

Armature i posude pod tlakom

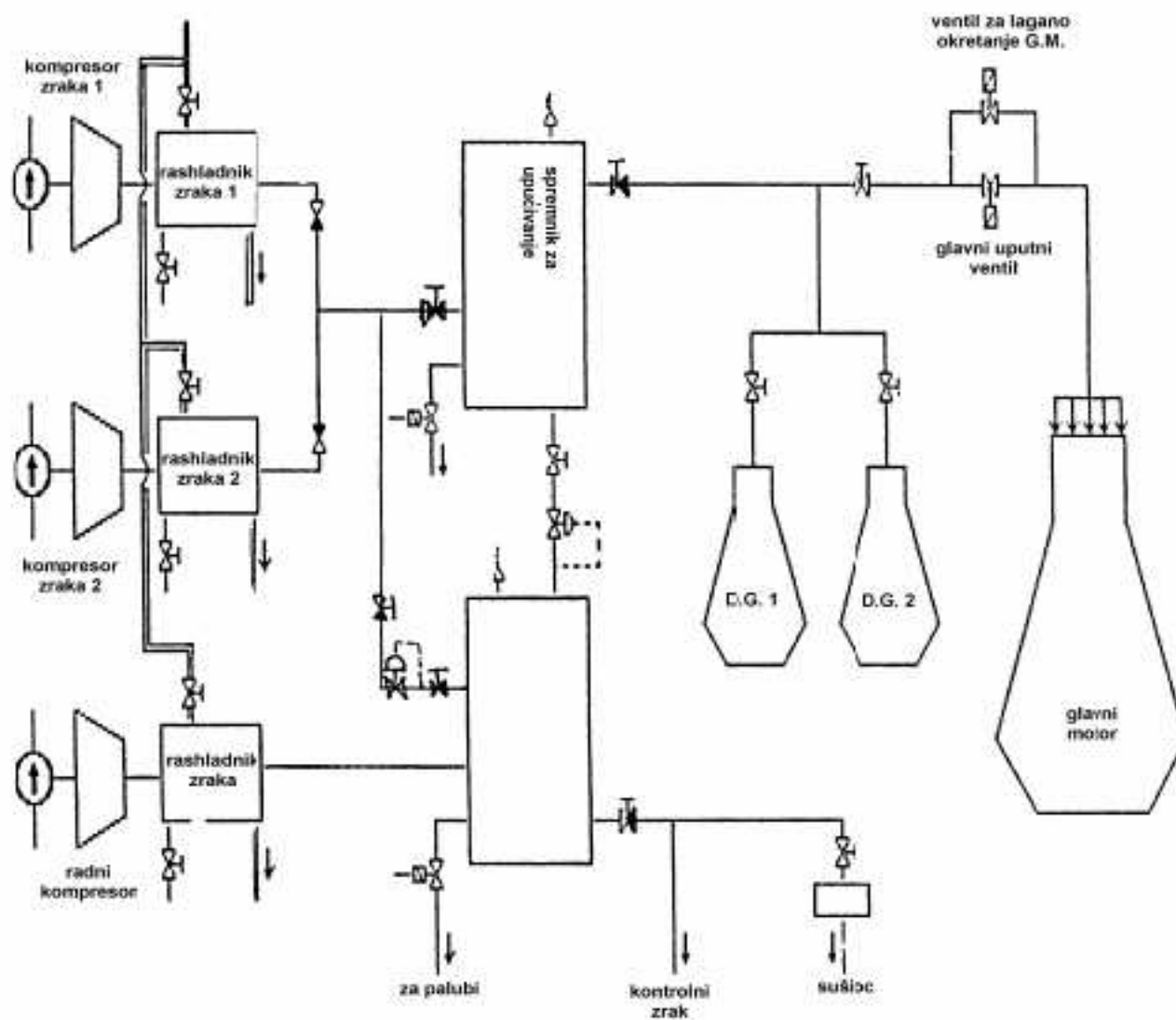
Kompresori na zrak

Sustav zraka

Sustav prikazan na slici 6.37. opslužuje dva glavna kompresora zraka i jedan pomoćni ili radni kompresor (*service air compressor*). Glavni kompresori zraka rade na načelu dvostupanjske kompresije s međuhlađenjem, što znači da se sastoje od dva stupnja između kojih je rashladnik (na slici 6.37. je zbog jednostavnosti sheme označeno da se rashladnik nalazi nakon kompresora).

