



TERMOTEHNIČKI SISTEMI

6

**HLAĐENJE I
HLADNJAČE**

Uvod

Kvalitet uskladištenja životnih namirnica umnogome zavisi od temperature. Ukoliko bi temperatura uskladištenja bila jednaka temperaturi okoline, u namirnicama bi došlo do intenziviranja mikrobioloških i hemijskih procesa koji bi doveli do ubrzanog truljenja i raspadanja uskladištenih namirnica.

Broj bakterija u mlijeku u zavisnosti od temperature

Temperatura uskladištenja [°C]	Broj bakterija			
	6 sati	12 sati	24 sati	48 sati
0	1	1	0,8	0,7
10	1,2	1,5	4	25
20	2	24	6000	35000

Tabela 6.2 Sadržaj vode, specifične toplote i latentna toplota za neke namirnice

NAMIRNICE	SADRŽAJ		SPECIFIČNA TOPLOTA		LATENTNA TOPLOTA kJ/kg
	vode	čvrste materije	prije smrzavanja	poslije smrzavanja	
	%	%	kJ/kgK	kJ/kgK	
Breskve	87	13	3,852	1,717	293,076
Grožđe	81	19	3,684	1,884	263,768
Jabuke	83	17	3,852	1,758	280,516
Jagode	90	10	3,852	1,968	299,775
Kruške	83	17	3,852	1,758	280,516
Lubenice	89	11	3,852	1,926	297,263
Narandže	84	16	3,852	1,843	284,703
Orasi	7,2	92,8	1,047	0,921	37,681
Paradajz	94	6	3,894	2,052	314,010
Trešnje	82	18	3,643	1,842	276,329
Grašak	75	25	3,346	1,758	251,208
Kelj	91	9	3,894	2,010	305,636
Krompir	74	26	3,344	1,758	242,834
Mahune	89	11	3,852	1,968	297,263
Mrkva	83	17	3,643	1,884	276,329
Šparoge	94	6	3,894	1,968	314,010
Jegulja	62	38	2,931	1,633	209,340
Med	19	81	1,465	1,089	58,615

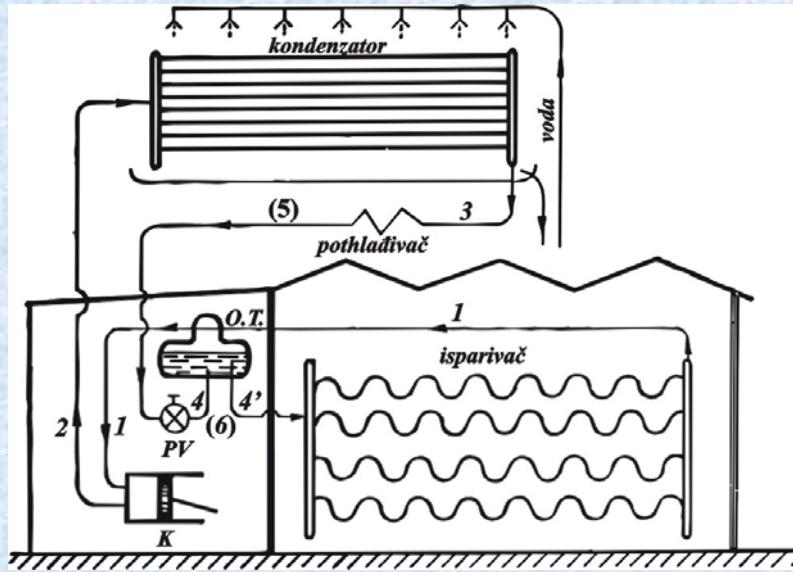
Načini dobijanja niskih temperatura:

- **Topljenje**
- **Ključanje**
- **Sublimacija**
- **Širenje gasa**
- **Hlađenje pomoću vihornog efekta**
- **Termoelektrično hlađenje**

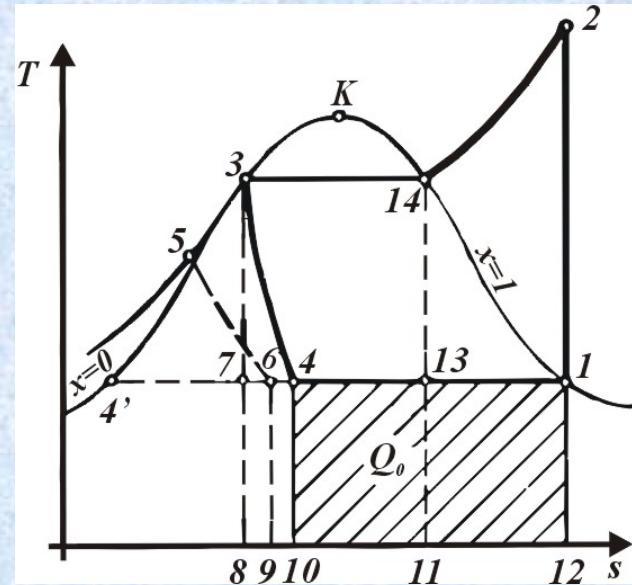
Radni (rashladni) fluidi

Radni fluidi koji se koriste za ostvarivanje procesa hlađenja u rashladnim uređajima nazivaju se rashladni fluidi. Svaka supstanca koja apsorbuje toplotu prilikom ekspanzije ili isparavanja može se nazvati rashladnim fluidom. Međutim, samo neke od ovih supstanci nalaze se u upotrebi kao rashladna sredstva pošto zadovoljavaju osnovne kriterijume vezane za toksičnost, cijenu, zapaljivost i ekonomičnost, termodinamičke i termofizičke osobine kao i uticaj na čovjekovu okolinu.

Realni kružni procesi kompresionih rashladnih mašina



Shema postrojenja parnog kompresionog RU



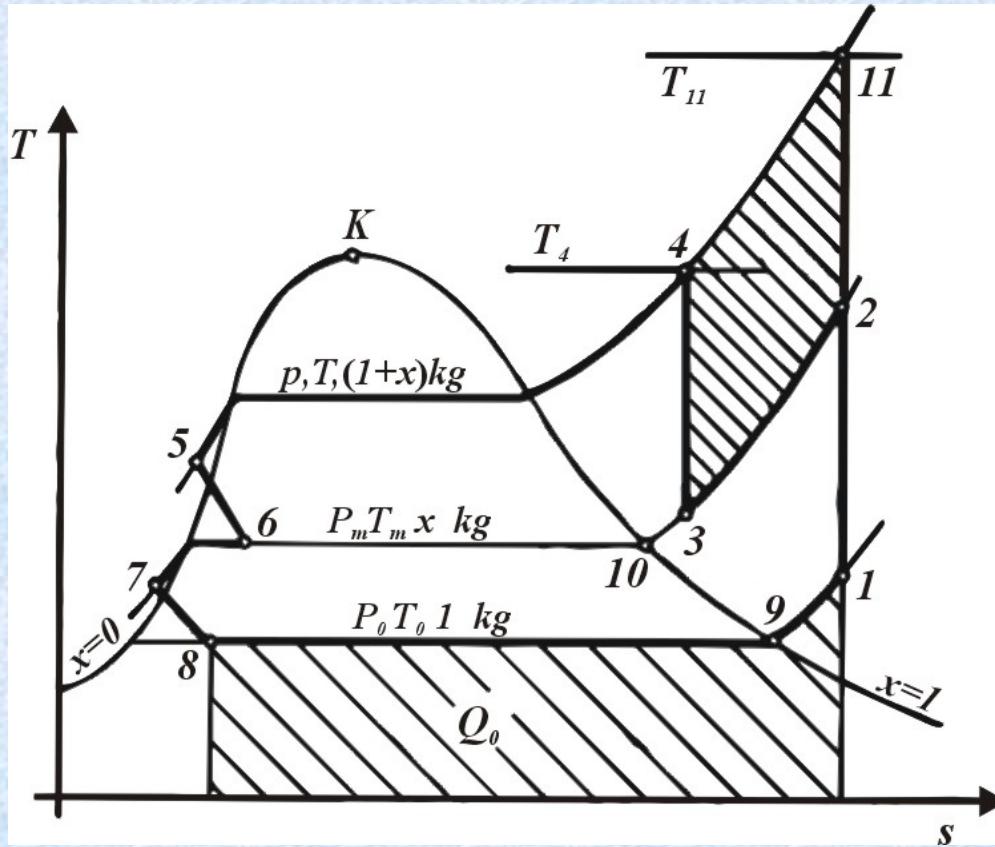
Kružni proces parnog kompresionog RU sa realnim gasovima u T,s-dijagramu

Koeficijent hlađenja za slučaj pothlađivanja je

$$\varepsilon = \frac{q_0}{l} = \frac{h_1 - h_6}{h_2 - h_1} = \frac{h_1 - h_5}{h_2 - h_1}$$

