



Cijevno Spajanje Evaporativnih Kondenzatora



THERMOSIPHON PILOT RECEIVER PROVIDES 5 MIN. LIQUID SUPPLY TO COMPRESSOR OR COOLERS

LIQUID / GAS

GAS RETURN

THERMOSIPHON

RELIEF VALVE

PURGE VALVE

U rashladnoj tehnici evaporativni kondenzatori na djelotvoran način odvođe toplinu pri ukapljivanju radne tvari. Pri tome najvažniju ulogu ima realizacija cijevnog razvoda do i od kondenzatora. Ovim su priručnikom obrađuje način vođenja cijevi u cilju postizanja optimalnog efekta cijelog sustava uz što bolju energetska iskoristivost. Razmotriti će se kako sustav sa jednim kondenzatorom, tako i onaj sa više njih, uključujući i termosifone i sisteme za pothlađivanje.

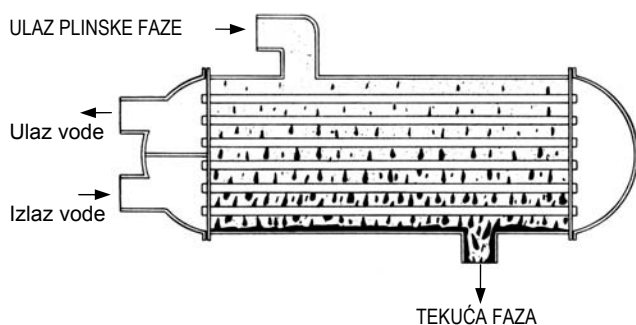
Temeljne Definicije

Evaporativni kondenzatori ulaze u redovitu primjenu zbog svojih određenih prednosti u odnosu na kombinaciju „Shell and Tube“ kondenzator sa otvorenim rashladnim tornjem. Pri tome se neće gubiti vrijeme za uspoređivanje zastarjelih, potpuno neučinkovitih (i u velikoj mjeri zabranjenih) protočnih kondenzatora radi enormne potrošnje sve skuplje vode.

Iako je proces ukapljivanja plinovite radne tvari praktički jednak u „Shell and Tube“ i u evaporativnom kondenzatoru, postoji određena razlika u operativnim karakteristikama, a to je pad tlaka radne tvari kroz sam kondenzator. O tome treba voditi računa pri koncipiranju cijevnog razvoda, naročito kada se radi o više jedinica u paralelnom radu. Radi boljeg razumijevanja razmotrit ćemo osnovni princip rada jednog i drugog kondenzatora.

U „Shell and Tube“ kondenzatoru radna tvar prolazi kroz plašt oko cijevi kroz koje struji rashladna voda, i tako se ukapljuje praktički bez pada tlaka (vidi sliku 1).

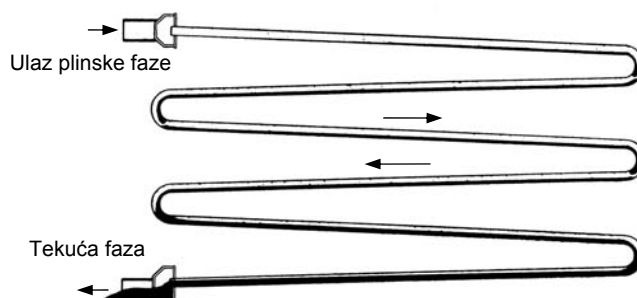
TIPIČNI SHELL AND TUBE KONDENZATOR



Slika 1

Kod većine evaporativnih kondenzatora sa cijevnim snopovima u formi serpentina (vidi sliku 2), plinovita faza radne tvari ulazi preko gornjeg kolektora i prolazi kroz serpentine, oplakivane rashladnom vodom, da bi

TIPIČNI CIJEVNI SNOP EVAPORATIVNOG KONDENZATORA



Slika 2

se u donjem kolektoru sakupljala kao zasićena tekuća faza. Ovaj, relativno dulji put, nameće određeni, razmjerno mali pad pritiska u odnosu na cijeli sistem, što ipak treba uzeti u obzir pri koncipiranju ocjevljenja, naročito pri oblikovanju i dimenzioniranju odvodnih cijevi tekuće faze od kondenzatora do visokotlačnog receivera. U nastavku ćemo pojasniti razloge za to.

Tlačni Vod od Kompresora

Kompresor može tlačnim vodom plinovite faze radne tvari biti povezan sa jednim ili više kondenzatora u sistemu. Dimenzioniranje cijevi temelji se na duljini razvoda i dozvoljenom padu pritiska.

Uobičajeno se uzima da ovaj pad pritiska rezultira padom kapaciteta od 0,5°C po 30m ekvivalentne duljine voda. ASHRAE priručnici uzimaju ovu vrijednost kao bazu za dimenzioniranje tlačnih cjevovoda radne tvari. Kao pomoć, ovdje je prikazana Tablica 1 koja daje prijenosne kapacitete tlačnih vodova za najčešće upotrebljavane radne tvari u kW, i to za čelične i bakrene cijevi, a bazirana je, kako je već rečeno, na padu pritiska koji odgovara promjeni od 0,5°C zasićene temperature po 30 ekvivalentnih metara cijevi.

U najviše slučaja, pad pritiska između kompresora i kondenzatora će, pri tako dimenzioniranim vodovima (koristeći tablicu 1), biti beznačajan.

Pri svakom sistemu, starom ili novom, gdje se uoči veći pad pritiska u tlačnom vodu, treba o tome voditi računa pri dimenzioniranju kompresora i kondenzatora. Na primjer, ako se ustanovi pad pritiska u tlačnom vodu NH3 od 56kPa, rezultat će biti sniženje temperature zasićenja od cca 1,4°C u kondenzatoru. To znači, da se kondenzator mora odabrati za 15%, ili uzeti u obzir da će izlazni tlak iz kompresora biti za 56kPa veći od predviđenog.

Tlačni vodovi od kompresora – čelične i bakrene cijevi

NOMINALNI PROMJER mm		R-134a		R-22		R-407C		R-410A		R-507		R-717
ČELIK	BAKAR	ČELIK	BAKAR	ČELIK	BAKAR	ČELIK	BAKAR	ČELIK	BAKAR	ČELIK	BAKAR	ČELIK
25	29/26	17	26	30	37	25	38	36	57	21	34	64
32	35/32	44	45	62	64	52	66	76	99	46	59	168
40	41/38	65	71	93	101	79	105	116	156	69	93	252
50	54/50	126	146	178	209	184	217	270	321	161	191	487
65	67/63	201	258	284	368	294	382	430	565	256	337	776
80	79/75	355	411	501	587	519	608	760	900	453	536	1370
100	105/99	723	862	1021	1225	1056	1271	1545	1878	921	1119	2792

Opaske:

- KAPACITETI U TABLICI SU U **kW**
- KAPACITETI SE ODNOSE NA SLIJEDEĆE RADNE UVJETE:
R-22, R-134a, R-407C, R-410A, R-507 : 4,4°C USIS I 40,6°C KONDENZACIJA
R-717 : -6,7°C USIS I 35,7°C KONDENZACIJA
- KAPACITETI BAZIRANI NA PADU TLAKA KOJI ODGOVARA 0,5°C PROMJENE ZASIĆENE TEMPERATURE PO 30M EKIVALENTNE DULJINE CIJEVI, I TAJ PAD TLAKA PO 30m CIJEVI RADNE TVARI IZNOSI ZA:
R-22: 21,0 kPa R-407C: 24,1 kPa R-507: 25,2 kPa
R-134a : 15,2 kPa R-410A: 32,8 kPa R-717: 21,4 kPa

Tablica 1

Ovo je naročito važno ako se radi o centrifugalnim kompresorima, čije tlačne karakteristike su osjetljivije, pa se eventualno moraju tlačni vodovi „jače“ dimenzionirati.