Kompresori usisavaju zrak iz strojarnice i tlače ga u zračne spremnike. Zračni spremnici su dimenzionirani tako da omoguće ne manje od dvanaest uzastopnih upućivanja prekretnog motora, a ako je motor neprekretan (npr. s prekretnim propelerom), onda se radi o šest uzastopnih upućivanja. Međutim, budući da je to donja granica, u praksi se izvode izvedbe s daleko većim brojem mogućih upućivanja što opet ovisi od uputa proizvođača motora i pravila pojedinih klasifikacijskih zavoda. Zračni spremnici se uglavnom pune do tlaka od 30 bara, a rad kompresora zraka je automatiziran, što znači da se padom tlaka u zračnom spremniku kompresori automatski uključuju, odnosno da se isključuju kada tlak dosegne željenu vrijednost. Zrak iz gornjeg spremnika (slika 6.37.) koristi se za upućivanje glavnog motora i pomoćnih motora, tj. dizel-generatora. Spremnik za start i dva glavna kompresora predviđeni su da se koriste samo za vrijeme upućivanja motora. Zrak za pomoćne službe (kontrolni zrak za automatiku, upravljački zrak, zrak za palubu, itd.) dobiva se preko radnog (*service*) zračnog spremnika. Taj je zrak pod tlakom od obično 6-8 bara, a moguće su i kombinacije da se taj zrak dobije preko glavnih kompresora i spremnika za upućivanje. Kontrolni zrak za instrumente obvezno se vodi kroz sušilicu zraka gdje mu se oduzima vlaga.

Sl. 6.37. Sustav zraka



Redosljed aktivnosti pri ukrcaju i utemeljenju strojeva i uređaja:

- trasirati temelje strojeva i uređaja,
- postaviti temelje i izvesti njihovo podešavanje (niveliranje),
- zavariti temelje strojeva i uređaja,
- iz skladišta transporterom dovesti stroj ili uređaj pokraj broda i dizalicama ukrcati kroz otvor strojarnice. Manji uređaji mogu se krcati kroz vidnik strojarnice dok se veći obavezno moraju ukrcati prije ugradnje grotla strojarnice, dok je prostor strojarnice otvoren. Poželjno je da se što više strojeva i uređaja ugradi prije ukrcaja nadgrada i grotla strojarnice,
- trasirati i zavariti podložne pločice za uklinjenje strojeva i uređaja na temelj. Za manje strojeve i uređaje koriste se okrugle podložne pločice, dok se za veće koriste kvadratne,
- izvesti niveliranje i viziranje podložnih pločica,
- postaviti stroj ili uređaj na mjesto,
- izvesti kontrolu zračnosti. Masa i sile uslijed rada strojeva i uređaja moraju se ravnomjerno prenositi na temelj. U slučaju zračnosti (noga stroja ili uređaja ne naliježe na podložnu pločicu) potrebno je dodati podloške od tankog lima,
- vijcima pritegnuti noge stroja ili uređaja za temelj. Pritezanje izvesti dijagonalno.

