

REGENERATIVNA GORIVA I VODONIK

Juergen Garche¹, Petar Rakin²

1. UMESTO UVODA

Samo nekoliko činjenica:

- Svet troši 10 kalorija energije ugljovodonika da bi proizveo 1 kaloriju hrane.
- Sva komercijalna đubriva se prave od prirodnog gasa.
- Svi pesticidi se prave od derivata nafte.
- Sva navodnjavanja, pripreme zemljišta, žetve i transport vrše se mašinama koje se pogone ili naftom ili električitetom dobijenim od prirodnog gasa.

U svetu postoji 600-700 miliona vozila sa motorima sa unutrašnjim sagorevanjem (troše naftu), a taj broj eksponencijalno raste, samo u Kini se povećava 300% godišnje.

- Na zemlji se svakih 11,5 dana utroši milijarda barela nafte
- Oko 1/3 svetske nafte dolazi sa izvorišta koja slabe sa oko 4 % godišnje.
- Izvori Saudijske Arabije daju već 55 % morske vode koja se upumpava da bi se nafta vadila, kad ta količina u izvađenoj nafti dođe do 70-80%, izvorište kolapsira.

– Ghawar (najveće polje u svetu - S. Arabija) otkriven je pre 60 godina sa procenjenim rezervama od 100 biliona barela. Da bi se zadovoljile rastuće potrebe sveta, narednih godina trebalo bi otkriti 3 nova Ghawara. Ali postoji do sada samo jedan!

– Prema određenim kalkulacijama, od 2007. godine počinje trošenje poslednjeg miliona barela dnevnih rezervi, što znači od 2008. manjak u snabdevanju.

Iscrpljivanje fosilnih resursa će usloviti promenu energetske ekonomije sa hemijske osnove na fizičku.

¹ Zentrum fuer Sonnenenergie-und Wasserstoff-Forschung (ZSW) Baden-Wuerttemberg. Kako je u odsustvu dr Garchen izdašno korišten IZVEŠTAJ ZSW za 2004. (Ergebnisse 2004), to im ovde zahvaljujemo za „pozajmljene” slike u ovom radu.

² IHIS – Institut za hemijske izvore struje, Beograd

2. POTREBA ZA REGENERATIVNIM GORIVIMA I RAZVOJ

Situacija u svetu sa globalno-energetskog stanovišta već dugo kod niza energetičara uslovljava zabrinutost za sudbinu zemlje (planete) i nastojanja da se istraživanjima nađe odgovarajuće rešenje. Vlade razvijenih zemalja sveta daju značajna sredstva koja treba da daju rešenja globalno-energetskih problema.

Dugoročni cilj u energetskoj ekonomiji budućnosti je korišćenje energije na mnogo efikasniji način i obezbeđenje značajnog procenta obnovljivih izvora u snabdevanju energijom. Znatna prednost vodonika je velika efikasnost u procesima gde je vodonik prenosnik energije (na primer, proizvodnja električne energije u gorivnim spregovima). Vodonik nije izvor energije, on je sekundarni prenosnik za čiju proizvodnju je potrebna energija i sam po sebi ne može biti rešenje za samoodrživo snabdevanje energijom. U energetskim scenarijima on je samo sredstvo za postizanje cilja. Činjenica da njegovo korišćenje kao krajnjeg prenosnika energije ne daje nikakve ostatke (emisiju), čini ga idealnim gorivom.

Pobornici obnovivih izvora energije, međutim, nisu zadovoljni obimom sredstava koja se daju za te namene. Sredstva za istraživanja u oblasti fuzije ili uopšte nuklearne energije su i na dalje veća nego ono što se izdvaja za istraživanje na obnovivim izvorima energije. Još uvek se smatra da se obnovivim izvorima energije nedovoljno posvećuje pažnja, a to je jedino realno i blisko rešenje. Koliko brzo nam takva rešenja trebaju pokazuje pregled činjenica datih umesto uvoda.

Dok se za struju i toplotu koristi široka paleta primarnih izvora, za rešavanje pogona putničkog saobraćaja u EZ leži 99% na nafti. **Za duge staze, samoodrživa mobilnost je moguća samo korišćenjem goriva dobijenih iz obnovljivih izvora energije.**

Pored povećanja efikasnosti smanjenja emisije štetnih gasova kod konvencionalnih vozila, fundamentalni pomak je moguć samo obezbeđivanjem goriva uz izbegavanje klimatskih konsekvenci i lokalnog trovanja vazduha. Rešenje ovog pitanja obuhvata nove tehnologije pogona (npr. gorivni spregovi), ali takođe i permanentno usavršavanje konvencionalnih motora sa unutrašnjim sagorevanjem i stalno povećanje korišćenja regenerativnih goriva u srednjoročnom periodu.

