

UNAPREĐENJE TEHNOLOGIJA KORIŠĆENJA GEOTERMALNE ENERGIJE

*Nenad Đajić**

Ključne reči: Geotermalna energija, tehnologija korišćenja, podzemni kotao, toplotna pumpa.

SAŽETAK:

Geotermalna energija je jedan od najstarijih izvora energije, jer su se prirodni geotermalni izvori koristili još pre naše ere. Međutim, zahtevi koji se danas postavljaju za tehnoeekonomski opravdano korišćenje geotermalne energije doprineli su da se stalno unapređuju tehnologije njenog korišćenja. Specifičnosti geotermalne energije za proizvodnju električne i toplotne energije doprineli su da se danas razvijaju mogućnosti korišćenja geotermalne energije za te potrebe putem toplotnih pumpi, binarnih ciklusa i koncepcije "podzemnog kotla", a sve u cilju smanjenja cene dobijene energije i veće zaštite životne sredine.

1. UVOD

Geotermalna energija, kao ekološki povoljna i potencijalno raspoloživa energija na svim lokacijama putem "podzemnog kotla", predstavlja perspektivno važan energetski izvor u svetskim relacijama. Njen razvoj se u svim zemljama sveta odvija u tri stadijuma, pri čemu se danas u svetu može govoriti samo o I i, u mnogim zemljama, II stadijumu korišćenja, tj. na korišćenju geotermalne energije iz prirodnih izvora i manifestacija na površini (I stadijum), odnosno osvajanju i korišćenju geotermalne energije na lokacijama sa povoljnim geotermalnim uslovima (II stadijum). Međutim, tek sa razvojem III stadijuma, odnosno korišćenjem suvih stenskih masa putem izrade dubokih bušotina i konceptom "podzemnog kotla"u područjima sa normalnim geotermalnim gradijentom ($3^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$), koji se nalaze praktično svuda, geotermalna

* Prof.dr Nenad Đajić, Rudarsko-geološki fakultet, Dušina 7, Beograd

energija će dobiti univerzalan i svetski značaj. Potencijali suvih stenskih masa, omogućavajući proizvodnju električne i toplotne energije, dovoljni su da se pokriju mnoge potrebe u energiji hiljadama godina.

Osnovna karakteristika geotermalne energije je, kao nosioca toplote, praktična stalnost temperature na ustima bušotine pri njenom ustaljenom eksploatacionom režimu rada i mogućnost korišćenja njihovog toplotnog potencijala samo jedanput, pri čemu se neiskorišćena toplotna energija nepovratno gubi. Zbog toga je potrebno kompleksno sagledavanje mogućnosti iskorišćenja ukupnog potencijala termalnih fluida i, unapređenjem tehnologija za proizvodnju toplotne i električne energije, staviti ih u kontinualnu eksploataciju tokom cele godine.

2. UNAPREĐENJE TEHNOLOGIJA KORIŠĆENJA GEOTERMALNE ENERGIJE

Geotermalnom energijom se ne mogu zameniti mnogi visokotemperaturni procesi, gde se koriste produkti sagorevanja, već najčešće srednje i niskotemperaturni procesi. Mogućnosti geotermalne energije u supstituciji konvencionalnih goriva se u osnovi svode na: proizvodnju električne energije; proizvodnju toplotne energije za grejanje stanova, privrednih, poslovnih i javnih objekata, akvakulturu, sušenje poljoprivrednih proizvoda i pripremu potrošne tople vode; za tehnološke procese; za rekreativne i balneološke potrebe.

U cilju što potpunijeg iskorišćenja raspoloživog toplotnog potencijala termalnog fluida potrebno je predvideti što veći broj potrošača različitog temperaturnog nivoa koji će omogućiti da "otpadna" termalna voda bude što bliža temperaturi okoline i da se u što dužem vremenskom periodu godine on koristi. Zbog toga se danas unapređuju tehnologije korišćenja geotermalne energije putem uklapanja u geotermalne instalacije postrojenja toplotnih pumpi, binarnih ciklusa i "podzemnog kotla" [1].

