

UTICAJ POVEĆANJA ENERGETSKE EFIKASNOSTI U INDUSTRIJI NA UŠTEDU ENERGIJE I SMANJENJE EMISIJA U ŽIVOTNU SREDINU

IMPACT OF INCREASING ENERGY EFFICIENCY IN INDUSTRY ON SAVING ENERGY AND REDUCING EMISSIONS INTO THE ENVIRONMENT

**Stojan SIMIĆ, Dušan GOLUBOVIĆ, Goran ORAŠANIN,
Davor MILIĆ, Jovana PAJKIĆ
Mašinski fakultet Istočno Sarajevo,
Vuka Karadžića 30, Istočno Sarajevo, BiH**

Jedan od glavnih ciljeva savremene industrijske proizvodnje je smanjenje potrošnje energije po jedinici proizvoda. Povećanje energetske efikasnosti u industriji dovodi do smanjenja potrošnje energije, a ujedno i do smanjenja negativnog uticaja tehnoloških i energetskih postrojenja na životnu sredinu.

Nizom mera i aktivnosti u industrijskim pogonima može se uticati na smanjenje potrošnje energije, a time direktno i na troškove proizvodnje. Da bi se smanjila potrošnja energije neophodna je primena savremenih tehničkih rešenja. U radu su prezentovana tehničko-tehnološka rešenja kojima se postiže racionalizacija potrošnje goriva, električne energije i vode za potrebe proizvodnog procesa u industriji.

Ključne reči: energetska efikasnost, industrija, emisija, životna sredina.

One of the main goals of modern industrial production is a reduction of energy consumption per unit of product. Increasing energy efficiency in the industry leads to a reduction in energy consumption, but also reduce the negative impact of technological and energy facilities on the environment.

A series of measures and activities in industrial plants may affect the reduction of energy consumption, and thereby reduce the production costs. In order to reduce energy consumption it is necessary to implement modern technical solutions. The paper presents technical and technological solutions which achieve the rationalization of fuel consumption, electricity and water consumption for the production process in the industry.

Keywords: energy efficiency, industry, emission, environment.

UVOD

Dva dominantna problema sa kojima se suočava savremeno društvo su nedostatak i nesigurnost u snabdevanju energijom i zagađenje životne sredine, kao i klimatske promene koje su posledica prekomerne potrošnje energije. Jedan od načina da se negativni uticaji smanje i da se pozitivno utiče na održivi razvoj jeste efikasno korišćenje energije. Od vremena naftne krize sedamdesetih godina prošlog veka većina industrijski razvijenih zemalja donosi odgovarajuće programe koji obuhvataju mere i aktivnosti na što potpunijem iskorišćenju energije u svim oblastima njene upotrebe. Povećanje energetske efikasnosti doводи do smanjenja potrošnje energije za proizvodnju nekog proizvoda, izvršenu uslugu ili neku obavljanu aktivnost. To ima za posledicu smanjenje termičkog zagađenja životne sredine, a u slučaju dobijanja energije sagorevanjem fosilnih goriva i smanjenje emisije gasova koji izazivaju efekat staklene bašte.

U radu se razmatra značaj sprovođenja mera energetske efikasnosti koje imaju za posledicu smanjenje negativnog uticaja energetskih i industrijskih postrojenja na životnu sredinu.

1. ENERGETSKA EFIKASNOST I ENERGETSKO UPRAVLJANJE

Energetska efikasnost je mera koja pokazuje koliko odgovarajuće tehnologije ili preduzete mere doprinose smanjenju potrošnje energije i goriva za neku aktivnost. Odnosno energetska efikasnost je niz isplaniranih procesa i sprovedenih mera čiji je cilj korišćenje minimalne količine energije, tako da nivo udobnosti i proizvodni kapaciteti ostanu nepromenjeni. Jednostavno rečeno, energetska efikasnost je smanjenje potrošnje energije pri obavljanju određenog proizvodnog procesa u industriji, grejanju i hlađenju objekata, proizvodnji energije i dr.

Najčešće mere koje se preduzimaju u cilju smanjenja gubitaka energije i povećanja energetske efikasnosti u zgradarstvu su:

- zamene energetski neefikasnih potrošača efikasnijim potrošačima,
- toplotna izolacija omotača građevinskog objekta,
- zamena dotrajale ili neefikasne stolarije na objektima koji se greju ili hlade,
- ugradnja mernih i regulacionih uređaja kod sistema za klimatizaciju, grejanje i hlađenje,
- zamena ili ugradnja efikasnijih sistema za grejanje, klimatizaciju ili ventilaciju,
- korišćenje otpadne toplote iz sistema za klimatizaciju, grejanje i hlađenje,
- upravljanje energijom u građevinskim objektima,
- zamena neobnovljivih energenata obnovljivim energentima, i dr.