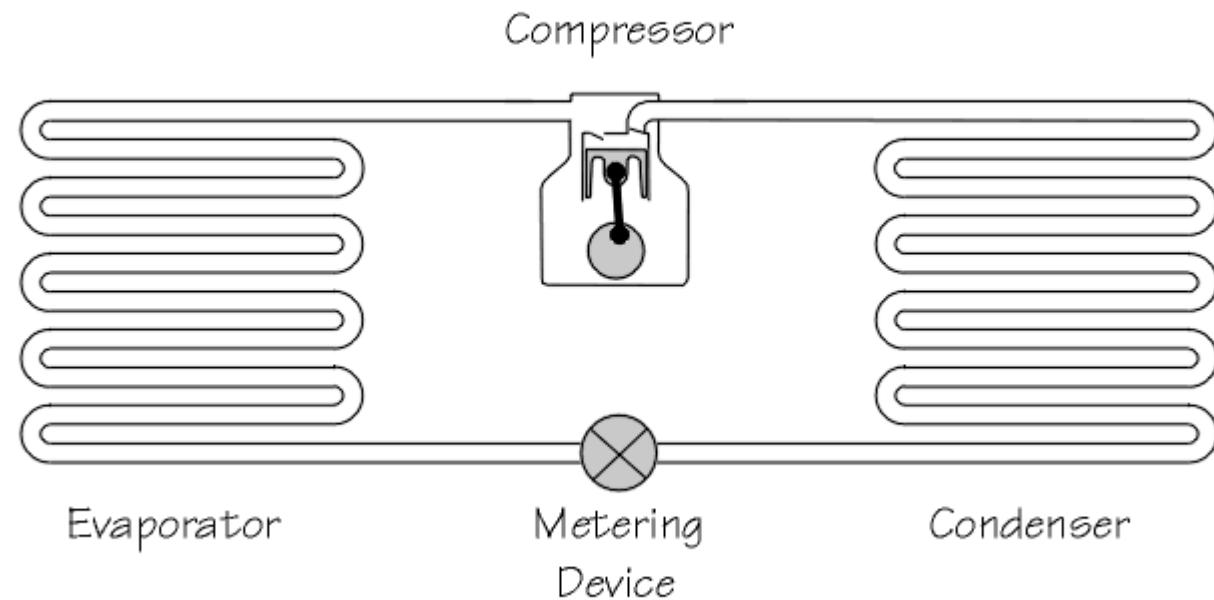
Za slučaj bez pothlađivanja je

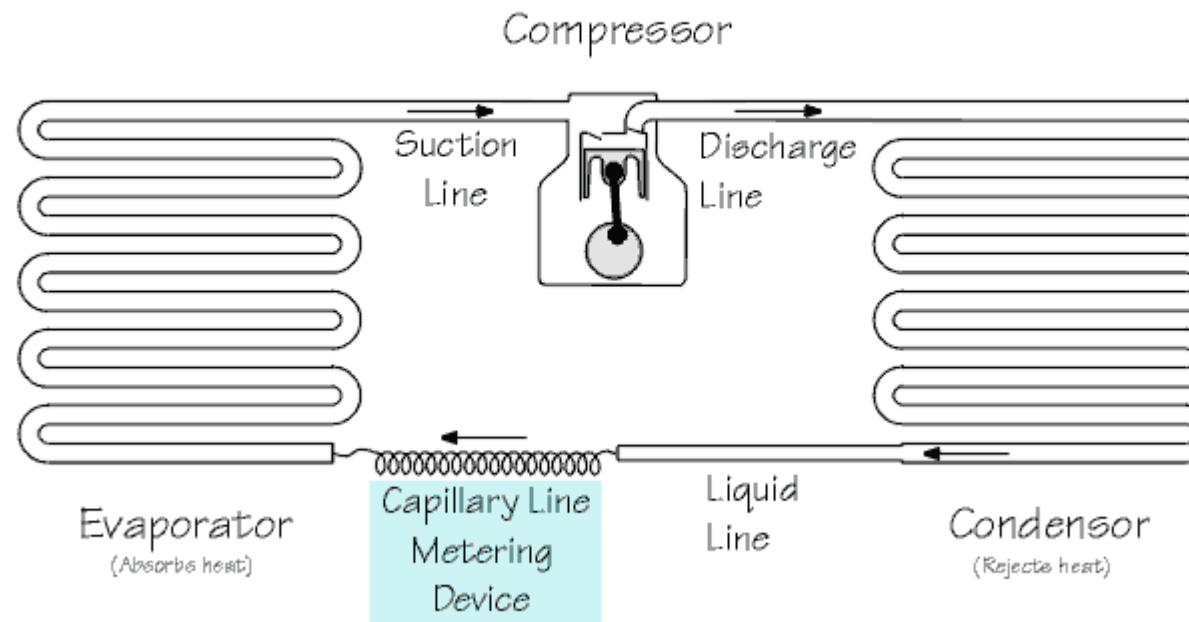
$$\varepsilon = \frac{q_0}{l} = \frac{h_1 - h_4}{h_2 - h_1} = \frac{h_1 - h_3}{h_2 - h_1}$$

