DVOSTEPENA APSORPCIONA MAŠINA ZA HLADJENJE VODE

SCHLAPFER W., dipl. ing.
SOCIETE TRANE, Paris

Dvostepena apsorpciona mašina je apsorpcioni vodeni hladnjak koji zahteva 30-40% manje energije, nego slične jednostepen mašine. Smatramo da je ova mašina neobično važna za celokupnu industriju klimatizacionih uredjaja. Trejnov razvoj dvostepene apsorpcione mašine zasniva se na ideji da industrija klimatizacionih uredjaja podržava nove proizvode koji obezbedjuju znatnu uštedu u potrošnji energije, ako je dodatna cena ove opreme ekonomski prihvatljiva na bazi eksploatacionih ušteda.

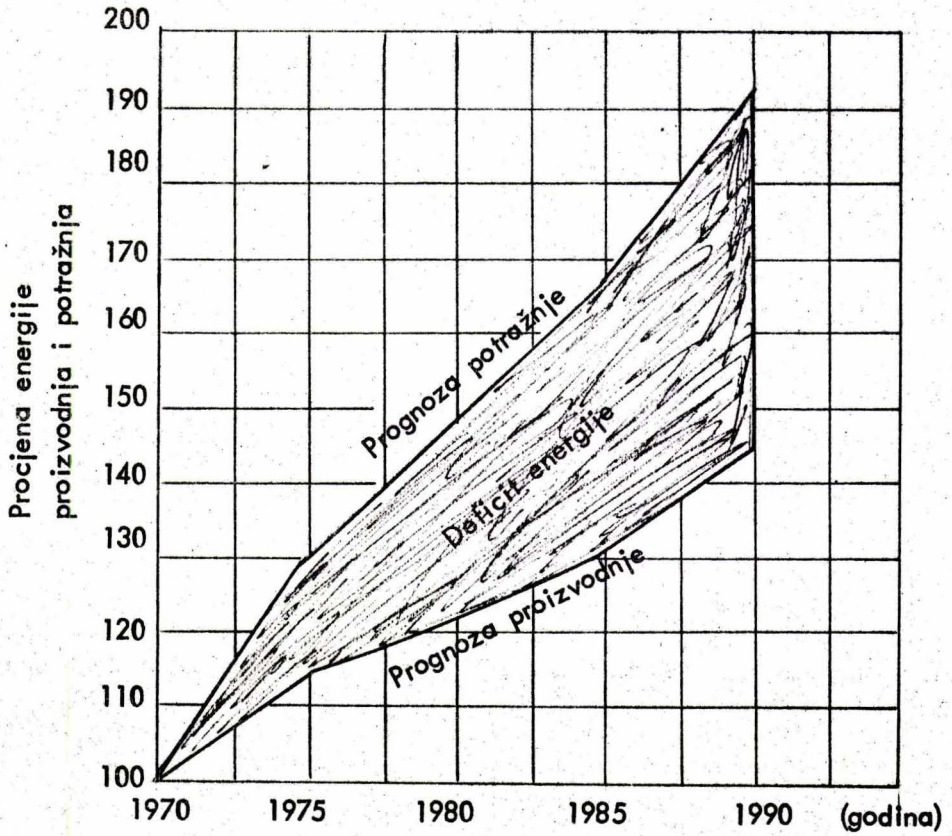
Trejn je sa uverenjem u ekonomske i tehničke dobitke za industriju, razvio ovaj novi dvostepeni apsorpcioni rashladni generator.

Trejnova dvostepena apsorpciona mašina koristi dvostruki efekat koncentratora. Koncentrator sa dvostrukim efektom poboljšava termodinamičku efikasnost i smanjuje utrošak energije po kcal/h, za 30-40%, u poredjenju sa jednostepenim mašinama. Drugim rečima, smanjenje do 40% u korišćenju energije, tj. oko 50% povećanja kapaciteta od date veličine toplotne mase, - značajno je poboljšanje efikasnosti.

Takodje, poboljšana termodinamička efikasnost, znači smanjenje količine toplote koja se odvodi preko rashladne kule, u poredjenju sa jednostepenim mašinama. Ovo smanjenje odvodjenja toplote, rezultira mogućnosti izbora manje kule.

