoss kondenzacijskih jedinica	83
Podešavanje opreme	83
Napajanje i električna oprema	83
Hermetički kompresori	84
Kondenzatori i ventilatori	84
Zaporni ventili	84
Sakupljač - Spremnik za održavanje tlaka	85
Razvodna kutija	85
Sigurnosno praćenje tlaka	85
Postavljanje	85
Zaštitno kućište protiv vremenskih utjecaja	86
Pažljiva ugradnja	86
Onečišćenje i vanjske čestice	86
Postavljanje cjevovoda	86
Prikaz cjevovoda kondenzacijskih agregata sa jednocilindarskim kompresorima modeli TL, FR, NL, SC i SC-TWIN)	86
Prikaz cjevovoda kondenzacijskih jedinica sa hermetičkim Manerurop® klipnim kompresorima, 1 - 2 - 4 cilindra	88
Provjera na propuštanje	88
Lemljenje	89
Zaštitni plin	89
Vakumiranje i punjenje	90
Prelazak maksimalno dozvoljenog punjenja	91
Općenite informacije:	91
Prelazak na odpumpavanje („pump-down“)	93
Maksimalno dopuštene temperature	94

Zabilješke



Općeniti podaci o radu Danfoss kondenzacijskih agregata

U slijedećem odlomku biti će dane opće informacije i praktični savjeti o radu Danfoss kondenzacijskih jedinica. Danfoss kondenzacijske jedinice predstavljaju integrirano područje jedinica sa Danfoss klipnim kompresorima. Modeli i konfiguracije ove serije odgovaraju zahtjevima tržišta. Kako bi se dao kompletan pregled ovog programa pojedine sekcije su općenito podijeljene prema hermetičkim kompresorima koji su ugrađeni na kondenzacijsku jedinicu.

- Kondenzacijske jedinice sa jednocilindarskim kompresorima (modeli TL, FR, NL, SC i SC-TWIN)
- Kondenzacijske jedinice sa hermetičkim Manerurop® klipnim kompresorima, 1 - 2 - 4 cilindra (modeli MTZ, NTZ i MPZ)



Am0_0000

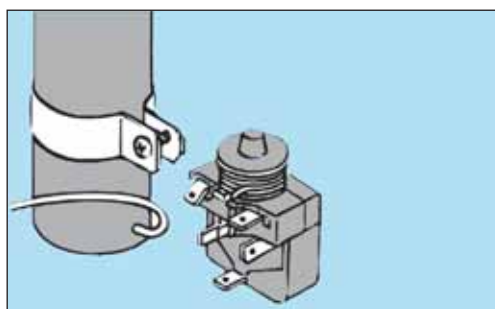
Podešavanje opreme

Danfoss Kondenzacijske jedinice isporučuju se sa kompresorom i kondenzatorom ugrađenim na vodilice ili postolje. Razvodne kutije su tvornički ožičene. Kao dodatak odnosno skup opreme koja se još uključuje tu su zaporni ventili, lemnii adapteri, sakupljači, tlačni prekidači te kabeli za

napajanje uz utikač sa uzemljene 3 igle. Za više detalja i katalogske brojeve opširnije pogledajte Danfoss dokumentaciju i cjenik. Danfoss ured će Vam pomoći pri odabiru odgovarajuće opreme.

Napajanje i električna oprema

- Kondenzacijske jedinice sa jednocilindarskim kompresorima (modeli TL, FR, NL, SC i SC-TWIN) Ove kondenzacijske jedinice su opremljene hermetičkim kompresorima i ventilatorima za napajanje sa 230V 1-50 Hz. Kompresori imaju ugrađen HST startni uređaj koji se sastoji od startnog releja i kondenzatora. Ove komponente se isporučuju i u programu rezervnih dijelova. Startni kondenzator je konstruiran za kratke cikluse paljenja (1,7% ED). U praksi to podrazumijeva da ovi kompresori mogu obaviti 10 pokretanja u satu sa trajanjem aktivacije od 6 sekundi.



Am0_0001

- Kondenzacijske jedinice sa hermetičkim Manerurop® klipnim kompresorima, 1 - 2 - 4 cilindra (modeli MTZ, NTZ i MPZ)

Ovi Kondenzacijske jedinice su opremljene sa hermetičkim kompresorima i ventilatorima uz različita napajanja:

- 400V / 3 faze / 50 Hz za kompresor i ventilatore
- 400V / 3 faze / 50 Hz za kompresor i 230V / 1 faza / 50 Hz za ventilator (kondenzatori ventilatora su uključeni u ventilatorsku razvodnu kutiju)
- 230V / 3 faze / 50 Hz za kompresor i 230V / 1 faza / 50 Hz za ventilator (kondenzatori ventilatora su uključeni u ventilatorsku razvodnu kutiju)
- 230V / 1 faza / 50 Hz za kompresor (startni uređaj odnosno kondenzator i relej su uključeni u kompresorsku razvodnu kutiju) i 230V / 1 faza / 50 Hz za ventilator.

Struja pokretanja trofaznog Maneurop® kompresora se može smanjiti korištenjem mekog upuštača. Za ove kompresore preporuča se CI-tronic™ meki upuštač model MCI-C. Potezna struja se smanjuje za 40%, ovisno o modelu kompresora i vrsti starta. Uslijed toga smanjuje se i mehaničko opterećenje kod starta čime se produljuje vijek trajanja unutarnjih dijelova.

Za detaljnije informacije o CI-tronic™ MCI-C starteru molimo kontaktirajte lokalni Danfoss ured. Broj startova kompresora je ograničen na 12 na sat u standardnim radnim uvjetima. Prilikom korištenja MCI-C startera preporuča se postupak izjednačenja tlaka.

Hermetički kompresori

Potpuno hermetički zabrtvljeni modeli kompresora TL, FR, NL, SC i SC-TWIN imaju ugrađenu zaštitu namotaja. Ukoliko se zaštita aktivira, vrijeme isključenja traje do 45 min, i to kao posljedica akumulacije topline u motoru.

Jednofazni Maneurop® kompresori, modeli MTZ i NTZ, imaju unutarnju zaštitu praćenjem temperature / struje pomoću bimetalnog osigurača, koji prati struju starta i normalnog rada te temperaturu namotaja.

Trofazni Maneurop® klipni kompresori, modeli MTZ i NTZ su zaštićeni od previsoke struje i temperature pomoću unutarnje zaštite motora. Zaštita se nalazi u zvjezdastom spoju s namotajem i istovremeno otvara sve 3 faze preko bimetalne pločice. Ako se kompresor preko istog isključi potrebno je do 3 sata da započne reaktivacija.



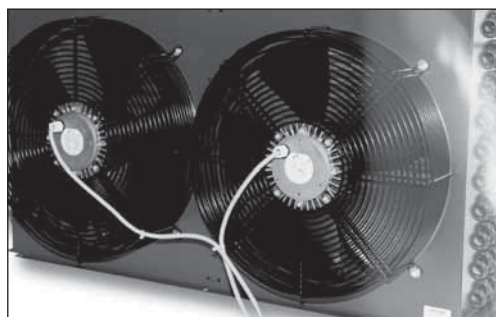
Am0_0002

Ukoliko motor ne radi, mjerenjem otpora može se utvrditi da li je zastoj nastao uslijed izbacivanja zaštite namotaja ili prekinutog strujnog kruga, tj. kvara na namotu.

Kondenzatori i ventilatori

Visokoefikasni kondenzatori omogućuju primjenu na višim temperaturama okoliša. Ovisno o temperaturi kondenzacije u radu su jedan ili dva ventilatora.

Dodatno, ventilatori se mogu opremiti npr. Danfoss Saginomiya regulatorom za promjenjivu brzinu okretaja, i to modelom RGE. On omogućuje kvalitetnu regulaciju tlaka kondenzacije i smanjuje buku. Ventilatori se isporučuju sa samopodmazivim ležajevima čime se osigurava dugotrajan rad bez potrebe za servisom.



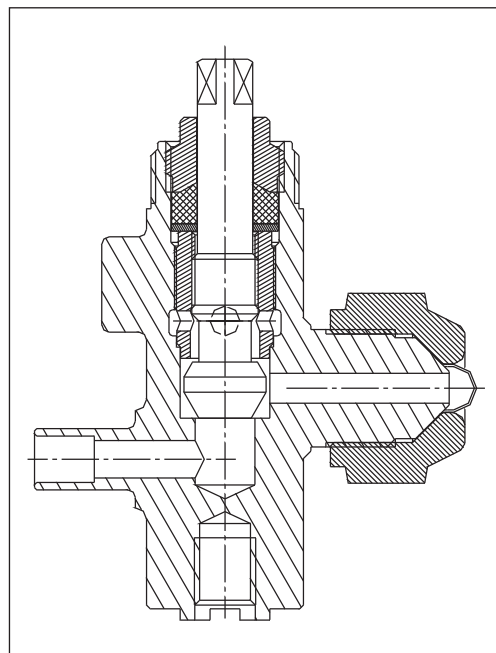
Am0_0003

Zaporni ventili

Danfoss kondenzacijske jedinice se isporučuju sa zapornim ventilima na usisnoj i kapljevinskoj strani.

Zaporni ventili kondenzacijskih agregata sa jednocilindarskim kompresorima (modeli TL, FR, NL, SC i SC-TWIN) se zatvaraju okretanjem vretena u smjeru kazaljke na satu prema lemnom spoju. Tako se omogućuje protok prema priključku za manometar i navojnom priključku. Ukoliko okrenete vreteno suprotno od kazaljke na satu do kraja, tada se zatvara priključak na manometar. Protok se omogućuje između lemnog i navojnog priključka. U srednjem položaju omogućuje se protok kroz sva tri priključka. Prateći lemní adapteri zamjenjuju navojne i tako čine sustav hermetičkim.

Zaporni ventili kondenzacijskih agregata sa Maneurop® klipnim kompresorima (modeli MTZ i NTZ) su direktno ugrađeni na usisne i tlačne rotolock priključke kompresora i sakupljača. Usisni ventil se isporučuje sa dugim i ravnim cijevima tako da se lemnno spajanje može obaviti bez rastavljanja Rotolock ventila.



Am0_0004

Sakupljač
Spremnik za održavanje tlaka

Spremnik tekućine sa ekspanzijskim ventilom se tvornički ugrađuje u Danfoss kondenzacijske agregate.

Ekspanzijski ventil regulira razinu u sakupljaču reguliranjem protoka radne tvari. Sakupljači volumena 3 l na više opremljeni su Rotolock ventilima.



Am0_0005

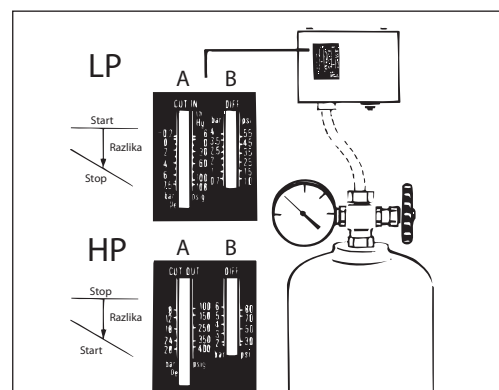
Razvodna kutija

Danfoss kondenzacijske jedinice su potpuno tvornički ožičene i opremljene razvodnom kutijom. Tako se jednostavno mogu spojiti napajanje i dodatna električna ožičenja. Razvodna kutija na kondenzacijskim jedinicama sa Maneurop® kompresorima je opremljena sa utikačem kod kojeg se vijkom pričvršćuje

napajanje i upravljanje. Električni priključci za svaku komponentu (kompresor, ventilatori, PTC, tlačni prekidač) se nalaze u ovoj kutiji. Na poklopcu kutije nalazi se shema spajanja. Ove kutije imaju stupanj zaštite IP 54.

Sigurnosno praćenje tlaka

Danfoss kondenzacijske jedinice se mogu naručiti sa sigurnosnim tlačnim prekidačima KP 17 (W,B ...). Kondenzacijske jedinice koje se ne isporučuju sa tvornički ugrađeni tlačnim prekidačima, u sustavima sa termostatskim ekspanzijskim ventilima (EN 378) moraju imati postavljenu tlačnu sklopku barem na visokotlačnoj strani.



Am0_0006

Preporučuju se slijedeća podešenja:

Radna tvar	Niskotlačna strana		Visokotlačna strana	
	Uključenje (bar)	Isključenje (bar)	Uključenje (bar)	Isključenje (bar)
R407	2	1	21	25
R404A/R507 MBP	1.2	0.5	24	28
R404A/R507 LBP	1	0.1	24	28
R134a	1.2	0.4	14	18

Postavljanje

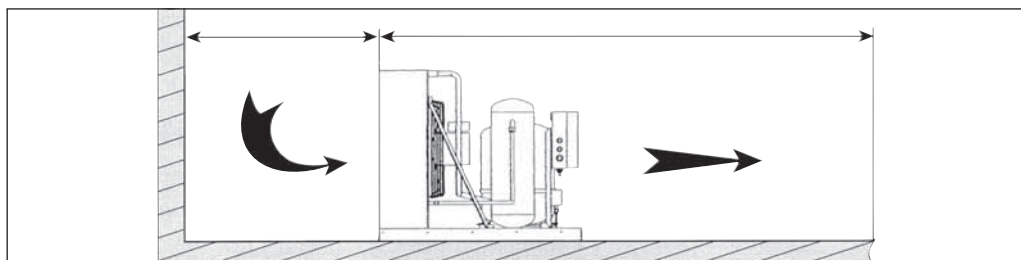
Danfoss Kondenzacijske jedinice moraju biti postavljene u ventiliran prostor.

Mora se osigurati dovoljno svježeg zraka na ulaznom kraju kondenzatora.

Dodatno, potrebno je osigurati da nema poprečnog strujanja između svježeg i izlaznog zraka.

Motor ventilatora mora biti spojen na taj način da smjer strujanja zraka bude od kondenzatora prema kompresoru.

Za optimalan rad kondenzacijskog agregata nužno je povremeno očistiti kondenzator.



Am0_0007

Zaštitno kućište protiv vremenskih utjecaja

Danfoss kondenzacijske jedinice koje se postavljaju na otvorenom moraju biti natkrivene i imati kućište otporno na vremenske utjecaje. Kao opcija može se isporučiti visokokvalitetna kućišta otporna na vremenske utjecaje. Kataloške brojeve možete pronaći u cjeniku ili možete kontaktirati Vaš lokalni Danfoss ured.



Am0_0008

Pažljiva ugradnja

Sve više sustava za komercijalno hlađenje i klimatizaciju je opremljeno sa hermetičkim

kompresorima. Stoga se pred takve sustave postavljaju visoki zahtjevi na kvalitetu ugradnje.

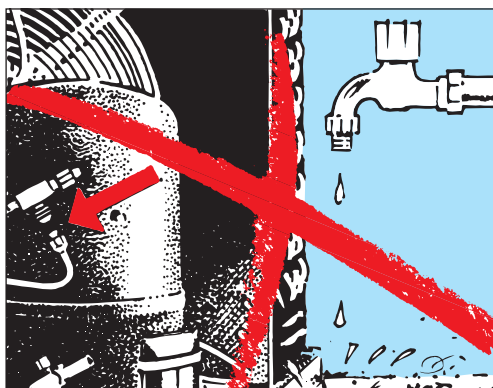
Onečišćenje i vanjske čestice

Različita onečišćenja i vanjske čestice imaju najveći utjecaj na funkcionalnost i vijek trajanja rashladnog postrojenja. Tijekom ugradnje može doći do slijedećih vrsta onečišćenja sustava:

- Različiti talozi tijekom lemljenja (oksidi)
- Ostaci lema
- Vлага i vanjski plinovi
- Strugotina i bakreni komadići od obrade cijevi

Iz tih razloga Danfoss preporuča slijedeće mjere:

- Koristite samo čiste i suhe bakrene cijevi te komponente koje zadovoljavaju zahtjeve DIN 8964
- Danfoss Vam nudi sveobuhvatan i cjelovit spektar proizvoda za rashladnu automatiku. Za dodatne informacije molimo kontaktirajte lokalni Danfoss ured.



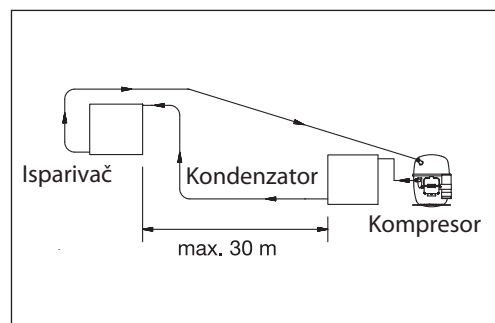
Ac0_0010

Postavljanje cjevovoda

Prilikom postavljanja cjevovoda potrebno je složiti najkraći i najkompaktniji cjevovod. Područja poput zamki za ulje gdje se ono može akumulirati u svakom slučaju treba izbjegavati.

Prikaz cjevovoda kondenzacijskih agregata sa jednocilindarskim kompresorima modeli TL, FR, NL, SC i SC-TWIN)

1. **Kondenzacijski agregat i isparivač su postavljeni na istoj visini**
Usisni vod mora biti položen blago dolje prema kompresoru. Maksimalno dozvoljena udaljenost između kondenzacijskog agregata i isparivača je 30 m.