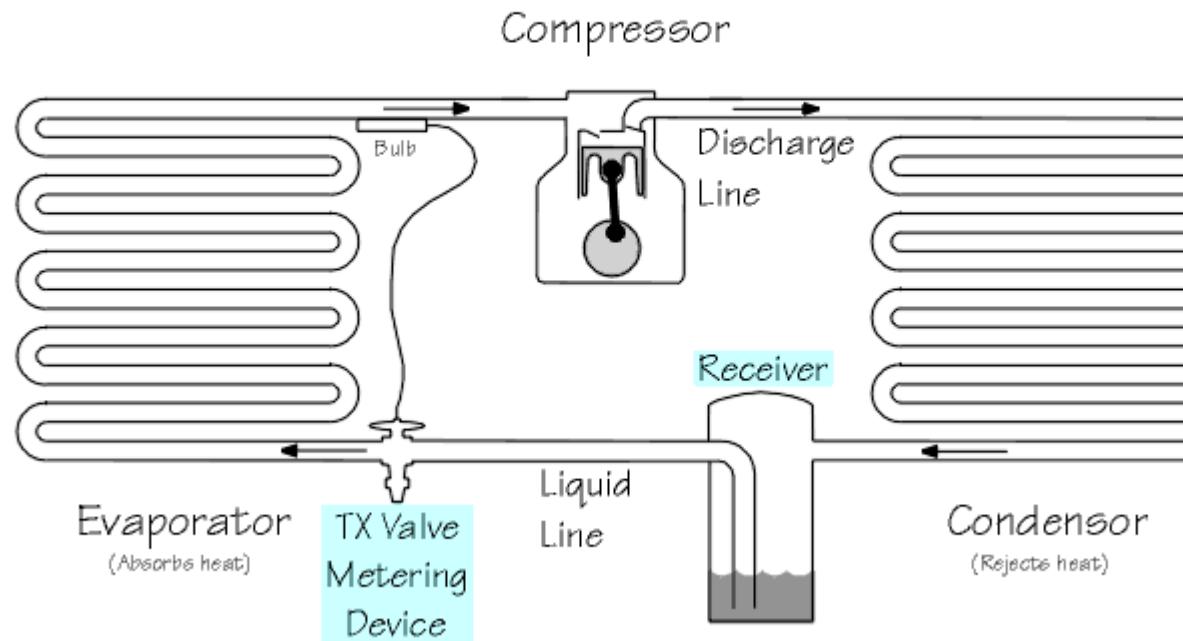


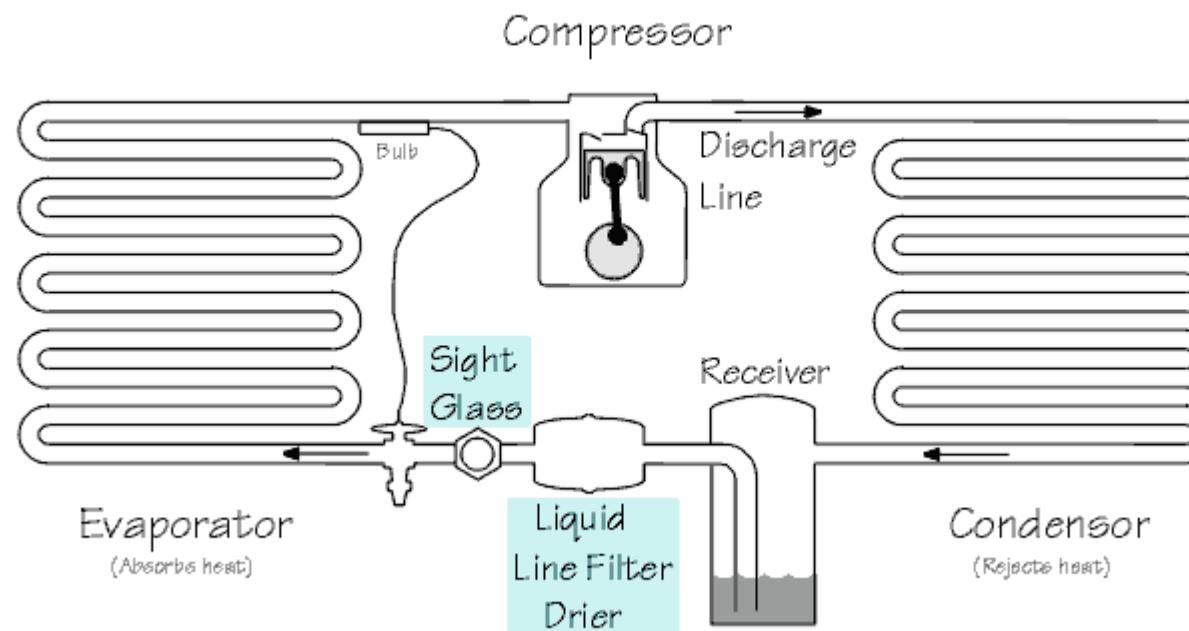
Dijagram dvostepenog kompresionog RU

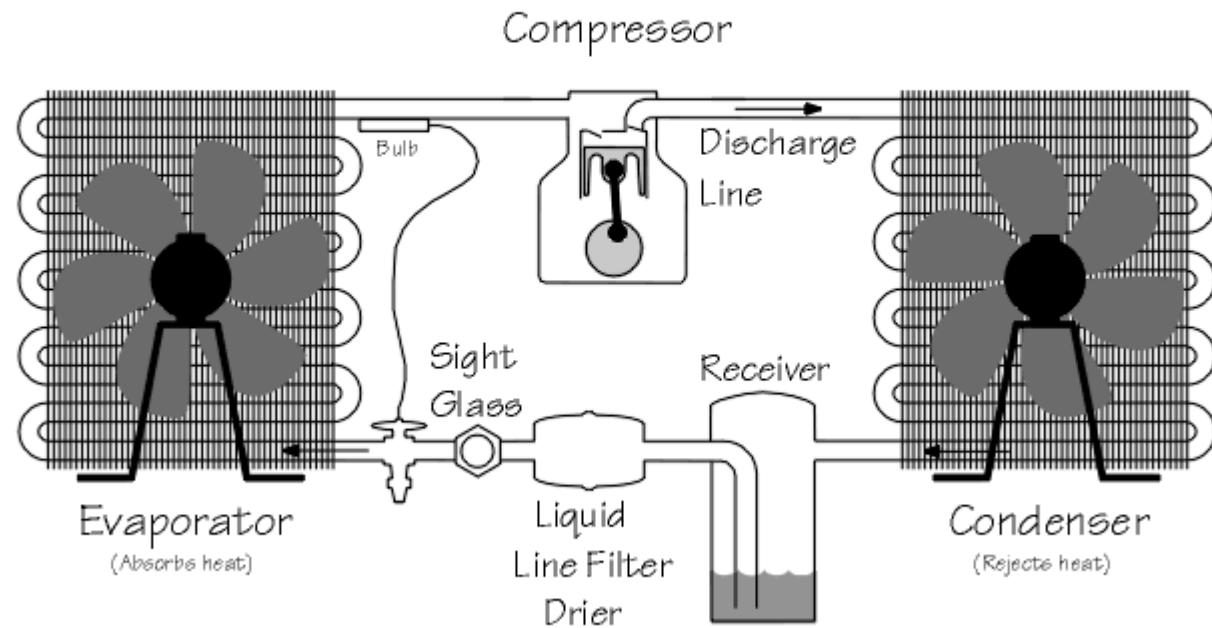
$$\varepsilon = \frac{h_1 - h_8}{h_2 - h_1 + h_4 - h_3}$$