Dvostepena apsorpciona mašina košta u proizvodnji znatno više od jednostepene mašine. Medjutim, u mnogim klimatizacionim poslovima, uštede u eksploataciji sa dvostepenom mašinom po današnjoj ceni energije kompenziraju povećane cene sistema. Što je najvažnije, bilo koja finansijska analiza uštede u ekaploataciji, treba da ima u vidu rapidno povećanje cene energije, koje se prema iskustvu očekuje u budućnosti. Smatra se da će Jugoslavija pratiti paralelno povećanje cene energije u drugim evropskim zemljama.

Hitna potreba za konzervacijom energije, koja je prisutna svuda u svetu, nesumnjivo potvrdjuje krizu energije u svim industrijama. Izgleda, prema skorašnjim evropskim publikacijama, da mi provociramo dalju diskusiju o ovom problemu - o nedostatku uglja, gasa, električne energije i nafte. Dobar primer razloga krize u energiji prikazan je na sl. 1 - na kojoj se vidi potražnja energije i njene raspoloživosti.



Sl. 1

Ovaj se primer odnosi na SAD, ali verujemo da je tipičan i za Evropu i Jugoslaviju.

Jasno je, da ako se nešto ne uradi, da svet neće imati dovoljno goriva za svoje potrebe, već u skoroj budućnosti.

Osim toga, slična je situacija i sa električnom energijom. Proizvodjači elektro energije se suočavaju sa potrebama koje se udvostručavaju svakih deset godina, zajedno sa vrijacijama u ceni novih uredjaja, kao i povećanjem nesigurnosti u ovom domenu.

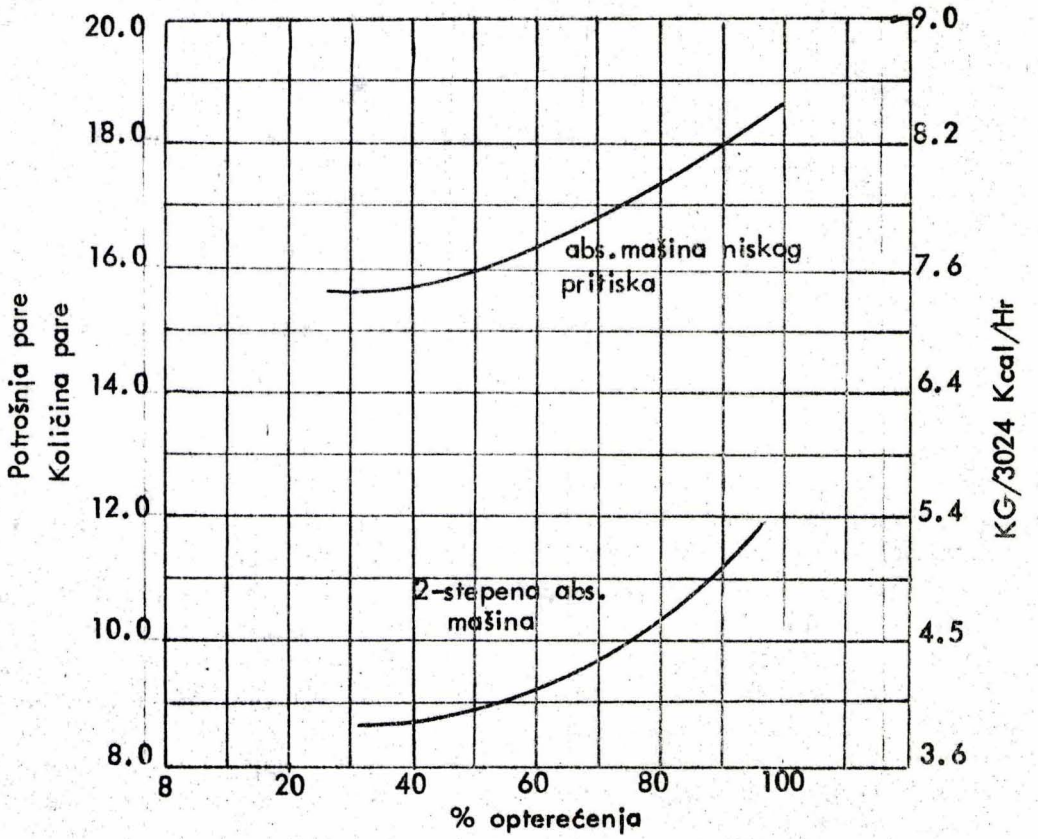
Nedostaci u energiji su već prisutni. Procenjuje se da će biti mnogo ozbiljniji budućih nekoliko godina.