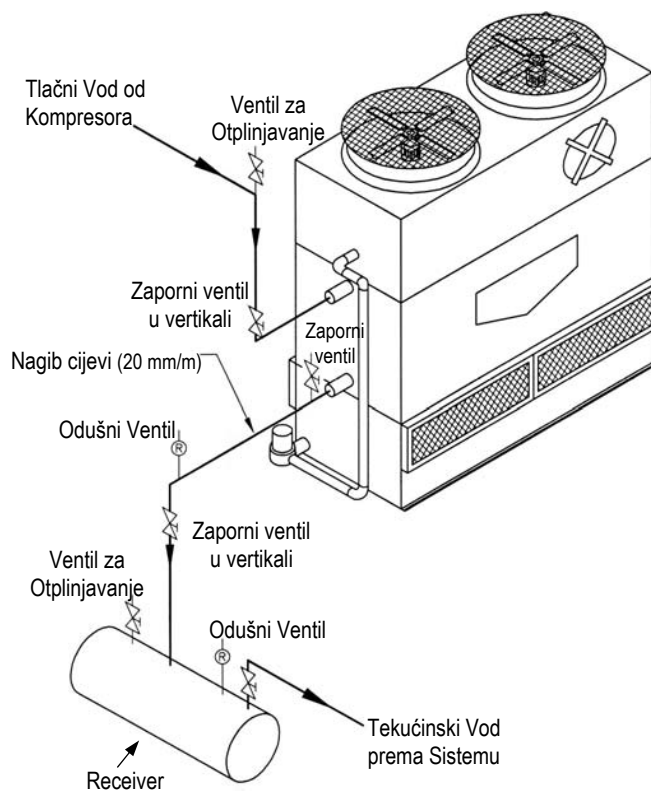
Tekućinski Vod iz Kondenzatora

Na Slici 3 prikazan je preporučeni način spajanja jednog kondenzatora.

Priključak tekućinskog voda na visokotlačni receiver je sa gornje strane. Na tlačnom vodu od kompresora nalazi se na najvišoj točki ventil za odvod nekondenzirajućih plinova (u nastavku ćemo ga zvati ventil za otplinjavanje). Na tlačnom vodu treba također predvidjeti i zaporni (servisni) ventil u vertikalnom dijelu.

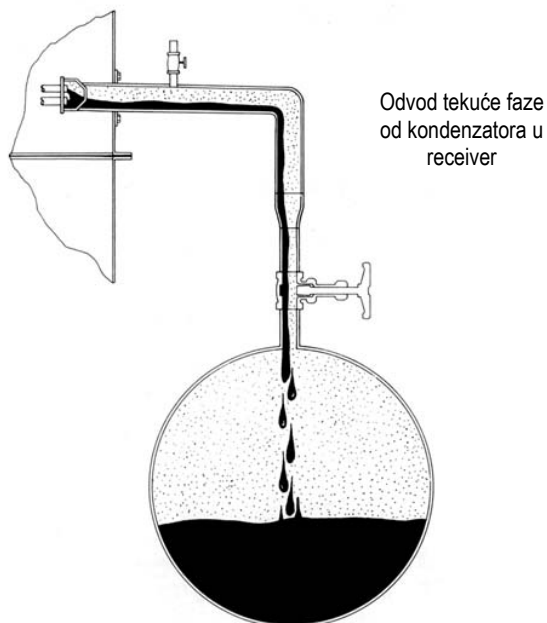
Tekućinski vod od kondenzatora je u padu (cca 20mm/m) Na horizontalnom kraku je također ventil za otplinjavanje kao i odušni ventil, dok se na vertikalnom kraku nalazi zaporni ventil. Sam receiver snabdjeven je svojim ventilom za otplinjavanje i odušnim ventilom.

Kako je već napomenuto, tekućinski vod od kondenzatora prema receiveru treba biti pažljivo koncipiran i dimenzioniran, kako bi se osigurao potpuno nesmetan, gravitacijski protok tekućine do receivera. Dimenzioniranje ovoga voda ovisi o tome, da li isti ulazi u receiver sa gornje strane, ili sa donje, dakle u obliku sifona. U situaciji prema Slici 3, cijev mora biti „bogato“ dimenzionirana, kako bi se osigurao neometani protok tekuće faze, a da pritom bude u cijevi još dovoljno prostora za strujanje plinske faze, po potrebi u oba smjera (vidi sliku 4).



Slika 3

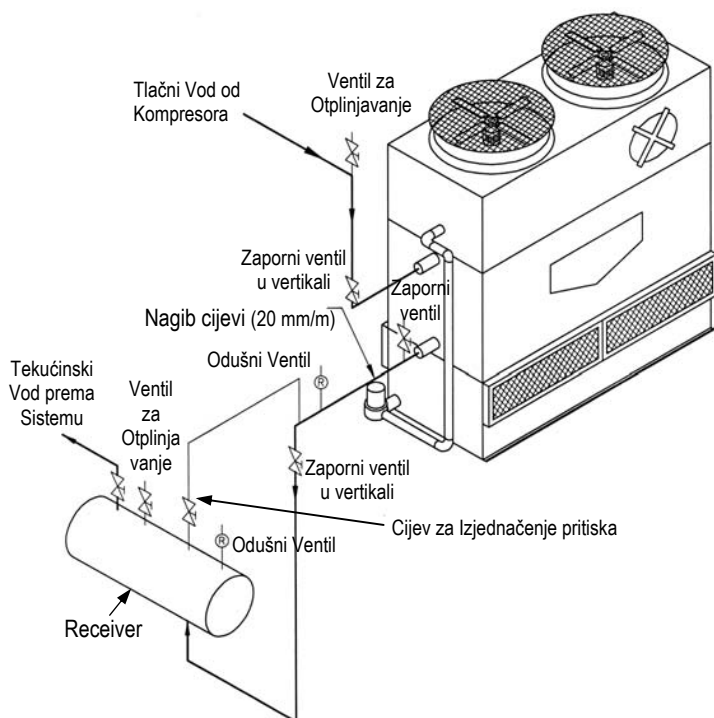
Na ovaj se način tlak u receiveru izjednačuje sa onim na izlazu iz kondenzatora, čime se omogućava slobodan protok tekuće faze iz kondenzatora u receiver. Dakako, i horizontalni krak ovoga voda mora biti u padu od min. 20 mm/m u smjeru receivera.