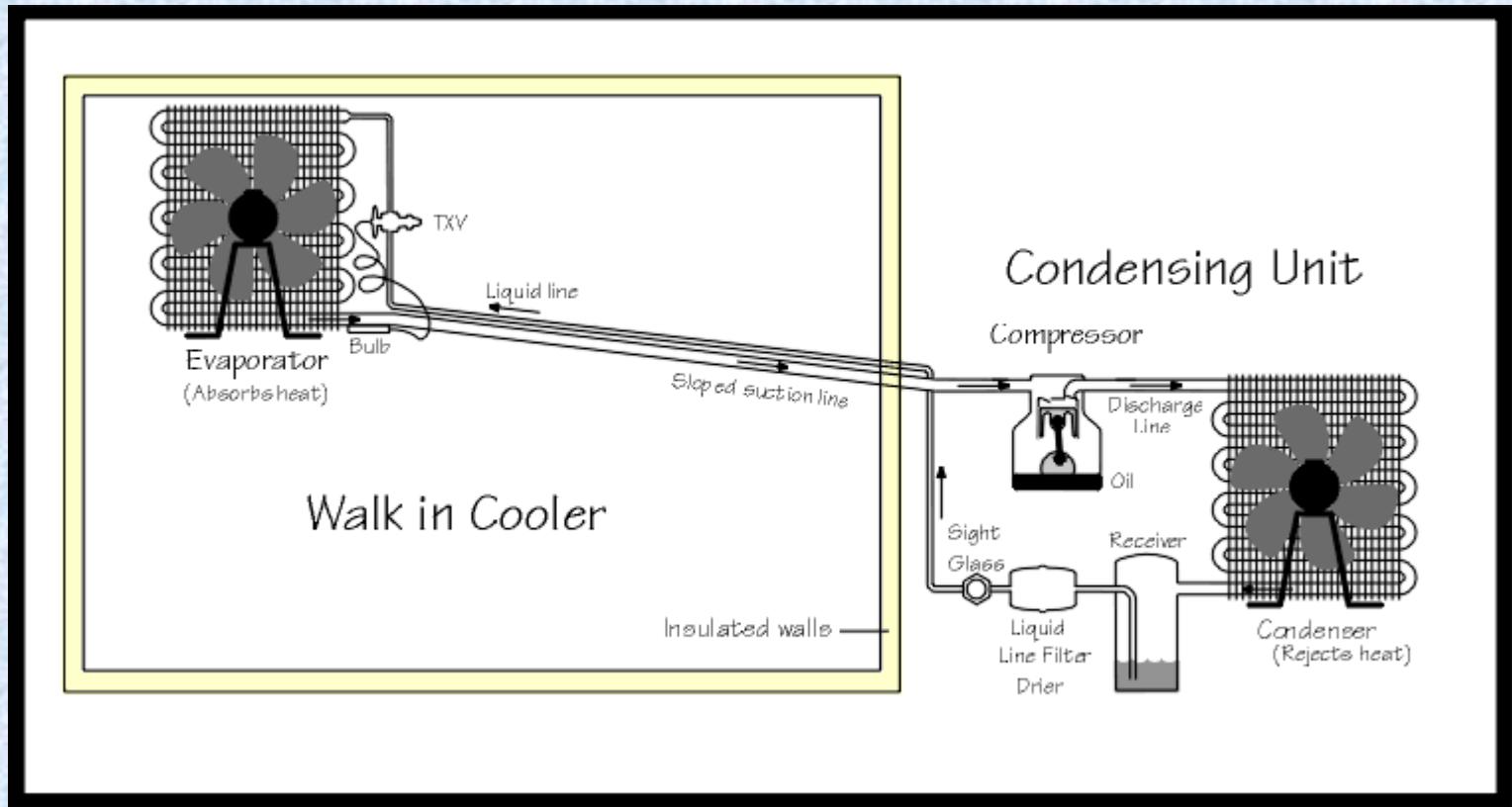


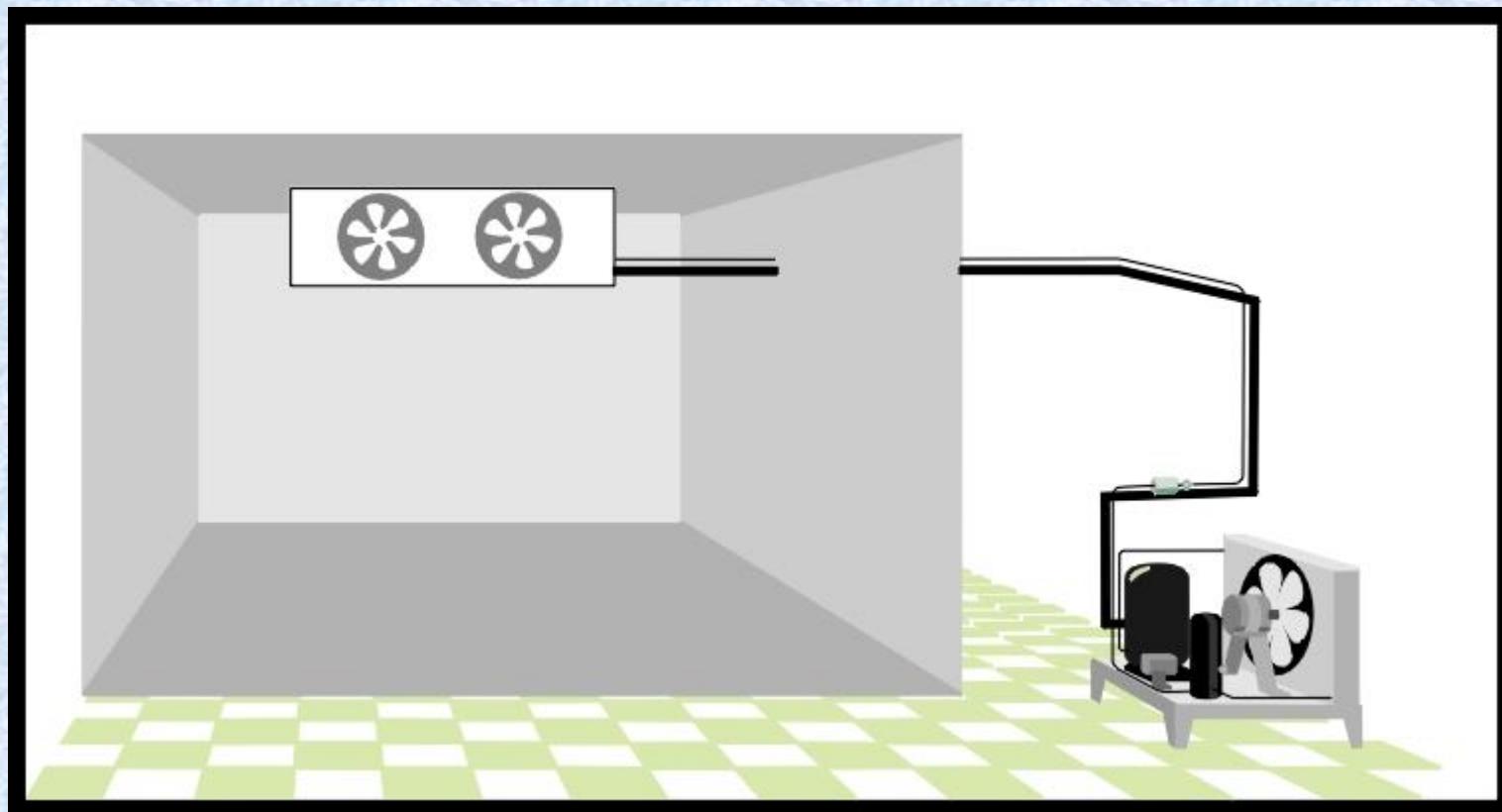


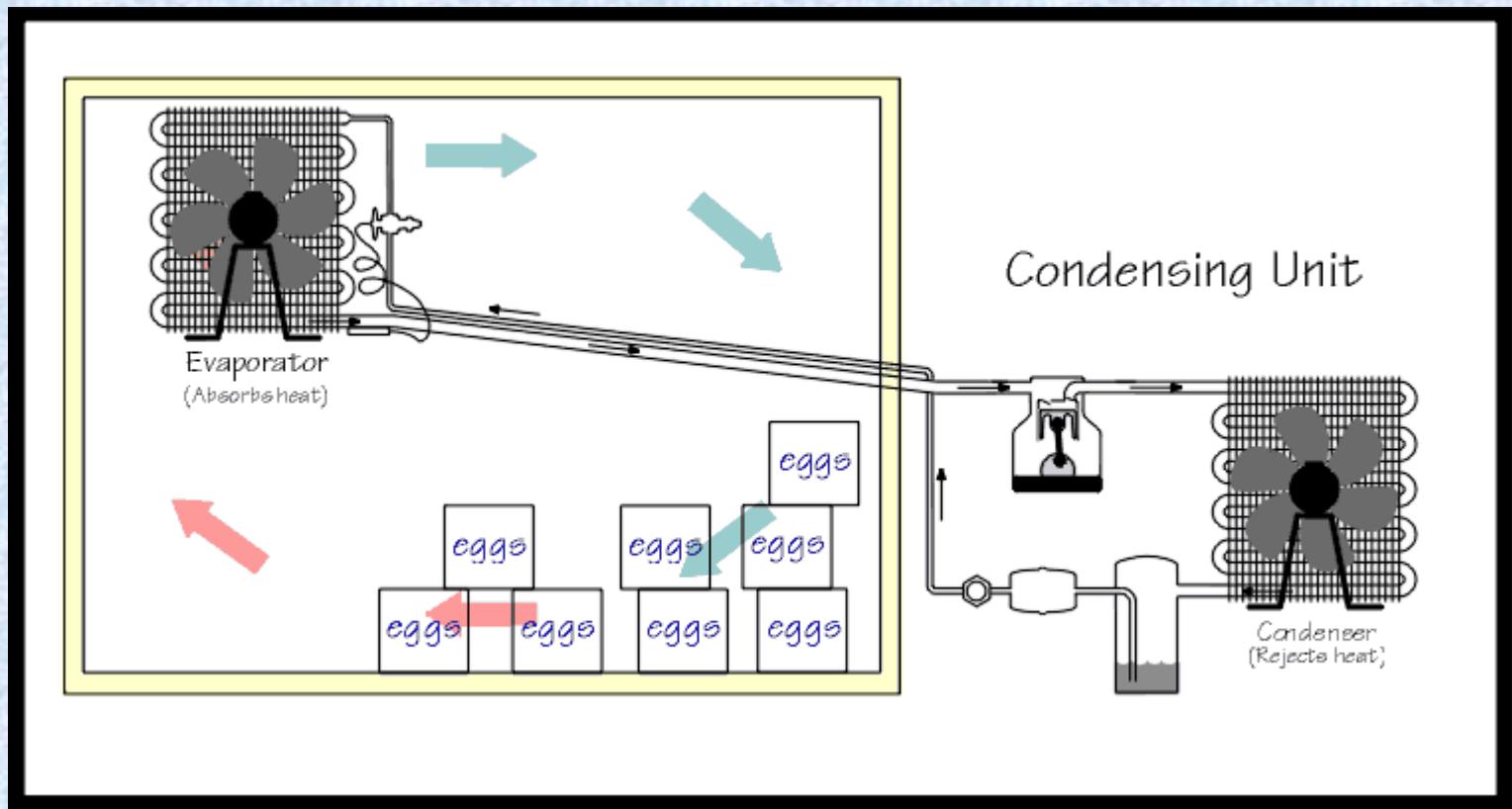








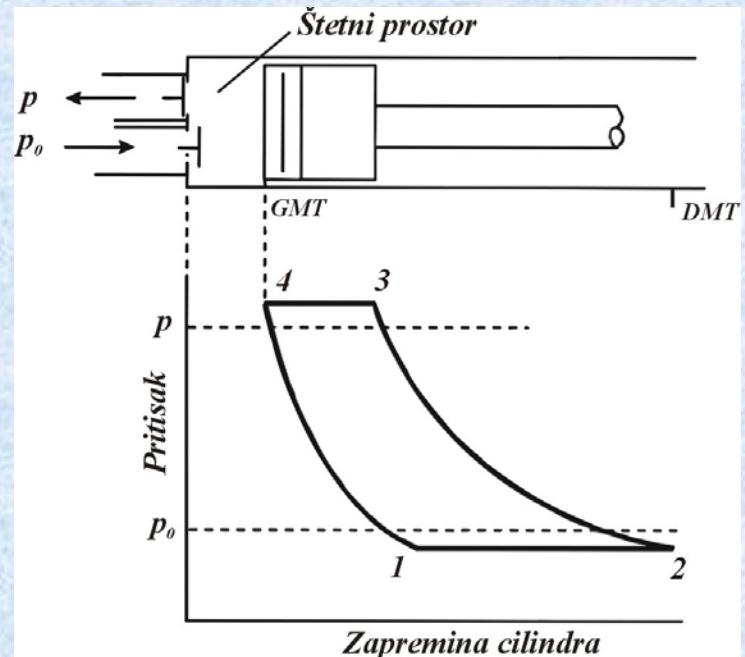
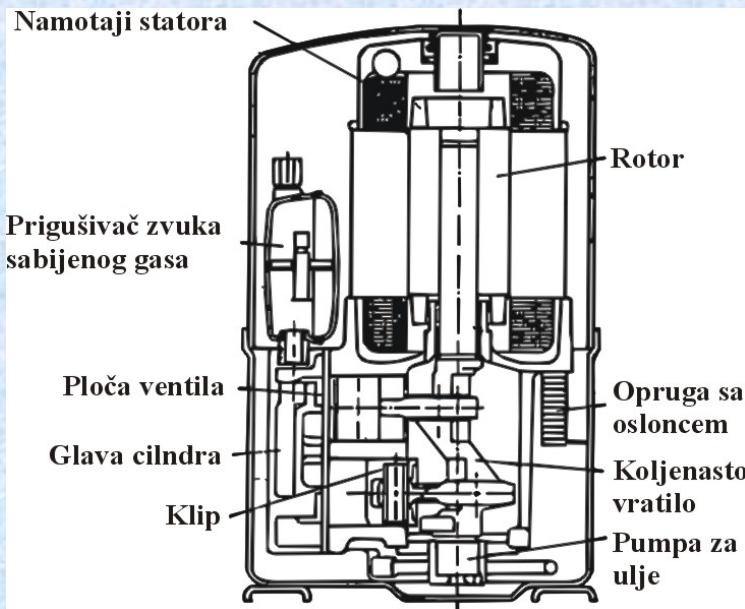




Kompresioni rashladni uređaji i osnovni dijelovi kompresionog rashladnog postrojenja