Am0_0010

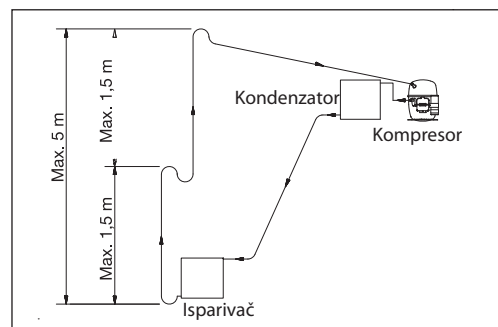
	Usisni vod	Tekućinski vod
	Promjer bakrene cijevi	
TL	8	6
FR	10	6
NL	10	6
SC	10	8
SC-TWIN	16	10

Prikaz cjevovoda kondenzacijskih agregata sa jednocilindarskim kompresorima modeli TL, FR, NL, SC i SC-TWIN) (nastavak)

Sa osiguranje povrata ulja preporučuju se slijedeća područja za usisni i kapljevinski cjevovod:

2. Kondenzacijski agregat je postavljen iznad isparivača.

Idealna visinska razlika između isparivača i kondenzacijskog agregata je maksimalno 5 m. Među njima duljina cjevovoda ne bi trebala prelaziti 30 m. Iznad i ispod razine agregata treba postaviti zamke za ulje u vidu dvostrukih cijevnih lukova. To se vrši U-lukom u donjem kraju i P lukom na gornjem kraju vertikalne. Udaljenost među lukovima je maksimalno 1,5 m. Za osiguranje povrata ulja preporučaju se slijedeći promjeri usisnog i kapljevinskog cjevovoda:

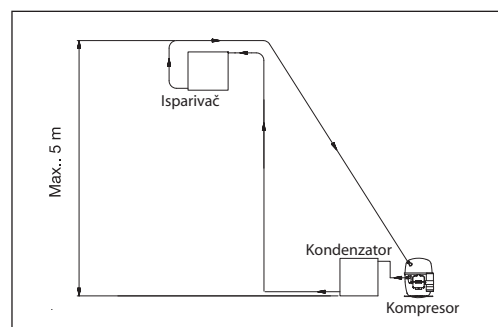


Am0_0011

	Usisni vod	Tekućinski vod
	Promjer bakrene cijevi	
TL	8	6
FR	10	6
NL	10	6
SC 12/15	10	8
All other SCs	12	8
SCTWIN	16	10

3. Kondenzacijski agregat je postavljen ispod isparivača.

Idealna visinska razlika između isparivača i kondenzacijskog agregata je maksimalno 5 m. Među njima duljina cjevovoda ne bi trebala prelaziti 30 m. Iznad i ispod razine agregata treba postaviti ulje klopke u vidu dvostrukih cijevnih lukova ("sifona").. To se vrši U-lukom u donjem kraju i P lukom na gornjem kraju vertikalne. Udaljenost među lukovima je maksimalno 1,5 m. Za osiguranje povrata ulja preporučaju se slijedeći promjeri usisnog i kapljevinskog cjevovoda:

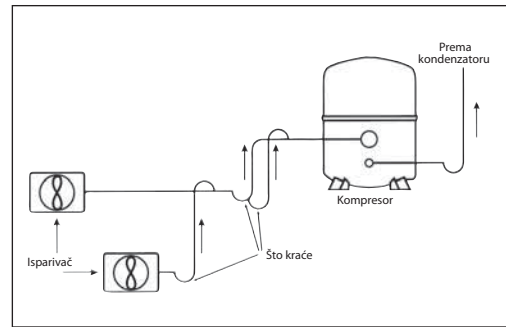


Am0_0012

	Usisni vod	Tekućinski vod
	Promjer bakrene cijevi	
TL	8	6
FR	10	6
NL	10	6
SC	12	8
SCTWIN	16	10

Prikaz cjevovoda kondenzacijskih agregata sa hermetičkim Manerurop® klipnim kompresorima, 1 - 2 - 4 cilindra

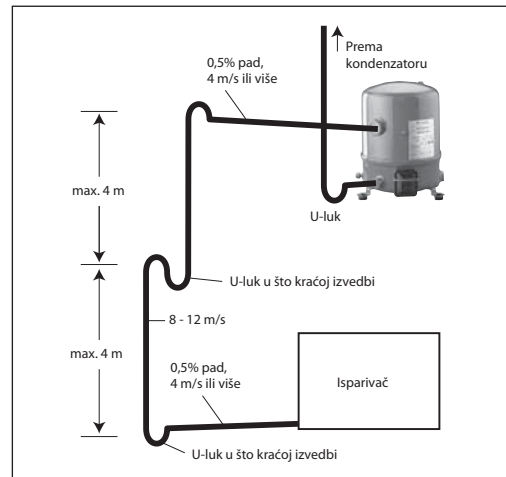
Cijevi bi trebale biti položene tako da budu fleksibilne (raspršene u tri ravnine ili kao „zmija“). Prilikom polaganja treba ići za tim da cjevovodni sustav bude što kraći i kompaktniji.



Am0_0013

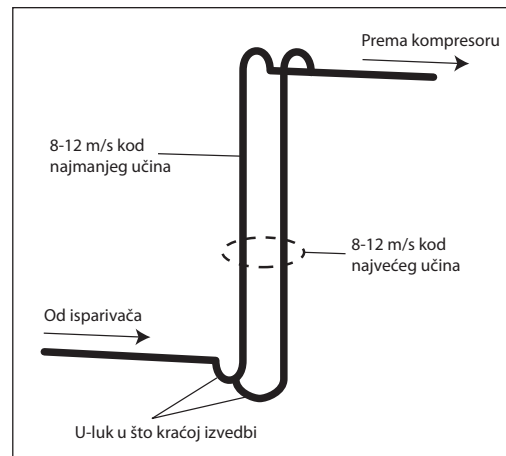
Nisko postavljene cijevi (koje bi se ponašale kao zamke za ulje) treba izbjegavati. Horizontalni cjevovodi bi trebali biti položeni prema dolje u smjeru kompresora. Kako bi se osigurao povrat ulja brzina na usisu prije vertikala mora biti najmanje 8-12 m/s.

Brzina u horizontalnim dijelovima usisne grane ne smije padati ispod 4 m/s. Vertikalne usisne cijevi moraju biti sa ugrađenim uljnim klopka (kao na slici). Maksimalni razmak između dvije uljne klopke ne smije prelaziti 4 m.



Am0_0014

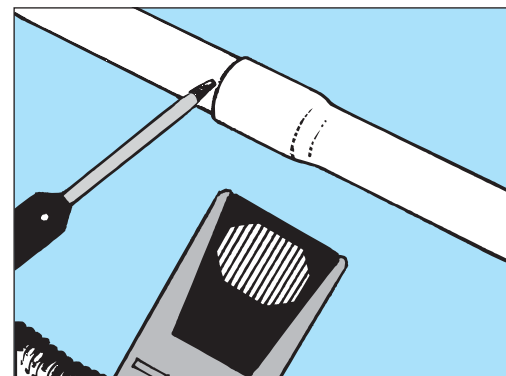
Ukoliko je isparivač ugrađen iznad kondenzacijskog agregata, mora se osigurati da tijekom prekida rada ne dođe do ulaza kapljevite radne tvari u kompresor. Za sprečavanje pojave kondenziranih kapljica i preveliko pregrijanje usisnog plina potrebno je izolirati usisni cjevovod. Podešavanje pregrijanja usisnog plina se svaki puta posebno podešava. Detaljnije informacije možete vidjeti u odlomku „Maksimalno dozvoljene temperature“.



Am0_0015

Provjera na propuštanje

Danfoss kondenzacijske jedinice su tvornički ispitane helijem na propuštanje. Također, punjene su zaštitnim plinom kojeg treba odstraniti prije puštanja u pogon. Nadalje, cijeli rashladni sustav mora biti provjeren dušikom na propuštanje. Ventili na usisu i kapljevinskom cjevovodu tijekom testiranja moraju biti zatvoreni. Korištenje obojenih sredstava za provjeru propuštanja će poništiti jamstvo.

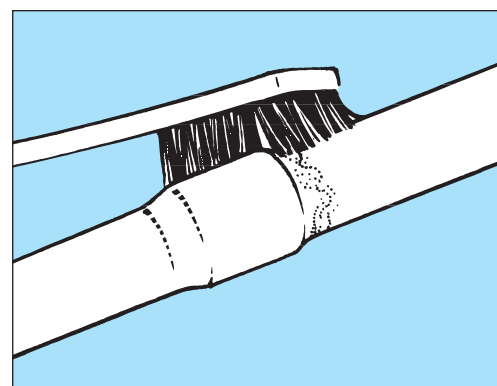


Ac0_0030

Lemljenje

Najčešće korišteni lemnji materijali su legure od 15% srebra, zatim bakra, cinka i kositra, tj. „srebrnog lema“. Točka taljenja je između 655°C i 755°C. Obložen srebrni lem sadrži u sebi prašak potreban za lemljenje. Prašak se nakon lemljenja uklanja.

Srebrni lem se može koristiti za spajanje različitih materijala, npr. čelika i bakra. 15%-tni srebrni lem je dovoljan za spajanje bakar/bakar.



Ac0_0021

Zaštitni plin

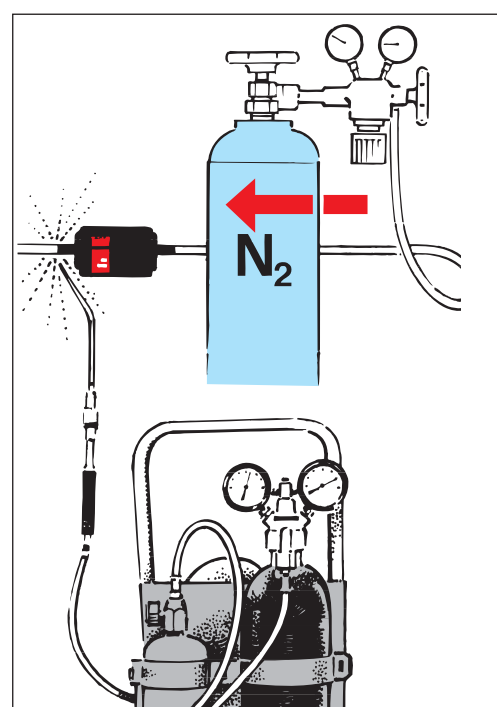
Pri visokim temperaturama lemljenja pod utjecajem okolišnog zraka može doći do stvaranja oksidacijskih produkata.

Stoga tijekom lemljenja kroz sustav mora strujati zaštitni plin. Kroz cijevi se pušta slaba struja suhog i inertnog plina.

Lemljenje počinjete samo onda kada u dotičnoj komponenti nema zaostalog zraka. Postupak započnite sa jakom strujom zaštitnog plina čiju jačinu na početku lemljenja smanjite na minimum.

Tijekom cijelog postupka lemljenja treba se održavati slab protok zaštitnog plina.

Lemljenje se obavlja dušikom i plinom uz mali plamen. Lem nanosite samo onda kada se dostigne točka taljenja



Ac0_0019

Račvasti plamenik



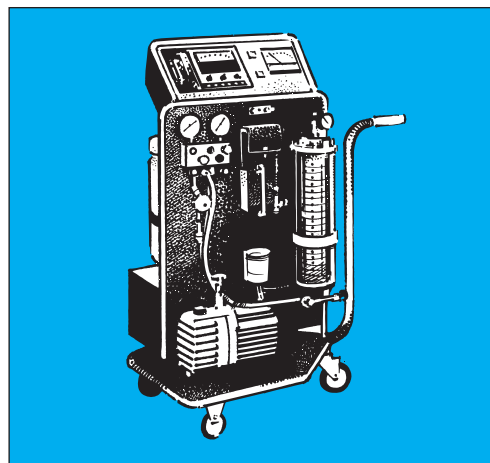
Am0_0018

Vakumiranje i punjenje

Vakuumpumpa bi trebala postići usisni tlak od otprilike 0,67 bar, i to u dvije faze ukoliko je moguće.

Vlažnost, okolišni zrak i zaštitni plin se obavezno moraju ukloniti. Ako je moguće koristite dvostrano vakumiranje, i to na usisnoj strani i kapljevinskoj strani kondenzacijskog agregata.

Koristite priključke na usisnoj i tlačnoj strani kondenzacijskog agregata.



Ac0_0023

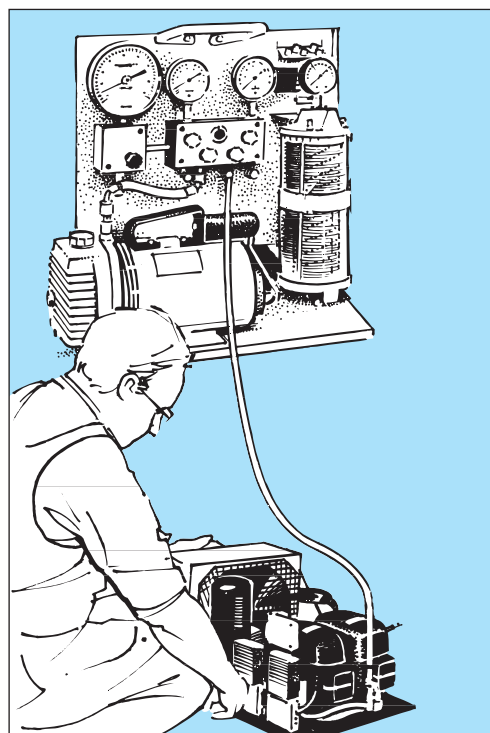
Kod punjenja sustava koristite pokazivač nivoa, cilindar za punjenje i/ili skaluzu za manje uređaje. Radna tvar se može napuniti u tekućinski cjevovod u obliku kapljevine ukoliko se postavi ventil za punjenje.

Inače, radna tvar se u sustav unosi u obliku plina preko zapornog ventila na usisnoj strani dok je kompresor u radu.

Imajte na umu da su radne tvari R404A, R507 i R407 smjese.

Proizvođači radnih tvari preporučuju da se R507 puni kao kapljevina ili plin dok se R404A i R407C trebaju puniti u kapljevitoj fazi. Stoga se ove radne tvari moraju puniti korištenjem zapornih ventila.

Ukoliko nije poznata količina napunjene radne tvari nastavite s punjenjem sve dok u kontrolnom staklu ne nestanu mjehurići. Tijekom punjenja morate obratiti pažnju na praćenje temperatura kondenzacije i usisnog plina, i to kako bi se očuvali normalni temperaturni uvjeti.



Ac0_0028

Molimo pregledajte postupke za vakumiranje i punjenje Danfoss kondenzacijskih jedinica sa jednocilindarskim kompresorima, modeli TL, FR, NL, SC i SC-TWIN

Kod vakumiranja obje vanjske cjevčice su spojene na servisno napajanje, a kondenzacijska jedinica se vakumira pomoću otvorenih zapornih ventila 1 i 2.

Nakon vakumiranja oba ventila (4 i 5) su spojeni na servisnu bateriju. Samo tada je vakuum pumpa isključena.

Boca s radnom tvari se spaja na srednji priključak servisne baterije 3, punjenje se pažljivo ventilira.

Odgovarajući ventil na servisnoj bateriji 4 se otvara i sustav se puni preko manometarskog priključka na zapornom ventilu usisa, i to uz maksimalno radno punjenje kompresora.

vakumiranje i punjenje
(nastavak)
Molimo pregledajte postupke za vakumiranje i punjenje Danfoss kondenzacijskih jedinica sa hermetičkim Manerurop® klipnim kompresorima MTZ i NTZ.

Preporuča se slijedeći tijek vakumiranja:

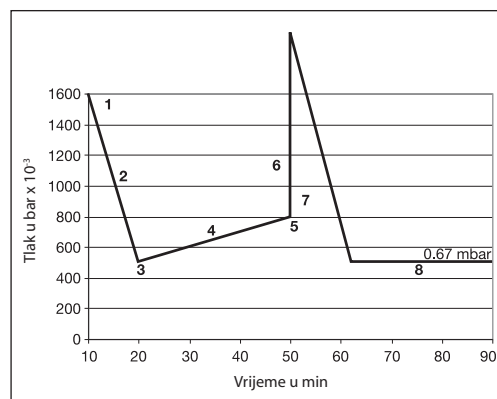
1. Servisni ventil na kondenzacijskom agregatu moraju biti zatvoreni.
2. Nakon provjere propuštanja trebalo bi obaviti dvostrano vakumiranje korištenjem vakuumpumpe do 0,67 mbar (apsolutno)

Preporuča se korištenje spojnih cijevi sa velikim protokom, te njihovo spajanje na servisne ventile.

3. Kada se dosegne vakuum od 0,67 mbar sustav se odvaja od vakuumpumpe. U slijedećih 30 minuta tlak ne smije rasti. Ukoliko tlak brzo raste, to znači da negdje dolazi do propuštanja.

Tada se mora obaviti nova provjera propuštanja i vakumiranje (nakon 1). Ukoliko tada tlak lagano raste znači da postoji prisutnost vlage. Ukoliko je to slučaj, ponovite vakumiranje (nakon 3).

4. Otvorite servisne ventile na kondenzacijskom agregatu i otpustite vakuum pomoću dušika. Ponovite postupke 2 i 3.



Am0_0019

Opći podaci:

Kompresor se smije uključiti samo ako nije postignut vakuum.

Ukoliko kompresor radi u vakuumu, postoji opasnost od pojave iskre na namotajima motora.

Prelazak maksimalno dozvoljenog punjenja

Ukoliko je radna tvar u sustav napunjena u prekomjernoj količini moraju se poduzeti neke preventivne mjere.

Maksimalni kapacitet punjenja se može pronaći u tehničkim podacima i/ili uputama za ugradnju Danfoss kompresora. Ukoliko postoje neke nepoznanice, lokalni Danfoss ured Vam stoji na raspolaganju.

Jednostavno i brzo rješenje za sprečavanje istiskivanja radne tvari tijekom zastoja rada je korištenje grijača kartera.

**Prelazak maksimalno
dozvoljenog punjenja**
(nastavak)

Za Danfoss kondenzacijske jedinice sa jednocilindarskim kompresorima, modeli TL, FR, NL, SC i SC-TWIN treba koristiti slijedeće veličine grijača kartera:

- Grijač kartera za TL/FR/NL 35 W, kataloški broj 192H2096
- Grijač kartera za SC/SC_TWIN 55 W, kataloški broj 192H2095

Grijači kućišta se moraju ugraditi direktno iznad zavarenog spoja. ZA TWIN kompresore oba moraju posjedovati grijače kućišta. Električno priključenje obavlja se prema slijedećem:

Za aktivirane glavne sklopke preklopni kontakt termostata (npr. KP 61) preuzima sklopnu funkciju, tj. kompresor isključen - grijač uključen, i obrnuto. Grijač kućišta se također mora uključiti 2-3 sata prije pokretanja sustava nakon dugog trajanja prekida rada sustava.

Za podešenje vanjskih kondenzacijskih jedinica preporučljivo je koristiti grijače kućišta. Pritom molimo obratite pažnju na upute za ugradnju ožičenja.



Am0_0020

Za Danfoss kondenzacijske jedinice sa hermetičkim 1, 2 i 4 cilindarskim Maneurop® klipnim kompresorima, modeli MTZ i NTZ, dolazi standardno ugrađen samoregulirajući grijač kartera PTC 35 W.

Samoregulirajući PTC grijač štiti radnu tvar od istiskivanja tijekom razdoblja zastoja rada. Međutim, najpouzdanija zaštita je pružena kada je temperatura ulja 10 K iznad temperature zasićenja radne tvari.

Poželjno je provjeriti da li je temperatura ulja dovoljno visoka za najvišu i najnižu temperaturu okoliša.

Za kondenzacijske jedinice koje su smještene u okolišu i izložene niskim temperaturama, te za rashladne aplikacije s velikom količinom radne tvari poželjno je ugraditi dodatan, pojasni grijač.

Grijač se ugrađuje što bliže sifonu ulja kako bi se osigurao dovoljan prijelaz topline na ulje. Pojasni grijači nisu samoregulirajući.

Pretpostavljamo da se regulacija vrši tako da se grijač pali nakon isključenja kompresora i obrnuto.

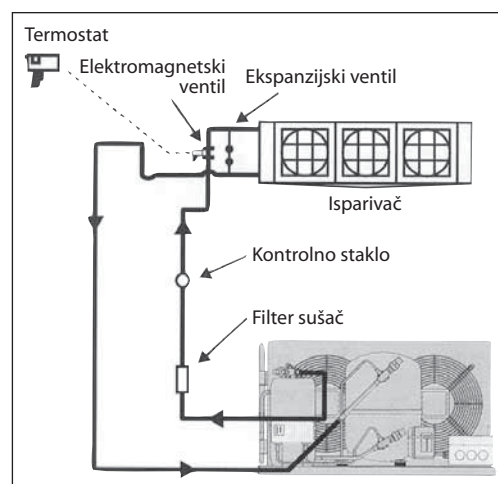
Ove mjere sprečavaju kondenzaciju radne tvari u kompresoru. Mora se imati na umu da se grijač kartera uključuje na najmanje 12 sati prije starta kompresora, bez obzira da li je kondenzacijska jedinica restartana nakon dugo vremena.

„Prelazak na odpumpavanje („pump-down“)

Ukoliko nije moguće održati temperaturu ulja na 10 K iznad temperature zasićenja radne tvari korištenjem grijača kartera, i to tijekom zastoja kompresora ili uslijed povrata kapljevine, tada se koristi odpumpavanje („pump-down“ postupak). Postupak se obavlja pri niskim tlakovima i nužan je kako ne bi došlo do raspršivanja radne tvari.