U sektoru industrije u cilju smanjenja gubitaka energije i povećanja energetske efikasnosti preduzimaju se sledeće mere:

- povećanje stepena korisnosti kotla,
- vraćanje kondenzata u parne kotlove i korišćenje otparka,
- toplotna izolacija rezervoara, posuda i instalacija,
- podešavanje procesnih parametara sagorevanja parnih kotlova i industrijskih peći,
- primena toplotnih pumpi,
- kogeneracija i trigeneracija,
- akumulacija leda i toplote,
- noćna ventilacija,
- korišćenje toplote kondenzacije rashladnih agregata,
- primena suvih hladnjaka,
- primena frekventnih regulatora,
- korišćenje obnovljivih izvora energije, i dr.

U industriji i energetici među najefikasnije mere za smanjenje potrošnje energije iz konvencionalnih izvora energije i smanjenje emisije gasova s efektom staklene bašte spadaju:

- upotreba motora s većim stepenom korisnosti,
- korišćenje deponijskog gasa za proizvodnju električne energije,
- korišćenje otpada za proizvodnju energije,
- izgradnja malih hidroelektrana,
- korišćenje geotermalne energije,
- nuklearne elektrane,
- proizvodnja električne energije fotonaponskim ćelijama.

Potrebno je naglasiti da se energetska efikasnost ne sme posmatrati kao ušteda energije, već racionalno korišćenje i upravljanje energijom pri čemu se ne narušavaju uslovi rada i života.

Energetsko upravljanje u opštem smislu predstavlja upravljanje parametrima energetske tokova unutar neke organizacije, od procesa proizvodnje i nabavke energenata ili energije, preko procesa transformacije, sve do finalnog korišćenja energije. Ako se ovako definisano upravljanje energetskim tokovima vrši organizovano i sistematično onda u organizaciji postoji uspostavljen sistem energetske upravljanja.

Sistem energetske upravljanja definiše odgovornosti, aktivnosti, procedure i potrebne resurse za ostvarivanje unapred postavljenih ciljeva koji se odnose na energetske efikasnost kao što su:

- obezbeđenje pouzdanog snabdevanja energijom i energentima,
- promovisanje novih energetski efikasnih tehnologija,
- upotreba obnovljivih izvora energije uz maksimalno iskorišćenje resursa,
- stvaranje uslova da što većem broju korisnika budu dostupni različiti energenti,
- smanjenje negativnog uticaja na životnu sredinu zbog smanjenja potrošnje fosilnih neobnovljivih goriva, i dr.

2. PRIMERI RACIONALIZACIJE POTROŠNJE ENERGIJE U INDUSTRIJI

Jedan od glavnih ciljeva savremene industrijske proizvodnje je smanjenje potrošnje energije po jedinici proizvoda. Energetska efikasnost podrazumeva racionalno upravljanje i iskorišćenje energenata i sirovina koji se koriste za potrebe proizvodnog procesa. Proces upravljanja energijom obuhvata upotrebu svih neophodnih sistema sa ciljem da se obezbedi efikasno korišćenje raspoloživih energetske resursa. Povećanje energetske efikasnosti u industrijskim postrojenjima dovodi do smanjenja potrošnje energije u toku procesa proizvodnje što ima za posledicu smanjenje zagađenja svih ambijenata životne sredine.

Industrijski i energetske sistemi pretvaraju različite vrste goriva i energije u razne energente poput vodene pare, toplote, komprimovanog vazduha, rashladne vode, vrelih fluida i gasova te mehaničke energije za kompresore, ventilatore, pumpe, transportere i drugu opremu pokretanu odgovarajućim uređajima. U industrijama, poput hemijske industrije, naftne industrije, industrije čelika i industrije papira, energetske sistemi su osnova proizvodnog procesa i predstavljaju ključne pokazatelje rentabilnosti procesa proizvodnje.

U strukturi ukupne potrošnje energije u industrijskim preduzećima, toplotna energija učestvuje sa 40 do 60 %. Različito opreme, njena zastarelost, veliki gubici u distribuciji i korišćenju, mogućnost upotrebe otpadne toplote i dr., upućuju na potrebu da se korišćenje toplotne energije sveobuhvatno razmatra i analizira.