(Regenerativno gorivo je izraz za goriva energetske prenosioce proizvedene iz obnovljivih izvora energije i koja su posebno pogodna za korišćenje u transportnim sredstvima.)

Već danas se može konstatovati značajni pomak u povećanju korišćenja obnovivih izvora za proizvodnju industrijske toplote i električne energije. Suprotno tome, još uvek nije uzela maha proizvodnja regenerativnog goriva. Međutim, za srednjoročne i dugoročne potrebe samoodrživa rešenja su potrebna i za ovaj potrošački sektor. Zbog toga su Evropski parlament 2003. godine, a zatim 8. maja

2004. i Evropski savet doneli Direktivu o PROMOVISANJU BIOGORIVA ILI DRUGIH OBNOVIVIH GORIVA ZA POTREBE TRANSPORTA. Od 2004. godine Nemačka je ukinula takse za mineralna goriva proporcionalno količini biogoriva u fosilnim gorivima. Istraživačke organizacije su uključene u istraživanja za proizvodnju regenerativnih goriva koja se lako transportuju i stokiraju. Postoji niz postupaka konverzije biomase i električne energije proizvedene od obnovivih izvora ili kombinacijom oba postupka. Priloženi šematski prikaz daje moguće puteve snabdevanja gorivom od obnovivih izvora. Proizvodne tehnologije se u grubom mogu podeliti na ekstraktivne, fermentacione i termohemijske kao i elektrolitičku proizvodnju vodonika.

Pored čisto regenerativnih proizvodnih načina, proučavaju se konverzioni procesi fosilnih goriva, koji obezbeđuju bitnu redukciju emisije CO_2 u odnosu na konvencionalne procese energetske konverzije. Način konverzije koji uključuje intermedijarno gorivo bogato vodonikom za pogon gorivnih ćelija, omogućuje značajno smanjenje emisije CO_2 zbog visokoefikasne konverzije fosilnog energetskog nosioca do električne energije.

Zbog toga se mnogo očekuje od gorivnih spregova napajanih prirodnim gasom.

Najbitniji ciljevi u proizvodnji regenerativnih goriva i vodonika mogu biti sumirani kao:

1. efikasno konvertovati obnovivu energiju u jedan energetski nosilac koji se lako transportuje i „presipa”,
2. proizvoditi el. energiju sa visokom efikasnošću korišćenjem vodonika ili goriva bogatog vodonikom koji su proizvedeni ili iz obnovivih energetskih nosača kao što je biomasa ili fosilni energetski nosači, kao što je prirodni gas.

3. VELIKI POTENCIJAL BIOMASA

Biomase obezbeđuju različite načine korišćenja za energetske potrebe, uključujući proizvodnju toplote i/ili elektriciteta sagorevanjem, proizvodnju čistog, tečnog i gasovitog goriva za korišćenje u kogeneracionim pogonima i za proizvodnju goriva za transportne potrebe. Biomasa se javlja u vidu raznih sirovih materijala, koji nisu svi jednako pogodni za postupke konverzije. Odlučujući kriterijum za korišćenje biomase u raznim postupcima, odnosno raznim oblastima potrošnje, uključuju potrebu različitih izvora (naročito nafte za potrebe transporta) kao i mogućnosti smanjenja CO_2 i cene u izbegavanju CO_2 u svim proizvodnim stupnjevima. **Biomasa sada doprinosi oko 11% (45 EJ/a) u svetskoj potrošnji primarne energije (420 EJ/a). Svi ostali regenerativni energetski izvori (hidroenergija, vetar, geotermalni, sunce i dr.) zajedno doprinose oko 3%.**

Na taj način **biomasa doprinosi više regenerativnim izvorima** od svih ostalih. **Ovaj nivo može biti dupliran ili tripliran a da se ne ugrožavaju agrokulture.**

Evropska i nemačka politika promovišu povećanje korišćenja biomase za energetske potrebe sa ambicioznim ciljevima da se duplira korišćenje obnovivih energija do 2010. i da se poveća količina biomase za proizvodnju goriva u EZ. **Od 2004. god. regenerativna goriva se u Nemačkoj oslobađaju takse za mineralna goriva - proporcionalno količini u blendiranom gorivu.**

Ova finansijska inicijativa će povećati dalji prodor bio-goriva na tržištu goriva.