Najočigledniji odraz krize u energiji biće jasno povećanje cene energija svih vrsta - uglja, gasa, nafte ili električne energije - u najskorijoj budućnosti. Upoznati

sa ovim problemom, smatraju da će se cene energije udvostručiti u sledećih nekoliko godina. Postoji zabrinutost za dostupnost energiji po bilo kojoj ceni. Buduća ograničavanja potrošnje energije, preuzeće državni organi. Prema tome, neophodno je već sada misliti na najekonomičniji i najdostupniji vid energije.

Insuficijencija energije predstavlja izazov za sve vrste industrije. Ovo je posebno tačno u gradjevinarstvu, jer se oko 20% evropske potrošnje energije troši na grejanje i klimatizaciju u svrhe komfora. Jasno je da poboljšanje efikasnosti sistema klimatizacije zgrada mora imati znatan efekat na ukupnu potrošnju energije.

Smatramo da razvoj ovakvih dvostepenih apsorpcionih mašina mogu da pomognu industriji klimatizacione opreme u rešavanju problema smanjenja potrošnje energije. Na primer, kao što je prikazano na sl. 2 - potrošnja pare - Trejnova dvostepena mašina smanjuje potrošnju energije za oko 30%, a najčešće i za 40%, u poredjenju sa apsorpcionim uredjajima niskog pritiska.

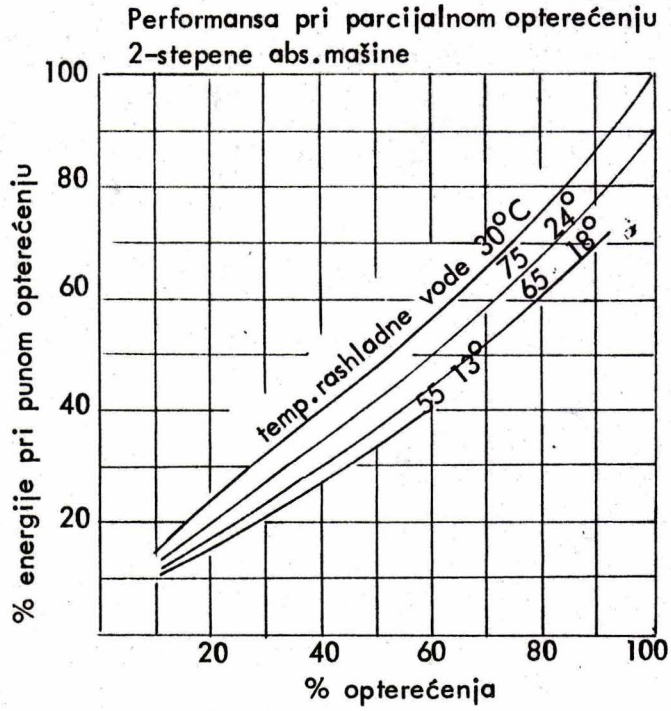


Sl. 2 i 4 Tipične performanse 1- i 2-stepene abs. mašine pri parcijalnom opterećenju

Stoprocentno opterećenje potrošnje pare dvostepenog apsorpcionog uredjaja iznosi 5,5 kg/3024 kcal/h, u odnosu na 8,5 kg/3024 kcal/h jednostepenog uredjaja ili 35% manje. Prema tome, uzimajući srednju vrednost performansi opterećenja, potrošnja pare dvostepenog uredjaja je manja.

Pogledajmo neke specifičnosti eksploatacionih karakteristika Trejnove dvostepene mašine.

Kao što smo rekli, stopa pod punim opterećenjem pare je 5,5 kg/3024 kcal/h, i ta performansa je čak i bolja pod delimičnim opterećenjem. Objasnićemo zašto.