Slika 4

Ako je vod tekuće faze iz kondenzatora izveden na način kao na slici 5 (kao sifon), treba radi izjednačavanja pritiska predvidjeti cijev za prolaz plinske faze kako je to na slici 5 prikazano, dakle iz gornjeg dijela receivera do izlaza iz kondenzatora.

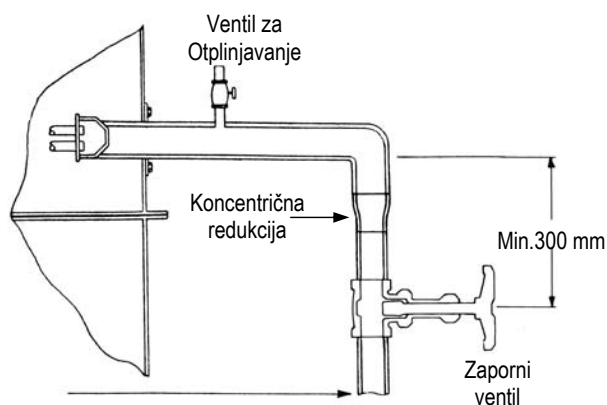
U tom slučaju, budući da tekućinski vod provodi samo tekuću fazu, isti može biti i nešto manjeg promjera i može se dimenzionirati prema tablici 2.



Slika 5

Evaporativni kondenzatori najčešće imaju predimenzionirane priključke za odvod tekuće faze. Stoga je racionalno reducirati dimenzije daljnjeg razvoda. Na slici 6 prikazana je varijanta sa redukcijom u vertikalnom kraku. Zaporni ventil neka bude ugrađen u vertikalnom kraku i najmanje 300mm od horizontalnog kraka.

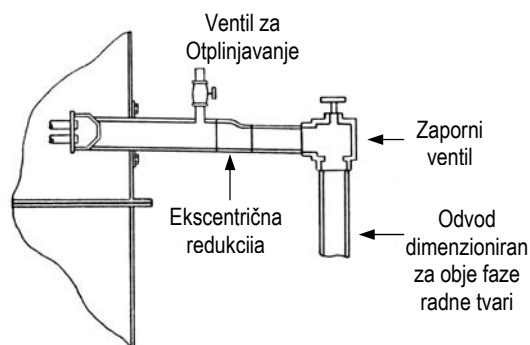
Preporučljiv Način Redukcije Dimenzije Tekućinskog Voda u Vertikalnom Kraku



Slika 6

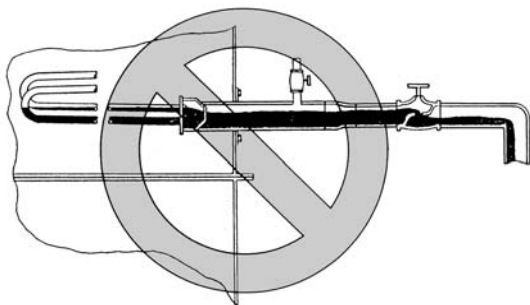
Drugi, manje preporučljiv način redukcije, prikazan je na Sl. 7, a koji također može zadovoljavati. Iza ventila za otplinjavanje ugrađuje se ekscentrična redukcija u horizontalni krak. Može se ugraditi kutni zaporni ventil, ali takav, koji omogućuje potpuno pražnjenje horizontalnog kraka

Alternativni Način Redukcije Dimenzije Tekućinskog Voda u Horizontalnom Kraku



Slika 7

Pri ovoj varijanti, odvod treba uvijek dimenzionirati za nesmetani protok obju faza, dakle za što manju protočnu brzinu, naročito ako se ugrađuje kutni zaporni ventil.



Zabranjeni način:

- 1) Koncentrična redukcija u horizontalnom kraku
- 2) Ventil u horizontalnom kraku

Slika 8

Ima mnogo kondenzatora kod kojih je odvodna cijev u horizontalnom kraku reducirana koncentričnom redukcijom, i gdje su ventili također ugrađeni u tom horizontalnom dijelu (*vidi sl. 8*)

To se nikako ne preporuča jer jedan dio tekuće faze zaostaje u najnižim redovima cijevnog snopa kondenzatora, što uzrokuje smanjenje kapaciteta, a može stvoriti i neke druge probleme.

Na svaki način se treba pridržavati uputa koje smo do

sada naveli, jer će se na taj način postizati optimalni kapacitet. Dimenzioniranje cijevi, kako je prikazano, vrijedi kao maksimum za puno opterećenje sistema. Tablica 2 služi kao referenca, dana je u kW, za cijevni razvod najčešćih radnih tvari i to kako za protok obje faze, tako i za tekućinsku fazu, za čelične i bakrene cijevi. U nastavku će se u ovim uputama detaljnije obraditi otplinjavanje i vodovi za izjednačavanje tlaka, kada će biti govora o povezivanju više kondenzatora u paralelni rad.

Tekućinski vodovi kod Spajanja više Kondenzatora u Paralelni rad.

Posebnu pažnju treba posvetiti načinu spajanja tekućinskih vodova više kondenzatora za paralelni rad. Ima pogrešno priključenih instalacija, koje zadovoljavajuće rade pri punom opterećenju, dok se pri reduciranom kapacitetu, ili pri niskim vanjskim temperaturama počinju javljati problemi i sistem postaje nestabilan i kompresori se počinju isključivati, javljaju se velike fluktuacije razine tekućine u receiveru. Kod pojedinih kondenzatora opaža se smanjenje učina. Svi ovi simptomi ukazuju na pogrešno ocijevljenje.

Tekućinski Vodovi iz Kondenzatora – Čelične i Bakrene Cijevi

Protok Tekućinske i Plinske Faze

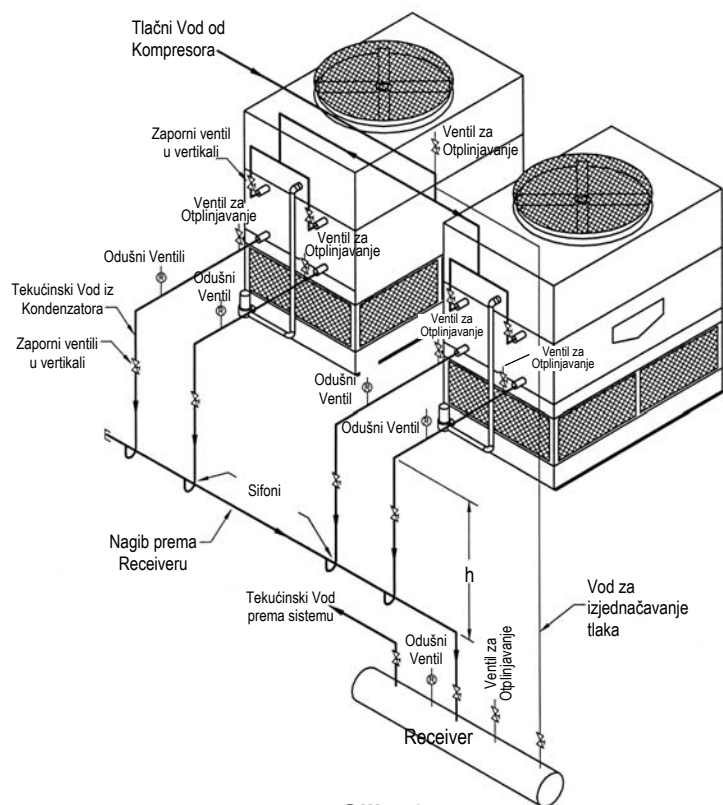
NOMINALNI PROMJER mm	R-134a		R-22		R-407C		R-410A		R-507		R-717
	ČELIK	BAKAR	ČELIK	BAKAR	ČELIK	BAKAR	ČELIK	BAKAR	ČELIK	BAKAR	ČELIK
25	29	33	29	34	27	31	24	28	17	20	103
32	60	59	61	60	57	55	51	50	36	36	215
40	93	93	94	95	87	88	78	79	56	56	332
50	168	155	172	158	159	146	142	131	102	94	603
65	265	264	270	269	249	249	223	222	160	160	948
80	450	417	460	424	425	392	380	350	273	252	1616
100	767	718	781	734	721	678	644	606	463	436	3188

