# REGULACIJA KAPACITETA I UŠTEDE ENERGIJE PRI KORIŠĆENJU VIJČANIH KOMPRESORA U RASHLADNIM UREĐAJIMA

## CAPACITY AND ENERGY SAVING REGULATION IN USING SCREW COMPRESSORS IN COOLING UNITS

**Dimostenis Sirigotis, dipl. inž., „Fyrogenis A. E.", Atina, Grčka**

*Korišćenje vijčanih kompresora u agregatima za hlađenje vode – čilerima – u centralizovanim klimatizacionim sistemima, u naglom je usponu tokom poslednjih decenija, jer oni imaju velike prednosti u odnosu na klipne kompresore. Među prednosti spadaju prilagođenost instalacionim zahtevima, ekonomično funkcionisanje, visok stepen pouzdanosti kao i bešuman rad. Potreban kapacitet kompresora postiže se odgovarajućim mehanizmom u kombinaciji sa razvijenim elektronskim sistemom regulacije poslednje generacije i odgovarajućim softverom. Mnoštvo parametara koji su od krucijalne važnosti za funkcionisanje uređaja prikuplja se i obrađuje, u cilju održavanja željene izlazne temperature vode, kao i adaptiranja pogonskog motora na eventualne granične uslove funkcionisanja i optimalan i bezbedan rad. Putem odgovarajućeg konvertora signala ostvarena je veza regulacionog sistmema sa elektronskim računarom za lokalno upravljanje i šire, a putem modema, regulacija na daljinu tokom rada rashladnog uređaja, praćenje njegovog rada, kao i utvrđivanje eventualnih kvarova.*

*The use of screw compressors in cooling water units, chillers, in centralized air-conditioning systems, has been increased during the last decades due to many advantages over the piston compressors. Among others, the advantages refer to adaptability to installation requirements, economic functioning, high-level reliability and noiseless operation. Required compressor capacity is achieved by an adequate mechanism in combination with the state-of-the-art electronic regulation system and the accompanying software. Many parameters relevant for unit operation are gathered and processed in order to maintain the desired output water temperature as well as to adapt the drive motor to contingent limit conditions of functioning and optimal and safe operation. The appropriate signal converter enabled the connection of regulation system with the electronic computer for local control and further, while the modem enabled the remote regulation during the cooling unit's operation, operation monitoring and failure detection.*

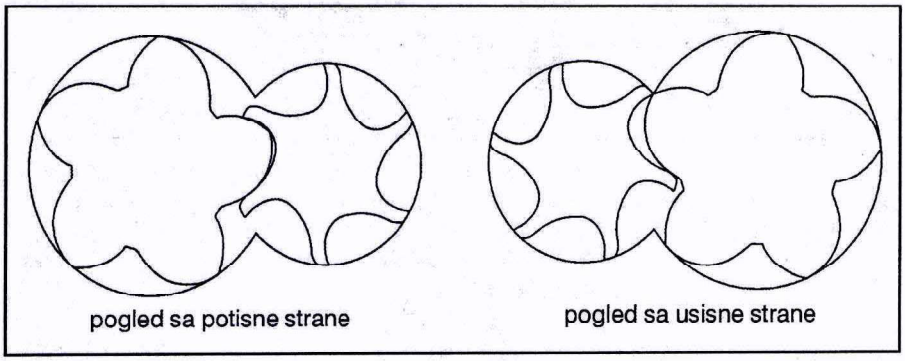
***Ključne reči:*** regulacija kapaciteta; vijčani kompresor; rashladni uređaj; ušteda energije

***Key words:*** capacity regulation; screw compressor; cooling unit; energy saving

Tokom poslednje decenije, korišćenje vijčanih kompresora u agregatima za hlađenje vode – čilerima – u centralizovanim klimatizacionim sistemima, kao i u industrijskom hlađenju naglo je povećano. Razlog tome predstavlja činjenica da kompresori ovoga tipa pokazuju značajne prednosti u onosu na odgovarajuće klipne kompresore koji se i danas koriste.