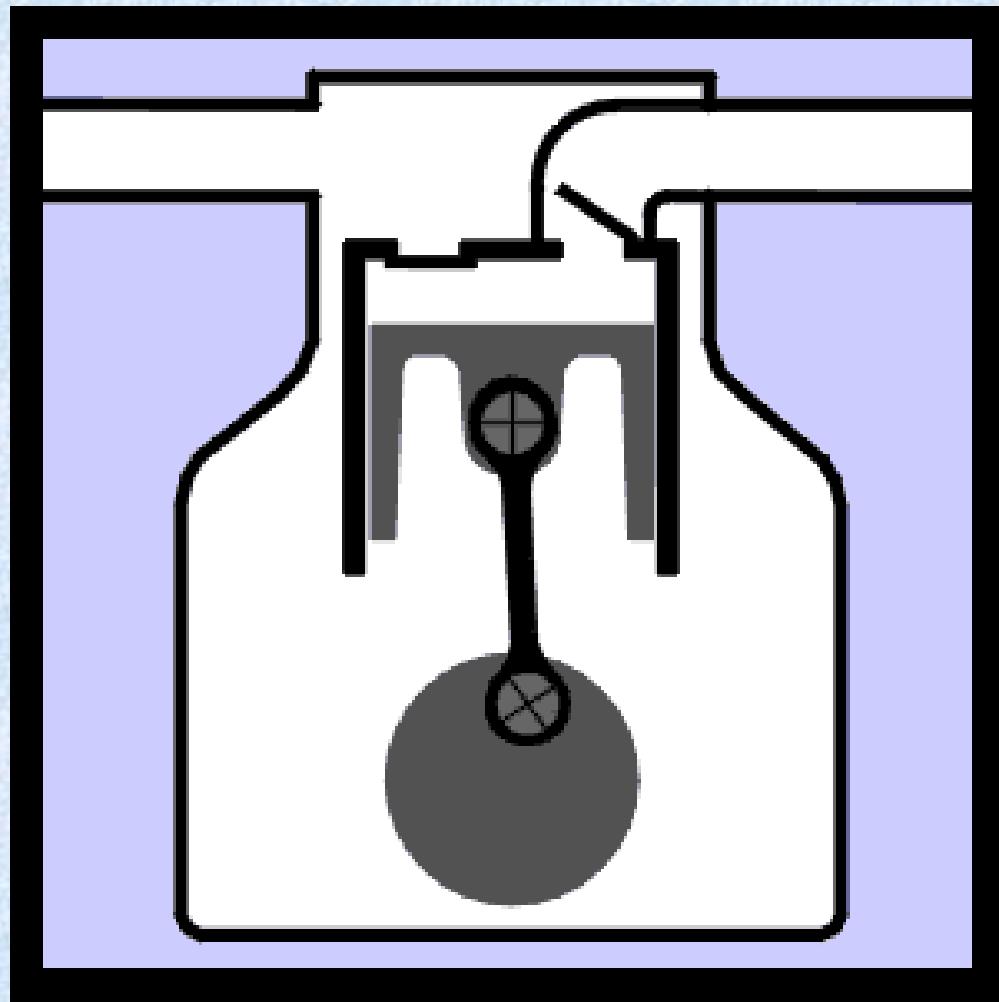
KOMPRESOR

Klipni kompresor

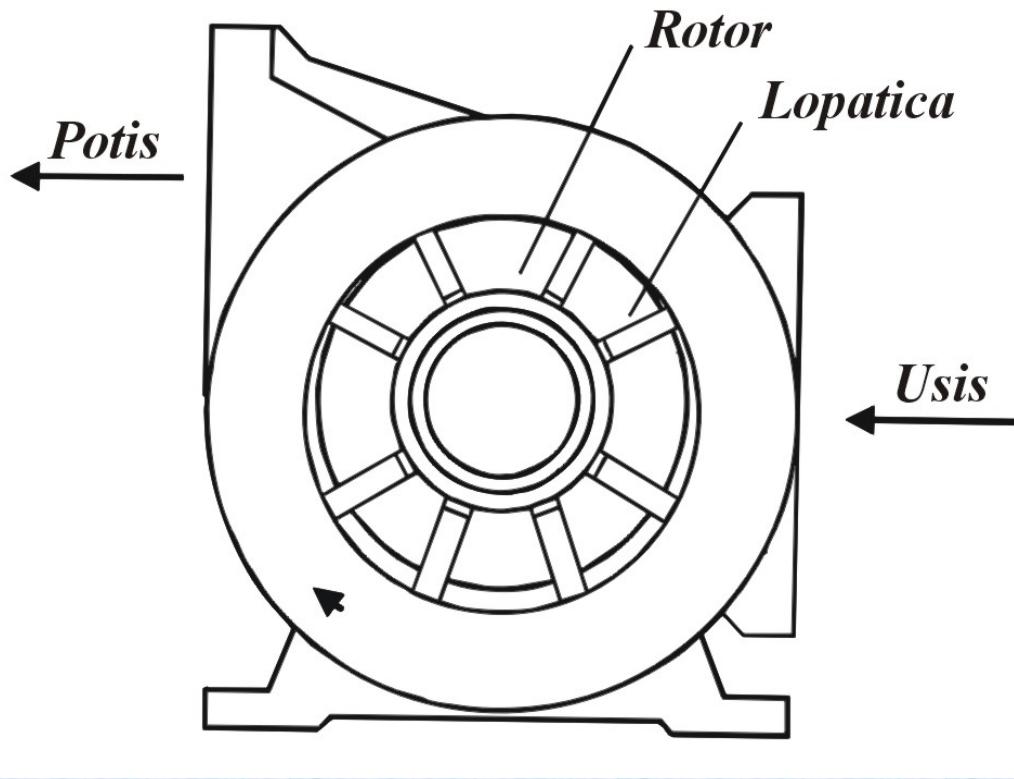


Presjek klipnog hermetičnog kompresora

Indikatorski dijagram klipnog kompresora



Rotacioni kompresori

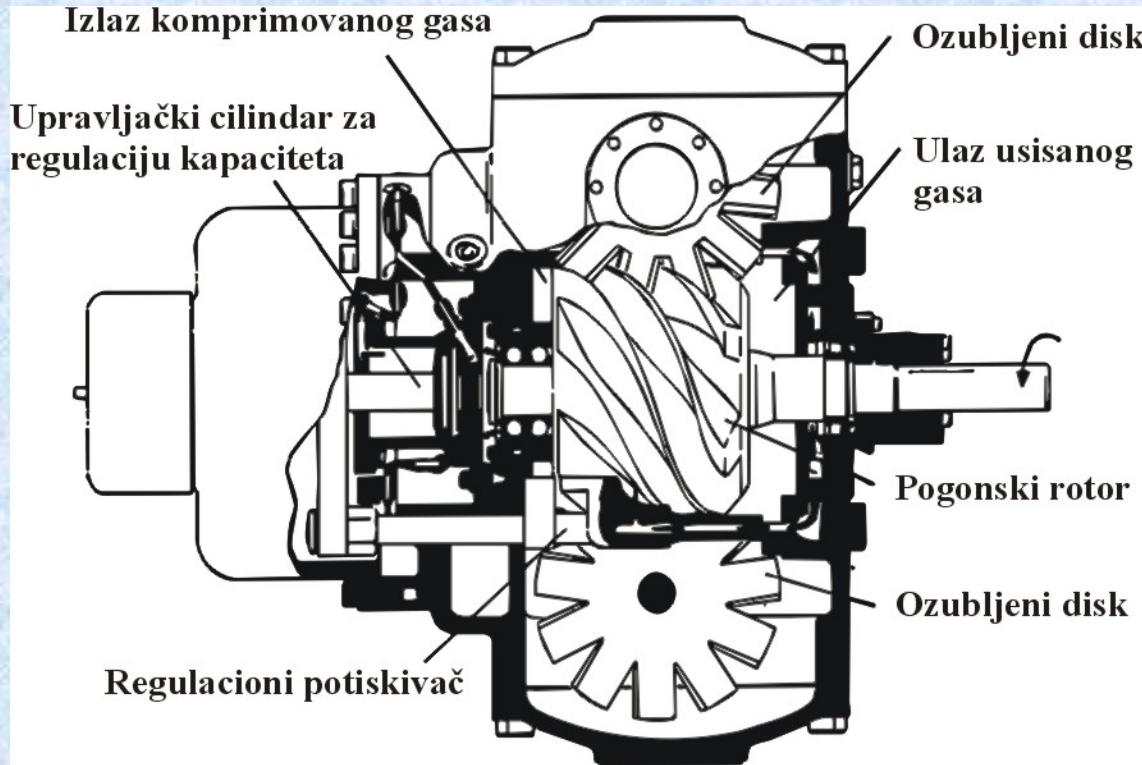


Rotacioni kompresor

Centrifugalni kompresori

Centrifugalni kompresori predstavljaju najčešće korišteni tip turbokompresora. Za razliku od klipnih kompresora ne mogu da savladaju velike stepene sabijanja. Značajna prednost im je u velikom rashladnom kapacitetu (200 kW-10 MW), malih su gabarita, ne stvaraju buku i lako se održavaju.