Nakon što se vodena para upotrebi za različite namene u parnom postrojenju, prelazi u kondenzat, koji je u suštini visoko kvalitetna topla voda. Ukoliko ne dođe do zaprljanja tokom procesa, kondenzat je idealan da se iskoristi za napojnu vodu kotla. Realno nemoguće je povratiti sav kondenzat, deo pare se može koristiti u procesu unutar postrojenja kao što je vlaženje vazduha i uparivanje. Uobičajeno je da postoje i gubici vode unutar kotla, na primer, kada se vrši odmuljivanje. Povrat kondenzata predstavlja relativno veliki potencijal za uštedu energije unutar kotlovske postrojenja. Kondenzat poseduje akumulisanu toplotu i srazmerno je potrebno 1 % manje goriva za 6 °C višu temperaturu u napojnom rezervoaru. S obzirom da je kondenzat prividno čista voda i ne samo da se uštedi na ceni vode već i na hemikalijama za pripremu i obradu vode. Iz dosadašnjih praktičnih iskustava može se zaključiti da toplotni gubici u kondenzatnim sistemima nikad nisu manji od 10 %, a često premašuju 30% ukupnih gubitaka toplote [1]. Vraćanjem celokupne količine kondenzata i eliminisanjem gubitaka otparka u sistemu, smanjuje se potrošnja energije do 25 %, a ostvaruje se i značajna ušteda sirove vode koja se koristi za potrebe proizvodnog procesa.

Kod parnih kotlova može se odgovarajućim merama smanjiti potrošnja energije. Prilagođavanje kapaciteta kotla potrebama potrošača energije omogućava uštedu toplotne energije za 1 do 2 %. Podešavanjem stehiometrijskih parametara sagorevanja gorionika za tačno gorivo kod kotlova postiže se smanje-

nje potrošnje goriva za 0,5 do 1 %. Korišćenjem automatskog odmljivanja kotlova gubici pri odmljivanju se smanjuju i iznose do 2 %.

Kod industrijskih peći koje rade pri visokim temperaturama, otpadna toplota dimnih gasova iznosi od 15 do 55 % količine energije utrošenog goriva.

Toplotna pumpa se koriste za grejanje ili za grejanje i hlađenje. Može se kombinovati sa svim postojećim sistemima grejanja. Prednosti primene toplotne pumpe su sledeće [2]:

- smanjuju se troškovi grejanja, hlađenja i pripreme tople sanitarne vode za 75 %;
- nema troškova za izgradnju rezervoara za gorivo, dimnjaka i priključka za gas;
- tih i bezšuman rad;
- nema troškova za loženje, čišćenje kotlova i dimnjaka;
- nezavisnost od poskupljenja fosilnih goriva (ugalj, drvo, sirova nafta, gas);
- ne zagađuje se životna sredina.

Na primer, toplotna pumpa, sistema voda-voda, toplotne snage 550 do 880 kW, zavisno od temperature i protoka vode na isparivaču čiji je izvor toplote povratna rashladna voda ili bunarska voda koristi se za grejanje građevinskih objekata površine od 4265 m² koji se nalaze u sklopu jedne fabrike u regionu. Uzevši u obzir utrošenu količinu električnu energiju i sirove vode neophodnu za rad toplotne pumpe, u toku grejne sezone od oktobra do aprila proizvedeno je 645 MWh toplotne energije. Korišćenjem toplotne pumpe za grejanje umesto vodenom parom gde se kao energent koristi mazut za oko 45 % odnosno za 38,4 t smanjena je potrošnja mazuta u toku grejne sezone. Pored ekonomskog efekta koji se odnosi na smanjenje potrošnje mazuta smanjena je i emisija gasova staklene bašte koji bi nastali sagorevanjem mazuta u parnom kotlu.