4. TEHNOLOŠKE PRIMENE

4. 1. Čist gas iz Biomase

Jedno od značajnih dostignuća AER procesa je dobijanje gasa sa izuzetno malom količinom tera, bez obzira na nisku temperaturu gasifikacije. Što znači da se dalje u primeni ne mora posvećivati veća pažnja njegovom uklanjanju i da se proizvodi manje otpada.

Nadalje, na licu mesta redukcijom tera hemijska energija veze se zadržava u proizvedenom gasu. Redukcija tera se ne razume potpuno, ali je verovatno povezana sa procesom izdvajanja CO₂ za vreme gasifikacije. Ne samo da niska temperatura gasifikacije doprinosi formiranju tera, nego eksperimenti pokazuju da kad se absorbent iscrpi, povećava se sadržaj CO₂ i tera u prirodnom gasu.

Biomasa je nepresušan izvor za regenerativna goriva. Jedno od prvih rešenja za regenerativna goriva je biodizel na bazi uljane repice ili drugog uljonosnog bilja. Međutim, sa energetskog stanovišta do sada je biomasa bila uglavnom interesantna s obzirom na proces sagorevanja.

Iako je taj proces sa stanovišta energetske efikasnosti najslabiji, on je ipak učinio da danas biomasa u energetici doprinosi sa 11% u odnosu na sve druge izvore. Smatra se da to može biti i dvostruko ili čak trostruko više a da se ne ugroze konvencionalne poljoprivredne kulture.

U kojoj meri je biomasa značajna kao obnovivi izvor energije pokazuje činjenica da sada svi ostali obnovivi izvori doprinose samo 3% od ukupno proizvedene energije u svetu.

U nastojanjima da se od biomase dobije više nego običnim sagorevanjem, učinjeno je do sada mnogo na istraživanjima tzv. „brze pirofize” biomase. Pod određenim uslovima brzim podizanjem temperature, dolazi do procesa razgradnje i rekombinacije biomase, još uvek neproučenog do kraja, koji omogućuje neku vrstu destilacije celuloze – uslovno rečeno. Naime, stvaraju se gasovita jedinjenja koja kondenzacijom daju odgovarajuću uljnu masu - koja podseća na dizel gorivo.

Ovaj proizvod se i naziva biodizel na bazi biomase. On se i direktno može koristiti u dizel motorima, ali je još povoljnije ako se to gorivo blendira sa alkoholom, ili obrnuto, da se taj biodizel dodaje fosilnom gorivu i da se takvo koristi u dizel motorima. Obe vrste goriva se nazivaju regenerativna goriva i u tim zemljama podležu posebnim načinima stimulisanja njihove primene.

Nije predmet ovog rada da se detaljnije govori o hemizmu procesa brze pirolize, ali je bitno da se shvati da se sa njim može iz biomase dobiti 50% biodizela u odnosu na količinu ukupne biomase. Ako je ista na bazi drveta, dobija se čak 70% tečnog goriva u odnosu na težinu suve biomase.

Energetski je povoljnije ako se ide na proces kogeneracije. Tada se pre kondenzovanja gasovito gorivo koristi u gasnim turbinama i dobija električna energija. Kako je neophodno hlađenje turbina, dobija se i toplotna energija. Uzimajući u obzir da je jedna od komponenti brze pirolize ugljenisana masa, i ona daje svoj energetski doprinos.

Bez obzira na urgentnost stvaranja uslova da se biomasa koristi efikasnije u odnosu na dosadašnja rešenja proizvodnje toplotne energije sagorevanjem, nema značajnijih pomaka u industrijskim rešenjima. Ipak se mora istaći činjenica da DOE (Department of Energy, USA) daje značajna sredstva za istraživanja na brzjoj pirolizi.

Na državnom univerzitetu Ajova (Iowa State University), Centar za održive ekološke tehnologije (Center for Sustainable Environmental Technologies), radi istraživački projekat na brzjoj pirolizi biomase (5 kg/h) (www.energy.iastate.edu) (www.me.iastate.edu; www.csetweb.me.iastate.edu).