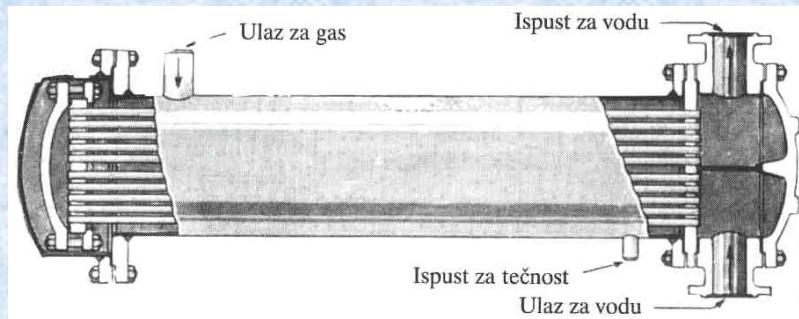
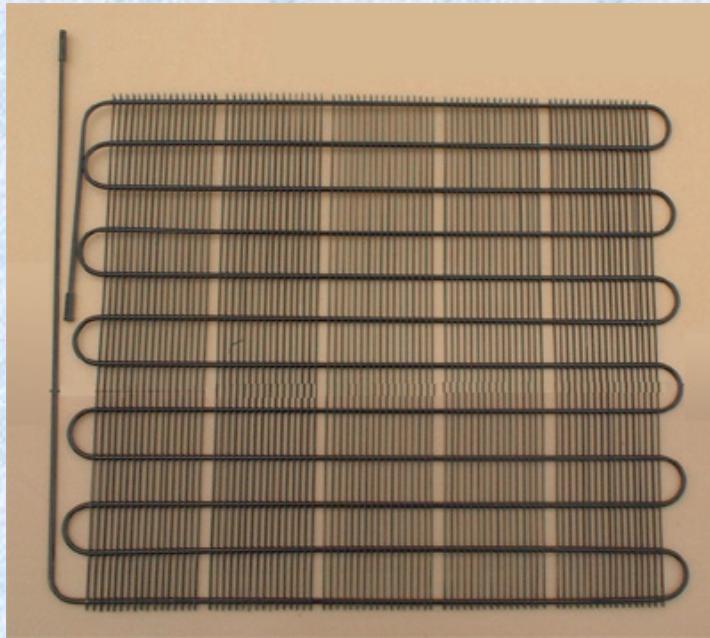
Vijčani kompresori



Pužasti (scroll) kompresori

Pužasti (scroll) kompresori su kompresori zapreminskog dejstva koji su prilagođeni primjeni u manjim klimatizacionim jedinicama, uključujući sobne klimatizere, toplotne pumpe, kao i u klimatizaciji vozila. Rashladni kapacitet ovih kompresora kreće se u granicama od nekoliko kW do nekoliko desetina kW.

Kondenzator



*Horizontalni dobošasti
vodom hlađeni
kondenzator*

Podhlađivač PH, predstavlja običan razmjenjivač topline koji se smješta između kondenzatora i prigušnog ventila.

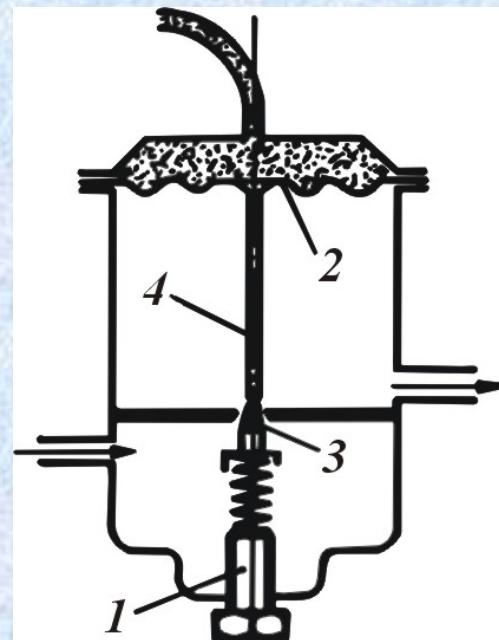
Količina topline koja se odvodi u pothlađivaču je:

$$\dot{Q}_{PH} = \dot{m}(h_3 - h_5)$$

Pothlađivanje kondenzata za nekoliko stepeni omogućuje precizniji rad prigušnog ventila.

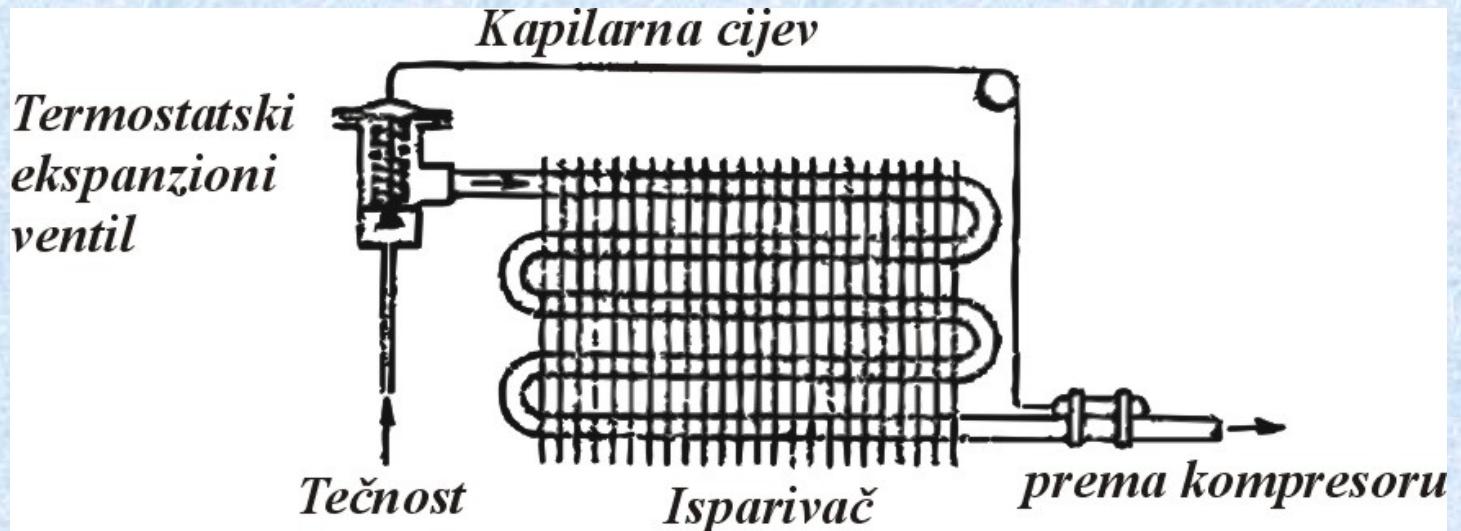
Prigušni ventil PV

- Kapilarna cijev
- Ručni regulacioni ventili
- Automatski prigušni ventil
- Termostatski prigušni ventil



Termostatski prigušni ventil

Isparivači (hladnjaci)



Shema jednog suhog isparivača sa termostatskim ventilom za ubrizgavanje

$$\dot{Q}_0 = \dot{m} (h_1 - h_6)$$

$$\dot{Q}_0 = \dot{m} (h_1 - h_4)$$

Cjevovodi. Za sprovođenje radnog fluida u gasovitom ili tečnom stanju cjevovodi se izvode od čeličnih bešavnih ili bakarnih cijevi (za male mašine). Amonijačne mašine zahtjevaju isključivo čelične cijevi. Prirubnice za spajanje cijevi, ventili i druga armatura za cijevi sa radnim fluidom su normirane.

Elementi regulacije i zaštite. Pomoćni aparati i uređaji

- **Presostati**
- **Termostati**
- **Risiveri (skupljači)**
- **Odvajač ulja**
- **Filter**
- **Sušač**
- **Kontrolno (vidno) staklo**
- **Sigurnosni ventil**

HLADNJAČE

Hladnjačom se naziva građevinski objekat namjenjen hlađenju, zamrzavanju i čuvanju pokvarljivih proizvoda na temperaturi nižoj od temperatura okoline



Hladnjače se mogu klasificirati po kapacitetu, etažnosti i namjeni. Po kapacitetu na:

- *Sitne do 100 t*
- *Male do 500 t*
- *Srednje do 3000 t*
- *Krupne do 10 000 t*
- *Super krupne, preko 10 000 t*

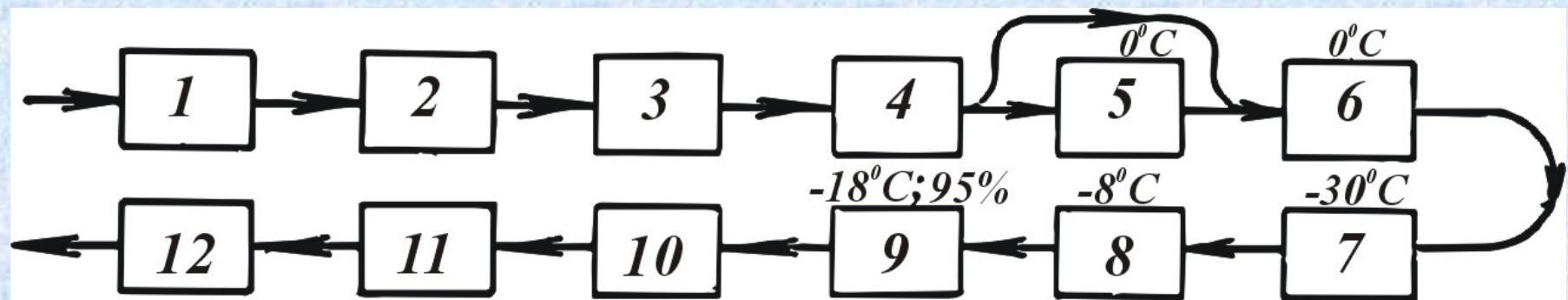
Po svojoj namjeni hladnjače mogu biti:

- *Proizvodno-otkupne*
- *Distributivne*
- *Pretovarne*
- *Trgovačke*
- *Transportne*
- *Specijalne*

Naručilac hladnjače bi u projektnom zadatku za konstrukciju, odnosno narudžbu hladnjače trebao staviti slijedeće podatke:

- Kapacitet
- Vrsta robe
- Mjesto montaže
- Dnevni unos robe u komoru
- Temperatura unesene robe
- Temperatura u komori
- Relativna vlažnost u komori
- Vrijeme zadržavanja robe u komori
- Način transporta robe u komori
- Moguće dimenzije komore
- Dimenzije vrata na komori i njihov mehanizam otvaranja i zatvaranja
- Vrijeme rada komore sa otvorenim vratima
- Broj radnika u komori i vrijeme koje provode u komori
- Osvjetljenje u komori
- Automatika