Elektromagnetski ventil na tekućinskom vodu je upravljani termostatom. Ukoliko se zatvori, kompresor ima usis pri niskom tlaku toliko dugo dok sklopka niskog tlaka ne isključi kompresor.

Pomoću prebacivanja na odpumpavanje („pump-down“ postupak) aktiviranje niskotlačne sklopke mora biti podešeno tako da tlak uključivanja bude niži od tlaka zasićenja radne tvari pri najnižim temperaturama okoliša na kondenzacijskoj jedinici isparivaču.



Am0_0021

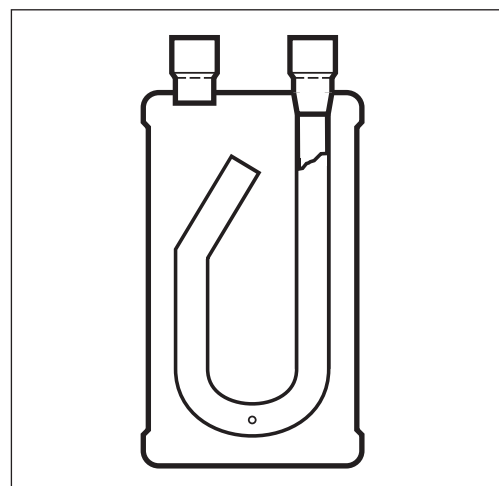
Odvajač tekućine pruža zaštitu od raspršivanja radne tvari tijekom pokretanja, samog rada ili nakon procesa odleđivanja vrućim plinom.

Odvajač tekućine štiti od raspršivanja radne tvari tijekom razdoblja zastoja, kada je povećan unutarnji slobodni volumen na kraju usisa.

Odvajač tekućine mora biti ugrađen u skladu sa uputama proizvođača.

Danfoss preporuča da kapacitet zadržavanja ne bi trebao biti ispod 50% cjelokupnog punjenja sustava.

Odvajač tekućine se ne bi smio koristiti u sustavima koji su punjeni zeotropnim smjesama, kao npr. R407C.



Am0_0022

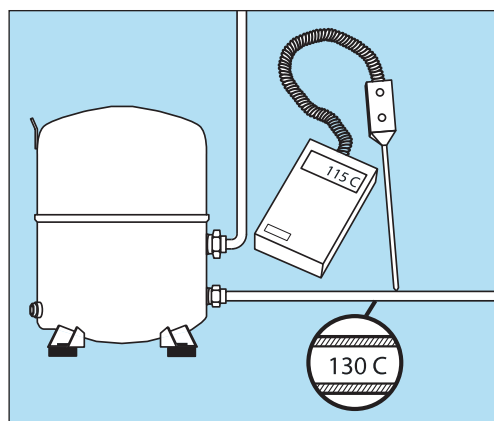
Maksimalno dopuštene temperature

Za Danfoss kondenzacijske jedinice sa jednocilindarskim kompresorima, (modeli TL, FR, NL, SC i SC-TWIN), pregrijanje na isparivaču treba biti između 5 i 12 K (mjereno osjetnikom ekspanzijskog ventila, odnosno pripadajućom temperaturom za mjereni tlak na manometru).

Maksimalna temperatura povratnog plina mjenog na ulazu u kompresor je 45°C. Nedvojbeno visoko pregrijanje ulaznog plina vodi i do visoke temperature plina u tlačnom vodu.

Temperatura plina u tlačnom vodu ne smije preći 135°C za SC kompresore i 130°C za TL,NL i FR kompresore.

Temperatura u cijevi se mjeri na 50 mm od priključka na kompresor.



Am0_0023

Za Danfoss kondenzacijske jedinice sa hermetičkim Maneurop® klipnim kompresorima (modeli MTZ i NTZ), pregrijanje na isparivaču treba biti između 5 i 12 K (mjereno osjetnikom ekspanzijskog ventila)

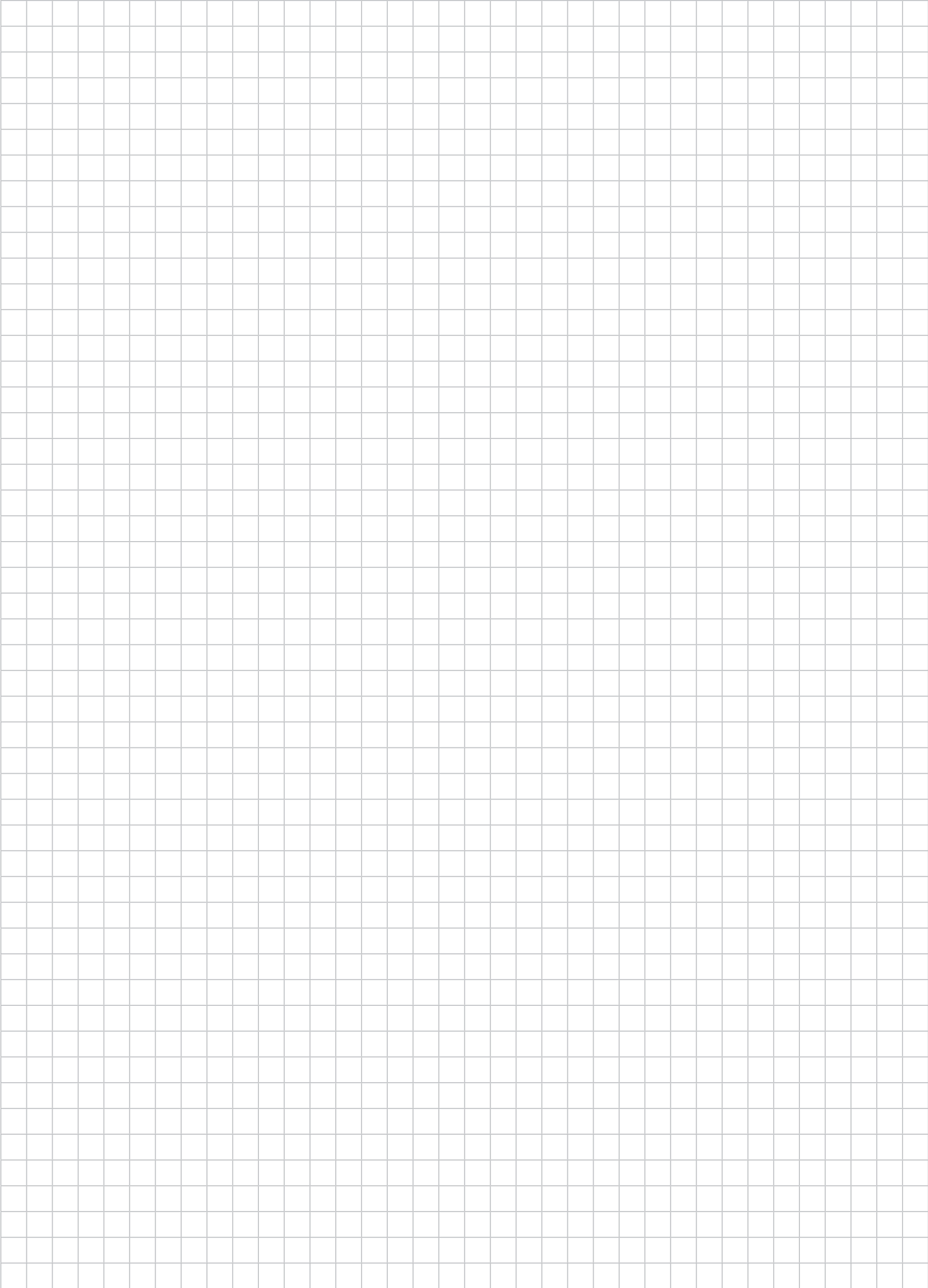
Maksimalna temperatura povratnog plina mjenog na ulazu u kompresor je 30°C.

Visoka vrijednost pregrijanja ulaznog plina nedvojbeno vodi do rapidnog povećanja temperature izlaznog plina, čija vrijednost ne smije preći 130°C.

Za posebnu primjenu (sustavi sa više isparivača) preporuča se ugradnja odvajača ulja u tlačni cjevovod.

Sadržaj	Stranica broj
1.0 Općenito	97
1.1 Otkrivanje kvara	97
1.2 Zamjena termostata	98
1.3 Zamjena električne opreme	99
1.4 Zamjena kompresora	99
1.5 Zamjena radne tvari	99
2.0 Pravila kod servisnih radova	101
2.1 Otvaranje sustava.....	101
2.2 Lemljenje sa zaštitnim plinom.....	102
2.3 Filter sušač	102
2.4 Nakupljanje vlage tijekom popravka	103
2.5 Priprema kompresora i električne opreme	103
2.6 Lemljenje	104
2.7 Vakumiranje.....	105
2.8 Vakuumpumpa i vakuum-metar	105
3.0 Rukovanje radnim tvarima	106
3.1 Punjenje radnom tvari.....	106
3.2 Maksimalno punjenje sustava	106
3.3 Ispitivanje	107
3.4 Ispitivanje na propuštanje	107
4.0 Zamjena neispravnog kompresora	108
4.1 Priprema komponenti	108
4.2 Uklanjanje punjenja	108
4.3 Uklanjanje neispravnog kompresora	108
4.4 Uklanjanje ostatka radne tvari	108
4.5 Uklanjanje filter sušača	108
4.6 Čišćenje lemnih spojeva i ponovno sastavljanje	108
5.0 Prelazak sa R12 na druge radne tvari	109
5.1 Zamjena R12 sa alternativnim radnim tvarima	109
5.2 Zamjena R12 sa R134a	109
5.3 Zamjena R134a sa R12	109
5.4 Zamjena R502 sa R404A	109
6.0 Sustavi kontaminirani vlagom	110
6.1 Mali stupanj kontaminacije	110
6.2 Velik stupanj kontaminacije	110
6.3 Sušenje kompresora.....	111
6.4 Punjenje ulja	111
7.0 Gubitak punjenja radne tvari	112
8.0 Pregaranje motora kompresora	113
8.1 Kiselost ulja	113
8.2 Pregoreni sustav	113

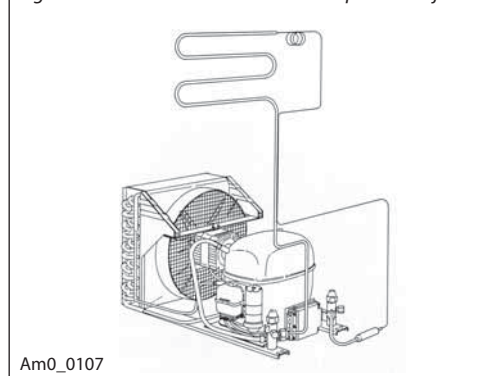
Zabilješke



**1.0
Općenito**

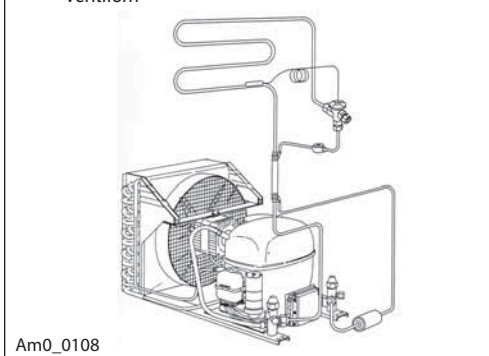
Popravak hladnjaka i zamrzivača zahtijeva kvalificiranog tehničara koji će učinkovito popraviti sustav bez obzira na vrstu hladnjaka. Prije servisni radovi i popravci nisu bili obuhvaćeni regulativama, no sada jesu zbog uvođenja novih radnih tvari.

Fig. 1: Hermetički rashladni sustav sa kapilarnim cijevima



Slika 1 pokazuje hermetički rashladni sustav sa kapilarnim cijevima kao prigušnim tijelom. Ovaj sustav se koristi u kućanstvu i malim komercijalnim hladnjacima, vitrinama za sladoled i hladnjacima za boce. Slika 2 pokazuje rashladni sustav sa termostatskim ekspanzijskim ventilom. Ovaj sustav se koristi u komercijalnim rashladnim postrojenjima.

Fig. 2: Hermetički rashladni sustav sa ekspanzijskim ventilom



Popravak i servis su zahtjevniji od ponovnog sklapanja, i to zbog toga što su radni uvjeti na terenu puno teži od onih u proizvodnom pogonu ili radionici.

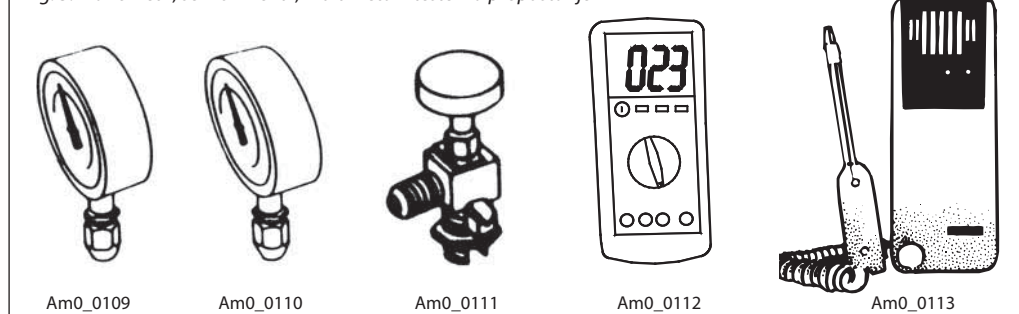
Prvi uvjet za uspješan servis je da serviseri imaju potrebne kvalifikacije, tj. kvalitetno znanje, poznavanje proizvoda, preciznost i intuiciju. Svrha ovog vodiča je unapređenje znanja o popravcima prolaskom kroz osnovna pravila. Osnovna namjena je vezana na popravak rashladnih sustava u kućanstvu, no mnoge procedure se mogu primijeniti i na komercijalne hermetičke rashladne sustave.

**1.1
Otkrivanje kvara**

Prije poduzimanja bilo kakvih mjera na rashladnom sustavu koji je fazi popravka najprije sve treba pravilno isplanirati, tj. moraju biti dostupne sve komponente i materijal za popravak. Da se to planiranje pravilno izvrši potrebno je znati uzrok kvara u sustavu. Na slici je prikazan sav potreban alat za otkrivanje kvara: manometri za usis i tlak, servisni ventili, multimetar (napon, struja i otpor) te tester za propuštanje. U mnogim slučajevima kvar se

može otkriti prema iskazu korisnika ili se barem može dobiti neka dijagnoza koja bi dovela do otkrivanja kvara. Uglavnom, serviser mora imati potrebno predznanje o funkcioniranju sustava te mora imati dostupan sav materijal i alat. Cijeli postupak otkrivanja kvarova ovdje neće biti detaljno opisan, međutim, u nastavku će biti spomenuti najčešći kvarovi kada se kompresor ne može pokrenuti.

Fig. 3: Manometri, servisni ventil, multimetar i tester za propuštanje


Izbačena glavna sklopka

Potencijalni kvar može biti u neispravnoj fazi, a to zna biti uslijed kvara u namotu motora ili njegovoj zaštiti. Također može biti da je došlo do kratkog spoja ili pak pregorenoj žici ulaznog kabela u kompresor. Ove greške zahtijevaju zamjenu kompresora.

Kompresor

Može doći do pogrešnog odabira motora i startnog uređaja. Motor i zaštita namotaja mogu biti u kvaru, a kompresor može biti u mehaničkoj blokadi.

Najčešći razlozi za smanjen rashladni učin su nakupine gareža i bakra uslijed djelovanja vlage i nekondenzirajućih plinova u sustavu.

Oštećene brtve i sjedišta ventila mogu se obrazložiti previsokim vršnim tlakovima koji mogu dovesti i do hidrauličkog udara u kompresoru. Ovi problemi mogu biti povezani sa prevelikim punjenjem sustava ili blokadom kapilarne cijevi.

1.1 Otkrivanje kvara (nastavak)

Problemi u kompresoru mogu biti uslijed previsokog tlaka ili preslabog napajanja. Neizjednačen tlak izaziva izbacivanje zaštite namotaja nakon svakog starta, te će s vremenom izazvati pregaranje namotaja motora. Ventilator koji je u kvaru također može utjecati na opterećenje kompresora i izazvati izbacivanje zaštite motora ili pak puknuće brtvi.

U slučaju neuspješnog starta te pokretanja hladnog kompresora može proći 15 minuta da zaštita namotaja izbacuje kompresor. Ukoliko zaštita izbacuje kompresor je topao može proći i do 45 minuta da se opet pokrene.

Prije početka sustavnog traženja kvara dobro je isključiti kompresor barem na 5 minuta. U tom vremenu se omogućuje da se PTC startni uređaj dovoljno ohladi da može ponovno pokrenuti kompresor.

Ukoliko dođe do kratkotrajnog prekida napajanja u prvih par minuta rashladnog procesa može biti da je došlo do međudjelovanja između PTC-a i zaštite. Kompresor sa PTC-om ne može startati u sustavu koji nije tlačno izjednačen, a PTC se ne može tako brzo ohladiti. U nekim slučajevima potrebno je i sat vremena da dođe do ponovnog starta.

Visokotlačni i niskotlačni prekidači
Izbacivanje visokotlačnog prekidača može biti uslijed previsokog tlaka kondenzacije, i to vjerojatno zbog manjka hlađenja ventilatorom. Izbacivanje niskotlačnog prekidača se događa zbog manjka punjenja radne tvari, propuštanja u sustavu, hvatanja leda na isparivaču ili djelomični blokade ekspanzijskog uređaja.

Ovo izbacivanje može biti i zbog mehaničkog kvara, krivih postavki, krivog podešenja tlaka izbacivanja ili nepravilnog toka tlaka u sustavu.

Termostat

Neispravan ili pogrešno podešen termostat može uzrokovati izbacivanje kompresora. Ukoliko termostat izgubi punjenje u osjetniku ili ako je podešena temperatura previsoka, kompresor se neće pokrenuti. Kvar može biti prouzročen i krivim električnim spojem.

Premalena diferencija (temperaturna razlika uključanja i isključenja) će uzrokovati premalene periode mirovanja kompresora, a u spoju sa LST kompresorom će dovesti i do problema sa startom.

Također vidite odlomak „1.2 Zamjena termostata“.

Za više detalja pogledajte poglavlje „Otkrivanje kvarova u rashladnim sustavima sa hermetičkim kompresorima“

Prije otvaranja sustava nužno je precizno otkriti uzrok kvara, posebno prije nego li uklonite kompresor. Popravci unutar samog sustava su relativno skupi. Prije otvaranja starog rashladnog sustava možda bi bilo poželjno provjeriti da li je kompresor blizu isteka trajanja.

Procjena kompresora vrši se pregledom punjenja ulja. Malo ulja se odlije u čistu čašu i uspoređuje sa istim ali novim uljem. Ukoliko je staro ulje tamno, mutno i sadrži nečistoće, kompresor bi trebalo zamijeniti.

1.2 Zamjena termostata

Prije zamjene kompresora bilo bi dobro provjeriti termostat.

Jednostavan test se radi kratkim spajanjem termostata, tako da kompresor direktno dobije napajanje. Ukoliko kompresor u takvim uvjetima može raditi, potrebno je zamijeniti termostat.

Prilikom zamjene najvažnije je pronaći odgovarajući termostat, što bi moglo predstavljati problem za većinu modela na tržištu. Kako bi se ovaj odabir učinio što jednostavnijim neki proizvođači, tj. Danfoss je konstruirao tzv. servisne termostate. Oni se isporučuju u paketu sa svom potrebnom opremom za rad termostata. Sa osam paketa od kojih svaki pokriva jednu

vrstu hladnjaka i primjene, mogu se pokriti svi poznati rashladni uređaji. Vidi sliku 4. Područje primjene svakog termostata pokriva širok program termostata. Nadalje, termostati imaju temperaturnu razliku između uključanja i isključenja dovoljnu da osiguraju zadovoljavajuće izjednačenje tlaka tijekom perioda mirovanja.