Sličan projekat, ali tzv. katalizovanje pirolize finansira se od strane NASA agencije. Ovaj projekat ispituje uslove dugih vasijskih putovanja gde bi se predaivali svi otpadni materijali u upotrebljive.

Međutim, pored još uvek razvojne faze u pogledu brze pirolize, već godinama se u SAD godišnje prerađuje oko 250 M tona kukuruza (1/3 proizvodnje kukuruza u SAD) u etanol za energetske potrebe.

U Kanadi je firma DynaMotive Energy Systems Corporation završila izgradnju pogona za brzu pirolizu biomase (West Lorne pyrolysis plant) za dobijanje biogoriva kao prvi kogenerativni projekat pirolize u Kanadi.

Pogon prerađuje 100 t suve biomase u 70 tona biogoriva, 20 l ugljenisanog ostatka i 10 tona nekondenzujućeg gasa. Od proizvedenog biogoriva 48 t dnevno se koristi u gasnom generatoru od 2,5 MW.

Paralelno se proizvodi 6.000 kg vodene pare koja se direktno koristi u proizvodnoj firmi, Erie Flooring's and Wood Products. Ista firma koristi i električnu energiju, a njen višak prenosi u energetsku mrežu. Ovaj zahvat je pilot projekat koji treba da ubrza stvaranje uslova za scale-up do velikih fabričkih postrojenja.

Niz godina u Brazilu se proizvodi etanol kao dodatak motorima benzinima. Međutim, na Univerzitetu Caminas uspostavljen je projekat BIOWARE Process, za razvoj brze pirolize biomase kao nekatalitičkog termičkog procesa razgradnje celulozne biomase. Proces se odvija u fluidizacionom stanju na atmosferskom pritisku. Dobija se biogorivo i ugljenisani ostatak.

U Evropi postoji niz inicijativa na istraživanjima pirolitičke razgradnje biomase u biogoriva. Možda su najznačajnija u Engleskoj na ASTON Univerzitetu u Bio-Energy Research Group (www.aston.ac.uk).

Ovih dana se, tačnije od 17. do 21. oktobra 2005, održava u Parizu konferencija za Biomasu sa izložbom (www.conference-biomass.com).

Posle uspešno završenog evropskog projekta Thermo Net uspostavlja se novi (Thermal Net) koji treba da objedini napore na tri polja istraživanja korišćenja biomase (CombNet/sagorevanje; GasNet/gasifikacija i PyNe/piroliza). Pored već pomenute organizacije iz Engleske učestvuju i druge iz Holandije, Austrije, Danske, Severne Irske, Švedske, Italije, Francuske, SAD (PyNe News, April 2005, Issue 18, Aston University).

IHIS već godinama sarađuje sa Sveruskim istraživačkim institutom za elektrifikaciju poljoprivrede iz Moskve (VIESH). Zajednički se radi na razvoju solarnih panela (modula) sa koncentradorima (prijavljena su dva zajednička patenta). Ovog meseca je potpisan ugovor o zajedničkoj firmi koja će raditi na inovacionom projektu razvoja korišćenja biomase preko brze pirolize. Ideja je da se stvore uslovi za serijsku proizvodnju uređaja koji će prerađivati dnevno 1 t suve biomase zavisno od vrste. Proizvod će biti biogorivo u količini od 50 do 70 % u odnosu na suhu biomasu.

Paralelno će se raditi na procesu kogeneracije. Naime, razvija se uređaj za 3-4 KW električne energije (gas – turbine) čijim hlađenjem se dobija oko 10 KW toplotne energije. Naravno, problem će biti u finansiranju ovih projekata, ali nadajmo se da će se ipak u bliskoj budućnosti obezbediti potrebna finansijska sredstva.

Osnovni zahtev za proizvodnju el. energije i biogenih izvora ili u sintezi goriva iz sintetičkih gasova iz biomase (bio-singas) je pojednostavljenje procesa. To podrazumeva:

- ovladavanje efikasnijim tehnologijama gasifikacije sa kojima se kvalitet i svojstva goriva mogu podesiti potrebama mesta njegove primene.

- ovladavanje novim tehnologijama za manipulisanje sa gorivom.