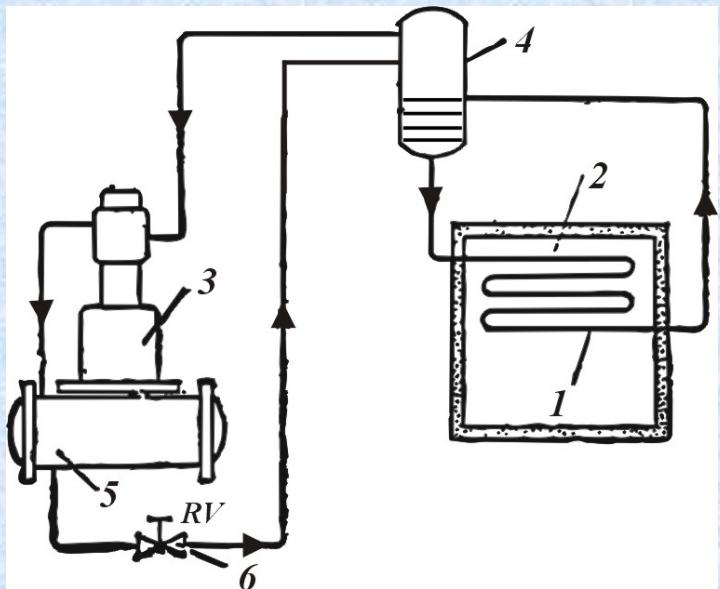
Određivanje osnovnih dimenzija hladnjača



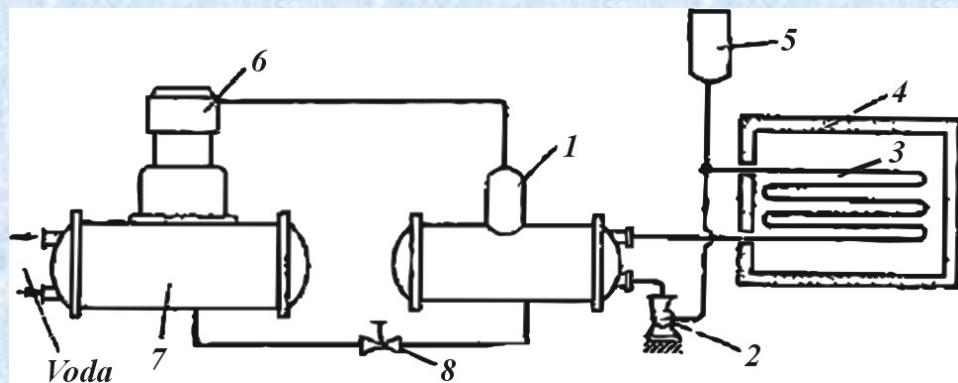
Shema tehnološkog procesa hladnjače za ribu

1-prijem, 2-sortiranje, 3-ispiranje, 4-vaganje, 5-kratkovremeno
čuvanje, 6-slaganje, 7-zamrzavanje, 8-istovar i pakovanje, 9-
čuvanje, 10-ekspedicijski poslovi, 11-vaganje, 12-isporka

Načini i sheme hlađenja u hladnjačama



Shema neposrednog hlađenja



Shema hlađenja rastvorom

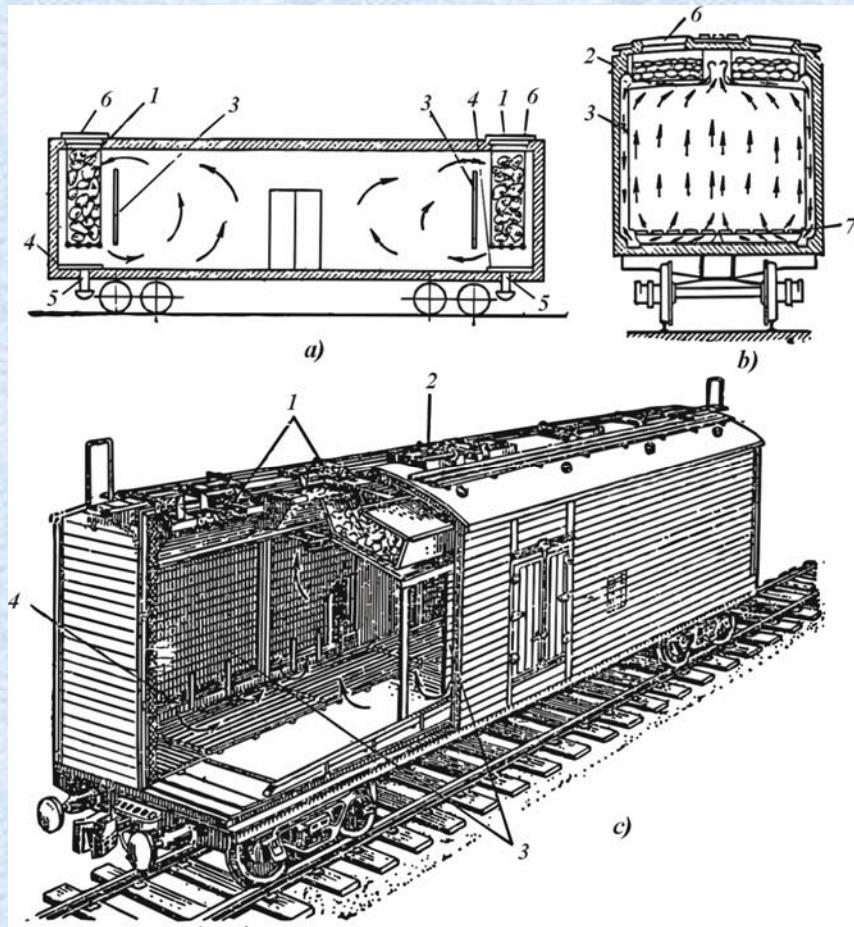
Transport rashladene i smrznute robe

Hlađenje u transportu služi da se lako pokvarljiva roba prenese pri temperaturi manjoj od temperature okoline, čime se obezbeđuje visok kvalitet dostave robe. Ovaj transport se naziva izoternskim pošto temperatura vazduha u njemu se održava stalnom, nezavisno od temperature vanjskog vazduha. Široko se primjenjuju svi vidovi transporta: željeznički, drumski, voden i vazdušni.

U savremenom transportu koriste se dobro izolovani vagoni, kamioni ili se u njih unose neki rashladni izvor koji može biti:

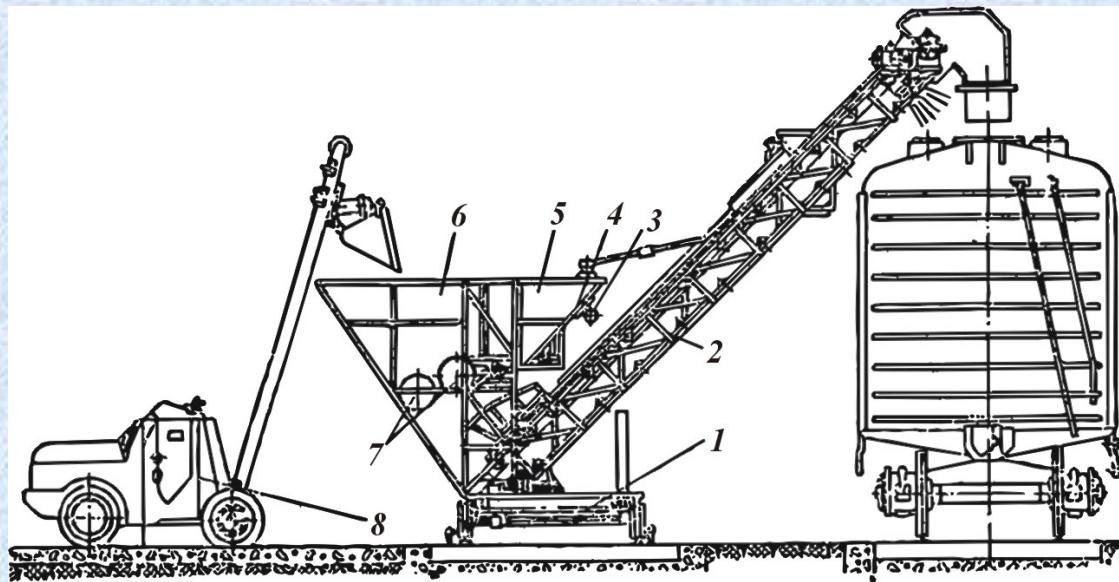
- Led, smješten u posebne pregrade
- Zamrznuta mješavina na sniženoj temperaturi
- Rashlani uređaj, koga pokreće benzinski ili dizel motor