Toplotna pumpa ima poseban značaj kod korišćenja niskotemperaturnih termalnih voda. U geotermalnom sistemu se često nalaze i objekti kod kojih se leti za potrebe klimatizacije i hlađenja predviđa ugradnja većih rashladnih postrojenja, dok su zimi oni već veliki potrošač toplotne energije za potrebe grejanja i pripreme potrošne tople vode (hotelski kompleks, sportske dvorane, rekreacioni centri, itd). Izgradnja u tim objektima geotermalne instalacije sa toplotnim pumpama može da ima suštinski značaj za ukupnu ekonomičnost geotermalnog sistema, jer omogućava produženje perioda iskorišćenja projektnog kapaciteta bušotina i na letnju(negrejnu)sezonu za potrebe klimatizacije i hlađenja. Na ovaj način se jedan isti sistem može koristiti zimi za grejanje, leti za klimatizaciju vazduha i hlađenje, a tokom cele godine za pripremu potrošne tople vode i rekreaciju.

Sa ekonomske tačke gledišta primena toplotne pumpe, koja povećava ukupnu investiciju, samo je onda opravdana kada je dobijanje toplotne energije njenim posredstvom jeftinije od nekog drugog načina koji nam stoji na raspoloženju. Zbog

toga je potrebno uvek uporediti na ovaj način dobijenu toplotnu energiju, uzimajući u obzir sve potrebne tehno-ekonomske elemente, sa direktnim korišćenjem termalne vode ili dobijanjem ekvivalentne količine toplotne energije sagorevanjem konvencionalnog goriva u kotlarnici.

Za mnoge zemlje su posebno interesantne toplotne šeme korišćenja vrele termalne vode za proizvodnju električne i toplotne energije putem binarnog ciklusa. Danas su već razrađene toplotne šeme i postrojenja koja koriste vrelu vodu temperature od 70°C do 150°C kao primarni fluid za zagrevanje sekundarnog radnog medijuma, tečnosti sa niskom tačkom ključanja (freoni, izobutan, amonijak i dr.). Princip rada binarnog postrojenja je u osnovi jednostavan: u izmenjivaču-isparivaču termalna voda predaje svoju toplotnu energiju sekundarnom lakoisparljivom radnom medijumu, koji prelazi u odgovarajuće gasno stanje visokog pritiska, sa kojim ekspanduje u toplotnoj turbini do niskog pritiska sa kojim odlazi u kondenzator gde se kondenzuje i vraća ponovo na dogrevanje putem termalne vode. Pothlađena termalna voda se dalje koristi za neke niskotemperaturne potrebe ili se vraća u geotermalno ležište, čime se sprečava zagađenje okoline.

Binarni ciklus ima niz prednosti u odnosu na klasična postrojenja: jedina mogućnost ekonomične proizvodnje električne energije iz niskotemperaturnih termalnih voda: omogućava se veće iskorišćenje raspoložive toplotne energije jer se otpadna voda ispušta na nižoj temperaturi; omogućava se maksimalna zaštita okoline od štetnih sastojaka rastvorenih u vodi, pri uslovu da se vrši reinjektiranje termalne vode; koriste se viši pritisci sekundarnog radnog fluida što omogućava da se primenjuju vrlo kompaktne turbine; mogu se koristiti termalne mešavine voda/para bez separacije; onemogućuje se korozija vitalnih delova postrojenja, itd., ali i nedostatke: zahtevaju regenerativne izmenjivače toplote koji su skupi i zbog pada temperature smanjuju ulaznu temperaturu; lakoisparljivi gasovi su ekološki štetni, te se moraju brižljivo čuvati da ne isteknu u atmosferu; zahtevaju napojnu pumpu, koja je investiciono skupa i troši proizvedenu energiju, itd.

Idejno rešenje iskorišćenja toplote vrelih stenskih masa je već duže vreme poznato, ali su tehnoekonomski problemi praktičnog iskorišćenja tog potencijala i dalje prisutni, i pored znatnog napretka učinjenog poslednjih godina. Princip rada "podzemnog kotla" je sledeći: kroz napojnu bušotinu (jednu ili više njih pogodno raspoređenih) utiskuje se korišćenjem snažnih pumpi radni medijum. Filtrirajući se kroz porozni kolektor, radni medijum se zagreva i isparava i kao pregrejana para izvodi kroz eksploatacionu bušotinu/e, na površinu gde se dalje koristi u klasičnim energetskim postrojenjima. "Izrađeni" radni medijum se zatim ponovo utiskuje povratnim bušotinama u sloj, čime se ostvaruje zatvoreni kružni proces u "podzemnom kotlu".