S obzirom na svoju konstrukciju, vijčani kompresori imaju veći stepen bezbednosti jer se sastoje od manjeg broja pokretnih delova (samo dva rotora), funkcionišu skladno bez vibracija, imaju nizak nivo buke, a što je najvažnije, omogućena je konstantna regulacija kapaciteta od 25% do 100%.

Sastoje se od dva zupčanika, muškog i ženskog sa po 5 i 6 zavojnica. Elektromotor pokreće jedino muški zupčanik, dok ženski slobodno sledi kretanje muškog. Početak njihovog rada je prikazan na sl. 1 i 2.



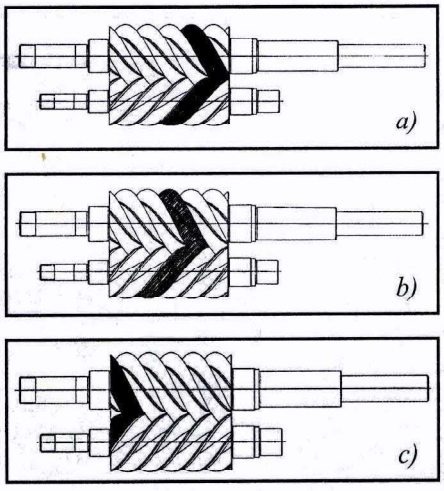

*Slika 1. Pogled na rotore*

Kako je prikazano na slici 2, rashladni fluid u gasovitom obliku se nalazi u kanalima koje formiraju oba rotora zajedno sa kućištem kompreosra, odakle se kreće od strane niskog pritiska ka strani sa visokim pritiskom uz konstantnu kompresiju, da bi na kraju stigao do potisnog otvora koji ima odgovarajući geometrijski oblik.

Zaptivanje kanala duž linije dodira rotora i prema kućištu kompresora postiže se uljem za podmazivanje kompresora (što ima niz prednosti).

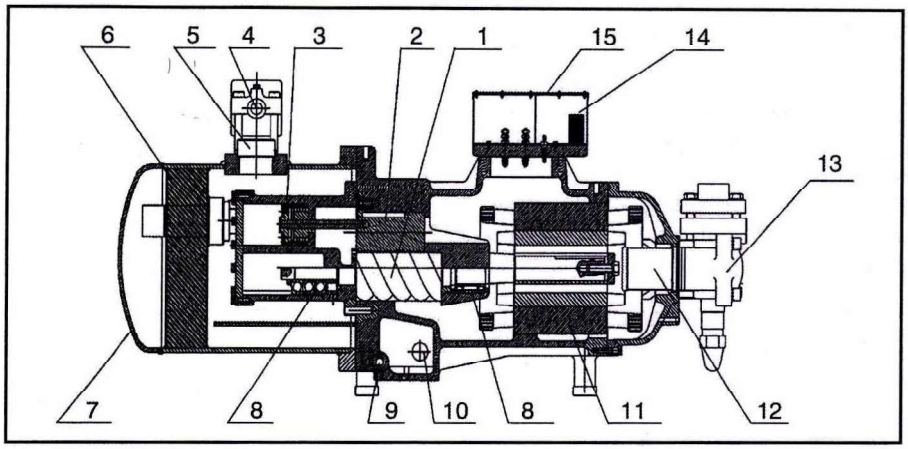
Međutim, ulje je neophodno odvojiti od rashladnog fluida i to pre nego što krene u ostali deo rashladnog sistema.

Iz navedenog razloga na izlaz kompresora se postavlja odgovarajući separator ulja koji može biti nezavisan u odnosu na ostali deo kompresora, ili ugra-