Protok Samo Tekućinske Faze (Sifonirano)

NOMINALNI PROMJER mm	R-134a		R-22		R-407C		R-410A		R-507		R-717
	ČELIK	BAKAR	ČELIK	BAKAR	ČELIK	BAKAR	ČELIK	BAKAR	ČELIK	BAKAR	ČELIK
25	43	417	44	51	41	47	36	42	26	30	155
32	90	89	92	90	85	83	76	75	55	54	323
40	139	140	142	143	131	131	117	118	84	85	498
50	253	233	258	237	238	220	231	196	153	141	905
65	397	395	405	404	374	374	223	333	240	240	1422
80	975	625	690	636	637	587	570	525	409	378	2423
100	1151	1077	1171	1102	1082	1018	966	909	695	654	4782

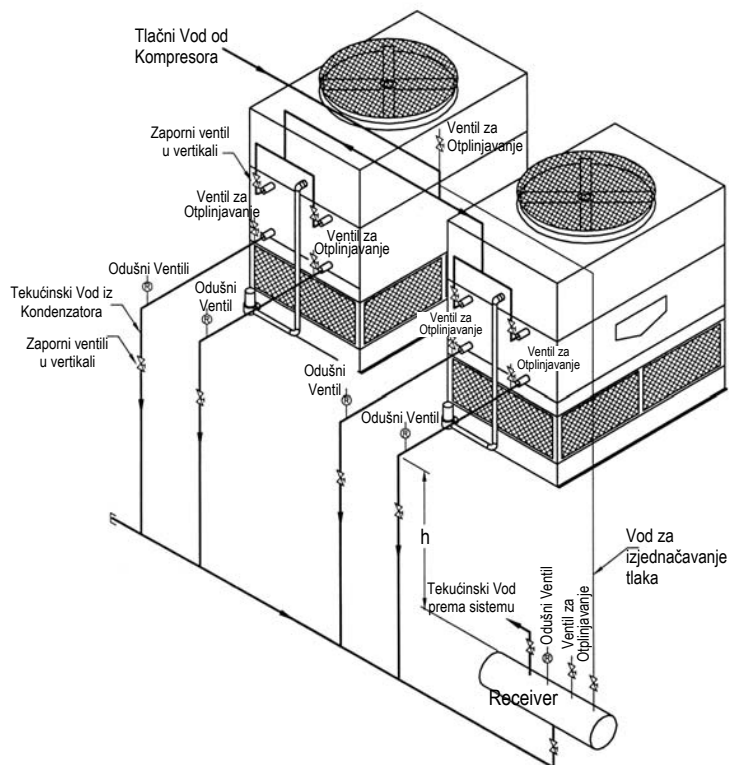
Opaska: Kapaciteti su kW

Tablica 2



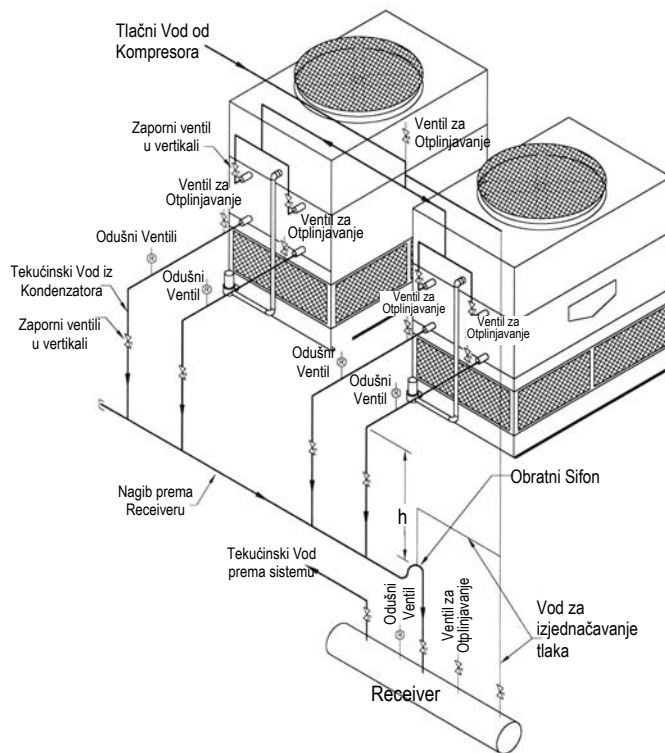
Slika 9

Slika 9 prikazuje 2 velika kondenzatora priključena na zajednički visokotlačni receiver. Važno je, da tlačni vodovi iz kompresora budu što je moguće simetričnije spojeni. Sve što je prije rečeno o dimenzioniranju tih cijevi (vodova) također vrijedi i kod povezivanja više kondenzatora.



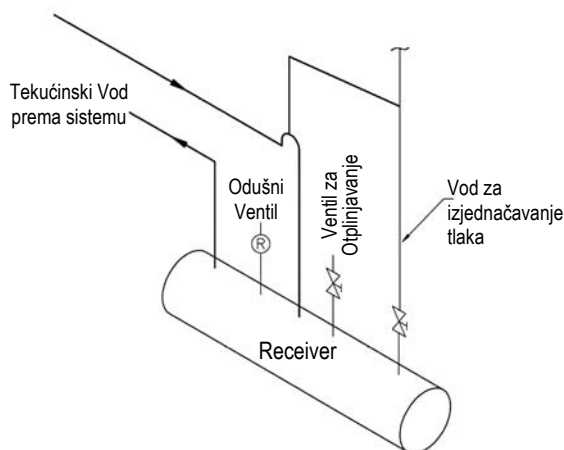
Slika 10

Ovdje se ponovo naglašava, da je kod priključivanja više jedinica za paralelni rad najvažnije pravilno sifoniranje. Svaki tekućinski vod mora u svom vertikalnom dijelu biti sifoniran. To mogu biti mali pojedinačni sifoni kao na Slici 9, ili priključak na receiver sa donje strane, kako to pokazuje Slika 10.