Da bi se ostvario koncept "podzemnog kotla" i omogućila široka primena geotermalne energije neophodno je rešiti čitav niz naučnih, tehnoloških i inženjerskih problema. Do danas još uvek odsustvuje naučno objašnjenje prirode i ponašanja ležišta pri enormnim pritiscima i temperaturama koji postoje na velikim dubinama. Takođe, pri daljim istraživanjima i razradi neophodno je bolje poznavanje ponašanja

materijala i opreme, kao i prenosa toplote i mase u tim uslovima, što je neophodno radi dugotrajne eksploatacije "podzemnog kotla".

Osnovni parametri koji karakterišu energetske efikasnost "podzemnog kotla" su toplotni kapacitet, pritisak i temperatura nosioca toplote na izlazu iz eksploatacione bušotine, vrsta i sastav radnog fluida, eksploatacioni troškovi i vreme trajanja njegovog rada. Mada postoji još čitav niz nerešenih hidrodinamičkih i termodinamičkih problema u cilju definisanja optimalnog rada "podzemnih kotlova", na njima se intenzivno radi tako da se, na bazi modelskih i laboratorijskih istraživanja, postižu već određeni rezultati koji omogućuju optimistička predviđanja eksploatacije suvih stenskih masa.

Međutim, najveći problem i dalje predstavljaju inženjerski zadaci vezani za izradu dubokih bušotina u suvim stenskim masama. Pri normalnim vrednostima geotermalnih gradijenata za postizanje temperatura od oko 300°C neophodne su dubine bušotina od oko 10 km, što je veoma teško postići putem rotornog bušenja, jer se na tim dubinama javljaju značajni problemi sa sigurnošću materijala, posebno bušaćih cevi i eksploatacione kolone, ostvarivanje pouzdane isplake, ekonomičnosti rada, vremena bušenja, itd. Zbog toga je neophodno za ostvarivanje koncepta "podzemnog kotla" razviti nove metode bušenja, odgovarajuće materijale i opremu.

Do sada je u svetu izgrađeno nekoliko opitnih postrojenja "podzemnog kotla" relativno male dubine, pri čemu je najveći doprinos dobijen korišćenjem eksperimentalnog postrojenja Los-Alamoske Laboratorije Univerziteta u Kaliforniji [2].

3. ZAKLJUČAK

Geotermalna energija predstavlja značajan energetske potencijal, čijim bi se intenzivnijim korišćenjem u značajnoj meri supstituisale neobnovljive energetske sirovine. To može da ima poseban značaj u našoj zemlji s obzirom na njenu geotermalnu potencijalnost. Međutim, za veću primenu geotermalne energije neophodno je unaprediti postojeće tehnologije korišćenjem toplotnih pumpi, binarnih ciklusa i razradom koncepta "podzemnog kotla".

LITERATURA

- [1] M. Soleša, N. Đajić, Lj. Parađanin: "Proizvodnja i korišćenje geotermalne energije", *monografija*, RGF, Beograd, 1995.
- [2] H. Murphy, R. Drake, J. Tester, G. Zvoloski: "Economics of a conceptual 75 MW hot dry rock geothermal electric power-station", *Geothermics*, vol.14, no.2/3, 1985.

IMPROVMENT OF TEHNOLOGIES FOR UTILIZATION OF GEOTHERMAL ENERGY

ABSTRACT:

Geothermal energy is one the oldest energy sources, since natural geothermal sources had been used even in prehistorical period. However, today's requirements for techno-economical justification for utilization of geothermal energy have led to constant improvement of the utilization technology. Possibilities of geothermal energy utilization for production of electrical and thermal energy are developed, today, by heat pumps, binary cycles and Underground boiler conception, aiming to reduce the prices of energy and to better environment protection.