Kompresor zraka je važan dio među strojevima u broskoj strojarnici koji podržava nekoliko drugih sustava, uključujući i glavni motor. Međutim, kompresor je jedan stroj koji zahtijeva stalno praćenje i održavanje kako bi se osiguralo da sve teče glatko. Brojni se sigurnosni uređaji nalaze na kompresoru i potrebni su za nesmetano funkcioniranje kompresora. Za razumijevanje zajedničkih problema kompresora, važno je znati sve različite dijelove sustava. Oni također moraju zadovoljiti sve bitne provjere koje su potrebne kako bi kompresor normalno radio.

Najvažniji problemi koji se javljaju kod zračnih kompresora



1. Kapacitet kompresora je nizak

To je jedan od najčešćih problema koji se može vidjeti na svim vrstama brodova. Često, kapacitet kompresora može ići nisko ili smanjiti se ako radi dugo vremena i na kraju nije u stanju nositi se s potražnjom zraka.

Glavni razlozi za taj problem:

- Propuštanje u odvodnim i usisnim ventilima;
- Greška ili prodiranja u rasteretni dio sustava;
- Curenje iz sigurnosnog ventila;
- Povećanje sudarajućih razmaka;
- Pogrešno postavljanje kompresora auto isključenja-i cut-out (preblizu).



2. Ulje prenešeno na zrak:

Ako u komprimiranom zraku ima nafte, bilo bi to uglavnom zbog sljedećih razloga:

- Separator ulja ne radi ispravno stoga ulje se provodi u zrak usisa;
- Podmazivanje cilindra podešava na visokom komprimiranju, što je dovelo do prenošenja ulja na zrak;
- Automatski ispust je u kvaru.

3. Pretjerana buka i vibracije:

Ako kompresor generira previše buke i vibracija, to može biti zbog sljedećih razloga:

- Opuštena remenice, zamašnjak, remen, remenice, hladnjak, stezaljke ili pribor;
- Nedostatak ulja u kućištu;
- Klip udara pločicu ventila;
- Kompresorski temeljni vijci su popustili;
- Kompresorski temeljni zaglavci istrošeni.



4. Usljed pregrijavanja ispušta se zrak

Ako je temperatura u komprimiranom zraku visoka, onda može do pregrijavanja doći zbog sljedećih razloga:

- prljav intercooler cijevi;
- kapacitet hlađenja vodene pumpe smanjen ili nedovoljan;
- ulazna temperatura na usisu zraka kompresora je visoka;
- ventilacije za svježi zrak u blizini kompresora;
- oštećenje u brtvi glave;
- zaprljan usisni filter zraka;
- ventili za 1. ili 2. stupanj propuštaju.

5. Propuštanje ulja u kućištu motora

Provjere prije početka rada kompresora

Sljedeći koraci koje treba slijediti prije početka startanja kompresora za zrak na brodu:

- 1) Provjerite nivo mazivog ulja u kućištu radilice pomoću šipke ili kontrolnog stakla;
- 2) Svi ventili ispusta kompresora moraju biti u stanju normalno otvorenom;
- 3) Svi ventili koji moraju biti u otvorenom stanju kod rada se provjeravaju;
- 4) Svi alarmi i prohodnost ulja niskog tlaka, voda visoke temperatura, moguća preopterećenja- moraju se ispitati na ispravnost;
- 5) Svi ventili sustava rashladne vode moraju biti u pravilu u otvorenom položaju;
- 6) Svi tlakomjeri moraju biti u otvorenom položaju;
- 7) Filter zraka mora biti čist;
- 8) Kad kompresor nije dugo vremena radio treba ga uključiti ručno uz provjeru slobodnog kretanja njegovih rotirajućih dijelova.



Provjere tijekom rada kompresora:

- 1) Provjerite da li svi manometri pokazuju ispravno očitavanja tlaka maziva ulja, pritisak vode, itd;
- 2) Provjerite da li se čuje neki neuobičajeni nepravilni zvuk poput kuckanja itd;
- 3) Provjerite sve maziva ulja ili istjecanja vode;
- 4) Ako je cilindar podmazivanja osiguran, provjerite opskrbu preko kontrolnog stakla;
- 5) Provjerite je li izlazni tlak za sve jedinice normalan;
- 6) Provjerite temperaturu zraka nakon završne faze da li je je u granicama normale;
- 7) Provjerite protok rashladne vode na kontrolnom staklu;
- 8) Ako su sastavni dio i pumpe za hlađenje vode treba provjeriti slobodnu rotaciju okretnih dijelova;
- 9) Provjerite sigurnosni ventil svih jedinica za propuštanje.