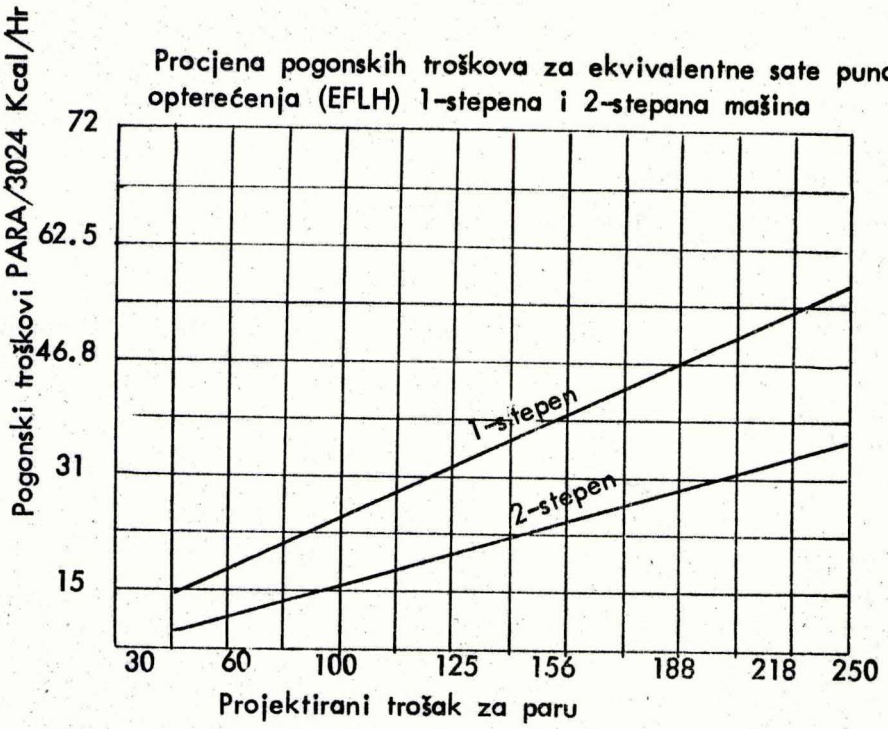
Sl. 3

Sl. 3 prikazuje količinu energije u uslovima delimičnog opterećenja sa različitim temperaturama rashladne vode. Takav je slučaj na najnovijim jednostepenim mašinama. Dvostepena mašina je konstruisana za korišćenje temperatura rashladne vode, koja varira u odredjenim granicama, sa promenama opterećenja i spoljnom temperaturom po vlažnom termometru. U većini slučajeva eksploatacije, mašina se koristi sa smanjenom temperaturom rashladne vode, koja poboljšava ekonomičnost. Kao što je prikazano na slici, ova mašina radi sa opterećenjem od 60%, pri temperaturi rashladne vode od 13°C. Utrošak energije je samo 40% od ukupnog opterećenja uredjaja. Ovo odgovara protoku pare od 5,5 kg, ili oko 3,7 kg/3024 kcal/h. Ovo je veoma niska stopa u poredjenju sa bilo kojim tipom sistema.

Delimično opterećenje potrošnje pare za jednostepeni i dvostepene apsorpcione mašine je zasnovano na najčešćem odnosu opterećenja zgrade i spoljne vlažnosti, kao što prikazuje sl. 4. Prema merenjima, prosečna razlika izmedju ove dve mašine je oko 40%. Srednja potrošnja pare, prema godišnjem proseku, za dvostepenu mašinu, nalaziće se izmedju 4,5 i 5 kg/3024 kcal/h. Prethodne procene eksploatacionih troškova, kao i ušteda, mogu se videti na sl. 5.

Na slici se vide prosečne potrošnje pare kod jednostepene i dvostepene mašine.

