

9. EJEKTORSKE TOPLOTNE PUMPE

Ejektorske toplne pumpe po svojoj konstrukciji i načinu rada predstavljaju **specifičan tip toplotnih pumpi**. Jednostavne su konstrukcije, nemaju pokretne delove, ne koriste rashladne fluide, a kao pogonsko sredstvo upotrebljavaju vodenu paru ili hladnu vodu.

Pomoću ovih pumpi moguće je iskoristiti i ponovo u proces vratiti veliki deo toplotne energije, koja se nalazi u otpalnoj toploj vodi, u kondezatu pare i u termalnim podzemnim vodama.

Princip rada: Topla tečnost (najčešće voda) temperature t_1 uvodi se u isparivač (Sl.9.1) u kojem je apsolutni pritisak niži od atmosferskog. Ulaskom tečnosti u prostor u kojem je pritisak niži od atmosferskog (prostor u kojem vlada vakuum) nastaje ključanje i isparavanje dela ušle tečnosti. Ispareni deo tečnosti toplotu, potrebnu za isparavanje, oduzima od preostale neisparene tečnosti i time je hladi do temperature t_2 (Sl.9.1).

Temperatura t_2 , ohlađene preostale tečnosti, zavisna je od apsolutnog pritiska u isparivaču i uvek je sa njim u ravnotežnom stanju. Ispareni deo vode usisava se pomoću ejektora, koji kao pogonski fluid koristi svežu vodenu paru ili hladnu vodu, tako da se u isparivaču održava konstantan vakuum.

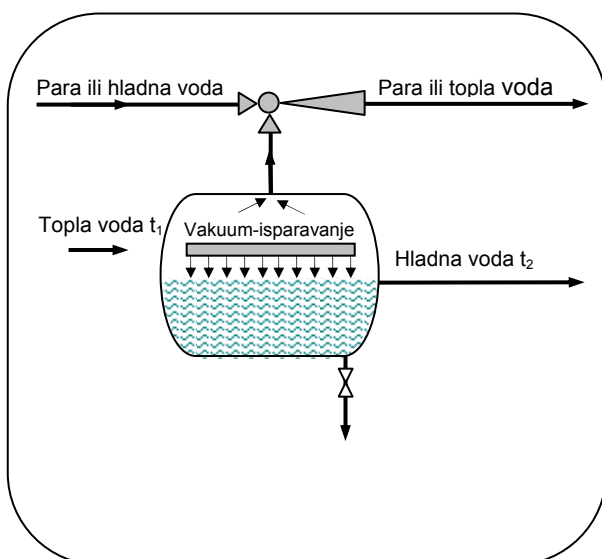
Jednostepenim ejektorom u isparivaču se može postići i održavati apsolutni pritisak $p = 0,04$ bar, kojem odgovara korospodentna temperatura prostora $t_2 = 29^{\circ}\text{C}$, što znači da će preostao deo ohlađene vode odlaziti iz isparivača u okolni prostor sa temperaturom $t_2 = 29^{\circ}\text{C}$.

U ejektoru nastaje mešanje usisane pare sa pogonskom parom ili hladnom vodom i pri tome se usisanoj pari predaje deo pritiskne energije pogonske pare (hladne vode), tako da formirana mešavuna, na izlasku iz ejektora, raspolaže sa odgovarajućim pritiskom, koji je potreban za dalji transport do mesta potrošnje.