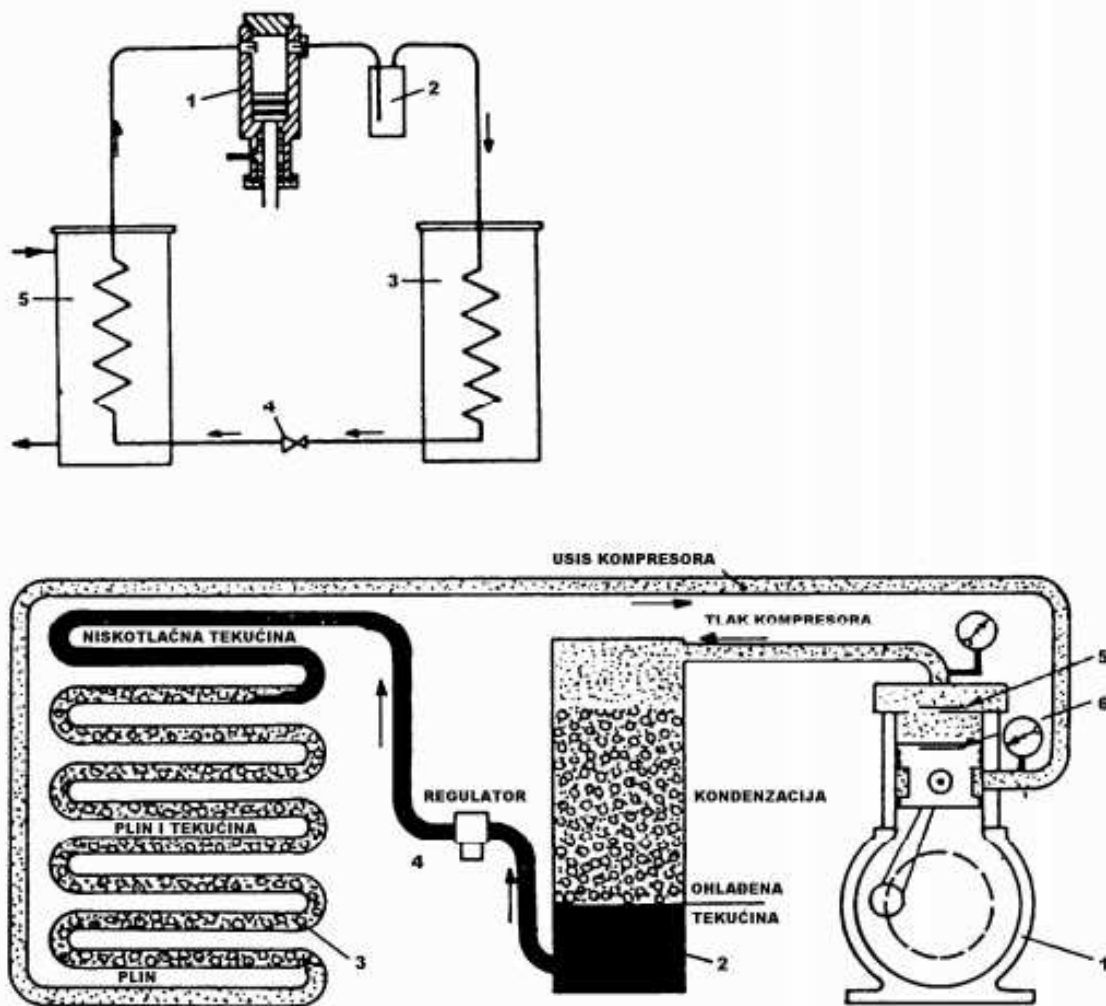
U nekim kompresoru, odredba je da se treba provjeriti sigurnosni ventil s ručnom polugom.