Trejnova dvostepena apsorpciona mašina se proizvodi u 6 veličina, od 1.784.150 do 3.205.440 kcal/h. Takodje postoje dva tipa konstrukcija uredjaja - jedan za optimalno korišćenje, sa pritiskom pare od 8,8 kg/cm^2 u sistemu i drugi za pritisak pare 10,5 kg/cm^2. Kapaciteti i eksploatacione uštede su kod oba modela približno



Sl. 5

isti. Razlika je samo u konstrukciji: tip sa 8,8 kg/cm^2 ima veću površinu prenosa toplote u koncentratoru. Kao što je rečeno, osnovna jedinica potrošnje pare pod punim opterećenjem i sa projektnom temperaturom vode je 5,5 kg/3024 kcal. Ovo je zasnovano na jedinici koja obuhvata optimalni izmenjivač toplote koji podhladjuje jedinicu kondenzata, na oko 110°C pri punom opterećenju, za laku manipulaciju kondenzatom. Prema tome, dvostepena mašina nastavlja tradiciju superiorne hermetične konstrukcije, pouzdanosti i lakog održavanja, koji su bili poznati na Trejnovim modelima jednostepenih uredjaja A, B i C. Ekskluzivne konstrukcione karakteristike, kao što su unificirana pumpa maksimalne sigurnosti, održavanje pumpe bez ispuštanja mešavine litijum-bromida itd. su i ovde zadržane. Na kraju, Trejnova dvostepena apsorpciona mašina nastavlja isključivu primenu dugotrajnih, skupljih Cu-Ni apsorpcionih cevi.

Ukratko ćemo prikazati eksploatacioni krug dvostepene apsorpcione mašine, da bismo shvatili dobijeno poboljšanje termodinamičkog efekta. Prvo ćemo prikazati jednostepeni koncentrator. Para, na P = 8,8 kg/cm^2, ili 10,5 kg/cm^2, dovodi se u cevi jednostepenog koncentratora i razblažena mešavina litijum-bromida i vode se prokuvava. Ovo je rezultat oslobodjenja rashladnog fluida u obliku vodene pare i delimične koncentracije mešavine. Delimično koncentrisana mešavina se zatim prenosi

na drugostepeni koncentrator.

Rashladni fluid vodena para - oslobodjen pri prvom stepenu kondenzacije, nalazi se pod pritiskom od oko 0,35 kg/cm^2. Ova para se onda koristi u cevima drugostepenog koncentratora,gde se njen temperaturni nivo ponovo koristi za prokuvavanje litijum-bromid mešavine, što izaziva dalju koncentraciju mešavine i oslobadjanje dodatnog rashladnog fluida. Para od prvostepenog prokuvavanja mešavine litijum bromida u drugom stepenu se kondenzuje. Ovaj kondenzovani rashladni fluid se onda direktno sprovodi u koncenzator u tečnom stanju. U kondenzatoru rashladni fluid, oslobodjen u drugom stepenu, se kondenzuje, korišćenjem rashladne vode a zatim se meša sa kondenzovanim rashladnim fluidom iz prvog stepena.

Pošto je rashladni fluid postavljen u kondenzacioni deo kao tečnost, toplota kondenzacije je smanjena u poredjenju sa jednostepenim uredjajem. Ovo je prilika za upotrebu manjih rashladnih kula.

U evaporatoru, u kome se toplota rashladne vode koristi za isparavanje rashladnog fluida, temperatura je oko 4,5°C. Ovo je u osnovi isto kao i kod jednostepenih mašina. Pošto rashladni fluid menja stanje, toplota se uklanja iz sistema vode. Vodena para koja nastaje usisava se u apsorpcioni deo uredjaja. Ona je apsorbent u mešavini litijum bromida i vode. Apsorpcioni deo sam po sebi je sličan apsorpcionom delu jednostepene mašine. Rashladna voda cirkuliše kroz ceo apsorpcioni sistem da bi izbegla apsorpciju toplote. Pošto litijum-bromid u apsorberu izdvaja rashladni fluid iz isparivača, ova mešavina postaje razredjena i samim tim sa manjom apsorpcionom moći rashladnog fluida. Dosledno tome, potreban je prenos razredjene mešavine u koncentrator, da bi se izazvala rekoncentracija mešavine - i oslobodila veća količina rashladnog fluida.

Razblažena bromidna mešavina se pumpa u prvostepeni koncentrator kroz dva ili, po mogućnosti, tri razmenjivača toplote.

