

SOLARNI DESTILATORI ZA PITKU VODU

NENAD MILORADOVIĆ
JKP Beogradske elektrane
n.miloradovic@beoelektra

UVOD

- Srbija se smatra zemljom koja je bogata vodama,
- Poplave iz maja ove godine dovela su do brojnih oštećenja gradskih vodovodnih mreža,
- Bilo je prestanka isporuke vode i električne energije, što ukazuje na ranjivost tehničkih sistema u opasnim situacijama,
- Alternativa je bilo dopremanje cisterni sa vodom ili kamiona sa balonima vode.

PARAĆIN TOKOM POPLAVE



UVOD

- Zbog pojava klizišta ponegde je bilo prekida i u dopremanju pitke vode,
- Solarni destilatori za pitku vodu mogu biti jedno od rešenja za preživljavanje u opasnim i kriznim situacijama,
- Osim solarne destilacije u obzir dolaze i sakupljanje kišnica, kao i korišćenje opreme za destilaciju rakije (uz uslov da su suva drva).

SOLARNA DESTILACIJA

- Solarna destilacija je proces koji koristi toplotu sunčeve energije za zagrevanje tehničke vode i dovodjenja do isparavanja i hlapljenja, dok se za kondenzaciju i dobijanje pitke vode koristi temperatura hladnijih zidova destilatora sa kojih se sakuplja destilat koji se može koristiti za upotrebu.
- Proces solarne destilacije zavisi od jačine sunčevog zračenja, promena spoljne temperature i konstrukcije destilatora.

ISTORIJAT

- Za solarnu destilaciju se znalo još u antičkim vremenima,
- U IV veku pre nove ere grčki filozof Aristotel je ispravno opisao proces i ulogu sunčeve energije u ciklusu prirodnog kruženja vode,
- Prvi koji su koristili solarnu destilaciju za pripremu pitke vode bili su arapski alhemičari u XVI veku,

ISTORIJAT

- Na Zapadu je dao nacрте za takve naprave Italijan Nikolo Geci 1742. godine, ali nije dokazano da je ih je ostvario u praksi,
- U Čileu u Južnoj Americi švedski inženjer Karlos Vilson je 1872. godine za potrebe jednog rudarskog naselja instalirao prvo veliko postrojenje za solarnu destilaciju koje se i danas može smatrati za veliko postrojenje po površini i produkciji pitke vode,

ISTORIJAT

- Ovo postrojenje za pitku vodu bilo je u funkciji čitavih 40 godina – sve do napuštanja rudnika,
- Sadržalo je 40 modula i davalo 20.000 litara pitke vode dnevno,
- Kao izolacioni materijal u to vreme se koristilo drvo,
- Da je to postrojenje imalo savremene termoizolacione materijale produkcija pitke vode bila bi i veća.

ISTORIJAT

- Prva masovna primena solarne destilacije za pitku vodu zabeležena je tokom II svetskog rata,
- Tada je američka mornarica instalirala 200.000 modula na brodovima kao opremu za preživljavanje u životno opasnim situacijama.

TEORIJSKA RAZMATRANJA

- Sunčevo zračenje koje dospe u solarni destilator zagreva vodu sa primesama od spoljne temperature do temperature dok se ne uspostavi stacionarno stanje i termodinamička ravnoteža,
- Pošto voda isparava (hlapi) pri svakoj spoljnoj temperaturi u zavisnosti od relativne vlažnosti vazduha, veći deo toplote sunčevog zračenja G troši se na promenu toplote faze r_0 , a manji deo na zagrevanje vode i vlažnog vazduha.

TEORIJSKA RAZMATRANJA

- Ukoliko su toplotni gubici u okolinu zanemarljivi može se napisati jednačina (1):

$$\cdot G \cdot A = m \cdot r_0 \quad (1)$$

- G – jačina sunčevog zračenja [Wh/m²/dan],
- A – korisna površina solarnog destilatora [m²],
- m – masa vode koja ispari [kg/dan],
- r_0 – toplota promene faze vodene pare [kJ/kg],
 $r_0 = 2500$ kJ/kg.