Kompresorski rashladni uređaj

Na slici dole prikazana je pojednostavljena shema kompresorskog rashladnog uređaja. Rashladno sredstvo prolazi kroz određene faze kružnog procesa:

1. kompresija,
2. hlađenje i ukapljavanje,
3. ekspanzija,
4. isparavanje.

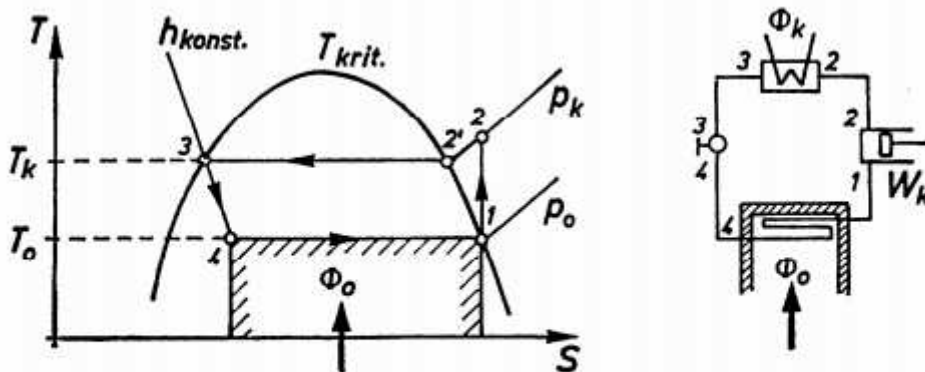
Toplina potrebna za isparavanje oduzima se iz hlađenog prostora, te prilikom kondenzacije predaje morskoj vodi. Ta se toplina odvodi iz hlađenog prostora i prenosi na morsku vodu.



Sl. 5.1. Kompresorski rashladni uređaj

*1-kompresor, 2-kondenzator, 3-isparivač, 4-ekspanzijski ili regulacijski ventil,
5-tlačni ventil kompresora, 6-usisni ventil kompresora*

Kompresorski rashladni uređaj ima četiri elementa: kompresor, kondenzator, ekspanzijski ventil ili regulator i isparivač. Plinoviti medij usisava se iz isparivača kompresorom i tlači uz približno adijabatsku promjenu stanja. Plin se zatim vodi u kondenzator gdje se zbog hlađenja pretvara u kapljevito stanje pod približno konstantnim tlakom. Oslobođena toplina u kondenzatoru prelazi na rashladnu morsku vodu. Nakon ukapljivanja, rashladni medij prolazi kroz ekspanzijski ventil gdje dolazi do prigušivanja s visokog na niski tlak uz konstantan sadržaj topline. Tekući medij niskog tlaka ulazi u isparivač i tu preuzima na sebe toplinu okoline iz rashladne komore te isparava. Tlak i temperatura medija koji isparava određeni su položajem otvora ekspanzijskog ventila, a ravnoteža se održava omjerom količine plina, koja se isisava iz isparivača kompresorom, i količine tekućine koja prolazi kroz ekspanzijski ventil. Rashladni se proces može pratiti u T-S dijagramu. Na slici 5.2. prikazan je T-S dijagram za prije navedeni rashladni uređaj koji je prikazan na slici 5.1.