S namjerom da se postigne tražena funkcionalnost osjetnika termostata (posljednjih 100 mm kapilarne cijevi), on mora u potpunosti biti u kontaktu sa isparivačem.

Prilikom zamjene termostata važno je provjeriti da li kompresor zadovoljavajuće radi u toplom i hladnom stanju. Također, kod LST kompresora treba provjeriti da li je period mirovanja dovoljan da bi u sustavu došlo do izjednačenja tlaka.

Kod većine termostata moguće je postizanje veće temperaturne razlike djelovanjem na vijak za podešavanje. Međutim, prije toga poželjno je u tehničkim podacima termostata potražiti na koju stranu vijak treba okrenuti. Drugi način postizanja više diferencije je postavljanje komadića plastike između osjetnika i isparivača, budući da 1 mm plastičnog materijala uzrokuje otprilike 1°C višu razliku.

Slika 4: Paket servisnog termostata



Am0_0114

**1.3
Zamjena električne opreme**

Uzrok kvara može se pronaći i u električnoj opremi kompresora, gdje postoji mogućnost zamjene startnog releja/PTC startnog uređaja, zaštite motora te startnog ili pogonskog kondenzatora. Oštećen startni kondenzator može biti u kvaru zbog premale podešene diference na termostatu, budući da startni kondenzator može imati maksimalno 10 uključenja na sat.

Ukoliko je kvar uzrokovan zaštitom namotaja koja je ugrađena u hermetičke kompresore, tada je nužno zamijeniti kompletan kompresor.

Prilikom zamjene kompresora nužno je zamijeniti i pripadajuću električnu opremu, budući da ona kasnije može uzrokovati kvar na novom kompresoru.

**1.4
Zamjena kompresora**

Ako je do kvara došlo uslijed neispravnog kompresora, serviser mora pažljivo odabrati kompresor koji će posjedovati korektne karakteristike za sustav. Ako je dostupan kompresor koji odgovara prethodnom te ako je namijenjen za istu radnu tvar, u tom slučaju ne bi trebalo biti daljnjih problema. Međutim, često nije moguće nabaviti isti kompresor, te u tom slučaju serviser mora obratiti pažnju na neke pojedinosti. Ukoliko se postavlja kompresor različitog proizvođača biti će teško odabrati pravilan kompresor, jer se moraju uzeti u obzir različiti parametri.

Napajanje kompresora i frekvencija moraju odgovarati prethodnom kompresoru. Također se mora uzeti u obzir i područje primjene (niske, srednje ili visoke temperature isparavanja). Rashladni učin također mora odgovarati prethodnom kompresoru, a ako je učin nepoznat prihvatljiva je i usporedba radnih zapremina kompresora. Tada je preporučljivo odabrati

kompresor malo veće zapremine od prethodnog. Kod sustava sa kapilarnom cijevi uz izjednačenje tlaka prilikom mirovanja sustava može se koristiti LST kompresor (sa niskim startnim momentom). Kod sustava sa ekspanzijskim ventilom bez izjednačenja tlaka koriste se HST kompresori (visok startni moment). Naravno, HST kompresori se mogu koristiti i u sustavima sa kapilarnom cijevi.

Naposljetku, rashladni uvjeti kompresora se također moraju uzeti u obzir. Ukoliko sustav radi sa hlađenjem ulja, mora se odabrati kompresor koji ima tu opciju.

Tokom servisa kompresor sa hladnjakom ulja može bez problema zamijeniti kompresor bez hladnjaka, budući da se zavojnica može zanemariti kada nije potrebna.

**1.5
Zamjena radne tvari**

Najbolje rješenje za servis je odabrati istu radnu tvar koja se i prije koristila u sustavu. Danfoss kompresori se isporučuju ili su bili isporučivani za rad sa R12, R22, R502, R134a, R404A / R507 / R407C, te zapaljivim R600a i R290. Radne tvari R12 i R502 su obuhvaćene Montrealskim protokolom i smiju se koristiti u vrlo malo zemalja, te će postupno biti prekinute po pitanju proizvodnje.

Za sustave sa toplinskim pumpama radna tvar R407C zamjenjuje radne tvari R22 i R502. Ekološki prihvatljivija radna tvar R134a je zamijenila R12, dok su R404A i R507 u mnogim sustavima zamijenili R22 i R502.

Zapaljive radne tvari R290 i R600a

Maksimalno punjenje ovih radnih tvari u sustavu je 150g prema danas važećim standardima, te se one primjenjuju samo u malim rashladnim sustavima.

Zapaljive radne tvari mogu se primjenjivati samo u sustavima koji zadovoljavaju zahtjeve EN/IEC 60335-2-24 ili -2-89, uključujući zahtjeve

za zapaljive radne tvari. Servisno osoblje koje namjerava rukovati s ovim radnim tvarima mora imati potrebna znanja. To uključuje poznavanje alata, transporta kompresora i same radne tvari, te poznavanje svih važnijih pravila i regulativa. Ukoliko se u blizini ovih radnih tvari koriste otvoreni plamen i električni alat, oni mogu biti korišteni samo u skladu sa dotičnim regulativama. Ovi rashladni sustavi otvaraju se samo pomoću rezača cijevi.

Promjena sa R12 i R134a na R600a nije dozvoljena, budući da ti hladnjaci nisu odobreni za rad sa zapaljivim radnim tvarima. Također, njihova električna sigurnost nije ispitana prema trenutnim standardima. Isto se odnosi na promjenu R22, R502 i R134a u R290.

Nove radne tvari (smjesa drugih radnih tvari)

Radna tvar	Trgovački naziv	Sastav	Zamjena za	Područje primjene	Primjenjivo ulje
R401A	Suva MP39	R22, R152a, R124	R12	L - M	Alkilbenzen
R401B	Suva MP66	R22, R152a, R124	R12	L	Alkilbenzen
R402A	Suva HP80	R22, R125, R290	R502	L	Poliester Alkilbenzen
R402B	Suva HP81	R22, R125, R290	R502	L - M	Poliester Alkilbenzen

1.5**Zamjena radne tvari (nastavak)***Smjese radnih tvari*

U isto vrijeme kada su predstavljene nove i ekološki prihvatljive radne tvari (R134a i R404A), na tržištu su se pojavile i smjese radnih tvari s ciljem rada za servisne namjene. Ekološki su prihvatljivije od CFC radnih tvari (R12 i R502). U mnogim zemljama smjese radnih tvari su dopuštene ali za kraće razdoblje, što znači da nisu svjetski raširene u hermetičkim rashladnim sustavima.

Primjena ovih radnih tvari ne može biti preporučljiva za serijsku proizvodnju, no mogu se koristiti za servisne radove. Vidi tablicu na prethodnoj strani.

Add in

Ova oznaka se koristi kada se sustav puni nekom drugačijom radnom tvari od prethodne. To je posebice slučaj kada dođe do problema pa se dotični mora riješiti u što manjem broju operacija. Analogno, R22 sustavi su nadodani malom količinom R12 cilju poboljšanja protoka ulja u kompresor.

U nekim zemljama nije dopušteno dodavanje u CFC sustave (R12, R502...)

Drop in

Ovaj termin označava da se tijekom servisa kod postojećeg rashladnog sustava preko 90% postojećeg mineralnog ulja izvadi i zamijeni sintetičkim. To podrazumijeva i zamjenu filter sušača. Nadalje, sustav je napunjen s drugom i kompatibilnom radnom tvari (tj. smjesom).

Retrofit

Ovaj termin podrazumijeva zamjenu radne tvari u sustavu, i to postojeće CFC skupine sa ekološki prihvatljivijom HCFC.

Rashladni sustav je ispražnjen i kompresor je zamijenjen novim, HFC kompresorom. Istovremeno, kompresorsko ulje je zamijenjeno odgovarajućim esterskim.

Ulje se nakon kratkog perioda nekoliko puta treba promijeniti, a u skladu s time i filter sušač.

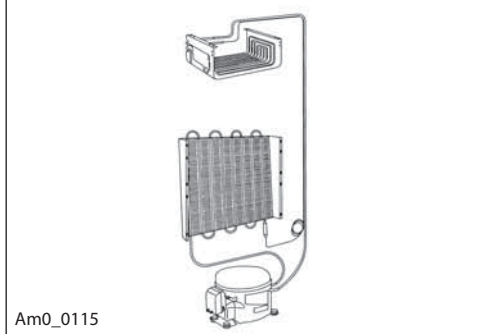
U slučaju zamjene ulja potrebno je posjedovati izjavu proizvođača o kompatibilnosti materijala.

**2.0
Pravila kod servisnih
radova**

Kako bi rashladni sustav radio u skladu s namjenom i kako bi postigao razuman vijek trajanja nužno je sve nečistoće, vlagu i nekondenzirajuće plinove držati u malim koncentracijama. Kod sastavljanja novog postrojenja ove zahtjeve lako je postići, no kod servisa postojećeg postrojenja koje je još i u kvaru to je poprilično kompliciranije. Uz ostale faktore, to je najviše zbog činjenice da greške

u rashladnom sustavu često pokrenu štetne kemijske procese, te tako otvaraju mogućnost za zagađenje sustava.

Da bi servisni rad bio izveden korektno nužne su neke preventivne mjere. Prije davanja bilo kakvih detalja biti će objašnjena neka osnovna pravila i uvjeti.

**2.1
Otvaranje sustava**
Slika 5: Hermetički rashladni sustav sa kapilarnom cijevi


Am0_0115

Ukoliko rashladni sustav sadrži zapaljivu radnu tvar poput R600a i R290, kompresor mora sadržavati odgovarajuću etiketu. Danfoss kompresori se isporučuju sa etiketom prikazanoj na slici 6.

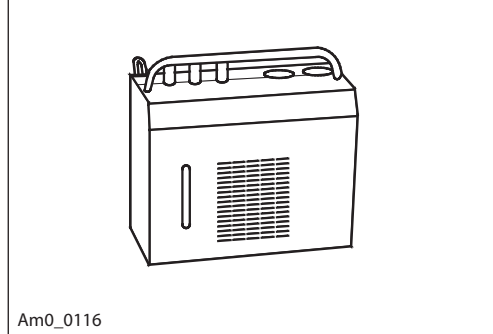
Slika 6: Etiketa na kompresoru sa R600a


Am0_0117

Servis i popravak takvih sustava zahtijevaju posebno educirano osoblje. To podrazumijeva poznavanje alata, transporta kompresora i radne tvari kao i važne smjernice i sigurnosna pravila. Slika 7 pokazuje igličasti ventil za ugradnju na crijevo, koji omogućava otvaranje prema sustavu, kako bi se isti mogao prazniti i sakupljati radnu tvar, i to prema uputama.

Slika 7: Igličasti ventil


Am0_0111

Slika 8: Uređaj za sakupljanje radne tvari


Am0_0116

Prije rezanja cijevi sustava preporučljivo ih je obrisati krpom na mjestima gdje se žele rezati. Tako se cijevi pripremaju za kasnije lemljenje, a usput se izbjegava ulazak nečistoća u sustav.

Za rezanje cijevi uvijek koristite rezač cijevi, a ne pilu za metal. Nerijetko mala strugotina koja ostane u sustavu može uzrokovati kvar kompresora. Sve radne tvari se moraju sakupljati prema uputama.

Kada se reže kapilarna cijev najbitnije je da ne dođe do deformacija cijevi. Kapilarna cijev mora se rezati posebnim kliještima (vidi sliku 9) ili se pomoću turpije napravi trag na kojem se cijev lomi.

Slika 9: Specijalna kliješta za kapilarne cijevi


Am0_0118

2.2
Lemljenje sa zaštitnim plinom

Sustav koji je punjen radnom tvari nikada ne smije biti grijan i lemljen, posebice kada je radna tvar zapaljiva. Lemljenje sustava koji sadrži radnu tvar će uzrokovati stvaranje produkata raspadanja. Kada se sustav isprazni radnom tvari, ubacuje se inertni zaštitni plin. To se čini propuhivanjem pomoću dušika. Prije samog propuhivanja sustav se mora otvoriti na još jednom mjestu.

Ukoliko je kvar na kompresoru najbolje je rezati usisnu i tlačnu cijev, i to prije priključaka kompresora, bez rezanja servisne cijevi. Ako je kompresor u redu preporuča se rezanje servisne cijevi. Propuhivanje se prvo vrši prvo kroz isparivač, a zatim kroz kondenzator. Za ova postrojenja najpogodniji je tlak od 5 bar, a propuhivanje bi trebalo trajati oko jedne do dvije minute.

2.3
Filter sušač

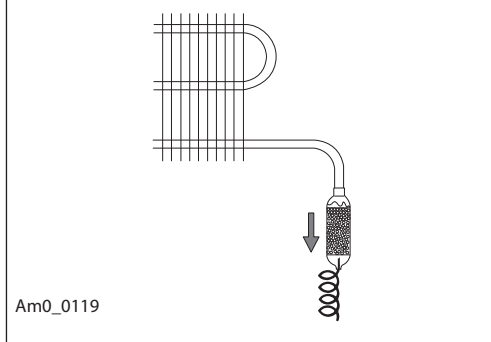
Filter sušač apsorbira male količine vode koja se nalazi u sustavu. Služi za filtriranje i sprečava blokiranje ulaza kapilarne cijevi, a također izbjegava nakupljanje prljavštine u ekspanzijskom ventilu.

Ukoliko se rashladni sustav otvara nužno je pritom zamijeniti filter sušač, kako bi se osigurala dovoljna suhoća nakon popravka.

Zamjena filter sušača se nikada ne smije raditi pomoću plamenika. Naime, kada se filter sušač zagrijava, apsorbirana vlaga se može otpustiti i završiti u sustavu. Osim toga, ukoliko sustav radi sa zapaljivom radnom tvari, otvoreni plamen može predstavljati veliku opasnost. Kod nezapaljivih radnih tvari se može koristiti cijev za ispuhivanje no međutim tada se mora lomiti kapilarna cijev kako bi se potjerao dušik prema filter sušaču te dalje na otvoreni zrak. U standardnim uvjetima filter sušač može apsorbirati vlagu u iznosu od 10% od mase tvari za isušivanje. Najčešće puni kapacitet nije potpuno iskorišten, no treba imati na umu da je kod odabira bolje koristiti predimenzioniran filter sušač nego onaj s premalim učinkom sušenja. Novi filter sušač mora biti potpuno suh. U praksi to nije problem, no ipak se mora paziti da je pakiranje filter sušača netaknuto, kako bi se spriječilo prodiranje vlage tijekom skladištenja ili transporta. Filter sušač se ugrađuje tako da smjer protoka i gravitacije budu isti.

Tako se sprečava da se molekularna sita (MS) međusobno troše, a i da ne stvaraju prašinu, jer u tom slučaju može doći do začepjenja ulaza kapilarne cijevi. Vertikalno postavljanje također omogućuje i lakše izjednačenje tlaka kod sustava s kapilarnom cijevi. Vidi sliku 10.

Slika 10: Pravilno postavljanje filter sušača



Budući da voda ima veličinu molekule od 2,8 Ångströma, molekularna sita imaju veličinu pora od 3 Ångströma, što je dovoljno za većinu standardnih radnih tvari. Molekule vode se apsorbiraju u porama dok radna tvar slobodno struji kroz filter.

Kompresor	Sušač
PL i TL	6 grama ili više
FR i NL	10 grama ili više
SC	15 grama ili više

UOP Molecular Sieve Division (bivši Union Carbide) 25 East Algonquin Road, Des Plaines Illinois 60017-5017, SAD	4A-XH6	4A-XH7	4A-XH9
R12	x	x	x
R22, R502	x		x
R134a, R404A		x	x
HFC/HCFC smjese			x
R290, R600a		x	x
Grace Davison Chemical W.R Grace /Co, P.O. Box 2117, Baltimore, Maryland 212203, SAD		574	594
R12, R22, R502		x	x
R134a			x
HFC/HCFC blends			x
R290, R600a			x
CECA S.A., France		NL30R	Siliporite H3R
R12, R22, R502		x	x
R134a			x
HFC/HCFC smjese			x
R290, R600a			x

Filter sušači s veličinom pora od 3 Ångströma u odnosu na radnu tvar:
U komercijalnim rashladnim sustavima preporučaju se Danfoss DML filteri.

Ukoliko se traži filter bez aluminij oksida, preporučuju se Danfoss DCC ili DAS filteri protiv pregaranja, i to za radne tvari R134a i R404A. Za R600a i R290 preporuča se model DCLE032.

**2.4
Nakupljanje vlage tijekom popravka**

Popravak kvarova se uvijek mora odraditi brzo, te sustav može biti otvoren prema atmosferi do 15 minuta, kako bi se izbjegao ulazak vlage. Stoga je svaki puta prije servisa dobro imati sve potrebne rezervne dijelove.

Ukoliko je nemoguće odraditi servis u jednom razdoblju, tada se sustav mora pažljivo zabrtviti i napuniti malim pretlakom suhog dušika, kako ne bi došlo do ulaska vlage.

**2.5
Priprema kompresora i električne opreme**

Gumeni dodaci se moraju postaviti na postolje kompresora prije nego se on postavi na postolje agregata. Ako se kompresor okrene naopako tada će se ulje nakupiti u priključcima, što može predstavljati problem prilikom lemljenja. Gumene dodatke sa starih kompresora nikako se ne smije koristiti budući da su često prestari i pretvrđi u odnosu na nove.

Skinite kapu sa priključka za punjenje novog kompresora i zalemite cijev na priključak. Kompresor mora biti zatvoren dok se ne zalemi prema sustavu.

Osim toga, preporučljivo je otvoriti sve priključke na kompresoru, filter sušaču i sustavu ako se odluči odgoditi popravak.

Aluminijske kape na priključcima se ne smiju ostaviti nakon završetka radova na sustavu

Kape služe za zaštitu kompresora tijekom transporta i skladištenja, te ne osiguravaju brtvljenje u sustavu pod tlakom. Kape služe da se provjeri da li je kompresor nakon izlaska iz proizvodnog pogona bio otvaran. Ukoliko su kape oštećene ili nedostaju, kompresor se ne smije koristiti dok se ne osuši i dok mu se ne zamijeni ulje.

Električnu opremu nikada se ne smije više puta koristiti.

Preporuča se korištenje nove električne opreme kod novog kompresora, budući da bi korištenje stare kod novih kompresora moglo uzrokovati kvarove.

Kompresor se nikada ne smije pokrenuti bez kompletnog startnog uređaja.

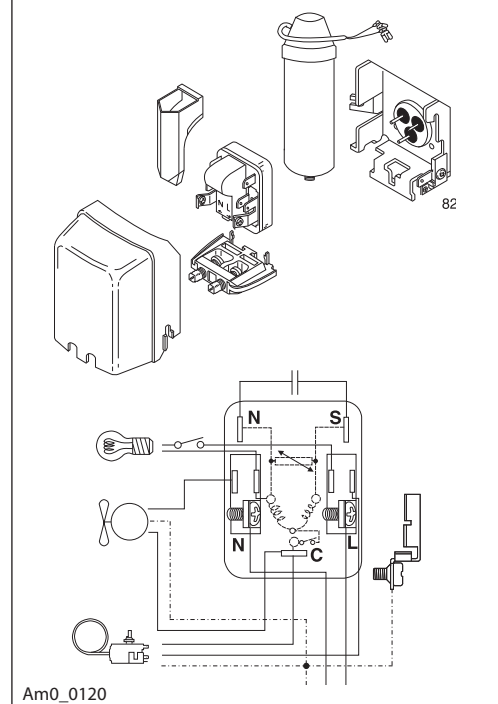
Budući da je dio otpora startnog kruga u startnom uređaju, pokretanje bez potpunog startnog uređaja uzrokuje nedovoljan potezni moment a uslijed toga dolazi do prevelikog zagrijavanja namotaja, a poslije i do njegovog oštećenja.