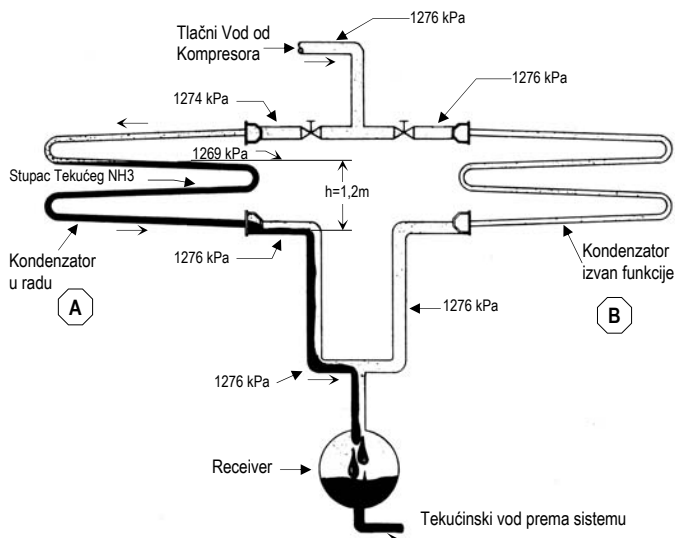


Slika 11

Alternativni način sifoniranja tekućinskih vodova kod spajanja više kondenzatora u paralelnom radu prikazan je na Slici 11. Svi tekućinski vodovi priključeni su na zajednički kolektor na čijem kraju je izveden obratni sifon za kompletni kolektor. Na vrh sifona treba priključiti cijev za izjednačavanje tlaka, kako je to detaljno prikazano na Slici 12.



Slika 12



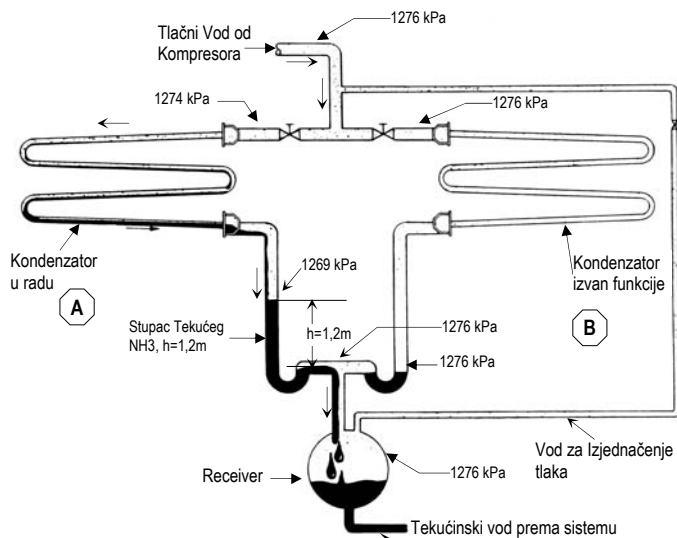
Slika 13

Bitno je ugraditi spomenute sifone kako bi se u vertikalnom kraku uspostavio stupac koji neutralizira potencijalne varijacije tlaka na izlazima iz kondenzatora. Bez sifona, tekuća faza bi zaostajala u donjim cijevnim snopovima kondenzatora sa najvećim padom tlaka (ili najnižim izlaznim tlakom), što onda rezultira smanjenim kapacitetom i nestabilnim radom sistema.

Kao pojašnjenje neka posluži nekoliko primjera koji će se u nastavku razraditi.

Slika 13 prikazuje pogrešan način kako se 2 NH3 kondenzatora, A i B, paralelno spojena bez sifona u tekućinskim vodovima, dakle tekuća faza slobodno protječe do receivera. Kondenzator A je u funkciji, dok je kondenzator B izvan funkcije, kroz njega nema protoka, pa nema ni pada tlaka, i tlak koji vlada u tekućinskom vodu iznosi 1276 kPa sve do receivera. Kroz kondenzator A koji je u punom pogonu pad pritiska je 7 kPa, a sastoji se od 2 kPa na ulaznom zapornom ventilu i 5 kPa kroz cijevni snop. Tekućina ne može teći od nižeg tlaka od 1269 kPa prema višem tlaku od 1276 kPa, što rezultira zaostajanjem, odnosno nakupljanjem tekućine u donjim dijelovima cijevnog snopa kondenzatora, sve dok se ne eliminiira razlika u tlakovima. U ovom slučaju, razlika tlaka između 1276 kPa i 1269 kPa je 7 kPa, a 7 kPa odgovara visini stupca tekućine od 1,2 m, koji će se uspostaviti u kondenzatoru u radu, kako bi se omogućio protok tekuće faze.

Stupac tekućine, označen visinom „h“ na crtežu, će u velikoj mjeri napuniti cijevi snopa kondenzatora tekućinom, i na taj način smanjiti izmjenjivačku površinu kondenzatora, što može rezultirati „gladū“



Slika 14

sistema za radnom tvari. Cijevi tekućinskog voda će možda biti hladne jer će tekuća faza u njima stvarati efekt pothlađivanja.

Na Slici 14 prikazan je ispravan način priključivanja sa sifonima na donjem kraju vertikalnih krakova. Dodana je i cijev za izjednačavanje tlakova, provedena od receivera do tlačnog voda plinske faze iz kompresora. Na taj se način osigurava stabilni tlak u receiveru i nesmetani protok tekuće faze iz kondenzatora.

U radnim uvjetima, identičnim onim prije spomenutim, za nesmetani protok tekućine mora se uspostaviti odgovarajući stupac. Još uvijek postoji razlika pada tlaka između kondenzatora u radu i onoga izvan pogona – 1269 kPa prema 1276 kPa u odnosu prema receiveru – 1276 kPa. Prikazani sifon funkcionira kao zapor, tako da se sada stupac tekućine visine 1,2 m stvara u vertikalnom kraku cijevi, a ne u donjem dijelu kondenzatorskog cijevnog snopa.

Stoga treba osigurati dovoljno visine u vertikalni cijevi iznad sifona, kako bi se uspostavio spomenuti stupac tekućine. Na Slici 14 prikazan je ekstremni slučaj kada jedan kondenzator radi, a drugi je isključen, međutim, slične se situacije javljaju kada je jedan kondenzator više, a drugi manje opterećen, ako se kombiniraju kondenzatori različitih proizvođača, pa i različite veličine kondenzatora istog proizvođača.

EVAPCO preporuča, da minimalna dužina vertikalnog kraka cijevi ne bude manja od 1.5m za NH3, i 3.7m halokarbonske radne tvari. To se odnosi na dimenziju „h“ na Slici 9 i trebalo bi zadovoljavati u svim situacijama uobičajenim u praksi. Ako se u cijevni razvod ugrađuju i zaporni ventili, treba uzeti u račun i njihov pad tlaka, tako da se preporučenoj minimalnoj

dužina vertikalnog kraka doda vrijednost pada tlaka ventila preračunat u visinu stupca tekuće radne tvari.