Sl. 5.2. T-S dijagram kompresorskog rashladnog uređaja

1-2 kompresija zasićene pare, 2-2'-3 ohlađivanje i kondenzacija pregrijane pare, 3-4 prigušivanje rashladnog sredstva, 4-1 isparavanje rashladnog sredstva u isparivaču

Stanja u dijagramu, koja odgovaraju oznakama u shemi, dobivamo ako u dijagramu ucrtamo usporednice s apscisom (izoterme). Donja predstavlja temperaturu isparavanja T_o rashladnog sredstva i isparivača, a gornja usporednica predstavlja temperaturu kondenzacije T_k . Točku 1 (suhozasićene pare rashladnog sredstva prije ulaska u kompresor) daje sjecište izoterme T_o s desnom stranom granične krivulje. Točku 2 (pregrijane pare na izlazu iz kompresora) dobivamo u sjecištu vertikale kroz točku 1 (adijabatska kompresija) s izobarom p_k (tlak kondenzacije). Točku 3 (ukapljeno rashladno sredstvo) daje sjecište izoterme T_k s lijevom stranom granične krivulje rashladnog sredstva. Točka 4 (rashladno sredstvo nakon prigušenja u ventilu) leži u sjecištu krivulje $h=\text{konst.}$, te kroz točku 3 s izotermom T_o . Proces se odvija u smjeru označenom strjelicom.

Pri tome nastupaju sljedeće promjene stanja:

- 1 – 2 Adijabatska kompresija. Kompresor usisava pare rashladnog sredstva iz isparivača i komprimira ih na tlak p_k .
- 2 – 3 Kondenzacija pregrijanih para pri konstantnom tlaku p_k . Pare se najprije ohlade (2-2'), a zatim ukapljuju (2'-3).
- 3 – 4 Prigušivanje tekućeg rashladnog sredstva na traženi tlak u isparivaču. Pri tome dio tekućine ispari i zato je točka 4 unutar granične krivulje.
- 4 – 1 Isparavanje kod stalnog tlaka p_o i stalne temperature T_o . Za isparavanje rashladno sredstvo oduzima toplinu od okoline (isparivač se grije od okoline – rashladne komore).

5.1.2. Rashladna sredstva

Prije su se kao rashladna sredstva koristili amonijak, sumporni dioksid, ugljični dioksid, a za manje uređaje metilni klorid. U današnje vrijeme sve se više primjenjuju ona rashladna sredstva koja ne oštećuje ozonski omotač.

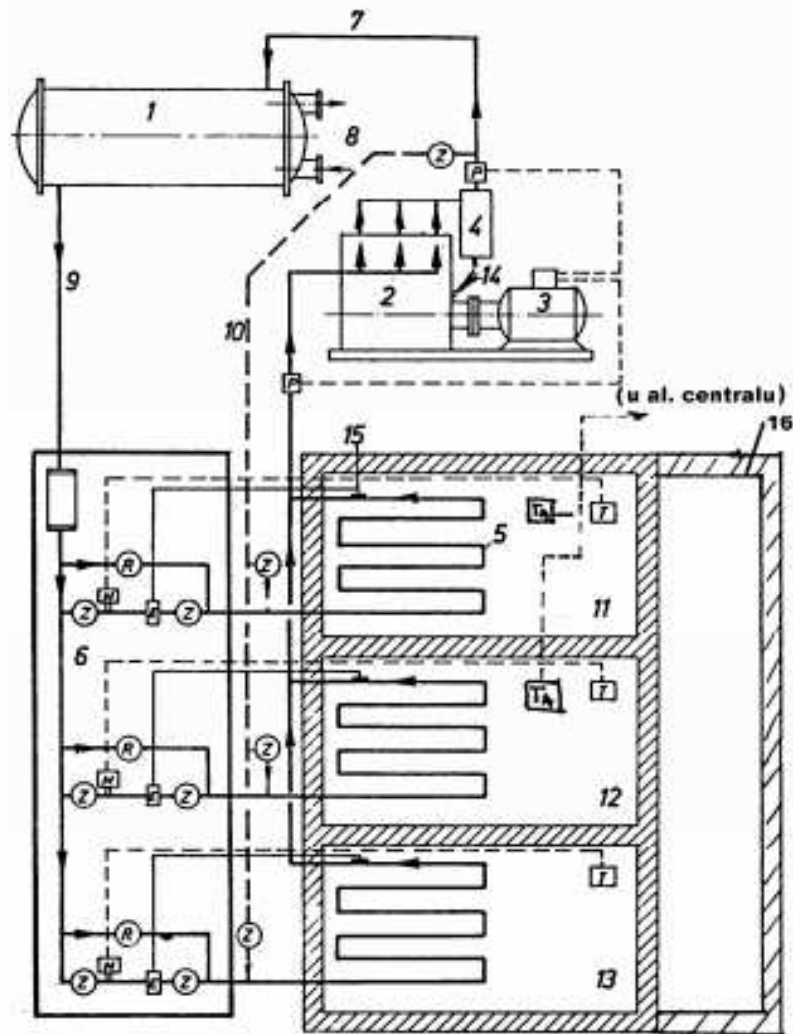
Rashladna sredstva trebaju udovoljiti ovim zahtjevima:

- da nisu zapaljiva,
- da nisu otrovna,
- da se mogu kondenzirati na nižem tlaku,
- da ne djeluju korozivno na metale,
- da se dobro miješaju s uljem radi lakšeg podmazivanja cilindra, ali da pri tom imaju različitu gustoću radi lakšeg odvajanja ulja u separatoru,
- da je toplina isparavanja velika jer su tada potrebne manje količine rashladne vode.

Freon 12 (CF₂Cl₂) je bezbojan plin slabog i ugodnog mirisa. Nije zapaljiv, a radni tlakovi su mu povoljni. Toplina isparavanja mu je malena, pa se upotrebljava za male i srednje rashladne uređaje. Istjecanje freona se teško može primijetiti, a miris se osjeti tek nakon koncentracije u zraku od 20%. Mjesto propuštanja freona određuje se pomoću specijalne plinske svjetiljke, elektronskog detektora, kao i po ulju koje izbija na mjestu istjecanja. Znači trovanja se pojavljuju kad ga ima u zraku u koncentraciji volumski većoj od 30%.

Freon 22 (CHF₂Cl). Koeficijent prijenosa topline je za 25-30% veći nego kod freona 12 što omogućuje da se smanje dimenzije kondenzatora i isparivača. Lako prolazi kroz slabo brtvljena mjesta. Neutralan je u odnosu na metale kad u njemu nema vlage. Nije eksplozivan niti zapaljiv, ali je nešto otrovniji od freona 12. Koristi se u rashladnim uređajima s niskim temperaturama i u uređajima za klimatizaciju zraka. Freoni 12 i 22 postupno se napuštaju zbog štetnog utjecaja na ozonski omotač. Umjesto njih uvode se novi rashladni fluidi (R 123 A i drugi novi freoni).

5.1.3. Uređaj za očuvanje namirnica



1-kondenzator, 2-kompresor, 3-elektromotor za pogon kompresora, 4-odjeljivač ulja, 5-isparivač, 6-razvodna ploča, 7-odvod pare iz kompresora u kondenzator, 8-ulaz/izlaz rashladne vode, 9-izlaz kondenziranog rashladnog sredstva, 10-cjevovod za otapanje leda na isparivaču, 11-ćelija za meso, 12-ćelija za ribu, 13-ćelija za voće, 14-povratak ulja iz odjeljivača, 15-pipalo, 16-pretkomora, Z-zaporni ventil, R-ručni regulacijski (ekspanzijski) ventil, M-magnetski ventil, E-ekspanzijski ventil, T-termostat, P-presostat