DOBICI SUNČEVOG ZRAČENJA ZA BEOGRAD [kWh/m²/dan] PO MESECIMA

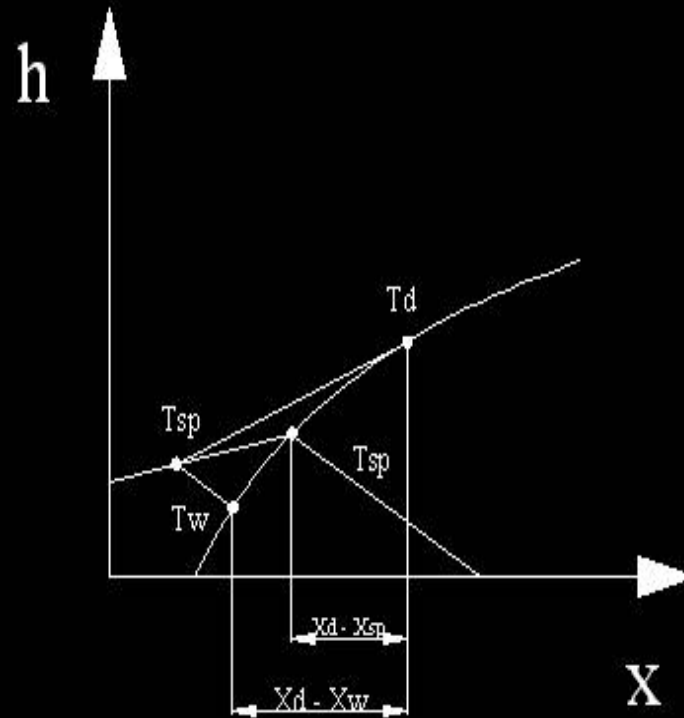
PROCENE ZA BEOGRAD

- Iz jednačine (1) se dobija gruba procena da sa 1m² korisne površine solarnog destilatora dobija se 2,4 kg pitke vode leti dnevno (za Beograd), a oko 1,35 kg u proseku tokom cele godine,
- Zbog jačine sunčevog zračenja leti se dobija veća produkcija pitke vode.

h-x DIJAGRAM

- Proces isparavanja i kondenzacije može se predstaviti i u h-x dijagramu.
- T_{sp} – početno stanje,
- T_d – stanje na pokrivci destilatora,
- $x_d - x_{sp}$ – količina vode koja se kondenzuje je proporcionalna razlici apsolutne vlažnosti,
- T_w – temperatura vlažnog termometra
- $x_d - x_w$ – razlika apsolutnih vlažnosti.

h-x DIAGRAM



POVEĆANJE EFIKASNOSTI

- Učinak i povećanje produkcije pitke vode se može povećati ukoliko se površina na kojoj se vrši kondenzacija poliva hladnom vodom,
- Tada se površina na kojoj se odvija kondenzacija može ohladiti do temperature vlažnog termometra T_w ,
- Količina pitke vode zavisi od lokacije, jačine sunčevog zračenja, promena spoljne temperature, kao i same primenjene konstrukcije solarnog destilatora.

DEMONSTRACIJA U KUĆNIM USLOVIMA

- Solarna destilacija može se primeniti i u kućnim uslovima, kao neko priručno sredstvo koje će da posluži u opasnim situacijama,
- Od artikala koji se mogu pronaći u svakoj kući može se napraviti mali solarni destilator,
- Sledeći primer služi kao ilustracija primene i demonstracija opisanih procesa isparavanja i kondenzacije.

DEMONSTRACIJA U KUĆNIM USLOVIMA

- Za kućnu primenu potrebno je:
 - - plastični lavor
 - - čist celofan,
 - - čista čaša,
 - - Alu-folija,
 - - neupotrebljana crna kesa za otpatke,
 - - selotejp,
 - - nešto vode koja nije za piće,

DEMONSTRACIJA U KUĆNIM USLOVIMA

- Prvo se dno plastičnog ladora ili kadice oblepi crnom kesom koja bi pojačala apsorpciju sunčevog zračenja,
- Duža strana kadice oblepi se Alu-folijom kako bi se sunčevo zračenje odbijalo u kadicu,
- Zatim treba naliti prljavu vodu da debljina sloja vode bude nekoliko centimetara (na taj način se dobija velika površina isparavanja za relativno malu količinu vode),
- Čistu čašu treba postaviti na dno u centar

DEMONSTRACIJA U KUĆNIM USLOVIMA

- Nakon toga kadnicu zatvoriti providnim celofanom, ali tako da celofan ne bude nategnut, već tako da se može na sredini iznad čaše postaviti mali kamenčić tako da se voda sa unutrašnje strane celofana može slivati pravo u čašu,
- Celofan treba da dobro zatvara kadnicu kako ne bi ušao spoljni vazduh,
- Ovako pripremljen priručni solarni destilator postaviti na osunčanu lokaciju i čekati.

DEMONSTRACIJA U KUĆNIM USLOVIMA



DEMONSTRACIJA U KUĆNIM USLOVIMA



POSLE KONDENZACIJE



DEMONSTRACIJA U KUĆNIM USLOVIMA

- Demonstracija je izvršena u julu mesecu pri spoljnoj temperaturi 28C,
- Kadica je postavljena u 17h,
- Sutradan ujutru, u 6h ujutro, dok je noćna temperatura bila 21C na celofanu kadice mogle su se videti kapljice vode,
- U čaši se sakupila kašika vode,
- Dimenzije kadice su 200x250 mm.