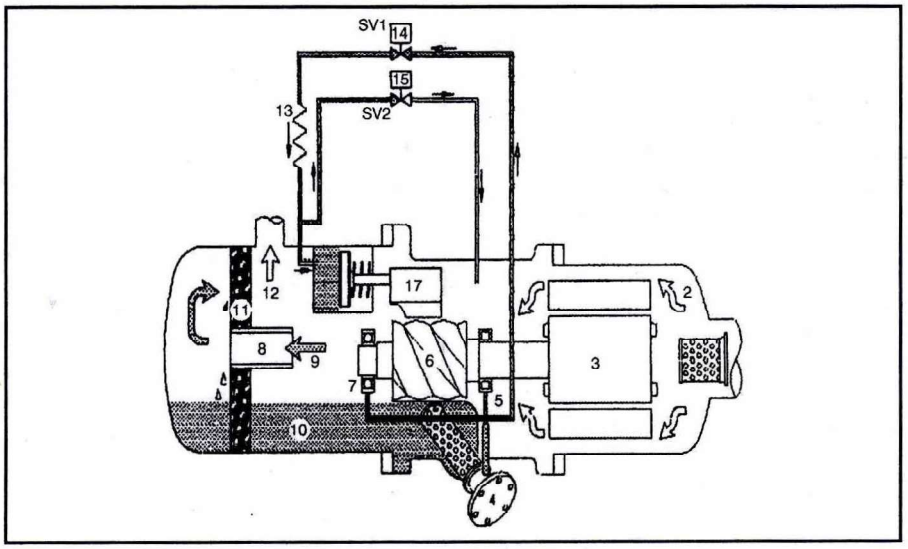

*Slika 2. a) kanal na kraju procesa usisavanja; b) kanal u toku kompresije; c) kanal na početku istiskivanja*

đen u njega. U poslednje navedenom slučaju govori se o kompresoru „screw compact" (slika 3).




*Slika 3. Serijski kompresor; 1 – vijčani rotor, 2 – zasun, 3 – hidraulički klip za pokretanje zasuna, 4 – potisni zaustavni ventil, 5 – jednosmerni ventil, 6 – odvajač ulja, 7 – rezervoar odvajača ulja, 8 – kotrljajući ležajevi, 9 – grejač ulja, 10 – filtar za ulje, 11 – elektromotor, 12 – usisni filtar, 13 – usisni zaustavni ventil, 14 – elektro-zaštita, 15 – elektro-kutija*

Regulacija kapaciteta kompresora obavlja se korišćenjem zasuna koji se postavlja između dva rotora sa strane usisnog prostora kućišta. On ima mogućnost da se pomera pomoću hidrauličkog cilindra sa oprugom (slika 4).




*Slika 4. Sistem za kontinualnu promenu kapaciteta*

Kao što se može videti na slici 4, koriste se dva ventila za ubrizgavanje ulja (SV1 i SV2) pomoću kojih se vrši pomeranje zasuna u jednom ili drugom smeru, čime se povećava ili smanjuje kapacitet kompresora. U suštini menja se aktivna dužina vijaka, odnosno deo usisane pare rashladnog fluida se vraća u usisni prostor.

Kada se otvori elektromagnetni ventil SV1, dok SV2 ostaje zatvoren, ulje se pod visokim pritiskom dovodi u zadnji deo hidrauličkog cilindra čiji klip potiskuje zasun u onom smeru u kome se pokrivaju vijci po čitavoj svojoj dužini.

U ovoj fazi kompresor funkcioniše sa 100% svoje snage.

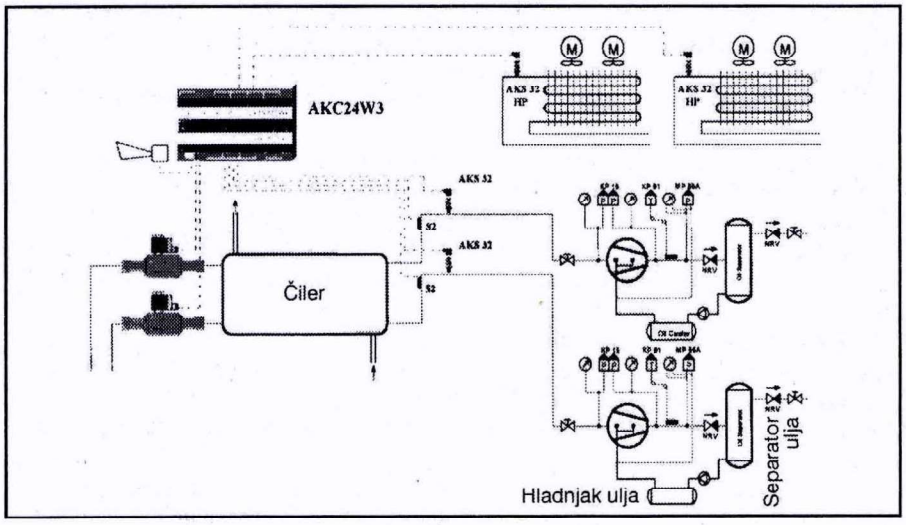
Kada se otvori elektromagnetni ventil SV2, dok SV1 ostaje zatvoren, već prisutno ulje u prostoru cilindra potiskuje se oprugom u prostor u kome vlada nizak pritisak u kompresoru, što za rezultat ima kretanje klipa u suprotnom smeru od onoga koje je navedeno u prethodnoj fazi. Isto izaziva potiskivanje zasuna na takav način da vijci bivaju „otkriveni" otprilike 75%. U ovoj fazi kompresor funkcioniše sa 25% svoje snage.