Ima se utisak da je poseban doprinos razvoju biogoriva ili regenerativnih goriva dat u Nemačkoj. Institut za istraživanje solarne energije i vodonika (ZSW) u Štutgartu (odeljenje za transformaciju i akumulaciju energije u Ulmu). Oni su patentno zaštitili svoj proces “apsorpcijom forsirane rekombinacije” (AER) Apsorpcijom potpomognut reforming (AER) proces je razvijen za proizvodnju gasa u reaktoru pomoću termohemijske konverzije ugljeničnih goriva. Osnovna premisa

ovih procesa je prisustvo apsorbenta za CO_2 koji odstranjuje CO_2 iz nastalog gasa. Kao posledica, ravnoteža hemijske reakcije je pomerena u pravcu favorizovanja veće koncentracija vodonika u proizvedenom gasu. Egzotermna reakcija apsorpcije CO_2 obezbeđuje dovoljnu toplotu za odvijanje procesa gasifikacije. Ap-sorbent se u posebnoj stupnju procesa regeneriše i vraća u procesni reaktor.

Isprobavani su razni prirodni materijali (minerali) za proces apsorpcije. Oni moraju da raspolazu sa dovoljnim kapacitetom apsorpcije i brzinom reakcije i da zadovoljavaju zahteve za mehaničkom, hemijskom i toplotnom stabilnošću.

Dalja prednost AER procesa je da se vodonikom bogat sintetski gas sa smanjenim sadržajem CO i CO_2 i otpadni gas bogat sa CO_2 proizvode u zasebnim reaktorima. Može biti proizveden čak i čist CO_2 gas.

Podešavanjem reakcionih parametara i sadržaja (apsorbenta, proizvedena gasna smeša može biti podešena na sadržaj H_2 , CO i CO_2 za bolje korišćenje u daljoj proizvodnji goriva. Postignut je kontinualni proces preko dva fluidizaciona gasna reaktora - jedan za termo-hemijsku

konverziju, a drugi za regeneraciju apsorbenta. Ugljenični ostaci iz gasifikacije sagorevaju proizvodeći toplotu za regeneraciju apsorbenta. Pri reformingu ugljovodonika i alkohola u reaktorima sa čvrstim ležištem sa AER procesom, postiže se proizvod - suvi gas sa preko 95% zapr. vodonika. Čak do 75% zapr. vodonika se dobija u gasifikaciji drveta u 100 KWh reaktoru sa fluidizacionim ležištem. Rezultati projekta „AER-GAS” EZ prema naučno-tehničkim izveštajima uključenih organizacija su takvi da će se uskoro probe vršiti na MW-nom obimu.

5. SLAMA KAO ŠANSZA ZA GASIFIKACIJU BIOMASE

Proporcija električne energije iz biomase mogla bi se znatno povećavati, kad bi se slama mogla koristiti za kombinovano dobijanje toplote i snage. Konvencionalna gasifikacija biomase bogate mineralima kao što je slama komplikovana je zbog potencijalne aglomeracije pepela na ležištu materijalu fluidizacionog ležišta. Rešenje se nudi AER procesom jer se gasifikacija vrši na nižoj temperaturi $<700^\circ\text{C}$ gde se pepeo još ne topi.

Nadalje, temperatura topljenja pepela se još može povećavati određenim dodacima u materijalu ležišta. Takođe se sam proces regeneracije može podesiti da ne dođe do aglomeracije pepela.

6. NOVI TEHNOLOŠKI PRISTUPI

Sadašnji istraživačko-razvojni proces se usmerava na sledeće teme:

1. Obnoviva goriva i reforming goriva,

2. snabdevanje gasom za gorivne ćelije,
3. termohemijska konverzija biomase,
4. metode CO₂ odvajanja.

Osnovni zahtevi za proizvodnju el. energije iz biogenih izvora ili sinteze goriva iz sintetskih gasova na bazi biomase (bio-singas) je pojednostavljenje procesa. To zahteva: – Efikasne tehnologije gasifikacije u kojima su osobine proizvedenih gasova podešene za procese u kojima se nadalje koriste; – nove tehnologije za manipulisanje (conditioning) sa gorivom i sintetskim gasom.

Proces AER je inovativni pristup termohemijskoj konverziji. Konverzija biomase sa koncentracijom H₂ više od 70% zapr. se dobij a i eksperimenti se vrše i u velikim obimima.

AER proces nudi i pogodnost da se dobij a čisti CO₂ koji može biti korišćen ili lagerovan.

Gorivni spregovi postižu internacionalni značaj. Već se uspešno proizvode gasovi za gorivne spregove od ugljeničnih goriva, što je vrlo komplementarno sa istraživanjima na gorivnim spregovima.