Kompresor se ne smije pokretati u vakuumu.

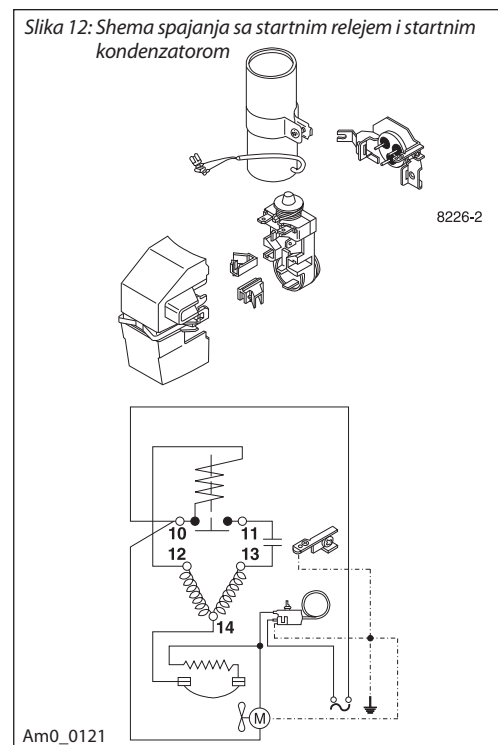
Pokretanje kompresora u vakuumu može dovesti do oštećenja kontaktnih igli struje napajanja, budući da su izolacijska svojstva zraka smanjena uslijed manjeg tlaka.

Slika 11 pokazuje shemu spajanja sa PTC startnim uređajem i zaštitom namotaja. Radni kondenzator spojen na ige N i S smanjuje potrošnju energije na energetski optimiranim kompresorima.

Slika 11: Shema spajanja sa PTC-om i zaštitom namotaja.

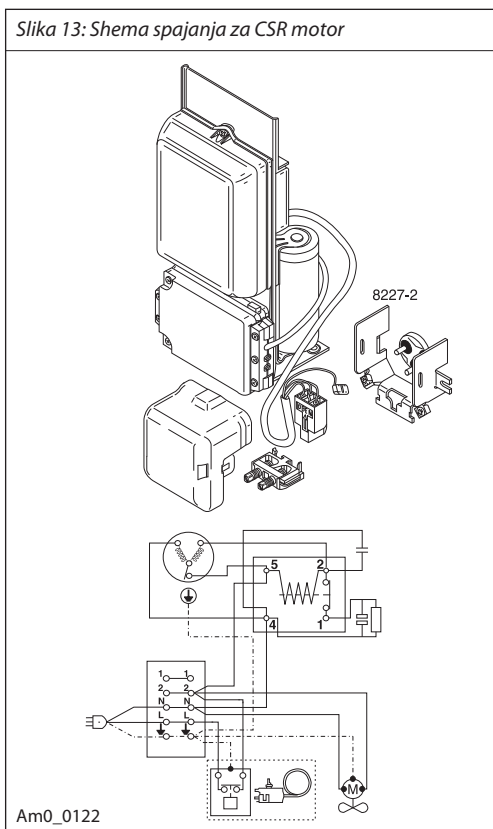


Slika 12 pokazuje shemu spajanja sa startnim relejem i startnim kondenzatorom ako je zaštita motora smještena van kompresora



2.5
Priprema kompresora
i električne opreme
(nastavak)

Slika 13 pokazuje shemu spajanja velikih SC kompresora sa CSR motorom.



2.6
Lemljenje

Najbitnije je izraditi odgovarajući lemní spoj.

Preporučeni razmaci za lemne spojeve

	Materijal	Materijal
Lem sa srebrom	Materijal	Čelične cijevi
Easy-flo	0,05 - 0,15 mm	0,04 - 0,15 mm
Argo-flo	0,05 - 0,25 mm	0,04 - 0,2 mm
Sil-fos	0,04 - 0,2 mm	Neprikladan

Kod većine Danfoss kompresora priključci su čelični i obloženi bakrom, te takvi zavareni za kućište. Zavareni spoj se ne može oštetiti od pregrijavanja tijekom lemljenja.

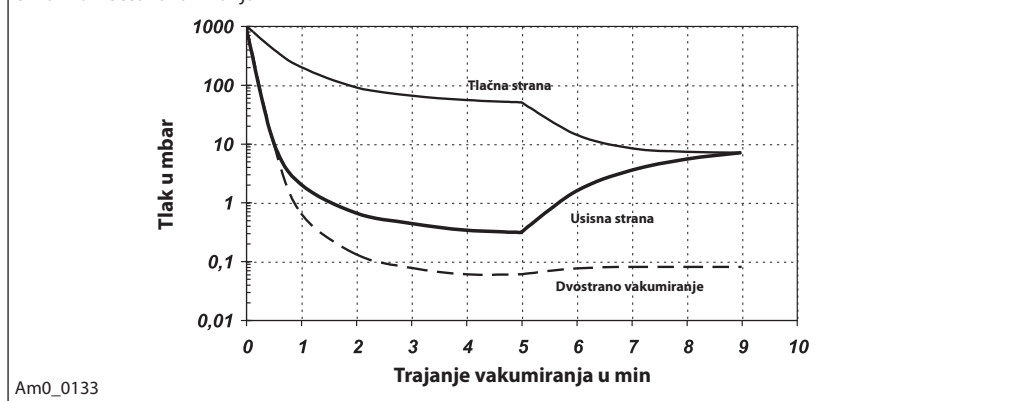
Za više informacija molimo pogledajte poglavlje „Upute za ugradnju“.

2.7
Vakumiranje

Kada se rashladni sustav sklopi potrebno ga je pažljivo izvakuirati (ukloniti zrak) prije nego što se napuni radnom tvari. To je nužno ako se želi napraviti kvalitetan popravak. Glavna svrha vakumiranja je smanjenje količine nekondenzirajućih plinova i postizanje minimalne vlažnosti u sustavu. Vlaga u sustavu može uzrokovati stvaranje leda, reakciju sa radnom tvari, starenje ulja, ubrzanje oksidacijskih procesa i hidroliza sa izolacijskim materijalom. Vakumiranje rashladnog sustava. Nekondenzirajući plinovi (NCG) u rashladnom sustavu mogu uzrokovati povećan tlak kondenzacije a tako povećati rizik od stvaranja kokska i tako povećane potrošnje energije. Sadržaj nekondenzirajućih plinova mora se držati ispod 1% volumno. Vakumiranje se može obavljati na različite načine, ovisno o volumnim uvjetima na usisnoj i tlačnoj strani sustava.

Ako isparivač i kompresor imaju velik volumen, preporuča se jednostrano vakumiranje. U drugom slučaju preporuča se dvostrano vakumiranje. Jednostrano vakumiranje se vrši pomoću cijevi na kompresoru, a rezultati su nešto manji vakuum i veći sadržaj nekondenzirajućih plinova. Sa tlačne strane rashladnog sustava zrak se uklanja kroz kapilarnu cijev. Rezultat je viši tlak na tlačnoj strani od tlaka na usisnoj. Glavni faktor koji utječe na sadržaj nekondenzirajućih plinova nakon vakumiranja je izjednačen tlak u sustavu, jer je tlak određen razdiobom volumena. Volumen na tlačnoj strani je 10-20% ukupnog volumena, pa visok krajnji tlak ima manje utjecaja na izjednačenje tlaka od velikog volumena i niskog tlaka na usisnoj strani.

Slika 14: Proces vakumiranja

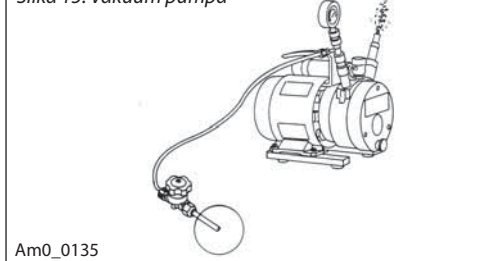


Am0_0133

2.8
Vakuumpumpa i vakuumetar

Za uspješno vakumiranje nužna je kvalitetna vakuumpumpa. Vidi sliku 15

Slika 15: Vakuumpumpa



Am0_0135

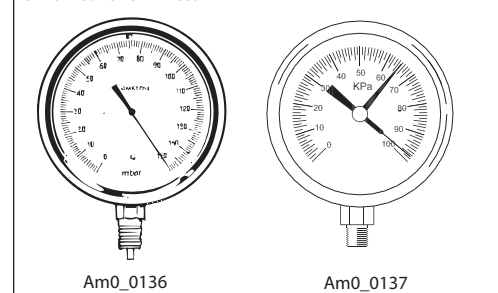
Za stalno korištenje je dovoljna dvostupanjska vakuumpumpa učina 20 l/h, a za servisne radove je pogodnija dvostupanjska sa učinkom od 10 l/h, i to zbog manje težine. Hermetički rashladni kompresor nije pogodan za ovu namjenu iz razloga što ne može postići dovoljno niske tlakove, a osim toga kompresor korišten kao vakuumpumpa se može pregrijati i oštetiti. Uslijed smanjenja tlaka smanjuje se izolacijski otpor zraka, pa će stoga u motoru kompresora doći do kvara na ulaznom strujnom kابلu.

Ista vakuumpumpa se može koristiti za sve vrste radnih tvari ukoliko je punjena sa esterskim uljem.

Vakuumpumpa otporna na plamen se koristi kod sustava koji se pune zapaljivim radnim tvarima R600a i R290.

Nema smisla posjedovati odgovarajuću vakuumpumpu ukoliko se postignuti vakuum ne može izmjeriti. Stoga se preporučaju čvrsti vakuumetri (slika 16) koji imaju mogućnost mjeriti ispod 1 mbar.

Slika 16: Vakuumetar



Am0_0136

Am0_0137

3.0 Rukovanje radnim tvarima

Da bi se osigurao očekivan vijek trajanja rashladnog sustava, radna tvar mora sadržavati ispod 20 ppm-a vlage (20 mg/kg).

Ne punite radnu tvar iz velikog spremnika u mali više puta, budući da svako premještanje radne tvari značajno povećava sadržaj vode.

Zapaljive radne tvari R290 i R600a moraju biti uskladištene i transportirane u odgovarajućim spremnicima, te se s njima mora rukovati prema postojećim pravilnicima.

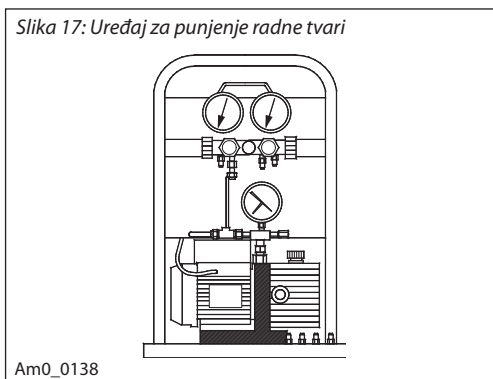
U blizini R600a i R290 ne koristite otvoreni plamen.

Ovi rashladni sustavi otvaraju se pomoću rezača cijevi.

Zamjena radnih tvari R12 i R134a sa R600a nije dozvoljena, budući da ti uređaji nisu odobreni za rad sa zapaljivim radnim tvarima. Također, električna sigurnost nije im ispitana prema važećim standardima. Isto se odnosi na zamjenu radnih tvari R22, R502 i R134a sa R290.

3.1 Punjenje radnom tvari

Punjenje radne tvari nije problem ukoliko se koristi odgovarajuća oprema i ako se zna kolika je količina radne tvari potrebna. Vidi sliku 17.



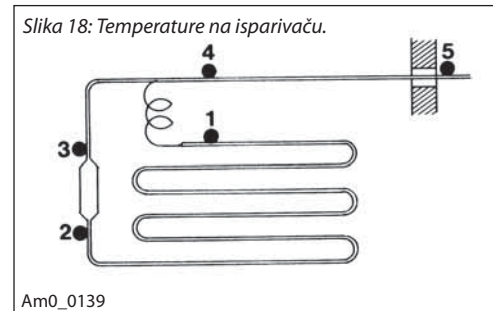
Uvijek punite količinu i tip radne tvari preporučene od strane proizvođača. Opći podaci se najčešće nalaze na pločici kompresora. Kompresori različitih proizvođača sadrže različite količine ulja, pa stoga ako se zamjenjuje kompresor poželjno je korigirati količinu radne tvari.

Punjenje radnom tvari vrši se mjerenjem volumena ili mjerenjem mase. Zapaljive radne tvari poput R600a i R290 pune se uvijek mjerenjem mase. Punjenje mjerenjem volumena vrši se pomoću posebnog cilindra za punjenje radnom tvari.

R404A i ostale radne tvari u seriji 400 se uvijek moraju puniti u tekućem stanju.

Ukoliko je nepoznata količina punjenja ono se vrši postupno dok se ne postigne korektna temperaturna raspodjela na isparivaču. Međutim, najprikladnije je malo prepuniti sustav i zatim pomalo ispuštati radnu tvar dok se ne postigne odgovarajuća količina punjenja. Punjenje radne tvari mora biti obavljeno uz uključen kompresor i neopterećeni hladnjak te zatvorena vrata. Ispravno punjenje karakterizira ista temperatura na ulazu i izlazu isparivača.

Na usisnom priključku isparivača temperatura mora biti otprilike ista kao i okolišna. Tako se izbjegava prolaz vlage kroz izolaciju hladnjaka. Vidi sliku 18.



Sustavi sa ekspanzijskim ventilom se moraju puniti radnom tvari sve dok u kontrolnom staklu ne nestane mjehurića. Kontrolno staklo se postavlja čim bliže ekspanzijskom ventilu.

3.2 Maksimalno punjenje sustava

Ako se premaši granica punjenja radne tvari (koja je navedena u tehničkim podacima kompresora), doći će do pjenjenja ulja prilikom pokretanja kompresora, a može rezultirati oštećenjem sustava ventila u kompresoru.

Punjenje radne tvari nikada ne smije preći količinu koja se može zadržati na kondenzatorskoj strani sustava.

Također, poželjno je detaljnije proučiti tehničke podatke kompresora, budući da maksimalno dozvoljene granice punjenja mogu varirati ovisno o modelu kompresora.

Maksimalna količina punjenja od 150 g za radne tvari R600a i R290 je prema standardima gornja sigurnosna granica za ova postrojenja, dok su ostale količine navedene radi izbjegavanja pojave hidrauličkog udara.

Kompresor	Maksimalno punjenje sustava			
	R134a	R600a	R290	R404A
P	300 g	120 g		
T	400 g	150 g	150 g	600 g
TL...G	600 g	150 g	150 g	
N	400 g	150 g	150 g	
F	900 g	150 g		850 g
SC	1300 g		150 g	1300 g
SC-Twin	2200 g			

3.3
Ispitivanje

Prije dovršetka servisa potrebno je kompletno ispitati hladnjak, kako bi se provjerilo da je servis kompletno obavljen. Provjerava se da li se isparivač ohladio i postigao željenu temperaturu. Za sustave s kapilarnom cijevi kao prigušnim elementom treba provjeriti da li kompresor zadovoljavajuće radi pomoću termostata. Nadalje, mora se provjeriti da li diferencna na termostata omogućava dovoljno duga razdoblja mirovanja. To je nužno zbog izjednačenja tlaka,

jer kompresor sa niskim startnim momentom mora startati bez izbacivanja zaštite motora. U područjima gdje zna doći do nepredvidivih prekida napajanja bitno je ispitati radne uvjete uz 85% nominalnog napona, jer se prilikom pada napona startni i radni moment neće moći postići.

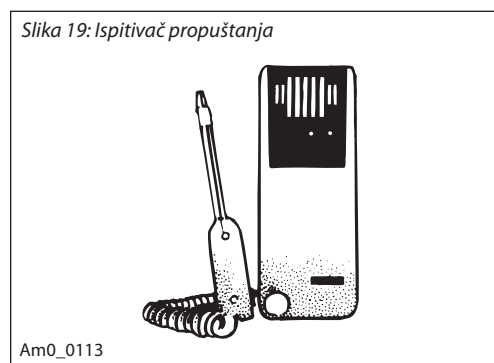
3.4
Ispitivanje na propuštanje

Hermetički rashladni sustav mora biti potpuno zabrtvljen, a ukoliko se želi postići dug vijek trajanja hladnjaka puštanje sustava mora biti manje od jednog grama po godini. Budući da mnogi sustavi koji su punjeni sa zapaljivim radnim tvarima R600a i R290 imaju količinu punjenja manju od 50 g, kod njih je dozvoljeno propuštanje manje od 0,5 g po godini. Da bi se postigle ove vrijednosti potrebno je imati visokokvalitetnu elektroničku opremu za ispitivanje sustava, koja može mjeriti i najmanja propuštanja.

Važno je ispitati sve lemne spojeva sustava, čak i tamo gdje se nije vršio popravak. Spojevi na tlačnoj strani sustava (od tlačnog priključka kompresora do kondenzatora i filter sušača) se moraju ispitati kod uključenog kompresora, jer tamo vladaju najviši tlakovi. Isparivač, usisna cijev i kompresor se ispituju kod isključenog kompresora i izjednačenog tlaka u sustavu, budući da tu vladaju najviši tlakovi. Vidi sliku 19.

Ukoliko nemate elektronički ispitivač pri ruci (slika 19), dostupni spojevi se mogu provjeriti smjesom vode i sapuna te sprejem. Naravno, mala propuštanja se ovim metodama ne mogu uočiti.

Slika 19: Ispitivač propuštanja



**4.0
Zamjena neispravnog kompresora**

U ovom poglavlju bit će objašnjen postupak zamjene pokvarenog kompresora u hermetičkim rashladnim sustavima. Osnovni uvjet je da radna tvar u sustavu bude pod pretlakom te da u sustavu nema nečistoća. Radna tvar mora odgovarati onoj koja se inače nalazi u sustavu.

Tijekom traženja kvara na sustavu ispostavlja se da je kompresor u kvaru. Ukoliko se pregledom utvrdi da je došlo do pregaranja motora te da je sustav kontaminiran nečistoćom i vlagom, tada su nužni drugi postupci.

**4.1
Priprema komponenti**

Pripremom za popravak ili zamjenu komponenti izbjegavaju se daljnja kašnjenja uz otvoren sustav. Tako se također smanjuje rizik od ulaska vlage i nečistoća u sustav. Na servisni priključak novog kompresora se ugrađuju servisni ventil i cjevčica. U nekim slučajevima prednost je na usisni priključak kompresora ugraditi pomoćnu cijev za servis.

U slučaju prebliskog postavljanja servisne cijevi, tj. ako su narušeni uvjeti za ugradnju na kompresor, ona se vrlo lako može premjestiti dalje. Kada je kompresor spreman servisni ventil i priključak moraju biti zatvoreni. Nadalje, morate imati spreman filter sušač no njegov poklopac mora ostati netaknut.

**4.2
Uklanjanje punjenja**

Ugradite igličasti ventil na servisnu cijev kompresora. Priključite cijev na uređaj za pražnjenje i uklonite radnu tvar iz sustava prema uputama.