Kada elektromagnetni ventili ostanu zatvoreni, zasun se uopšte ne pomera, pa kompresor konstantno funkcioniše sa nekim procentom snage, između 25% i 100%.

Kako bi bila moguća primena gore navedenih funkcionalnih metoda regulacije kapaciteta vijčanih kompresora kod nekog rashladnog uređaja za primenu u klimatizaciji ili uređaja za industrijsko hlađenje, to jest da bi se izvršila korektna regulacija kapaciteta u skladu sa zahtevima postojeće instalacije, neophodno je postaviti sistem elektronske kontrole sa odgovarajućim softverom.

U navedeni elektronski sistem dospevaju sve neophodne informacije sa različitih tačaka uređaja, obrađuju se, a zatim se prenose na dva ventila za punjenje (SV1) i pražnjenje (SV2) u vidu oscilacija određene dužine i učestanosti, tako da se zasun kompresora pomeri na takav način da se dobije željeni rezultat.

Na slici 5 je prikazana jedna takva primena u čileru za hlađenje vode sa dva vijčana kompresora.

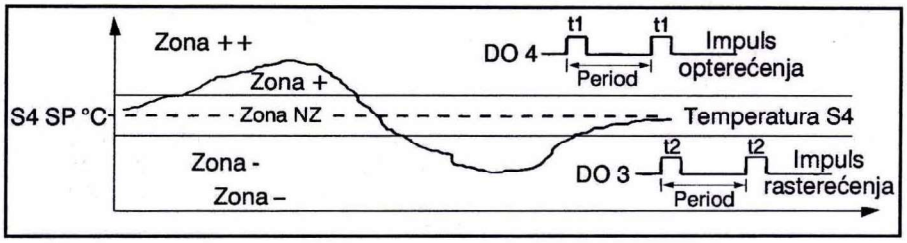



*Slika 5. Sistem upravljanja ADAP-KOOL; AKC24W3 – kontroler za čiler sa dva rashladna kruga*

Elektronski sistem prima neophodne informacije koje se odnose na funkcionisanje čilera, kao što su pritisak usisavanja, pad pritiska, temperatura na usisu, temperatura ulaza i izlaza vode iz čilera, temperatura okoline, napon struje za pogon elektromotora kompresora i tako dalje. Ove informacije zatim obrađuje, pa na odgovarajući način pomera zasun za regulaciju kapaciteta kompresora i time povećava ili smanjuje njihov rashladni kapacitet.

U čileru potreban kapacitet kompresora zavisi od temperature vode na izlazu iz uređaja. Kod industrijske instalacije za hlađenje ovu veličinu može predstavljati usisni pritisak.

Na slici 6 je prikazan način na koji elektronski sistem oscilacijama odgovarajuće dužine i učestalosti kontroliše dva ventila SV1 i SV2, tako da temperatura na izlazu iz čilera bude željena, na primer 7°C.




*Slika 6*

Kao što se na slici može videti, temperatura vode se deli u zone u zavisnosti od željene temperature.