Smanjenje potrošnje energije, a samim time i fosilnih goriva u industriji može se postići korišćenjem obnovljivih izvora energije, alternativnih goriva i otpadnih materijala. Proizvodnja cementa spada u red industrijskih grana sa izuzetno velikom potrošnjom energije po jedinici proizvoda. Potrošnja energije pri proizvodnji cementa u zavisnosti od tehničko-tehnološke opremljenosti proizvodnih postrojenja kreće se od 3,3 do 3,6 GJ/t klinkera, odnosno oko 100 kWh/t cementa. Troškovi energije u ukupnim troškovima proizvodnje cementa iznose oko 40 %, pri čemu 25 % otpada na toplotnu energiju koja se u cementarama koristi za sušenje sirovine i pečenje klinkera. Danas se u industriji cementa najčešće koriste sledeća alternativna goriva: otpadna ulja i zauljeni otpadni materijali, otpadni pneumatici od motornih vozila, gorivi deo komunalnog otpada, drvni otpad, mulj iz postrojenja za obradu otpadnih voda i dr. [3]. Pored industrije cementa i u drugim granama industrije se vrši supstitucija fosilnih goriva sa različitim vrstama alternativnih goriva.

U industriji je od izuzetnog značaja racionalno upravljanje sirovom i otpadnom vodom. Sirova voda se najčešće za potrebe industrije obezbeđuje iz reka, jezera, gradskog vodovoda ili sopstvenih izvora. Otpadnom vodom treba upravljati na ekološki prihvatljiv način, što podrazumeva adekvatan tretman u cilju postizanja potrebnog kvaliteta i iskorišćenje obrađene otpadne vode za potrebe tehnološkog procesa. Na ovaj način se podiže nivo energetske efikasnosti tehnološkog procesa, čuva životna sredina i racionalno upravlja energetskim resursima. U svim grana industrije se preduzima veliki broj mera na postrojenjima u cilju smanjenja zagađenosti i količine otpadnih voda, a jedna od najznačajnijih je korišćenje vazdušnog hlađenja do donje temeprturne granice koja zavisi od vrste proizvodnog procesa. Sprovedenjem niza aktivnosti u industrijskim pogonima u cilju racionalizacije upravljanja sirovom i otpadnom vodom, kao i primenom drugih mera može se smanjiti potrošnja vode od 10 do 45 %. Racionalizacijom procesa pripreme i obrade vode direktno se utiče na troškove proizvodnog procesa. Pored očuvanja recipijenta u koji se ispuštaju prečišćene industrijske otpadne vode, konačan cilj obrade otpadnih voda je ponovna upotreba i potpuno eliminisanje ispuštanja otpadnih voda u prirodne vodotoke, odnosno uspostavljanje recirkulacije obrađene otpadne vode.

Elektroenergetski sistem je jedan od fundamenata proizvodnog procesa u procesnoj, hemijskoj i petrohemijskoj industriji. Racinalizacijom potrošnje električne energije značajno se mogu smanjiti troškovi proizvodnje u industriji. U cilju racionalizacije potrošnje energije najčešće se primenjuju sledeća tehnička rešenja:

- primena frekventnih regulatora;
- upotreba štedljivih sijalica i električnih uređaja s malom jediničnom potrošnjom energije;
- primena obnovljivih izvora energije (fotonaponski solarni sistemi i dr.).

Nizom organizacionih mera pri radu proizvodno-energetskih postrojenja može se uticati na racionalizaciju potrošnje električne energije. Neophodno je da proizvodna postrojenja rade maksimalnim kapacitetom čime se u značajnoj meri utiče na podizanje efikasnosti, odnosno smanjenje specifičnih troškova električne energije. Od posebnog je značaja da se detaljno planira proces proizvodnje, pre svega broj startovanja i zaustavljanja proizvodnih postrojenja, kako bi se minimizirala nepotrebna potrošnja električne energije. Remonte, pokretanje i zaustavljanje postrojenja treba planirati tako da se izbegnu povećani troškovi za vršnu energiju u tom periodu. Gde dozvoljavaju tehničke mogućnosti potrebno je izvršiti ugradnju frekventnih regulatora u cilju smanjenja potrošnje električne energije. Prema dostupnim podacima u industriji se 60 do 80 % energije koristi za pogon elektromotora. Od toga, 60 % elektromotora se koristi za pogon pumpi, ventilatora i kompresora, a to su ujedno i najbolji primeri za korišćenje frekventne regulacije broja obrtaja elektromotora. Tipične uštede električne energije kod regulacije protoka promenom broja obrtaja su 20 do 40 %, sa periodom otplate investicije do 3 godine. Na osnovu iskustvenih podataka dobi-

jenih u realnim uslovima upotreba štedljivih sijalica i električnih uređaja s malom jediničnom potrošnjom energije smanjuje se potrošnja električne energije do 40 %.