Pratite ranije napomenute upute.

**4.3
Uklanjanje neispravnog kompresora**

Presijecite usisnu i tlačnu cijev kompresora pomoću rezača cijevi, i to na udaljenosti 25-30 mm od samih priključaka. Međutim, mjesta gdje se predviđa rezanje cijevi prvo je potrebno dobro očistiti suhom krpom. Ako se kasnije predviđa testiranje kompresora, sve dok se to ne učini potrebno je da se na

njegove priključke postave gumeni poklopci.

Kako bi se omogućila analiza i kasniji popravak kompresora, moraju se dostaviti i podaci o uzroku kvara te godini proizvodnje uređaja. Kompresori za radne tvari R600a i R290 prilikom vraćanja proizvođaču i trgovcu moraju biti izvakuirani i zabrtvljeni.

**4.4
Uklanjanje ostatka radne tvari**

Propuhivanjem sustava suhim dušikom izbjegava se nakupljanje ostataka radne tvari.

Ovaj postupak se obavlja spajanjem boce dušika na sustav, i to tako da se servisna cjevčica prvo primakne usisnoj strani. Zatim se sustav propuše, i cijeli se postupak ponovi na tlačnoj strani sustava.

**4.5
Uklanjanje filter sušača**

Filter sušač koji se nalazi nakon izlaza iz kondenzatora se mora odvojiti iz sustava pomoću rezača cijevi. Međutim, može se koristiti i druga metoda.

Primaknite servisnu cjevčicu na odrezanu usisnu cijev i pustite lagan mlaz dušika, a pritom korištenjem pile pažljivo uklonite filter sušač. Izbjegavajte bilo kakva zagrijavanja filtera.

**4.6
Čišćenje lemnih spojeva i ponovno sastavljanje**

Srebrni lem mora se ukloniti sa izlaza kondenzatora. To se može najučinkovitije učiniti dok je lem još u tekućem stanju. Ostali krajevi cijevi moraju se dobro pripremiti za lemljenje. Prilikom obrade zavara treba paziti da metalne strugotine ne uđu u sustav. Ako bude potrebno, cijeli sustav se prilikom obrade može propuhati suhim dušikom. Novi filter sušač se mora ugraditi na izlazu iz kondenzatora, te se mora držati pokriven dok se ponovno ne sklopi na sustav. Izbjegavajte zagrijavanje krajeva filtera. Prije lemljenja kapilarne cijevi na filter mora se napraviti mala rupa (kako je ranije objašnjeno) kako bi se osiguralo da kraj cijevi bude pravilno ugrađen te da se izbjegnu blokiranja. Prilikom lemljenja treba biti oprezan kako ne bi došlo do pregaranja.

Prije ugradnje kompresora postavite gumene anti-vibracijske čepove. Ugradite električnu opremu i spojite žice. vakumiranje i punjenje se vrši prema uputama u odlomcima 2.7 i 3.1. Ispitivanje se vrši prema uputama u odlomcima 3.3 i 3.4. Nakon pritiska i lemljenja servisne cijevi mora se ukloniti servisni ventil.

**5.0
Prelazak sa R12 na druge
radne tvari**

Dok je radna tvar R12 dostupna, može se koristiti za daljnje radove. Treba imati na umu da je danas ta radna tvar teško dostupna i da nije dopuštena za korištenje, pa se stoga prilikom servisa treba utvrditi da li je uopće isplativ.

Stari rashladni sustavi koji zahtijevaju zamjenu kompresora nisu isplativi za servis. Stoga se treba uzeti u obzir da je možda bolje rješenje zamijeniti radnu tvar.

**5.1
Zamjena R12 sa
alternativnim radnim
tvarima**

Kao zamjene za R12 koriste se R401A (srednje temperature isparavanja) i R401B (male temperature isparavanja), međutim korištenje takozvanih smjesa radnih tvari nije preporučljivo.

Ukoliko Vam je R12 nedostupan ili je zabranjen, preporuča se korištenje R134a. Detaljnije vidi odjeljak 1.5.

**5.2
Zamjena R12 sa R134a**

Prilikom zamjene R12 radne tvari sa R134a postoji određeni rizik, jer u sustavu može biti ostataka stare radne tvari, posebice iona klora. U sustavu se može nalaziti čista radna tvar, ali i ostaci mineralnog ulja i alkilbenzena. Stoga postupak zamjene mora biti obavljen na način da sadržaj spomenutih tvari bude takav da ne djeluje na popravljivi sustav.

Prije same zamjene radnih tvari potrebno je provjeriti da je kompresor ispravan. Ukoliko je tako, nije ga potrebno mijenjati, budući da postoji opasnost od kontaminacije sustava nečistoćama.

Međutim, zamjena za R134a zahtijeva novi kompresor, čak ukoliko je i postojeći u redu.

Stoga je nužno primijeniti slijedeće postupke. Ukoliko dođe do problema sve otvorene cijevi i priključci moraju se zatvoriti. Pretpostavlja se da je sam sustav čist i da je rashladni krug jednostavan.

- Ukoliko postoji propuštanje radne tvari, mjesto propuštanja treba pronaći
- Ugradite servisni ventil na cijevi kompresora
- Sakupite preostalu radnu tvar
- Izjednačite tlak na atmosferski pomoću suhog dušika
- Uklonite kompresor i filter sušač
- Propuhajte sve komponente sustava suhim dušikom.
- Izvršite sve potrebne popravke
- Ugradite novi R134a kompresor sa odgovarajućim rashladnim učinkom

- Ugradite novi filter sušač sa 4AXH7, 4AXH9 ili ekvivalentnom tvari za sušenje
- Izvakuirajte sustav i napunite ga sa R134a

Za LBP sustave količina punjenja R134a je nešto manja od R12. Za početak je preporučljivo punjenje od 75% prethodnog, a zatim daljnje dopunjavanje dok se sustav ne izbalansira.

- Zatvorite servisnu cijev
- Provjerite da li postoji propuštanje
- Pokrenite sustav
- Nakon završene zamjene sustav bi trebalo označiti podacima o vrsti radne tvari i kompresorskog ulja
- Poslije ponovnog pokretanja sustava sve bi trebalo pravilno funkcionirati, međutim postoji mogućnost da ostaci starog ulja blokiraju ubrizgavanje u isparivač. Ovaj problem se posebno može pojaviti u sustavima sa kapilarnom cijevi. Za praktičnu primjenu najvažnije je da količina starog ulja ne bude prevelika

**5.3
Zamjena R134a sa R12**

Koristi se ista procedura kao ona opisana u odjeljku 5.2. Treba koristiti originalni kompresor, radnu tvar te filter sušač model 4A-XH6, 4A-XH7, 4A-XH9.

Imajte na umu da će punjenje R12 biti veće od R134a te da korištenje R12 radne tvari nije dopušteno. U nekim slučajevima može se alternativno koristiti.

**5.4
Zamjena R502 sa R404A**

Pretpostavlja se da je kompresor neispravan te da ga se mora zamijeniti originalnim R404A. Novi kompresor mora biti punjen odobrenim poliesternim uljem.

Filter sušač mora biti zamijenjen novim, i to modelom 4A-XH9.

Ostaci ulja iz starog kompresora, mineralno ulje ili alkalij-benzen se moraju u potpunosti ukloniti iz svih komponenti sustava.

Ukoliko je u sustavu velik sadržaj nečistoća potrebno ga je propuhati suhim dušikom. U iznimnim slučajevima može se zamijeniti ulje u kompresoru.

Daljnja procedura je opisana u odjeljku 5.2

6.0 Sustavi kontaminirani vlagom

Kod sustava sa ovim problemom podrazumijeva se da obujam nužnih radova paralelno ovisi o stupnju kontaminacije vlagom. Sustavi u kojima se nalazi vlaga se dijele na dvije kategorije, i to na one sa malim sadržajem vlage i one sa velikim sadržajem vlage.

Sustavi sa malim sadržajem vlage su čisti i održavaju pretlak radne tvari. Sustavi sa velikim sadržajem vlage su karakterizirani otvorenom vezom prema atmosferi ili direktnim dodavanjem same vlage. Stoga će doći do dvije vrste kvarova, koji će se zasebno promatrati i tretirati.

6.1 Mali stupanj kontaminacije

Ovaj problem se može pojaviti u obliku prekida hlađenja uslijed blokade kapilarne cijevi ili ekspanzijskog ventila zbog nakupljanja leda. Grijanjem ovih kritičnih mjesta se postupno uklanja led, no međutim ukoliko radna tvar i dalje cirkulira može doći do ponovnog nakupljanja leda.

Ovi problemi nastaju iz sljedećih razloga. Sustav kod ugradnje nije pažljivo izveden. Korištene komponente su sadržavale vlagu. Koristila se radna tvar sa velikim sadržajem vlage. Najčešće radi se o novom sustavu ili sustavu na kojem je upravo odrađen servis. Uobičajeno je da su količine vlage vrlo male, te se ovi kvarovi popravljaju zamjenom radne tvari ili filter sušača. Procedura je sljedeća:

a) Otvorite sustav na servisnoj cijevi te sakupite radnu tvar. Korisno je najprije držati kompresor upaljenim dok se ne zagrije. Tako će vlaga i ostatak radne tvari u motoru i ulju biti dobrim dijelom uklonjene. U slučaju da je došlo do nakupljanja leda na kapilarnoj cijevi ili ekspanzijskom ventilu moguće je pokrenuti kompresor, no sustav tada neće biti u radu. Ukoliko su ove dvije komponente dostupne mjesto blokiranja se mora grijati pomoću lampe ili krpe sa vrućom vodom. To se radi kako bi se održala cirkulacija radne tvari. Temperatura isparavanja u sustavu se povisuje grijanjem isparivača. Za grijanje nemojte koristiti otvoreni plamen.

b) Nakon sakupljanja radne tvari sustav se mora propuhati pomoću suhog dušika. Propuhivanje mora biti obavljeno pomoću servisne cijevi na kompresoru. Prvo treba propuhati usisnu stranu, a zatim tlačnu. Prvo propuhivanje se vrši usmjeravanjem struje dušika od kompresora prema usisnoj cijevi i isparivaču, te van kroz kapilarnu cijev. Drugo propuhivanje se vrši od kompresora i kondenzatora prema filter sušaču i izlazu kondenzatora. Preporuča se da propuhivanje bude pod takvim tlakom da se ukloni i bilo kakvo ulje u komponentama.

c) Zamijenite filter sušač i servisnu cijev prema prije opisanim postupcima. Preporuča se korištenje malo predimenzioniranog filter sušača.

d) Kada se sustav ponovno spoji, nužno je pažljivo odraditi vakumiranje. Punjenje i ispitivanje sustava vrši se prema ranije objašnjenim postupcima.

6.2 Velik stupanj kontaminacije

Ukoliko postoji pukotina u sustavu doći će do pada tlaka radne tvari i ulaska vlage. Što je vrijeme otvorenosti sustava prema atmosferi veći, to će i stupanj kontaminacije biti veći. Ako je još i kompresor u pogonu, situacija se još drastičnije pogoršava. Ulazna vlaga će se nakupljati u kompresoru, filter sušaču i ostalim komponentama, ovisno o njihovim svojstvima nakupljanja vlage. U kompresoru će sigurno doći do nakupljanja vlage jer se voda apsorbira u ulju. U isparivaču, kondenzatoru i cijevnom razvodu količina vlage ovisit će o količini ulja prisutnoj u tim komponentama. Naravno, najveća količina vlage biti će sadržana u kompresoru i filter sušaču. Također postoji rizik od oštećenja ventila, koje dalje utječe na stanje kompresora. Stoga je potrebna zamjena kompresora i filter sušača kod standardnih servisnih radova.

a) Odvojite kompresor od sustava pomoću rezača cijevi.

b) Uklonite kapilarnu cijev na izlazu kondenzatora, te uz pomoć suhog dušika propuhajte sam kondenzator. Uklonite filter sušač. Ponovite propuhivanje kroz kondenzator, ali ovaj puta s većim tlakom, kako bi se uklonilo i eventualno postojeće ulje. Zatvorite ulaz i izlaz iz kondenzatora.

c) Na isti način odradite izmjenjivač na usisu i isparivač. Propuhivanje je uspješnije ako se kapilarna slomi kod ulaza isparivača. Propuhivanje pomoću dušika se vrši u dvije faze: prvo usis i isparivač, a zatim kapilarne cijevi. Ukoliko je razlog popravka slomljena kapilarna cijev ovi postupci se moraju primijeniti uz kompletnu zamjenu izmjenjivača topline.

d) Ponovno spojite sustav uz novi kompresor i filter sušač pravilnih veličina.

**6.2
Velik stupanj kontaminacije
(nastavak)**

- Vakumiranje se mora pažljivo izvršiti, a postupno punjenje i ispitivanje se vrše prema ranije navedenoj proceduri. Ovaj koncept postupaka je najpogodniji za jednostavne rashladne sustave. Ukoliko sustav ima zahtjevan pristup ili je kompleksniji trebalo bi pratiti slijedeću proceduru:
- e) Uklonite kompresor od sustava i postupite prema a)
 - f) Prekinite kapilarnu cijev kod izlaza kondenzatora.
Propuhajte sustav pomoću dušika, i to kroz usisnu i tlačnu cijev.

- g) Ugradite novi i nešto predimenzionirani filter sušač na izlazu kondenzatora. Spojite kapilarnu cijev na filter sušač.
- h) Ukoliko je sustav (isključujući kompresor) netaknut, ponovno odradite propuhivanje. To se vrši istovremenim spajanjem usisne i tlačne cijevi na vakuum pumpu te smanjivanjem tlaka ispod 10 mbar. Izjednačite tlak suhim dušikom. Ponovite vakumiranje i izjednačenje tlaka.
- i) Ugradite novi kompresor. Zatim izvakuirajte, napunite i ispitajte sustav.

**6.3
Sušenje kompresora**

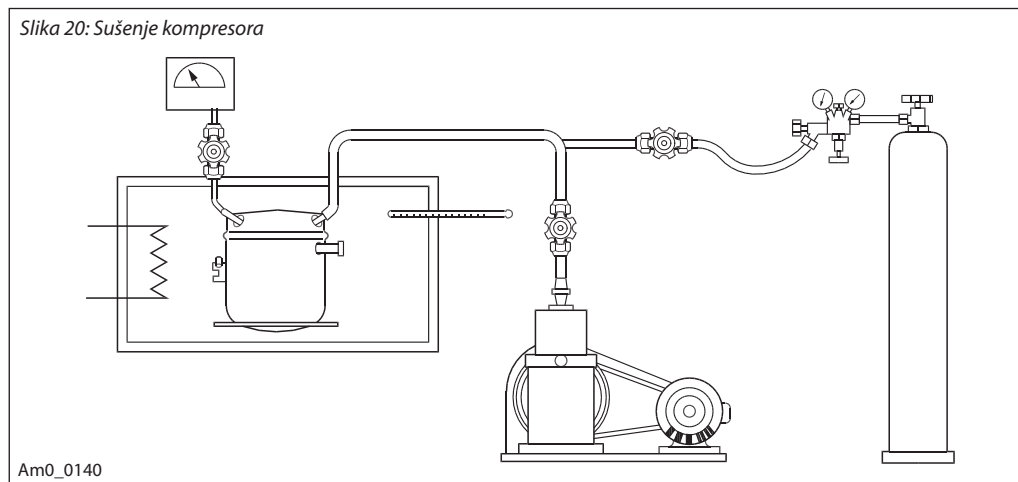
Na nekim tržištima obavezno je vlažan kompresor popraviti u servisnoj radionici. Postupak sušenja koji će biti opisan može dati tražene rezultate, ali uz točno poštivanje procedure.

Ispraznite ulje iz kompresora. Isperite kompresor pomoću ½ do 1 litre nezapaljive radne tvari ili otapala uz nizak tlak. Začepite kompresor i protresite ga u svim smjerovima tako da radna tvar dođe u kontakt sa svim unutarnjim površinama. Sakupite unutarnju tekućinu. Ponovite opisane postupke jednom do dvaput kako bi se osiguralo da ne ostanu ostaci ulja u kompresoru. Propuhajte kompresor pomoću suhog dušika. Spojite kompresor prema slici 20

Začepite tlačni priključak. Priključci na usisnu stranu kompresora moraju biti potpuno vakuumski nepropusni. To se postiže lemljenjem ili korištenjem odgovarajuće vakuumske cijevi.

Podignite temperaturu kompresora na 115°C do 130°C prije nego što počnete sa vakumiranjem. Tada pokrenite vakumiranje kojim će se smanjiti tlak u kompresoru na 0,2 mbar ili niže. Spojevi u vakumiranom sustavu moraju biti nepropusni kako bi se održao traženi vakuum. Vrijeme postizanja vakuuma je najviše određeno sadržajem vlage u sustavu. Ukoliko je sadržaj vlage vrlo velik, poboljšanje procesa sušenja će se izvršiti pomoću nekoliko izjednačenja tlaka do atmosferskog, i to sa suhim dušikom. Spojite priključak na instrument za mjerenje vakuuma tijekom postupka izjednačenja. Temperatura i vakuum moraju biti nepromijenjeni barem 4 sata. Nakon dovršetka procesa sušenja tlak u kompresoru mora se izjednačiti do atmosferskog, i to pomoću suhog dušika te zatvaranja priključaka. Napunite kompresor sa traženim tipom i količinom ulja, te ga takvog ugradite u rashladni sustav.

Slika 20: Sušenje kompresora


**6.4
Punjenje ulja**

U nekim slučajevima kompresor je potrebno dodatno napuniti uljem. Na nekim Danfoss kompresorima označena je količina punjenja ulja, no međutim na nekima nije, pa je stoga potrebno u tehničkim specifikacijama pronaći vrstu i količinu korištenog ulja.

Apsolutno je nužno koristiti ispitano i odobreno kompresorsko ulje. Ukoliko se mora dopuniti ispušteno ulje, tada se mora uzeti u obzir da će otprilike 50 cm³ ulja ostati u kompresoru ukoliko se on sam potpuno isprazni. Ova količina je posljedica nakupljanja ulja u priključcima kompresora.

**7.0
Gubitak punjenja radne
tvari**

Pojam „gubitak punjenja“ obuhvaća slučajeve kada se traženi rashladni učin ne postiže uslijed nedovoljne količine radne tvari u sustavu. Postupak popravka podrazumijeva pretlak radne tvari u sustavu. Tako se isključuju problemi kontaminacije uzrokovani ulazom vlage. „Gubitak punjenja“ je karakteriziran činjenicom da nije postignut traženi rashladni učin. Vrijeme uključenosti je predugačko, te se ne postiže dovoljno kontinuiran rad kompresora. Nakupljanjeinja na isparivaču je samo djelomično ili vrlo vjerojatno samo na mjestu ubrizgavanja. Kompresor radi na malim tlakovima isparavanja, a to znači mala potrošnja energije. Kompresor će imati nešto višu temperaturu od standardne uslijed manjeg protoka radne tvari. Razlika između „gubitka punjenja“ i „blokiranje kapilarne cijevi“ je u prevladavajućem tlaku kondenzacije, međutim, nakon izvjesnog vremena u oba slučaja doći će do istih tlakova. „Blokirana kapilarna cijev“ rezultira da radna tvar bude pumpana u kondenzator, te će tlak postati velik. Kako je isparivač ispražnjen, tada će doći do ohlađivanja kondenzatora. Ukoliko je blokada potpuna, tijekom mirovanja sustava neće doći do izjednačenja tlaka. Kod „gubitka punjenja“ tlak u kondenzatoru će biti niži od uobičajenog. Značajni dio postupka popravka se sastoji u uzroku kvara. Ukoliko taj dio nije korektno obavljen, pitanje je vremena kada će opet doći do kvara. U slučaju blokiranja kapilarne cijevi u malim sustavima problem se lako rješava, no kod većih sustava ponekad je nužno zamijeniti izmjenjivač topline na usisnoj strani.