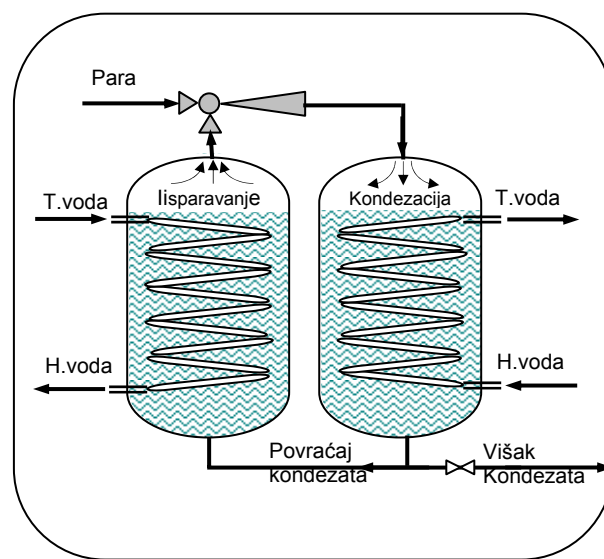
Količina iskorišćene toplotne energije zavisna je od ulazne temperature otpale tople tečnosti t_1 i apsolutnog pritiska u isparivaču, koji je u ravnoteži sa temperaturom vode t_2 . Ako se kao pogonski fluid koristi voda, onda se sva usisana para u ejektoru kondezuje, pri čemu svu svoju toplotu kondezacije predaje pogonskoj vodi i time je zagreva.

Upotreba: Upotrebljavaju se za iskorišćenje toplotne energije iz svih vrsta otpalih toplih, čistih i zaprljanih, tečnosti, zatim iz podzemnih termalnih voda, vode koja se povremeno ispušta iz kotlova (odsoljavanje i odmuljivanje), toplih navlaženih testastih i drugih materijala.

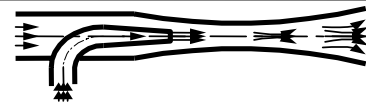
Prednosti: Ejektorske toplotne pumpe u odnosu na druge slične uređaje imaju niz prednosti i to: imaju jednostavnu konstrukciju i male gabarite; mogu se upotrebiti za niske i visoke pritiske; za male i velike protoke; za različite temperature; nemaju pokretne delove pa ne zahtevaju rezervne delove, održavanje i podmazivanje; imaju stabilan, miran i tihi rad; ne zahtevaju rashladne fluide; ne zagađuju okolinu; investiciona ulaganja su mala, a vek trajanja praktično neograničen; ceo proces se može jednostavno automatizovati, pa je kontrola rada svedena na minimum.



Sl.9.1 Iskorišćenje toplote iz otpale tople vode



Sl.9.2 Iskorišćenje toplote iz hemijski zagađene tople vode



9.1 Iskorišćenje toplotne energije iz otpale kotlovske vode

Toplotne pumpe posebno korisnu primenu imaju kod iskorišćenja toplotne energije iz toplih voda koje se povremeno ispuštaju iz kotlova (odsoljavanje i odmuljivanje). Sva kotlovska postrojenja imaju degazatore u kojima se vrši zagrevanje napojne vode do temperature 102-105 °C. Zagrevanje se vrši svežom kotlovskom parom, koja se pre uvođenja u degazator reducira ventilom reducira na pritisak od 0,05-0,2 bar.