Intenzitet Sunčevog zračenja u Bosni i Hercegovini je među najvećima u Evropi, sa prosekom od 270 sunčanih dana, odnosno godišnjim prosekom od 2300 sunčanih sati. Zahvaljujući ovome, u Bosni i Hercegovini postoje veoma pogodni uslovi za korišćenje Sunčevog zračenja za dobijanje toplotne i električne energije. Toplovodnim solarnim sistemima u zemljama u regionu godišnje se može u kontinentalnom području proizvesti energije od 500 do 600 kWh/m² površine kolektora, a u primorskom delu 900 do 1000 kWh/m².

U Danskoj je krajem 2008. godine bilo instalirano devet velikih toplotnih solarnih sistema ukupne površine 55000 m², a prema strategiji razvoja u ovoj oblasti do 2020. godine biće ih preko pedeset sa povećanjem ukupne površine na 1,5 miliona m². Osnovni razlozi za ekspanziju toplotnih solarnih sistema u Danskoj su: do pet puta manja početna ulaganja po 1 m² površine kolektora, za 1,2 puta veća ukupna efikasnost sistema, dobijanje toplotne energije po niskoj ceni, jednostavna realizacija projekta, mogućnost izgradnje u kratkom vremenskom periodu, relativno jednostavno održavanje, dug vek trajanja, i dr. Toplotni solarni sistem u mestu Riseu (Risø) jedan je od najboljih primera iskorišćenja Sunčeve energije u Danskoj. U pogon je pušten 2000. godine i služi za snabdevanje 115 javnih zgarda i većine obližnjih porodičnih kuća. Satoji se od solarnih kolektora ukupne površine 3600 m², kotla na biomasu (energent drveni pelet) toplotnog kapaciteta 800 kW i rezervoara za toplu vodu zapremine 4000 m³. Celokupan je sistem, uključujući kućne instalacije, dobro uravnotežen čime je omogućeno korošćenje niske temperature povratnog voda (30 °C zimi, odnosno 36 do 40 °C leti) u cilju povećanja efikasnosti.

U Eslingenu (Esslingen) u Nemačkoj nalazi se toplotni solarni sistem sa vakuumskim cevima čija je bruto površina kolektora 1330 m². To je najveći toplotni solarni sistem u svetu koji je u eksploataciji. Osim kao izvor toplote za sistem grejanja i pripreme pregrejane tople vode, služi i kao izvor toplote za apsorpcioni rashladni uređaj sistema klimatizacije kojim se obezbeđuju potrebni mikroklimatski uslovi u kancelarijama ukupne površine 27000 m³.

ZAKLJUČAK

Racionalizacijom potrošnje energije u industriji direktno se utiče na troškove proizvodnje, a ujedno se smanjuje negativan uticaj proizvodnog procesa na životnu sredinu. U radu su prezentovana tehničko-tehnološka rešenja kojima se postiže racionalizacija potrošnje goriva, električne energije i vode za potrebe proizvodnog procesa u industriji.

Mere energetske efikasnosti u industrijskim i energetskim postrojenjima podrazumevaju širok spektar aktivnosti kojima je krajnji cilj smanjenje potrošnje energije, pri čemu se istovremeno smanjuje emisija zagađujućih komponenta u životnu sredinu.

Energetska efikasnost industrijskih postrojenja je od izuzetnog značaja, a u budućnosti će biti još značajnija. Prilikom projektovanja i izgradnje novih industrijskih objekata posebna pažnja se poklanja segmentu koji se odnosi na energetska efikasnost, a kod industrijskih postrojenja koja su izgrađena u prošlosti neophodno je sprovesti niz mera u cilju smanjenja potrošnje energije.

LITERATURA

- [1] **Simić, S., Stanojević, M., Džudželija, Ž.:** Razmatranje mogućnosti iskorišćenja otpadnog kondenzata u cilju racionalizacije potrošnje energije u rafinerijama, "Procesna tehnika", SMEITS Beograd, 27. Međunarodni kongres o procesnoj industriji, Procesing 2014., Beograd, 22-24.09.2014.
- [2] **Simić, S., Džudželija, Ž., Ganilović, D.:** Iskorišćenje otpadne toplote pomoću toplotne pumpe u Rafineriji ulja Modriča, "Procesna tehnika", SMEITS Beograd, 28. Međunarodni kongres o procesnoj industriji, Procesing 2015., Indija, 04-05.06.2015., str. 84-89.
- [3] **Đukić, V.:** Uloga cementne industrije BiH u sistemu upravljanja otpadom, Zaštita materijala, Broj 3, Sarajevo, 2008., str. 40-44.