Postupak popravka treba biti obuhvaćen ovim koracima (samo za nezapaljive radne tvari):

- a) Ugradite servisni ventil na servisnu cijev kompresora. Ugradite manometar i koristite ga za otkrivanje kvara.
- b) Povećajte tlak u sustavu na 5 bar
- c) Pregledajte sve spojeve da vidite da li dolazi do curenja ulja. Detaljno pregledajte sustav i potražite mjesta propuštanja, i to pomoću odgovarajuće opreme (ispitivača)
- d) Spustite pretlak u sustavu. Prekinite kapilarnu cijev na izlazu kondenzatora. Propuhajte sustav pomoću suhog dušika
- e) Zamijenite filter sušač prema prije opisanom postupku. Zamijenite servisnu cijev i popravite mjesto propuštanja
- f) Izvakuirajte sustav i napunite ga radnom tvari. Ponovite test na propuštanje sustava. Nakon tlačne probe sustava sa visokim tlakom pokrenite polagano vakumiranje sustava pomoću velike vakuumpumpe, jer će u suprotnom doći do ispumpavanja ulja iz sustava.

**8.0
Pregaranje motora
kompresora**

Pregaranje motora uzrokuje uništenje izolacije namotaja. Pregaranje podrazumijeva motore kod kojih je došlo do raspadanja izolacije na namotu.

Pravo pregaranje je karakterizirano slučajem kada je izolacija u motoru predugo vrijeme izložena previsokim temperaturama. Ukoliko se temperaturni uvjeti u kompresoru mijenjaju na način da temperatura izolacijskog materijala prelazi kritične vrijednosti, može se pretpostaviti da će posljedica biti pregaranje.

Takvi kritični uvjeti se mogu pojaviti kod smanjene ventilacije kompresora, odnosno ventilatora u kvaru, kod zaprljana kondenzatora i prevelikim vrijednostima napajanja.

Kvar „gubitak punjenja“ može imati istovjetne efekte. Djelomično hlađenje motora je uslijed cirkulacije radne tvari. Kada dođe do pražnjenja sustava tlak isparavanja postaje ekstremno nizak, pada protočna količina radne tvari te se smanjuje rashladni učin.

U mnogim slučajevima zaštita motora ugrađena u električnu opremu ne može reagirati na ovakve pojave. Zaštita motora se uključuje uslijed struje ili temperature. Ako je potrošnja napajanja niska potrebna je visoka temperatura da zaštita izbací. Nadalje, pri padajućoj temperaturi isparavanja dolazi do povećanja temperaturne razlike između motora i kućišta kompresora, i to uslijed slabije izmjene topline.

Zaštite namotaja koje su direktno ugrađene pružaju bolju zaštitu u ovoj situaciji, budući da se aktiviraju uslijed temperature namotaja motora. Ukoliko je izolacija namotaja oštećena u kratko spojenim žicama doći će do naglog povišenja temperature. To može uzrokovati daljnje raspadanje ulja i radne tvari. Dokle god je kompresor u funkciji cirkulacija ovakve tvari može uzrokovati kvar komponenti i onečišćenje sustava.

Kod određenih radnih tvari može doći i do stvaranja kiselina. Ukoliko se sustav nakon zamjene kompresora ne očisti može doći do ponovnog kvara na komponentama sustava. Kvarovi na motoru u kompresorima kućanskih hladnjaka su relativno rijetki. Kvarovi u startnom namotu ne uzrokuju kontaminaciju sustava, no kratki spoj u glavnom namotu ipak mogu dovesti do određene kontaminacije.

**8.1
Kiselost ulja**

Budući da pregaranje motora može uzrokovati kontaminaciju odnosno onečišćenje sustava kiselim tvarima, kiselost se može uzeti kao kriterij nužnosti čišćenja sustava.

Najonečišćeniji dijelovi sustava u ovom slučaju su kompresor i tlačna strana do filter sušača. Nakon što se sustav isprazni od radne tvari, kompresorsko ulje koje ostaje u sustavu će pokazati koliko je sam sustav onečišćen i kiseo.

Jednostavna ocjena može se dobiti uzorkom ulja u čistoj čaši. Ukoliko je ulje tamno, muljevito ili ako se u njemu nalaze čestice koje su nastale raspadanjem izolacije, te ako ulje odaje neugodan miris, dokazi su da sa uljem nešto nije u redu.

**8.2
Pregoreni sustav**

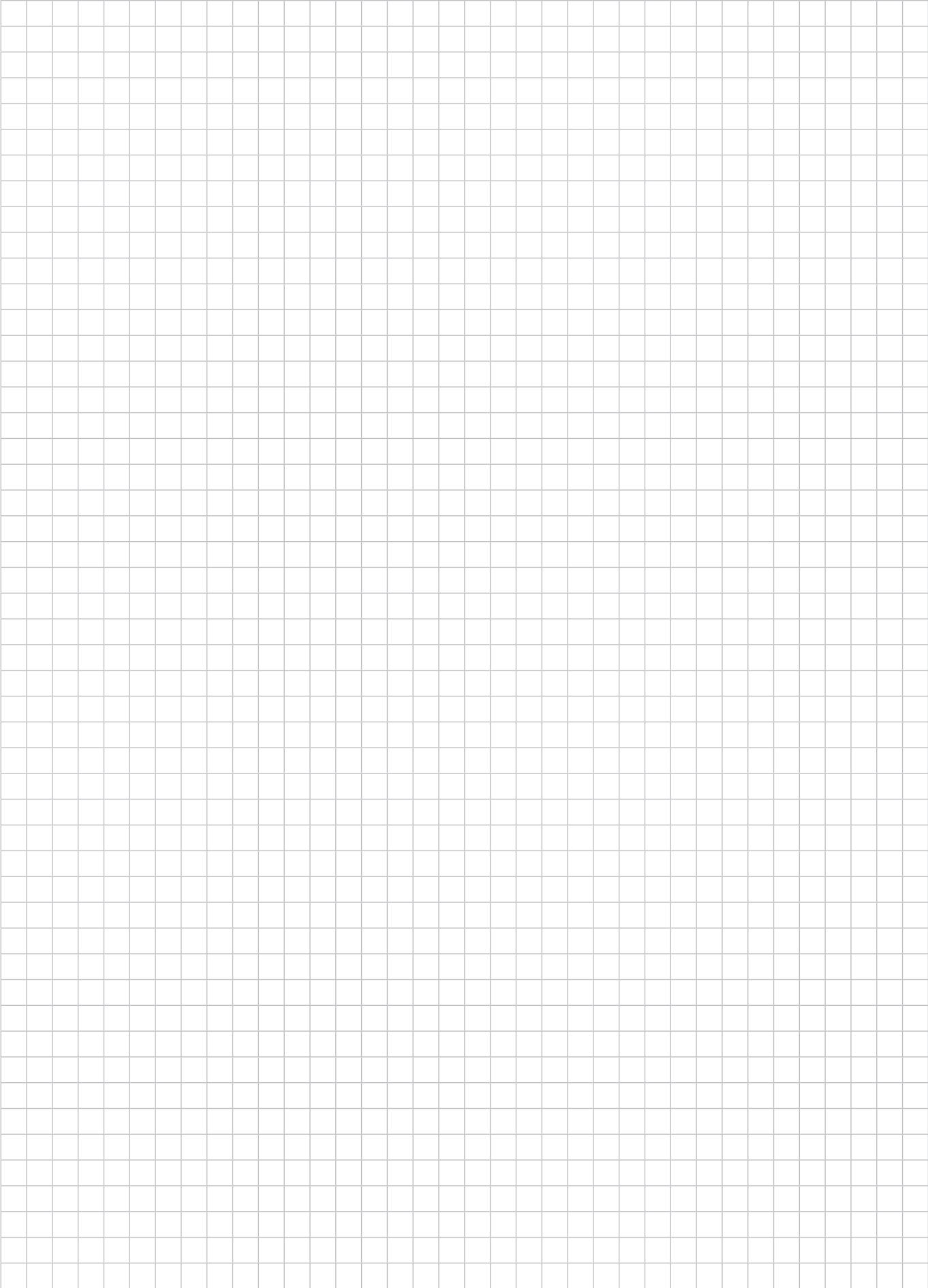
Popravak sustava koji sadrži produkte raspadanja nije preporučljiv. Ukoliko se ipak odluči za popravak ovakvog sustava apsolutno je nužno ukloniti te produkte. Tako se izbjegava onečišćenje kompletnog sustava i kvar novog kompresora. Koristi se slijedeća procedura.

- a) Uklonite pokvaren kompresor
Propušite cijevi kako bi se uklonilo staro ulje.
- b) Ugradite novi kompresor, a zatim u usisni cjevovod i Danfoss DAS filter nakon pregaranja. Ovaj filter se ugrađuje ispred kompresora radi zaštite od produkata onečišćenja.
Zamijenite filter sušač na kondenzatoru sa DAS filterom.

- c) Izvakuirajte i napunite sustav.
Zatim, ostavite sustav da kontinuirano radi 6 sati.
- d) Provjerite kiselost ulja.
Ukoliko je ulje u redu nije potrebno daljnje čišćenje.
Uklonite filter na usisnoj strani.
Propušite kapilarnu cijev.
Ugradite novi filter kod kondenzatora, npr. Danfoss DML.
Izvakuirajte sustav i napunite ga radnom tvari.
- e) Ukoliko je ulje pod d) kiselo, zamijenite filter na usisnoj strani i ostavite sustav da radi 48 sati pa zatim ponovno provjerite ulje. Ukoliko je ulje u redu, nastavite proceduru pod d).

Sadržaj	Stranica broj
1.0 Radna tvar.....	117
1.1 Tlak.....	117
1.2 Učin.....	118
1.3 Punjenje radne tvari.....	118
1.4 Čistoća.....	118
2.0 Materijali.....	119
2.1 Sušači.....	119
3.0 Zapaljivost i sigurnost.....	119
3.1 Primjena.....	120
3.2 Tvornička ugradnja.....	121
4.0 Konstrukcija rashladnog sustava.....	121
4.1 Izmjenjivači topline.....	122
4.2 Kapilara.....	122
4.3 Vakumiranje.....	122
4.4 Čistoća komponenti.....	123
5.0 Servis.....	123
Reference.....	123

Zabilješke



Radna tvar R290 ili propan, može zamijeniti druge radne tvari koje imaju velik utjecaj na okoliš. Zamjena se može obaviti na malim hermetičkim sustavima, npr. na tvornički izrađenim hladnjacima i zamrzivačima. Faktor utjecaja na razgradnju ozona (ODP) ove tvari je 0, a faktor utjecaja na globalno zagrijavanje (GWP) ima zanemarivu vrijednost. Nadalje, ova tvar je dio plinova iz prirodnih izvora.

Radna tvar R290 se već prije koristio u rashladnim postrojenjima te se još uvijek koristi u industriji. Već nekoliko godina R290 se koristi u toplinskim pumpama i klimatizaciji, i to na njemačkom

tržištu. Uglavnom, korištenje ove tvari je više ili manje uspješno. Zbog toga, R290 je u svijetu bio predmet rasprave kao zamjena za CFC radne tvari.

Za ovu namjenu R290 je moguća zamjena, koja posjeduje kvalitetna svojstva. Posjeduje dobru energetska iskoristivost, no međutim velika pažnja se mora obratiti na svojstvo zapaljivosti

1.0 Radna tvar

Svojstva R290 se razlikuju od ostalih radnih tvari korištenih u malim hermetičkim sustavima, kako je prikazano u tablici. To je razlog što je konstrukcija takvih sustava nešto drugačija.

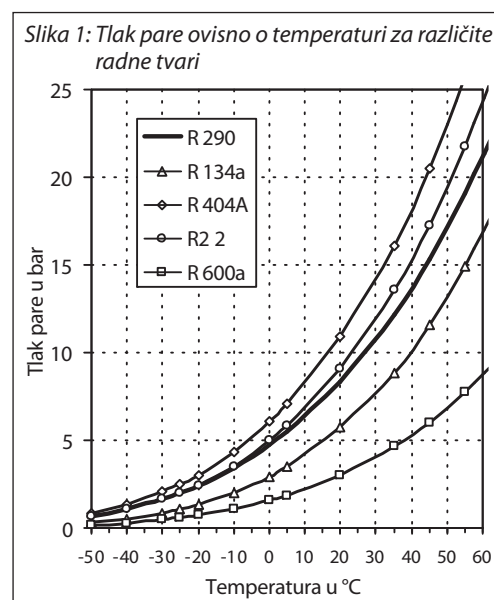
Tablica 1: Usporedba svojstava radnih tvari

Radna tvar	R290	R134a	R404A	R22	R600a
Naziv	Propan	1,1,1,2 - Tetrafluoretan	Smjesa R125 R143a R134a	Klorodifluor metan	Izobutan
Kemijska formula	C ₃ H ₈	CF ₃ -CH ₂ F	44/ 52/4	CHF ₂ Cl	(CH ₃) ₃ CH
Kritična temperatura u °C	96,7	101	72,5	96,1	135
Molekularna masa u kg/kmol	44,1	102	97,6	86,5	58,1
Temperatura isparavanja u °C	-42,1	-26,5	-45,8	-40,8	-11,6
Apsolutni tlak na -25°C u bar	2,03	1,07	2,50	2,01	0,58
Gustoća kapljevine na -25°C u kg/l	0,56	1,37	1,24	1,36	0,60
Gustoća pare na -25/+32°C u kg/m ³	3,6	4,4	10,0	7,0	1,3
Volumetrički učin na -25/55/32°C u kJ/m ³	1164	658	1334	1244	373
Entalpija isparavanja na -25 u kJ/kg	406	216	186	223	376
Apsolutni tlak na +20°C	8,4	5,7	11,0	9,1	3,0

1.1 Tlak

Razlika između R290 i R134a je u stanju tlaka u odnosu na temperaturu. Npr. pri -25°C uz isparavanje tlak je grubo 190% od R134a, 81% od R404a, 350% od R600a te skoro isti kao kod R22. Kada se gleda standardna temperatura isparavanja R290 je također blizu R22. Stoga, kada se gledaju svojstva, R290 je relativno blizu R22, a i R404A. Zato isparivači koji rade s ovom radnom tvari imaju sličnu konstrukciju kao i oni sa R22 i R404A.

Standardni tlakovi i kritične temperature su također blizu R22. Međutim, temperature na tlačnoj strani su puno niže. To omogućuje da R290 radi sa višim tlakovima odnosno nižim temperaturama isparavanja te višim temperaturama plina na usisu.



Am0_0141

1.2 Učin

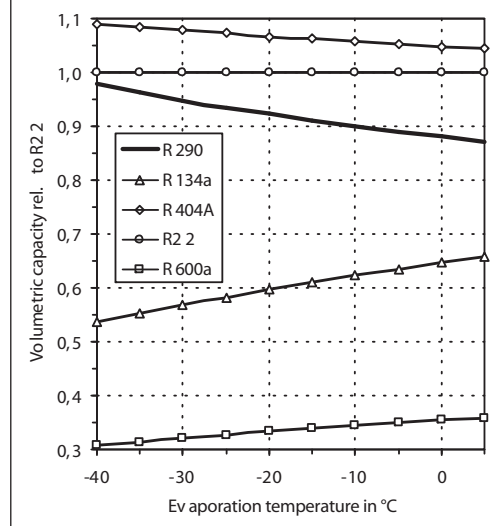
R290 ima otprilike 90% volumetričkog učina u odnosu na R22 i 150% u odnosu na R134a, i to pri temperaturi kondenzacije od 45°C. Prikaz na slici 2

Usljed toga radni obujam kompresora je relativno blizu onog sa R22, a 10-20% veći od onog koji radi sa R404A.

Volumetrički učin je otprilike 2,5 do 3 puta veći od R600a. Stoga izbor između R290 i R600a vodi ka razlikama u konstrukciji sustava budući da se radi o velikim razlikama u volumnom protoku.

Volumetrički rashladni učin je vrijednost izračunata produktom gustoće na usisu i razlike entalpija kod isparavanja.

Slika 2: Volumetrički učin radnih tvari R290, R134a, R404A i R600a relativno na R22, u odnosu na temperaturu isparavanja. Temperatura kondenzacije je 45°C, temperatura usisnog plina je 32°C, bez pothlađenja.



Am0_0142

1.3 Punjenje radne tvari

Ako bi se R290 punio u nepromijenjen rashladni sustav, gledano u gramima punjenje bi bilo puno niže. Međutim, gledano u cm³ punjenje tekućine bi bilo otprilike isto. Tako je punjenje u gramima 40% u odnosu na R22 ili R404A, gledajući tablicu 1 gdje se nalaze empirijske vrijednosti.

Prema sigurnosnim pravilima maksimalno punjenje je 150 g za kućanske hladnjake i slične namjene, što odgovara 360 g za R22 ili R404A.

1.4 Čistoća

Podaci o R290 nisu specificirani u međunarodnim standardima. Neki podaci se nalaze u njemačkim standardima DIN 8960 iz 1998. g, koji je proširena verzija standarda ISO 916. Čistoća radne tvari se ocjenjuje sa kemijske strane i sa strane stabilnosti. Daljnji kriteriji su vijek trajanja kompresora i cijelog sustava, a sa termodinamičkog aspekta gledaju se ponašanje i upravljivost rashladnog sustava.

Podaci u DIN 8960 su specifikacije o radnim tvarima na bazi ugljikovodika, a preuzeti su od ostalih priručnika o radnim tvarima. Pokrivaju se propan, izobutan, standardni butan i drugi. Neki podaci su manje prihvatljivi zbog udjela primjesa te kombinacija primjesa nakon šireg izračuna.

Dugo vremena R290 prema važećim standardima nije bio promatran kao radna tvar u rashladnoj tehnici. Specifikacije o kvaliteti i prednostima R290 se mogu pronaći u katalogima proizvođača. LPG (ukapljeni plin) za naftnu primjenu ima 95% čistoće, no međutim to nije dovoljno gledajući za hermetičke rashladne sustave. Udjeli vode, sumpora i reaktivnih tvari moraju biti niži nego što su garantirani za LPG. Razred čistoće 99,5%, zvan i klasa 2.5, je šire korišten.

Tablica 2: Podaci o R290 prema DIN 8960 iz 1998. g.

	Iznos	Jedinica mjere
Sadržaj radne tvari ¹⁾	≥ 99,5	% maseno
Organske nečistoće ²⁾	≤ 99,5	% maseno
1.3-Butadem ³⁾	≤ 5	ppm maseno
Standardni Henzan	≤ 50	ppm maseno
Benzen ⁴⁾	≤ 1	ppm po supstanci
Sumpor	≤ 2	ppm maseno
Klizanje temperature kod isparavanja	≤ 0,5	K (od 5 do 97% destilata)
Nekondenzirajući plinovi	≤ 1,5	% vol. parne faze
Voda ⁵⁾	≤ 25	ppm maseno
Sadržaj kiselina	≤ 0,02	mg KOH/g neutralizacijom
Parni ostaci	≤ 50	ppm maseno
Čestice/čvrste tvari	nema	vizualna provjera

- 1) Ovaj podatak nije eksplicitno naveden u DIN 8960. Navedena su samo ograničenja za nečistoće. Ostali sadržaj je ostatak do 100%.
- 2) Gledajući kompresor prihvatljivo je 1% za R290.
- 3) To je maksimalna vrijednost za svaku pojedinu tvar u nezasićenim ugljikovodicima.
- 4) To je maksimalna vrijednost za svaku aromatsku tvar
- 5) Ovo je preliminarna vrijednost koja se daljnjim istraživanjima treba revidirati.