PREDLOG REŠENJA POJEDINAČNOG MODULA SOLARNOG DESTILATORA

- Malopre opisana aparatura služi samo za demonstraciju rada solarnog destilatora,
- Ova aparatura se može znatno usavršiti,
- Moguće je konstruisati i komercijalni uređaj uz određena poboljšanja,
- Pre svega treba bolje izolovati kadicu kako bi se smanjili gubici toplote u okolinu i tako povećala efikasnost solarnog destilatora.

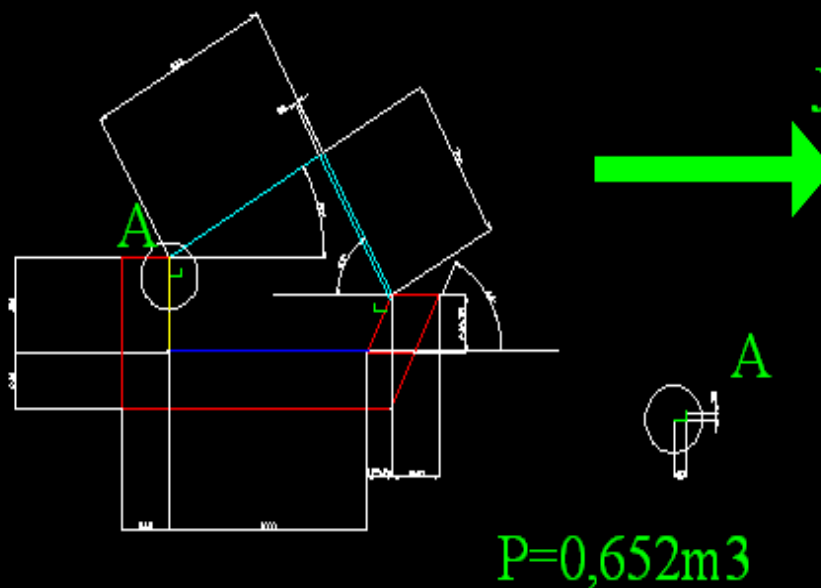
VIŠE VARIJANTI SOLARNIH DESTILATORA

- Montaža stakla pod nagibom,
- Nagib može biti na jednu ili dve vode,
- Izolovano dno može biti u kaskadama,
- Moguća kombinacija solarne destilacije sa drugim procesima:
- Koristi se aktivni ugalj za filtriranje,
- Koriste se i koncentratori sunčevog zračenja (destilovana voda kao nus-proizvod).

MERE ZA UNAPREĐENJE

- Eksperimentalno je utvrđeno da se veća produkcija pitke vode dobija na severnoj strani pokrivke solarnog destilatora: (Rajesh A. M., Bharath K. N., 2009),
- Iako na prvi pogled izgleda paradoksalno, stvar je u tome što su na hladnijoj severnoj strani povoljniji uslovi za kondenzaciju,
- Ovaj zaključak iskorišćen za originalnu konstrukciju solarnog destilatora:

MODUL SOLARNOG DESTILATORA



MODUL SOLARNOG DESTILATORA

- Povećana je površina solarnog destilatora na severnoj strani,
- Za dobijanje veće produkcije pitke vode pojedinačni moduli mogu se ređati u baterije ili nizove i redove,
- Potrebna je dobra termoizolacija,
- Ispod stakla nalaze se kanalice za odvod pitke vode,
- Severna strana može imati reflektivne

ZAKLJUČAK

- Solarna destilacija je atraktivna za primenu u Srbiji tokom opasnih situacija,
- Za rad solarnog destilatora nije potrebno napajanje, te na taj način se može dobiti pitka voda i kada nema isporuke električne energije, a gradski vodovodi ne rade,
- Produkcija pitke vode iz solarnog destilatora može se povećati ređanjem modula u baterije.

ZAKLJUČAK

- Cena ovakvog postrojenja, kao i cena pitke vode iz njega ne može se smatrati ekonomskom kategorijom,
- Solarna destilacija je odavno poznata i prikazan je kraći istorijat primena,
- Izneti su teorijska razmatranja, procene i opis procesa u h-x dijagramu,
- Izvršena je demonstracija procesa u kućnim uslovima,

ZAKLJUČAK

- Dat je opis i koncepcija originalnog modula solarnog destilatora koji se može ređati u baterije,
- Prilikom konstrukcije ovakvog solarnog destilatora korišćen je zaključak indijskih naučnika da se veća produkcija pitke vode dobija kondenzacijom na pokrivci koja je na severnoj strani,
- Rad je napisan sa ciljem da se zainteresuje stručna javnost sa mogućnostima solarne

HVALA NA PAŽNJI

SOLARNI DESTILATORI ZA PITKU VODU

NENAD MILORADOVIĆ
JKP Beogradske elektrane
n.miloradovic@beoelektra