Hlađenje u željezničkom transportu

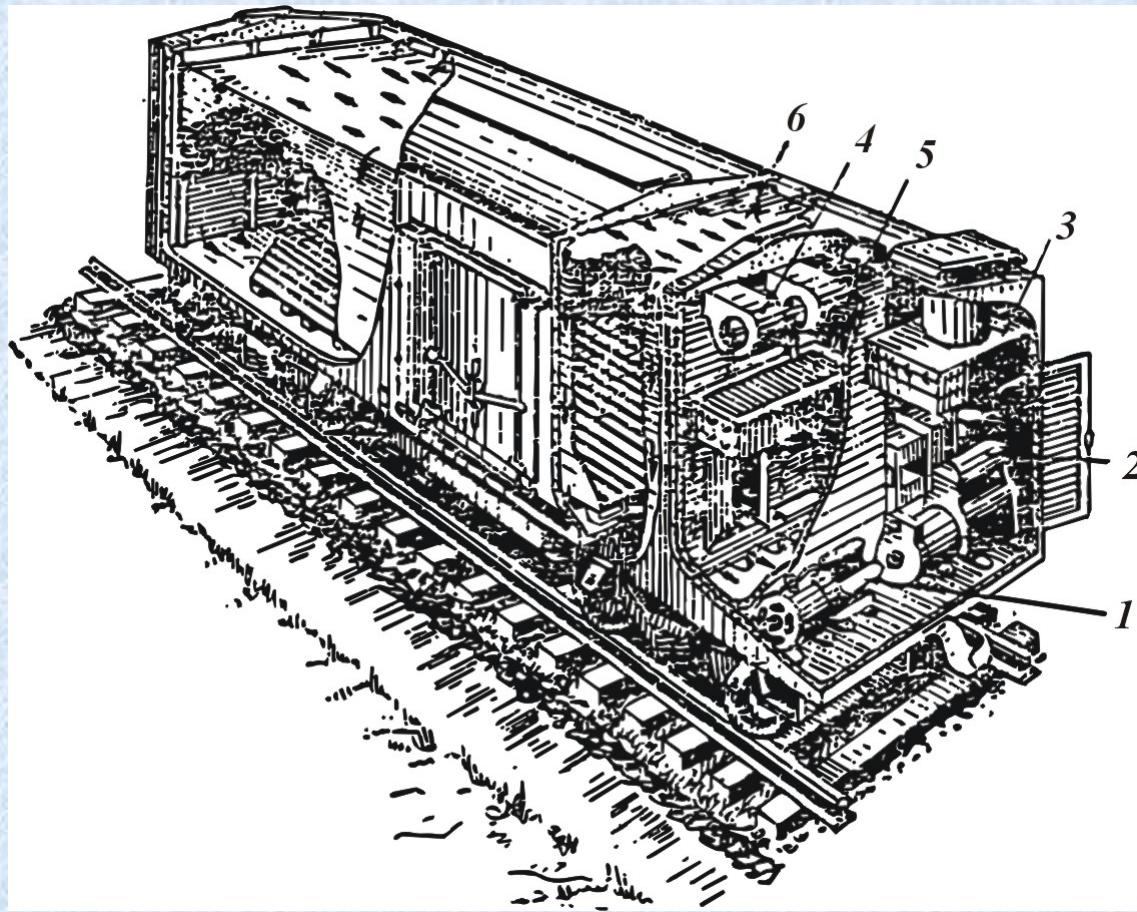


Izotermski vagoni mogu se klasificirati po:

- Namjeni: univerzalne i specijalizirane. Univerzalni vagoni su ekonomičniji u eksplotaciji, pošto se mogu koristiti za manji teret i imaju manji prazan hod;
- Po načinu hlađenja: vagoni hlađeni rashladnim uređajem i vagoni hlađeni ledom. Vagoni hlađeni ledom zovu se ledare.
- Po gabaritu: vagoni sa i bez pretvora
- Po broju osovina: dvo i četvero osovinski
- Po konstrukciji karoserije (sanduka): vagoni sa drvenim skeletom karoserije i drvenom oblogom (opšivkom), sa metalnim skeletom i drvenim opšivkom ili cijelometalni (danас u upotrebi)



Mehanizovano punjenje vagona smješom leda i soli



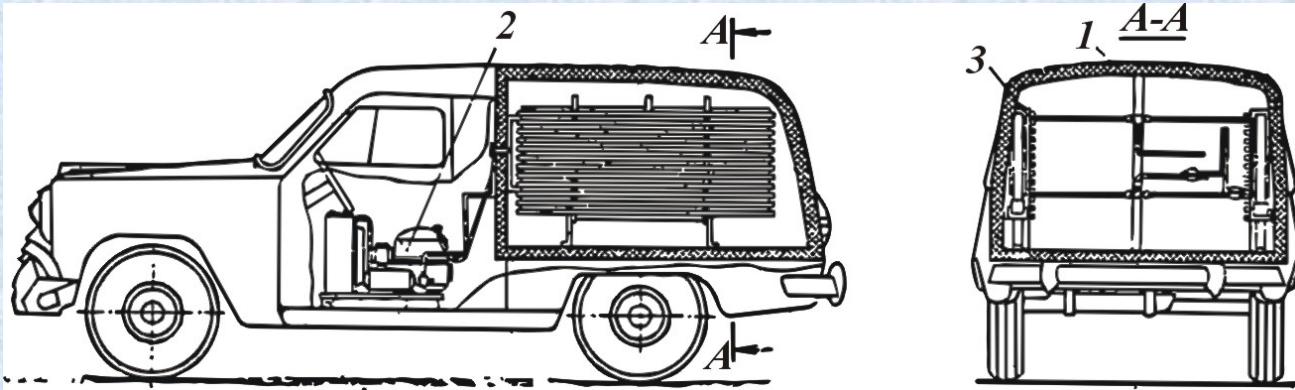
Vagon-hladnjača

1-kompressor, 2-motor SUS sa elektromotorom, 3-kondenzator sa vazdušnim hlađenjem, 4-hladnjak vazduha, 5-ventilator, 6-podšivanje paratavanice

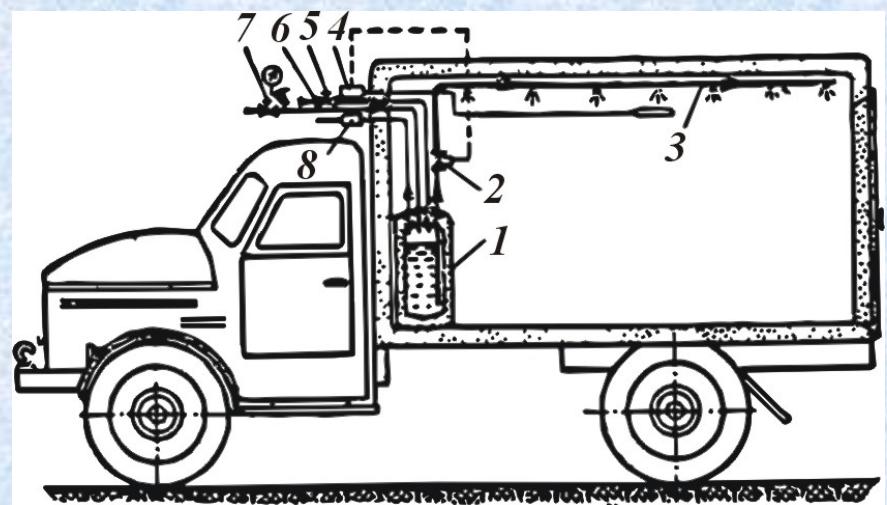
Hlađenje u cestovnom transportu



Auto-hladnjače

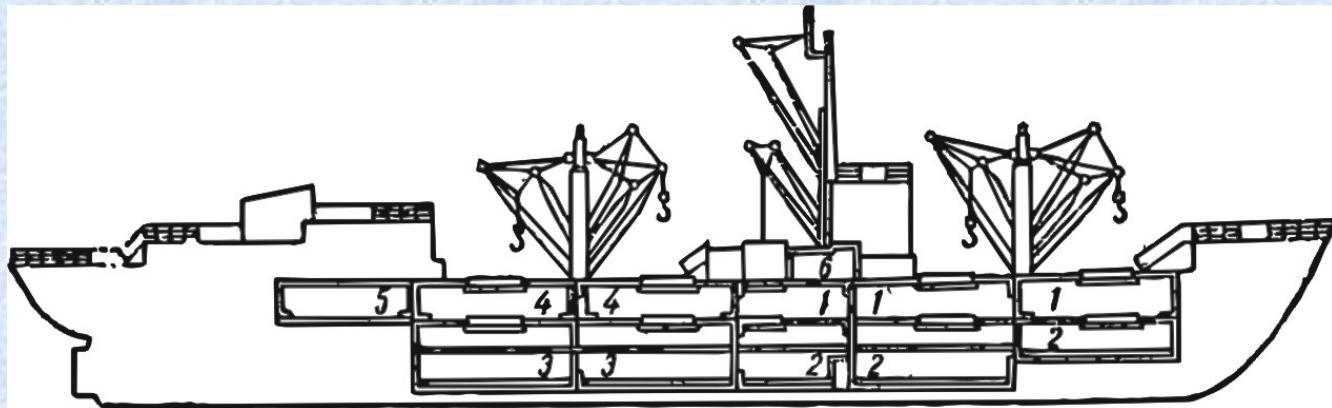


Malotonažni automobil furgon



Izgled i shema automobila hladnjače

Hlađenje u vodenom transportu



Raspored prostora na brodskim hladnjacama

Hlađenje u vazdušnom transportu

Hlađenje u vazdušnom transportu služi za prevoz krajnje lako pokvarljivih namirnica (špargle, jagode i sl.) uz ekonomsko opravdanje. Prostor za teret se rashladi stalnim uređajima na aerodromu. Rjeđe se tovarni prostor hlađi rashladnim uređajem za vrijeme ljeta.