**2.0
Materijali**

U Danfoss kompresorima radna tvar R290 koristi se sa poliesterski uljem, tako da je kompatibilnost materijala u pogledu ulja gotovo identična kao i kod R134a i R404A. R290 je u rashladnim sustavima kemijski nereaktivan, pa tu ne bi trebalo biti nekih problema. Topivost u esternim uljima je dobra. Kompatibilnost u pogledu direktnog dodira sa ostalim materijalima

nije problematična. Međutim, kompatibilnost sa nekim vrstama gume, plastike i posebno klorirane plastike nije previše proučavana. Ipak, ti materijali se ne koriste u malim hermetičkim rashladnim sustavima. Neki materijali sa kojima je bilo problema prilikom testiranja su navedeni u tablici 3. Ispitivanja kod kritičnih materijala moraju biti izvedena za pojedinu namjenu.

Tablica 3: Kompatibilnost materijala

Materijal	Kompatibilnost
Organska guma	Nije kompatibilan
Prirodna guma	Nije kompatibilan
Polietilen	ovisno o uvjetima
PP	Nije kompatibilan
PVC	Nije kompatibilan
PVDF	Nije kompatibilan
EPDM	Nije kompatibilan
CSM	Nije kompatibilan

**2.1
Sušači**

Za kućanske hladnjake najčešća tvar za sušenje je zeolitno molekularno sito. Za R290 preporuča se materijal veličine pora od 3Å, kao i za R134a. Npr. tu su UOP XH7, XH9 i XH11, zatim Grace 594, Ceca Siliporite H3R. Sušači za R134a se u principu mogu koristiti i za R290, ali samo ukoliko su ispitani prema IEC / EN 60 335 zahtjevima.

Ukoliko se koriste sušači sa čvrstom jezgrom, molimo pratite upute proizvođača o kompatibilnosti sa R290. Mogu se koristiti Danfoss DCL sušači.

**3.0
Zapaljivost i sigurnost**

Najveća mana kod korištenja R290 je zapaljivost. Stoga postoje strogi zahtjevi u pogledu rukovanja i sigurnosnih mjera.

Tablica 4: Svojstva zapaljivosti propana

Gornja granica eksplozivnosti (LEL)	2,1%	otprilike. 39 g/m ³
Donja granica eksplozivnosti (UEL)	9,5%	otprilike. 177 g/m ³
Minimalna temperatura zapaljenja	470 °C	

Zbog zapaljivosti propana nužne su neke sigurnosne mjere, kako na postrojenju, tako i u proizvodnom postupku. Procjena rizika u ovim slučajevima je različita. Glavna pretpostavka je da nezgode može doći ako se ispune dva uvjeta. Jedan je zapaljiva smjesa plina i zraka, a drugi je izvor zapaljenja s nekom temperaturom.

Ova dva uvjeta moraju biti istodobno prisutna da dođe do izgaranja, pa ih je stoga nužno međusobno odvojiti odnosno izbjegavati.

Danfoss kompresori koji rade sa R290 posjeduju unutarnju zaštitu ili PTC startere odnosno posebne releje. Svi oni štite kompresor od pojave iskrenja budući da se ne može garantirati da ukoliko dođe do ispuštanja plina okolišni zrak bude ispod gornje granice eksplozivnosti. Kompresori koji rade sa zapaljivom radnom tvari posjeduju žutu etiketu za upozorenje, kako je prikazano na slici 3.

Slika 3: Žuta etiketa za upozorenje



Am0_0030

**3.1
Primjena**

Za sigurnosno praćenje kućanskih hladnjaka i sličnih postrojenja koristi se europski standard IEC Technical Sheet TS 95006. Također je preveden kao dopuna na IEC / EN 60 335-2-24, koji je standard za sigurnost električnih uređaja.

Odobrenja za hladnjake koji koriste ugljikovodike kao radnu tvar u Europi se vrše prema ovoj proceduri od 1994. god.

Slijedi kratak opis metodologije TS-a i dopuna koji služe kao osnovica standarda.

Ostale primjene moraju biti obuhvaćene nacionalnim standardima i regulativama, npr. EN 378, DIN 7003, BS 4344, SN 253 130, koji imaju različite zahtjeve.

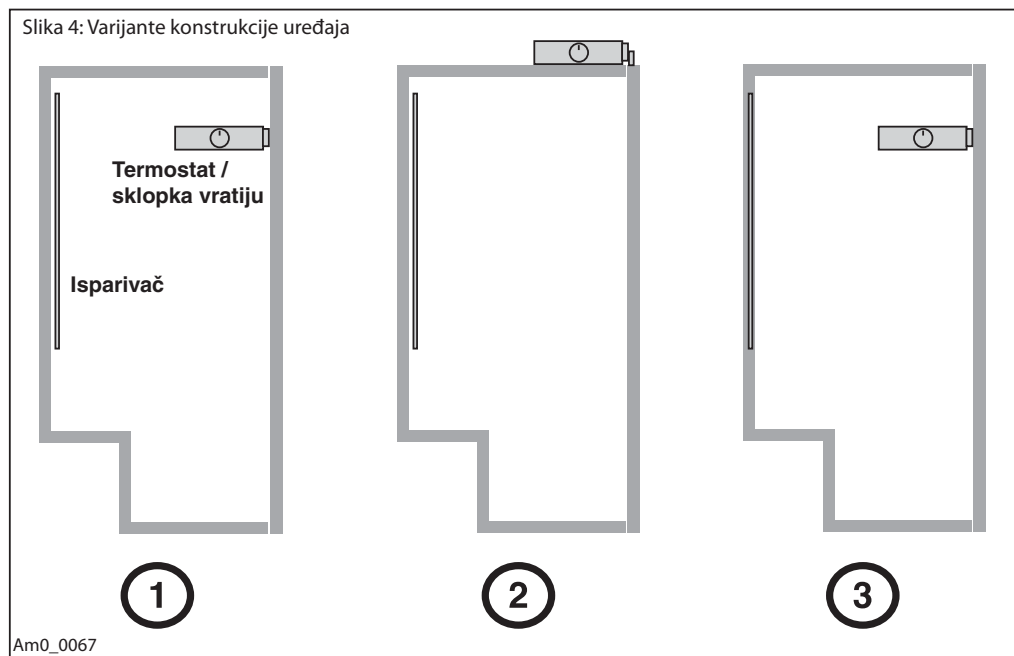
- Sva električna oprema koja tijekom normalnog rada služi kao prekidač mora se uzeti u obzir

kao izvor paljenja. To uključuje termostat, kontakt vratiju za rasvjetu, on/off sklopke kao pothlađenje, releji kompresora, vanjske sklopke, timeri odleđivanja itd.

- Sve komponente kroz koje struji radna tvar se uzimaju u obzir kao moguća mjesta propuštanja. To uključuje isparivače, kondenzatore, cjevovodni sustav i kompresore.
- Maksimalno punjenje sustava je 150g. Držanjem punjenja na maksimalno 25% od donje granice eksplozivnosti (LEL), koja odgovara 8g/m³, rizik od zapaljenja se znatno snižava, čak i u slučaju nejednolike distribucije radne tvari tijekom propuštanja.

Glavna zadaća sigurnosnih mjera je odvajanje područja koje sadrže radnu tvar od područja gdje se koriste prekidači.

Slika 4: Varijante konstrukcije uređaja



Na slici 4 prikazane su tri mogućnosti. Mogućnost 1 obuhvaća istodobni smještaj isparivača i termostata / sklopke vratiju unutar istog volumena. Ova izvedba je nekorektna za primjenu sa zapaljivim radnim tvarima. Mogućnost 2 pokazuje smještaj isparivača unutra, a termostata / sklopke vratiju izvan prostora, odnosno na njegovom gornjem dijelu. Ovo je uglavnom sigurno rješenje. Mogućnost 3 pokazuje da je termostat / sklopka vratiju unutra, dok je isparivač smješten unutar područja koje je iza unutarnje granice prostora. To je moguća solucija u mnogim slučajevima. Ova opcija mora biti izvedena i ispitana prema zahtjevima standarda TS 95006 i IEC / EN 60335.

U mnogim hladnjacima i zamrzivačima to je već izvedena situacija

- Veliki stojeći hladnjaci boca često imaju sve sklopke na gornjoj površini uređaja.

- Neki hladnjaci imaju isparivač smješten iza unutarnje granice prostora, u međuprostoru, i to odvojen pjenom, što znači da su odvojeni od unutarnjeg prostora gdje se nalaze termostati i ostali prekidači.

Kritične situacije su kada nije moguće odvojiti isparivač i termostat odnosno sklopke. U tom slučaju moguća su dva rješenja.

- Termostati i sklopke se moraju biti izmijenjene u IP nepropusnim varijantama tako da se izbjegne dolazak plina u blizinu njihovih kontakata. Danfoss nudi elektroničke termostate koji su pogodni za ovu primjenu.
- Ventilatori unutar hladnjaka moraju biti sigurni od bacanja iskri čak i u slučaju blokade.
- Električni priključci i nosači rasvjete moraju biti ispitani prema odgovarajućim zahtjevima

3.1
Primjena (nastavak)

Svaki tip uređaja koji radi sa R290 mora biti ispitan i odobren prema TS / IEC / EN procedurama, i to od strane nezavisnog instituta, čak ukoliko su svi navedeni kriteriji upotrebljeni na samoj konstrukciji. Za više detalja pregledajte standarde.

Upute za korištenje moraju sadržavati informacije i upozorenja o pravilnom rukovanju, osim za odjeljke zamrzivača, a za ugradnju u prostor gdje ide najmanje 8 g punjenja na 1 m³ volumena treba istaknuti količinu na oznaku modela.

Sustavi kod kojih se koriste releji i ostala električna oprema u blizini kompresora moraju biti u skladu sa specifikacijama. To uključuje

- Ventilatori na kondenzatoru ili kompresoru u slučaju blokade ili preopterećenja moraju biti osigurani od bacanja iskri. Moraju biti konstruirani da ne trebaju imati temperaturnu sklopku, ili ta sklopka mora zadovoljavati standard IEC 60079-15.
- Releji moraju zadovoljavati IEC 60079-15 ili moraju biti smješteni u prostor gdje ne postoji opasnost od stvaranja smjese plina i zraka, tj u zabrtvljena kućišta. Startna oprema za Danfoss kompresore se isporučuje sa dugačkim kablom za spajanje na posebnu razvodnu kutiju.

Sustav radne tvari i sigurnosni sustav mora biti odobren i regularno kontroliran od strane nadležnih tijela. Ispod su dani principi ugradnje u Njemačkoj. U mnogim detaljima su slični regulativama sa ukapljenim plinom. Posebnosti se odnose na stanice za punjenje gdje se često koriste priključci za plin te gdje se vrši punjenje sustava.

3.2
Tvornička ugradnja

Osnovni principi sigurnosti su:

- Prisilna ventilacija kako bi se izbjeglo nakupljanje plina
- Standardna električna oprema osim one za ventilatore i sigurnosne elemente
- Postavljanje osjetnika plina koji kontinuirano prate moguća mjesta propuštanja kao npr. mjesta za punjenje. Posjeduju alarm i dvostruku ventilaciju na 15-20% LEL-a, a na 30-35% isključuju sve električne uređaje koji nisu ispitani na sigurnost, dok su svi ventilatori uključeni.

U mnogim slučajevima sigurnosna konstrukcija sustava se može isporučiti od strane dobavljača stanica za punjenje ili opreme za propuštanje. Za rukovanje sa R290 u malim spremnicima, u nekim zemljama regulative su nešto blaže.

4.0
Konstrukcija rashladnog sustava

U mnogim slučajevima promjena nezapaljive radne tvari na R290 zahtjeva modifikaciju opreme iz sigurnosnih razloga. Međutim, te promjene su nužne i iz drugih razloga.

Dijelovi koji sadrže ove radne tvari prema IEC / EN 60335 moraju izdržati određeni tlak bez propuštanja. Visokotlačna strana mora izdržati tlak koji odgovara temperaturi zasićenja od 70°C puta 3,5, dok niskotlačna strana mora izdržati tlak koji odgovara temperaturi zasićenja od 20°C puta 5. Za R290 to je:

- 87 bar pretlaka za visokotlačnu stranu
- 36,8 bar pretlaka za niskotlačnu stranu

Nacionalni standardi mogu imati različite specifikacije, a ovisni su i o primjeni.

4.1
Izmjenjivači topline

U pogledu efikasnosti sustava nema zahtjeva za promjenom isparivača ili kondenzatora, tj. njihova vanjska površina je otprilike ista kao i za R22 ili R404A.

Unutarnja površina isparivača će možda zahtijevati neke promjene uslijed različitih vrijednosti volumnih protoka, a prema radnom obujmu kompresora. Također, možda će trebati prilagoditi neke poprečno nastrojane dijelove, zbog očuvanja brzine strujanja u granicama od 3 do 5 m/s.

Kružno spojeni isparivači možda neće biti korišteni zbog velikih zahtjeva u pogledu tlaka puknuća. Posebna pažnja se obraća prilikom konstruiranja spremnika sustava. Kod korištenja R22 ili R134a radna tvar je teža od korištenog ulja, dok je obrnuto kod sustava sa R290, kao što se može vidjeti u tablici 1.

To može voditi prema prevelikoj akumulaciji ulja u spremniku, pogotovo ako je on prevelik ili previsok, te ako ima smjer strujanja koji ne garantira dovoljno pražnjenje prilikom pokretanja sustava.

4.2
Kapilara

Iskustvo sa R290 pokazuje da je protok kroz kapilaru otprilike isti kao i kod R404A. To je dobra podloga za optimizaciju sustava.

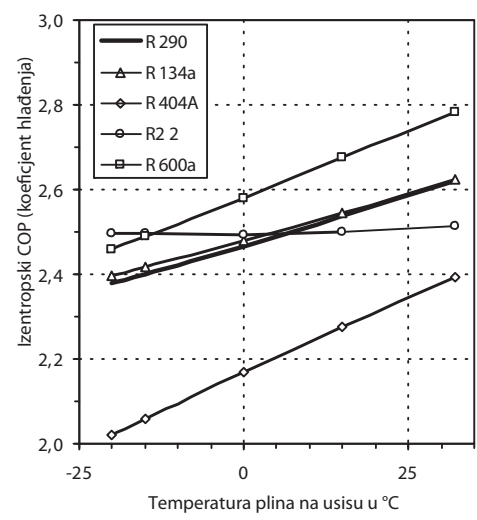
Kod R134a, R404A i R600a izmjenjivač na usisnoj strani je vrlo bitan u pogledu uštede energije, pa je tako i kod R290. Kod R22 to nije slučaj, vidi sliku 5. Slika pokazuje povišenje COP-a kod pregrijanja od par K kod temperature povratnog plina +32°C, gdje se područje od +20°C do +32°C koristi u malim hermetičkim sustavima.

Veliko povećanje COP-a kod R290 je uzrokovano velikim toplinskim kapacitetom pare. Budući da punjenje radne tvari mora biti blizu maksimalne vrijednosti, nema pregrijanja na izlazu iz isparivača, pa stoga izmjenjivač na usisnoj strani mora biti vrlo efikasan. Tako se mora spriječiti kondenzacija vlage iz zraka na usisnu cijev. U mnogim slučajevima se to postiže produljenjem usisne cijevi i kapilare.

Kapilara sama po sebi mora imati visoku površinu izmjene topline sa usisnom cijevi, i to koliko je god moguće u odnosu na kompletnu dužinu.

Kod velikih pregrijanja uz dobru unutarnju izmjenu topline, teoretski COP za R290, R600a i R134a je veći od onog za R22. Kod malih pregrijanja situacija je obrnuta, tj. COP je niži. Ponašanje R290 je slično R134a u pogledu unutarnje izmjene topline.

Slika 5: Teoretski rast COP različitih radnih tvari nasuprot temperaturi na usisu sa adijabatskom kompresijom, unutrašnjom razmjenom topline pri isparavanju -25°C, 45°C kondenzacije, bez podhlađenja prije unutrašnjeg izmjenjivača topline.



Am0_0143

4.3
Vakumiranje

Generalno vrijede sva pravila kao i kod vakumiranja R22, R134a ili R404A. Maksimalni sadržaj nekondenzirajućih plinova ne smije biti iznad 1%.

Prevelik sadržaj nekondenzirajućih plinova vodi prema većoj potrošnji energije, i to iz razloga što se povećava temperatura kondenzacije te zbog toga što u tom slučaju dio plina biva neaktivan. Dodatno se može i povećati buka.

<p>4.4 Čistoća komponenti</p>	<p>Zahtjevi za čistoću komponenti se općenito mogu usporediti sa R22i R134a. Jedini službeni standard o čistoći komponenti za primjenu u rashladnoj tehnici je DIN 8964, koji se osim u Njemačkoj koristi u još nekoliko zemalja.</p>	<p>Ovaj standard propisuje maksimalan sadržaj topivih, netopivih i ostalih taloga. Za radnu tvar R290 metode određivanja sadržaja ovih tvari se trebaju uskoro promijeniti, no njihove dopuštene granice su upotrebljive.</p>
<p>5.0 Servis</p>	<p>Servis i popravak sustava sa R290 je moguć samo za osposobljeno osoblje. Detaljnije vidi referencu CN.73.C.</p> <p>Lokalni zakoni i regulative se također moraju uzeti u obzir. R290 zahtijeva pravilno i pažljivo rukovanje zbog svoje zapaljivosti, koja može predstavljati potencijalnu opasnost tijekom servisa ovakvih sustava.</p> <p>Nužna je i dobra ventilacija prostora te tlačna strana vakuum pumpe mora imati izlaz prema otvorenom zraku.</p>	<p>Oprema serviseru mora biti u skladu sa zahtjevima za R290 u pogledu kvalitete vakumiranja i preciznosti punjenja radnom tvari. Za potrebnu preciznost punjenja treba koristiti elektroničke uređaje.</p> <p>Promjena radne tvari sustava sa R22, R502 ili R404a na R290 nije preporučljiva od strane Danfossa. Tomu je razlog što takvi sustavi nisu odobreni za rad sa zapaljivim radnim tvarima, te nemaju potrebnu električnu sigurnost prema potrebnim standardima.</p>
<p>Reference</p>	<p>TS 95006 Hladnjaci, zamrzivači hrane i ledomati koji rade sa zapaljivim radnim tvarima, Sigurnosni zahtjevi, Dopuna za IEC 60 335-2-24, CENELEC, srpanj 1995.</p> <p>CN.86.A Tvari za sušenje kod sušača i molekularnih sita</p> <p>CN.82.A Isparivači i hladnjaci</p> <p>CN.73.C Servisni radovi na kućanskim hladnjacima i zamrzivačima koji rade sa novim radnim tvarima</p> <p>CN.60.E Praktična primjena radne tvari R600a Izobutana u kućanskim rashladnim uređajima</p> <p>EN 60335-2-24 Sigurnost kod kućanskih i sličnih uređaja Dio 2: Pojedini zahtjevi za hladnjake, zamrzivače hrane i ledomate</p>	