Kao se pri niskim vanjskim temperaturama, razumljivo, povećava učin kondenzatora, proizlazi, da se pojedini kondenzatori u sistemu isključuju, a preostali su u stanju savladati kompletno kompresorsko opterećenje. Rezultat je povećani protok kroz kondenzator, prema tome i povećani pad pritiska kroz cijevne snopove i cijevnu mrežu u odnosu na projektirane, nominalne radne parametre. Osim toga, pri niskim vanjskim temperaturama se, radi uštede energije, ide na niže temperature kondenzacije. Rezultirajuća smanjena gustoća plinske faze radne tvari uzrokuje povećanje pada tlaka, pa treba, kako bi se energetske što ekonomičnije eksploatirao kondenzator, vertikalne krakove tekućinskih vodova dimenzionirati i dužim.

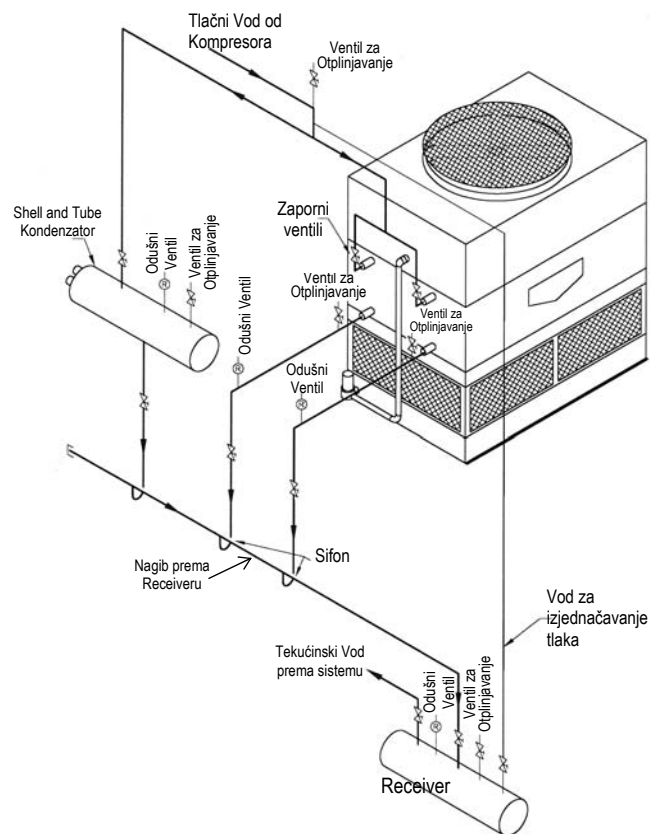
Kadgod je to moguće, ove krakove treba dimenzionirati za 50% duže od onih minimalno propisanih.

(Opaska: drugi proizvođači evaporativnih kondenzatora mogu propisati druge dimenzije, ovisno o konstrukciji kondenzatora.)

Vraćamo se na Sliku 9. Vertikalni krak tekućinskog voda mora biti dimenzioniran za čisti protok tekuće faze. Horizontalni kolektor treba biti u padu prema receiveru, cca 20 mm/m. Vidljivo je, da sam horizontalni kolektor nije sifoniran. Cijev za izjednačavanje tlaka provedena je od receivera do centralnog dijela cijevnog priključka plinovite faze na kondenzatoru. Ova se cijev ni u kojem slučaju ne smije priključivati na izlaznu stranu iz kondenzatora, budući bi se u tom slučaju poništio efekt sifona, što bi prouzročilo nakupljanje tekućine u kondenzatoru sa najnižim izlaznim tlakom.

Kod sustava sa više kondenzatora, a sa priključkom kolektora tekuće faze sa donje strane receivera, kako je to prikazano na Slici 10, minimalna dimenzija „h“ računa se od najviše razine tekućine u receiveru.

U praksi se događa da se evaporativni kondenzatori priključuju u zajednički sistem sa shell and tube kondenzatorima, kako je to prikazano na Slici 15. Osnovna filozofija kod ovih slučajeva ostaje nepromijenjena. U svakom slučaju pad tlaka kroz shell and tube kondenzator je minimalan, pa onda dužina vertikalnog kraka tekućinskog voda može biti bitno manja (oko 300mm). Principijelno govoreći, ovaj tip kondenzatora jedino treba smjestiti dovoljno visoko iznad receivera, da bude omogućen nesmetani protok tekućine.



Slika 15

Vodovi za Izjednačavanje Tlaka i Receiveri

U svima do sada opisanim načinima spajanja predviđen je jedan zajednički receiver kao spremnik tekuće radne tvari, iz kojega se onda po potrebi napajaju pojedini isparivači, već prema zahtjevima kapaciteta u pojedinim momentima. Osigurano je potpuno pražnjenje tekućine iz kondenzatora, tako da nema smanjivanja efektivne izmjenjivačke površine kondenzatora.

U određenim situacijama, ovisno o vanjskoj temperaturi, u receiveru može doći do otparavanja tekućine (t.zv. flashing) i time do povećanja tlaka. Stoga treba predvidjeti cijev za izjednačavanje tlaka kao bi se eliminirala i ova eventualna abnormalna situacija. Ova cijev mora biti provedena iz gornjeg dijela receivera do tlačnog voda plinske faze iz kompresora. Tako na primjer do pojave otparavanja može doći ako je temperatura isparavanja radne tvari 32°C, a temperatura u strojarnici gdje je smješten receiver 38°C.

U slučaju kada se radi o jednom kondenzatoru sa jednim cijevnim snopom, kako je to prikazano na Slici 3, odnosno, detaljno na Slici 4, gdje tekućinski vod nije sifoniran, izjednačavanje tlaka može se realizirati,

ako je cijev bogatije dimenzionirana, tako da se u njoj tlak lako izjednači. Ukoliko tekućinski vod iz kondenzatora ulazi u receiver sa donje strane, kao na Slici 5, imamo efekt sifona. Cijev za izjednačavanje tlaka se može priključiti na tekućinski vod neposredno nakon izlaza iz kondenzatora, ili na tlačni vod iz kompresora prije ulaza u kondenzator. U slučaju ako se cijev za izjednačavanje tlaka priključuje na tlačni vod iz kompresora, vertikalni krak tekućinskog voda mora biti dovoljno dugačak, da kompenzira pad tlaka kroz kondenzator, kako je to već spomenuto kod razmatranja rada sa više kondenzatora.

Kada sistem radi sa više kondenzatora, kako je to prikazano na Slikama 9 do 11 i 14 do 16, cijev za izjednačavanje tlaka treba provesti od receivera do najviše točke tlačnog voda plinske faze od kompresora prema kondenzatorima, i to što je moguće simetričnije. **Cijevi za izjednačavanje tlaka se pri instalacijama sa više kondenzatora nikako ne smiju priključivati na izlazu iz kondenzatora, jer bi se time poništavao efekt sifona.**

U praksi se cijevi za izjednačavanje tlaka dimenzioniraju više na osnovu iskustva nego proračunom. Projektant sistema mora uzeti u obzir površinu receivera, udaljenost od receivera do