7. U PRAVCU TERMoeLEKTRANE NA UGALJ BEZ EMISIJE

Gasifikacijom lignita može se dobiti el. energija skoro bez emisije korišćenjem goriva bogatog na vodonik dobijenog AER procesom za proizvodnju pare za parne turbine termoelektrane. Alternativno, ugalj se može gasifikovati konvencionalnim načinom? koji se nastavlja konverzijom CO u prisustvu CO₂ absorbenta. U oba slučaja CO₂ se može izdvojiti za lagerovanje u geološkim formacijama posle eksploatacije fosilnih depoa ili vode.

8. GORIVNI SPREGOVI ZA KUĆNO SNABDEVANJE ENERGIJOM

Reforming prirodnog gasa sa parom može biti put za decentralizovanu proizvodnju toplote u električnoj energiji po kućama. Proizvedeni gas, bogat vodonikom mora biti prečišćen da bi se uklonio CO i CO₂ koji su otrovi za katalizator korišćen u gorivim spregovima. Vodonik koji se ne iskoristi u gorivnom spregu može biti spaljen da bi se dobila toplota za proces reformacije. ZWS je sa velikim iskustvom u reformaciji prirodnog gasa i viših ugljovodonika (metanol, etanol, propan i sl.) kao i tretmanu gasa u finom čišćenju CO iz reformisanog gasa. ZWS je konstruisao „kućnu elektranu” na bazi modula gorivnog sprega od 4 KWe na bazi prirodnog gasa sa sistemom za proizvodnju gasa na licu mesta. Težište je na ostvarenju potpuno automatskog upravljanja radom sistema. Već sada se može postići ukupna efikasnost na električnu energiju od 30%. Sledeći cilj koji treba

da se ostvari do kraja 2005. je da se konstruiše mnogo kompaktniji sistem sa poboljšanom proizvodnjom gasa, komponenata sistema i da se ostvari efikasnost od 35% sa obzirom na električnu energiju.

9. ZAKLJUČAK

Očigledna je neophodnost zamene fosilnih goriva drugim, koja su na bazi obnovivih izvora energije. Ova neminovnost nije uslovljena samo problemom „staklene bašte” nego i realnim iscrpljivanjima postojećih izvora nafte. To je suštinsko za ekonomije svih zemalja, a naročito razvijenih. Kao jedina alternativa se nameće korišćenje neiscrpne energije sunca ili tzv. obnovivih izvora energije.

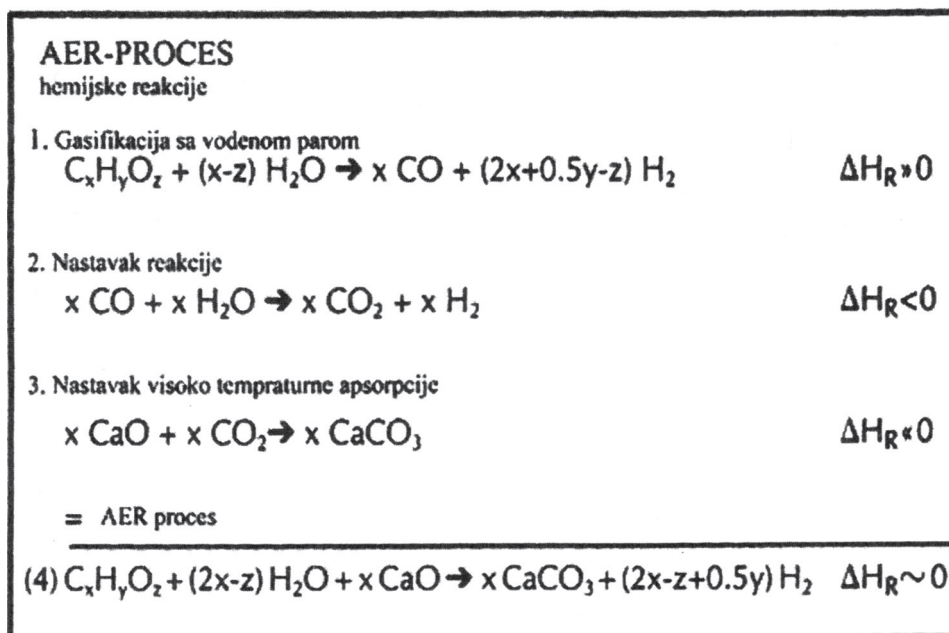
Kako je transport danas energetski zavisao od nafte sa 99%, to su posebne direktive u EZ za zamenu nafte biogorivima. Nepresušni izvor biogoriva su biomase. Alkohol na bazi kukuruza ili drugih plodova je već odavno baza za postepenu zamenu fosilnih goriva (dodacima do 10 % u motornim benzinima), biogorivo na bazi biljne biomase (vrlo često otpadne) baza je za biogoriva dobijena pirolizom. Oba procesa za dobijanje tzv. „regenerativnih” goriva se još uvek kod nas ne koriste, a mogla bi. Očekuju se odluke i podrške na državnom nivou.