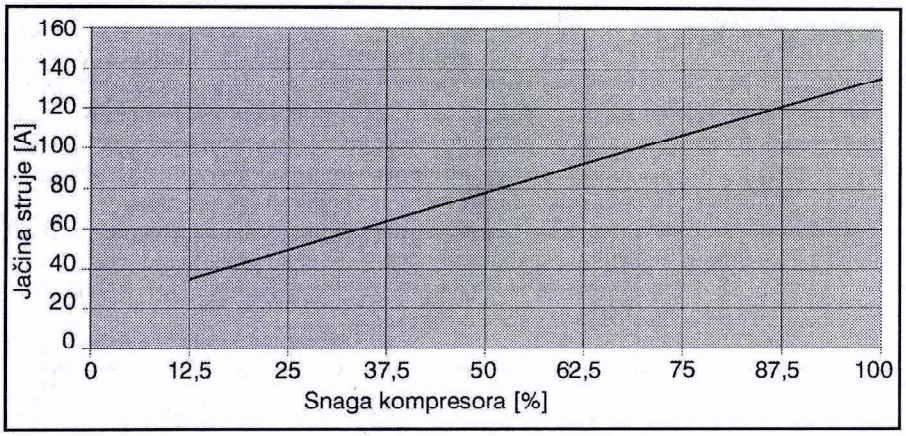
U NZ (neutralnoj zoni) za oko +–0,5°C u odnosu na željenu temperaturu kapacitet kompresora ostaje neizmenjen. U zoni – se smanjuje kapacitet kompreosra, u zoni – – jedan od njih prestaje sa radom, a ako je potrebno i drugi. Međutim, u zoni + se povećava kapacitet kompresora, a u zoni ++ kapacitet se povećava mnogo brže. Cilj je da temperatura vode na izlazu iz čilera uvek bude unutar neutralne zone (NZ), ili drugim rečima, da se instalacija snabdeva vodom čija je temperatura maksimalno stabilna, na primer 7°C.

Na sledećoj slici (slika 7) je prikazana jačina struje u odnosu na snagu nekog rashladnog uređaja sa dva vijčana kompresora. Očigledna je ušteda energije u odnosu na rashladni uređaj sa klipnim kompresorima. Na primer, ako instalacija zahteva 35% nominalne snage za hlađenje, četvorostepeni rashladni uređaj sa klipnim kompresorima bi radio sa 50% snage, a rashladni uređaj sa vijčanim kompresorom sa tačno 35%.

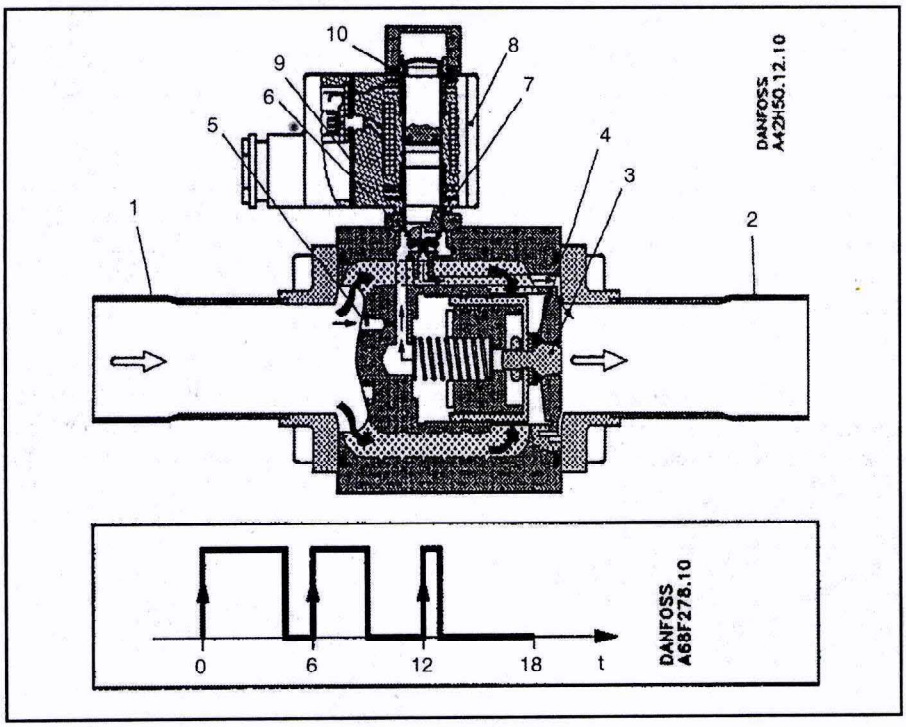
Velika brzina regulacije kapaciteta vijčanog kompresora prema toplotnom opterećenju instalacije, zahteva i neposredno prilagođavanje prigušnog organa u rashladnom sistemu prema odgovarajućem opterećenju. Zbog toga se u vijčanim kompresorima koriste elektronski ekspanzioni ventili (slika 8). Oni neposredno reaguju na promene u rashladnom opterećenju.