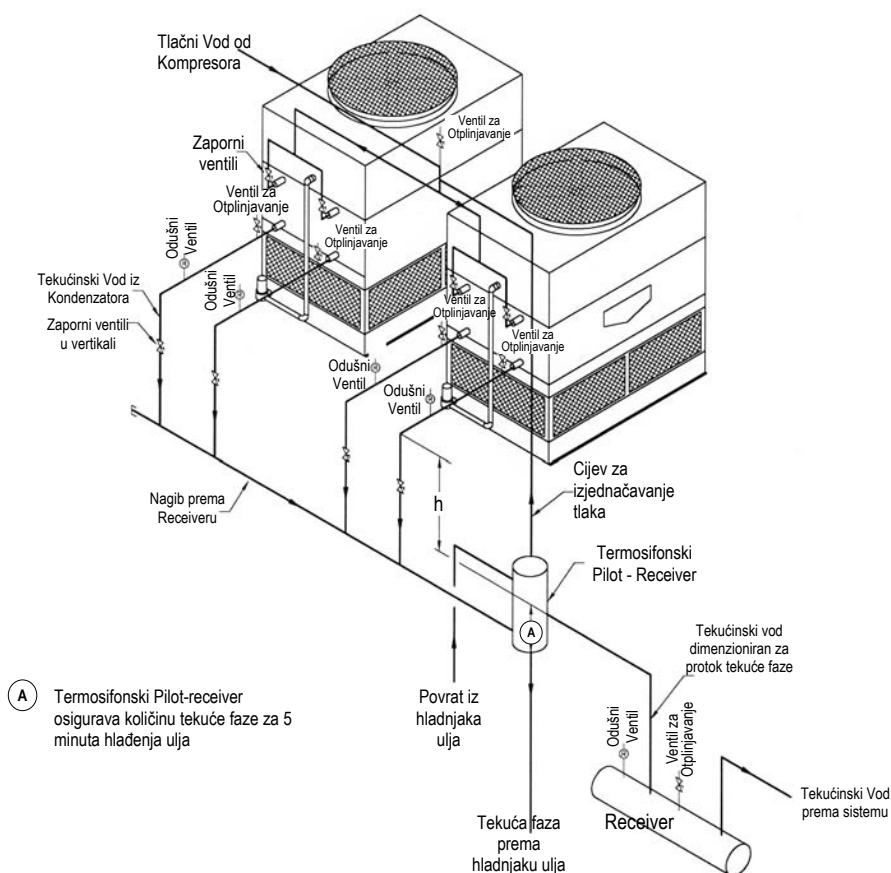
kondenzatora, dužinu vertikalnih krakova, razliku temperatura između prostora u kojemu je smješten receiver sa pratećom opremom i temperature kondenzacije, a radi sprječavanja eventualne pojave otparavanja (flashing). Orijentacione vrijednosti u Tablici 3 služe za odabir dimenzije cijevi za izjednačavanje pritiska za NH3. Praksa pokazuje, da iste apsolutno zadovoljavaju u najvećem broju slučajeva.

Za halokarbonske radne tvari, projektant pri koncipiranju, odnosno dimenzioniranju, mora uzeti u obzir sve ono što je rečeno u prethodnim poglavljima.

Preporučljive dimenzije cijevi za izjednačavanje tlaka za NH3

Dimenzija Cijevi mm	Maksimalni kapacitet sistema kW
20	215
25	370
32	689
38	969
50	1937
65	2800
80	4300
100	7750

Tablica 3



Slika 16

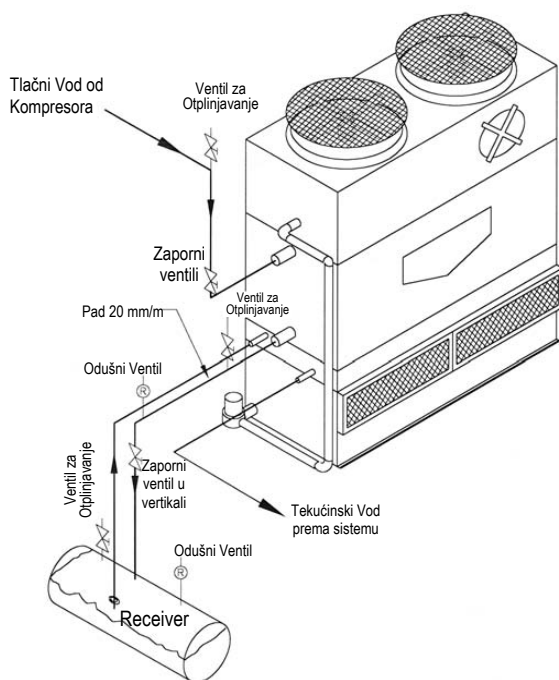
Termosifonsko Hlađenje Ulja

Termosifonsko hlađenje je vrlo popularan način hlađenja ulja. Tekuća faza iz evaporativnog kondenzatora slijeva se u Pilot-receiver, odakle gravitacijski u hladnjak ulja. U hladnjaku se jedan dio tekuće faze ispari u procesu hlađenja ulja, i mješavina plinske faze i tekuće faze se vraća u Pilot-receiver, odakle se plinska faza preko cijevi za izjednačavanje vraća u kondenzator. Preostala tekuća faza se iz pilot-recevera slijeva u glavni receiver, odakle ide dalje prema sistemu.

Pilot-receiverova namjena je, da služi kao spremnik tekuće faze za hladnjak ulja, i to je njegov prioritet. Stoga je priključak za odvod tekuće faze s donje strane ovog recevera, i dimenzionira se prema prije opisanim kriterijima. Višak tekuće faze protječe u glavni receiver i dovodnu cijev treba dimenzionirati za slobodni protok tekuće faze. Visina vertikalnog kraka mjeri se od priključka odvodne cijevi pilot-recevera do horizontalnog kraka cijevi it kondenzatora, kako je to vidljivo na Slici 16.

Pothlađivanje

Kod sistema sa dugačkim cijevnim razvodima tekuće faze, kao i kod onih sa termo-ekspanzijskim napajanjem isparivača, često se prakticira pothlađivanje tekuće faze radne tvari ugradnjom baterija za pothlađivanje u kondenzator. Na taj se način sprječava otparivanje (flashing) u tekućinskim vodovima i smetnje u funkcioniranju termoeekspanzijskih ventila.



Slika 17

Slika 17 prikazuje pravilni način priključivanja cijevi na bateriju za pothlađivanje. Tekuća faza slobodno protječe u receiver, odakle prolazi kroz bateriju za pothlađivanje u kondenzatoru, pa dalje prema isparivačima.

Otplinjavanje

Otplinjavanje („purging“) je odstranjivanje nekondenzirajućih, inertnih plinova iz sistema, čija prisutnost narušava funkciju uređaja i efektivno smanjuje kapacitet. Stoga je nužno predvidjeti i ugraditi ventile za otplinjavanje, i koristiti ih kada je to potrebno.

Zrak, kao i drugi nekondenzirajući plinovi mogu u sistem dospjeti na nekoliko načina:

- 1) Uslijed nepotpune evakuacije prije punjenja, ili prilikom servisnih radova na sistemu.
- 2) Propuštanjem u niskotlačnom dijelu sistema, kada je radni tlak manji od atmosferskog.
- 3) Dodavanjem nekvalitetne radne tvari, koja sama sadrži nekondenzirajuće komponente.
- 4) Kemijskim poremećajem radne tvari i/ili ulja.