10. LITERATURA

- [1] *Infinitive Energy, issue 60, 2005-10-03 Peak Oil and the Big Picture From Michael C. Ruppert*
Originalno u „From the Wilderness” (www.fromthewilderness.com)
- [2] *PROCEEDINGS IN TELETEC 2005, Berlin*
- [3] *ERGEBNISSE 2004, Zentrum fuer Sonnenenergie - und Wasserstoff - Farschung (ZSW), Februar 2005, Stuttgart, Germany*

Reakcije kod AER procesa

1. Gasifikacija vodenom parom
2. + produžena reakcija
3. + visokotemperaturna CO_2 - absorpcija
4. = **AER proces**

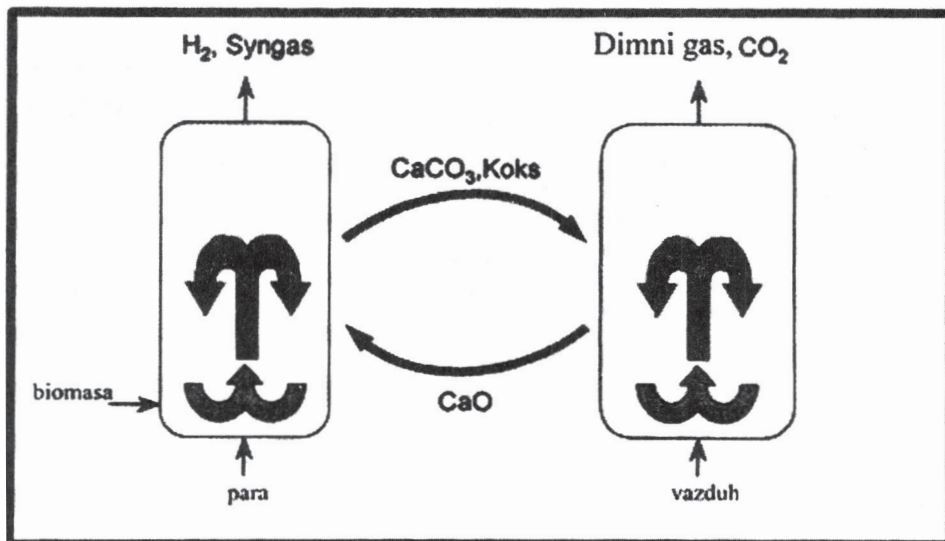


Slika 2. Patentno zaštićen ZWS proces regeneracije fosilnih goriva

PREDNOSTI „AER” - PROCESA

- Proizveden gas je bogat sa H_2 ,
- proizvedeni sintetski gas je pogodan jer je proizveden sa programiranim odnosom H_2/CO_x ,
- proizveden gas je osiromašen na ter jer je apsorpcijom prečišćen na licu mesta,
- Proizveden gas je osiromašen štetnim sastojcima apsorpcijom pošto alkali-je, halogeni i sumporna jedinjenja reaguju sa materijalom apsorptivnog ležišta kolone i izvođe se iz procesa,
- umereni uslovi gasifikacije (1 atm, 600-700°C).
- u zoni gasifikacije ne dolazi do visoke konverzije ugljenika, tako da zaostali koks pokriva potrebe za energijom kalcinifikacije,
- efikasan, jeftin pojednostavljen tehnički postupak,
- moguć tretman raznih biomasa (npr.: slama, vlažna biomasa),
- prirodni CO_2 -apsorbens pristupačan kao stabilan punilac nosača kolone.

Sl. 3. Prednosti AER procesa



Sl. 4. Model je kontinuirana, apsorpcijom pomognuta proizvodnja gasa iz biomase korišćenjem EAR procesa u dva pravca fluidizaciona reaktora