Ovo takođe za posledicu ima činjenicu da se aktivna površina razmenjivača toplote između rashldnog fluida i vode u potpunosti koristi, pregrevanje rashladnog fluida posle razmenjivača toplote je unutar željenih granica, a pad pritiska je dosta niži u odnosu na drugi rashladni uređaj koji poseduje termoekspanzione ventile. Kao kra-

jnji rezultat svega gore navedenog imamo značajno smanjenje utroška električne energije (ekonomičnost), kao i manji stepen naprezanja kompresora, ali i svih njegovih sklopova (bezbednost).




*Slika 7*



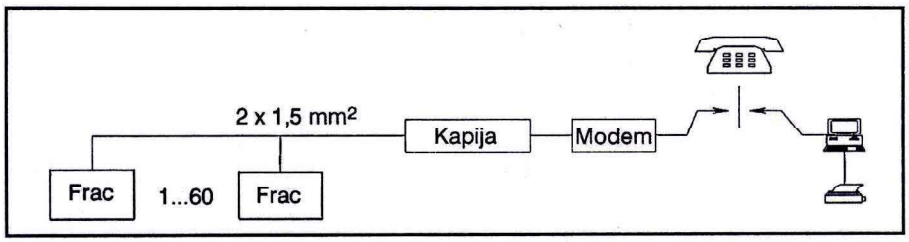

*Slika 8; 1 – ulaz, 2 – izlaz, 3 – prigušnica, 4 – sedište ventila, 5 – filtar, 6 – pilotska prigušnica, 7 – pilotski ventil, 8 – namotaji, 9 – AMP priključak, 10 – poklopac*

[illegible] rashladnog fluida koliko može da ispari, čime se njegov rad optimizira.

Kontrola se takođe vrši pomoću elektronskog sistema kontrole rashladnog uređaja, pošto se prvo utvrdi vrsta rashladnog fluida, kao i granice njegovog pregrevanja.

Još jednu značajnu funkciju kontrolnog sistema predstavlja mogućnost adaptacije kapaciteta kompresora prema u datom trenutku postojećim, graničnim temperaturskim uslovima okolne sredine i vode. Tokom godišnjih doba kada je temperatura okoline van definisanih granica, to jest na nivoima gde bi rashladni uređaj sa klipnim kompresorima prestao da funkcioniše, kontrolni sistem prilagođava kvalitet kompresora ovim graničnim stanjima, tako da isti mogu bezbedno da funkcionišu.

Međutim, čak i kada ima teškoća u regulisanju opterećenja pa kompresor ulazi u status nebezbednog funkcionisanja, kontrolni sistem mu ne prekida rad, već ga prebacuje na 25% kapaciteta, čime se izbegavaju česta uključivanja i isključivaja koja imaju negativne posledice na radni vek kompresora.




*Slika 9*

Takođe je moguće kontrolisati mnoge druge parametre pomoću razmatranog sistema, na primer, stepenasto uključivanje ventilatora ili kontinualnu promenu broja obrtaja. Isti se takođe mogu grafički prikazati i putem modema preneti do računara daleko od instalacije, čime se suštinski doprinosi brzom i efikasnom servisiranju uređaja (slika 9).

## Literatura

Tehnički priručnici „Hanbell" (kompresori tipa „screw"), „Refcomp" (kompresori tipa „screw"), „Bitzer" (kompresori tipa „screw"), „Danfoss" (automatski sistem za kompresore tipa „screw") i „Fyrogenis" (rashladni uređaji sa kompresorima tipa „screw").