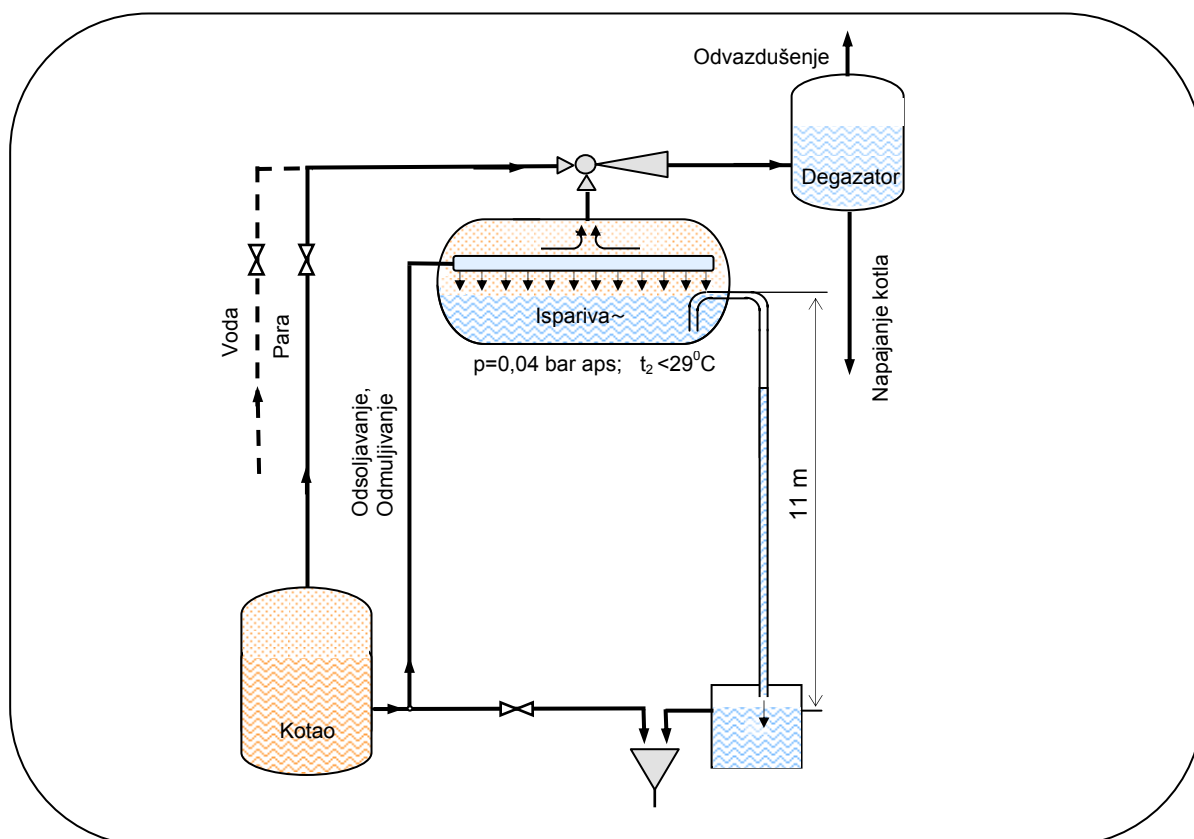
Reduciranjem pare sa visokog kotlovskog pritiska na pritisak od 0,05-0,2 bar uništava se energija. Ako se umesto reducir ventila ugradi ejektor, on će energiju, koja se u reducir uništava, iskoristiti za usisavanje pare iz isparivača, u vremenskim intervalima kada se iz kotlova ispušta vrela voda.

U vremenskim intervalima kada nema ispuštanja vode iz kotlova, ejektor će raditi kao reducir ventil. Ugradnjom ejektorske toplotne pumpe bezbednosne mere kotlova nisu narušene, jer su svi izlazni cevovodi otvoreni. Radnik u kotlarnici koji vrši odmuljivanje i odsoljavanje obavljaće svoj deo posla ne vodeći računa da li je ejektor uključen ili ne.

Ako je ejektor uključen, u vremenskom intervalu, kada se vrši ispuštanja vode iz kotla, on će usisati deo isparene vode, a ako nije uključen ispuštena voda će preko isparivača i prelivnog suda odlaziti u spoljni prostor. Sakupljena toplota iz isparivača se vodi u degazator ili drugo potrošno mesto.

Ugradnjom toplotne pumpe postižu se sledeće uštede:

- **ušteda u toplotnoj energiji** (koja na primer za kotlove pritiska od 10 bar, po 1 m³ ispuštene vode, koja se u isparivaču ohladi sa 180 na 46°C, iznosi $Q = (2.776.3 - 2.585,1)10^3 = 221.800 \text{ kJ} = 53.062 \text{ kcal}$ što odgovara 5 – 6 kg mazuta).
- **ušteda u vodi** (ipareni usisani deo otpale vode je čist destilat),
- **ekološki povoljnije rešenje** (manje zagađivanje okoline, temperatura izlazne vode je cca 29°C),
- **praktično nema potrošnje energije**, jer se koristi energija koja se u reducir ventilu klasičnim postupkom uništava.



SI.9.3 Toplotna pumpa – ušteda toplote iz otpale kotlovske vode