Razmenjivač toplote pri niskim temperaturama prenosi toplotu sa razblažene hladne bromidne mešavine apsorbenta na toplu koncentrisanu mešavinu koja se vraća na apsorpcione brizgaljke, drugostepenog koncentratora. Njegova primena je potpuno ista kao i razmenjivača toplote jednostepene mašine.

Efikasna razmena toplote sa tople koncentrisane mešavine na hladnu razblaženu mešavinu, je veoma važna za efekat apsorpcionog ciklusa.

Rashladjena mešavina zatim prolazi kroz drugi razmenjivač toplote koji se naziva visokotemperaturni razmenjivač toplote. Ovaj razmenjivač je jedinstven za dvostepenu apsorpcionu mašinu. U ovom razmenjivaču, toplota je eliminisana iz vrele i delimično koncentrisane mešavine litijum bromida u prvom stepenu, pre nego što je postavljen u drugostepeni koncentrator. Toplota eliminisana iz mešavine se dodaje u razblaženu mešavinu da bi se smanjila količina toplote za zagrevanje, potrebna u prvostepenom koncentratoru. Potrebno je smanjiti temperaturu toplog, delimično koncentrisane mešavine koja dolazi iz prvostepenog koncentratora, da bi se izbegle varijacije na niskim pritiscima drugostepenog koncentratora.

U trećem razmenjivaču toplote, je optimalan kondenzni razmenjivač toplote, koji je već opisan. Kondenzat iz prvostepenog koncentratora se pothladjuje u ovom razmenjivaču toplote na oko 110°C, pod punim opterećenjem, da bi se omogućile lakše

manipulacije. Ova eliminisana toplota se dodaje razblaženoj mešavini da bi se dalje smanjila potrošnja energije. Kao dodatna prednost je to što je jedinica opremljena kondenzatnim razmenjivačem toplote.

Ovde spoljni izdvajač nije potreban za ovu jedinicu. Ako, medjutim, dvostepena mašina treba da se koristi u sistemu koji primenjuje povratni sistem kondenzata pod visokim pritiskom, optimalni kondenzatni izmenjivač toplote nije neophodan. Potrebno je da sva toplota eliminisana iz kondenzata u mašini bude vraćena vodi kotla, ne povećavajući njenu efikasnost. Sada kad smo upoznali krug eksploatacije, odgovor na pitanje zašto je dvostepena mašina 30-40% efikasnija od jednostepene mašine je jasan. Pre svega, jedini razlog za korišćenje energije u apsorpcionoj mašini je u dobijanju rashladnog fluida. Ako možemo da povratimo rashladni fluid sa manje energije, onda ćemo povećavati efikasnost. Sa niskopritisnim mašinama, koristimo energiju sa "x" količinom rashladnog fluida.

Sa dvostepenom mašinom, koristimo istu količinu energije i dobijamo opet x količinu rashladnog fluida, ali u dodatku taj rashladni fluid se onda usmerava na drugostepeni generator gde kao obična para u niskog pritiska, povraća 30-40% više rashladnog fluida, a nekiput i do 40% "bez naplate", pošto ne troši nikakvu energiju. Pošto rashladni fluid koji dolazi iz prvostepenog koncentratora ulazi u kondenzator u tečnom stanju, kondenzator ima samo da kondenzuje rashladni fluid iz drugog stepena. Kao rezultat ovoga je smanjena toplota za kulu.

Ovo je prema tome novi Trejnov dvostepeni apsorpcioni hladni generator. On smanjuje potrošnju energije za 30-40% u odnosu na jednostepene mašine. Kao što smo u početku rekli, on obezbedjuje 50% veći kapacitet za dati utrošak energije. U mnogim klimatizacionim projektima, dodatni troškovi ove mašine se lako smanjuju u eksploataciji. Takodje, cena celokupnog postavljanja ovog uredjaja se često smanjuje sa veličinom rashladne kule, eliminacijom jedinica za smanjenje pritiska ili smanjenjem željenog kapaciteta kotla. Često, dvostepena mašina predstavlja izvanrednu investiciju.

Na kraju, Trejnova dvostepena apsorpciona mašina osigurava idealne mogućnosti za konstruktora sistema da znatno smanji potrošnju energije, a ovo je veoma značajna investicija za budućnost.