Prisutnost nekondenzirajućih (inertnih) plinova uzrok je povišenju tlaka kondenzacije, što, naravno, uzrokuje veći utrošak snage. Kako se povećava količina spomenutih zagađivača u sistemu, tako raste i tlak kondenzacije. Matematički odnos između postotka sadržaja nekondenzirajućih plinova i povećanja radnog tlaka nije egzaktno proporcionalan, međutim, i relativno male količine mogu rezultirati znatnim povećanjem troškova energije.

Tijekom rada sistema, nekondenzirajući plinovi dostrujavaju do kondenzatora i kroz njega, i u najvećoj se mjeri skupljaju na izlazu iz njega i u receiveru. Kada sistem ne radi, ovi se plinovi nakupe u najvišoj točki, a to je najčešće na kraju tlačnog voda iz kompresora, u blizini ulaznog priključka kondenzatora. Preporuča se ugraditi ventile za otplinjavanje dimenzija DN15 ili DN20 na receiveru, na izlaznim priključcima cijevnih snopova kondenzatora i na najvišoj točki sistema. Za svaki priključak za otplinjavanje može se predvidjeti poseban ventil, ili se svi mogu jednim zajedničkim vodom priključiti na automatski otplinjivač.

Najčešće se prakticira otplinjavanje u radu sistema i taj se način smatra najučinkovitijim. Provodi se tako, da se pojedini ventili redom otvaraju, prvo na cijevnim

priključcima na kondenzatoru, a zatim na receiveru. Otvaranje više od jednog ventila istovremeno prouzročit će efekt međusobnog povezivanja izlaza iz kondenzatora, što može prouzročiti povrat tekuće faze u kondenzator. Otplinjavanje na najvišem mjestu sistema je učinkovito samo onda kada sistem nije u radu.

Opaska: Ispuštanje nekih radnih tvari u atmosferu regulirano je zakonskim propisima.

Sugestije za Koncipiranje Cijevnih Sustava

- 1) Pri planiranju vodite računa o mogućnosti eventualnog budućeg proširenja sistema. Ovo je naročito važno kod dimenzioniranja razvoda, određivanja potrebne visine iznad receivera, kao i prostora za slobodno strujanje zraka.
- 2) Pri koncipiranju razvoda uzmite u obzir dilataciju cijevi i računajte na eventualne vibracije.
- 3) Kod ventila koji se ugrađuju u horizontalne krakove, vretena moraju biti horizontalna.
- 4) Kod sistema sa NH₃, sa više paralelnih kompresora, sve tlačne vodove plinske faze spojite u zajednički kolektor do kondenzatora. Kod sistema sa freonom, vodite svaki tlačni vod za sebe, ili predvidite odgovarajući cijevni odvod za povrat ulja za svaki kompresor.
- 5) Kod kondenzatora sa zapornim (servisnim) ventilima na ulaznoj i izlaznoj strani, predvidite sigurnosni ventil. Događalo se, da je kod kondenzatora u kojima je bila tekuća faza, pri zatvorenim zapornim ventilima, uslijed visoke vanjske temperature zraka došlo do tolikog povišenja tlaka da su pukle cijevi.
- 6) Kutni ventili, često u primjeni u rashladnoj tehnici, moraju biti pravilno orijentirani, sa punim protokom u otvorenom položaju, sa otporom kao normalno koljeno.
- 7) Cijevni razvod mora biti koncipiran sukladno važećim propisima i normama i pravilima struke, sa potrebnim učvršćenjima i zavješanjima, uzimajući u obzir dilatacije. Priključke na kondenzatore ne smije se opterećivati nikakvim vanjskim teretima ili silama. Nikakva cijevna učvršćenja se ne smiju stavljati na strukturu kondenzatora.

Smještaj

Pri odabiru smještaja kondenzatora, treba voditi računa da bude u potpunosti osiguran nesmetani dovod i odvod zraka kondenzatoru, radi se o srazmjerno velikim količinama zraka u cirkulaciji. Ovo treba uzeti u obzir pri koncipiranju cijevnog razvoda, a i pri razmišljanju o eventualnim budućim proširivanjima sistema. Događalo se je da je dodavanjem novog kondenzatora smanjen učinak postojećeg.

Detaljan odabir smještaja kondenzatora ovim priručnikom nije obrađivan. Za to je EVAPCO izdao poseban priručnik – Bulletin 311-CRO koji govori o planiranju smještaja evaporativnih rashladnih jedinica.



Innovation, Performance, Experience



★ World Headquarters/
Research and
Development Center

■ EVAPCO Facilities

EVAPCO ... Specialists in Heat Transfer Products and Services.

EVAPCO, Inc. - World Headquarters & Research/Development Center

EVAPCO, Inc. • P.O. Box 1300 • Westminster, MD 21158 USA
Phone: +1 410-756-2600 • Fax: +1 410-756-6450 • E-mail: marketing@evapco.com

EVAPCO Europe

**EVAPCO Europe, N.V.
European Headquarters**
Heersterveldweg 19
Industriezone, Tongeren-Oost
3700 Tongeren, Belgium
Phone: +32 12-395029
Fax: +32 12-238527
E-mail: evapco.europe@evapco.be

EVAPCO Europe, S.r.l.
Via Ciro Menotti 10
20017 Passirana di Rho
Milan, Italy
Phone: +39 02-939-9041
Fax: +39 02-935-00840
E-mail: evapcoeuropa@evapco.it

EVAPCO Europe, S.r.l.
Via Dosso 2
23020 Piateda Sondrio, Italy

EVAPCO Europe, GmbH
Bovert 22
40670 Meersbusch, Germany
Phone: +49 2159-69560
Fax: +49 2159-695611
E-mail: info@evapco.de

EVAPCO Worldwide Facilities

EVAPCO, Inc.
Westminster, MD 21158 USA

EVAPCO East
Taneytown, MD 21787 USA

EVAPCO Midwest
Greenup, IL 62428 USA

EVAPCO West
Madera, CA 93637 USA

EVAPCO Iowa
Lake View, IA 51450 USA

EVAPCO Iowa
Owatonna, MN 55060 USA

Refrigeration Valves & Systems Co.
Bryan, TX 77808 USA

McCormack Coil Company, Inc.
Lake Oswego, OR 97035 USA

EvapTech, Inc.
Lenexa, KS 66214 USA

Tower Components, Inc.
Ramseur, NC 27316 USA

EVAPCO S.A. (Pty.) Ltd.
Isando 1600, Republic of South Africa

Tiba Engineering Industries Co.
Heliopolis, Cairo, Egypt

EVAPCO Asia/Pacific Headquarters
Shanghai, P.R. China

EVAPCO Refriger. Equipm. Co., Ltd.
Shanghai, P.R. China

EVAPCO Refriger. Equipm. Co., Ltd.
Beijing, P.R. China

Aqua-Cool Towers (Pty.) Ltd.
Riverstone, N.S.W. Australia 2765

Visit EVAPCO's Websites at:
<http://www.evapco.com>
<http://www.evapco.eu>

Zastupnik za Hrvatsku:
Zdenka Projekting d.o.o.
Mirko Mandić

Phone/Fax: +385 1 6310386
Mobile: +385 98 385522

E-mail: mirko.mandic1@zg.t-com.hr
zdenka.projekting@zg.t-com.hr