Sl. 5.3. Shema uređaja za očuvanje namirnica

Na slici 5.3. prikazan je rashladni uređaj za namirnice s ciklusom izravne ekspanzije. Pretkomora (s temperaturom od $+8^{\circ}\text{C}$) služi za smanjivanje gubitaka topline prigodom svakodnevnog ulaženja u hladnjaču. U pojedinim ćelijama može se nalaziti jedan ili više isparivača smještenih po stijenkama prostora, a prijelaz topline obično se pospješuje ventilatorima koji se nalaze ispred isparivača. Svaki isparivač ima svoju armaturu na razvodnoj ploči izvan ćelije. Tu se nalaze termoekspanzijski ventili povezani s osjetnikom na izlaznoj cijevi iz isparivača kapilarnom cijevi. Osjetnikom se podešava otvaranje termoekspanzijskog ventila. Kapilarna cijev s osjetnikom je obično napunjena istim rashladnim sredstvom koje se nalazi u rashladnom sustavu. Promjenom temperature u isparivaču nastaje promjena tlaka u osjetniku koja se prenosi kapilarnom cijevi na membranu u ventilu. Pri povišenom tlaku (povišenoj temperaturi komore) djeluje sila koja ventil otvara i propušta tekuće rashladno sredstvo. Obrnuto, pri smanjenju tlaka (nižoj temperaturi komore) tekućina u kapilari se skuplja (dok se pri povišenoj temperaturi širila) i ventil se pritvara. Magnetskim ventilom upravlja termostat smješten u ćeliji. Kod sniženja temperature na željenu, termostat zatvara magnetski ventil i sprječava freonu ulazak u isparivač. Kad se temperatura u ćeliji povisi, termostat otvori magnetski ventil i u isparivač ponovo ulazi rashladno sredstvo. Osim spomenutog termostata, u ćelijama koje imaju radne temperature ispod 0°C , obično se nalazi još jedan termostat povezan na alarmnu centralu. Naime, u slučaju zakazivanja uređaja, kada temperatura naraste iznad maksimalne dopuštene, termostat aktivira alarm za namirnice. U rashladnom uređaju s jednom ćelijom (kao npr. hladnjak u domaćinstvu) termostat bi mogao, umjesto da zatvori magnetski ventil, izravno isključiti pogonski stroj kompresora. U izvedbi s više ćelija to nije moguće. Kompresor se smije zaustaviti tek onda kad je u svim (a ne u jednoj) ćelijama željena niska temperatura. To se postiže ugradnjom tzv. usisnog presostata niskog tlaka na usisni cjevovod. Preostat niskog tlaka spojen je s pogonskim elektromotorom kompresora. Kad se magnetski ventili svih komora, tj. ćelija zatvore, (a zatvorio ih je termostat svojim djelovanjem jer je postignuta željena temperatura) tlak se u usisnom cjevovodu počinje smanjivati. Kod unaprijed određene vrijednosti tlaka reagira usisni presostat i zaustavlja elektromotor kompresora. Kad se temperatura u ćelijama povisi, otvore se magnetski ventili i rashladno sredstvo počinje ulaziti u isparivače. Tlak u usisnom cjevovodu zbog isparavanja raste i kod određene vrijednosti usisni presostat ponovo reagira i uključuje elektromotor kompresora. Kad se prigodom punjenja ili nadzora otvaraju ćelije, u njih ulazi zrak s temperaturom okoline koja je znatno viša. Pri ohlađivanju u ćeliji temperatura zraka se snizuje, a pri tome raste njegova relativna vlaga. Pri određenoj temperaturi postiže se zasićenost, a pri daljnjem ohlađivanju dio vlage počinje se izlučivati u obliku kapljica vode i to na najhladnijem mjestu, tj. na isparivaču. Ukoliko je temperatura ispod 0°C , cijevi se oblože ledom i smanjuju prijelaz topline. Taj seled odstranjuje tako da se povremeno kroz cijevi isparivača puštaju vruće pare rashladnog sredstva u za tu svrhu predviđenom cjevovodu koji vodi s tlačne strane (prije ulaza u kondenzator) u isparivač.