

ANALIZA POSTUPAKA BRIKETIRANJA BIOMASE

ANALYSIS PROCEDURES OF BRIQUETTING BIOMASS

Brkić M, Janić T.*

REZIME

U radu je dat pregled dosadašnjih istraživanja i iskustava u radu sa postrojenjima za briketiranje biomase. Posebno su analizirane fizičke karakteristike briketiranog materijala. Ustanovljeno je da brikete od biomase mogu da zadrže svoj oblik (valjkast, prečnika 25 do 90 mm i dužine 50 do 400 mm ili prizmatičan sličnih dimenzija) ako presa ostvaruje visok pritisak 150 do 200 bara i povišenu temperaturu 80-90°C, da bi se termoplastičnim dejstvom slepio usitnjeni materijal (3 do 5 mm). Optimalni sadržaj vlage za presovanje usitnjenog materijala je 14 do 18 %.

Ključne reči: biomasa, presovanje, briketi, biogorivo

SUMMARY

The review of former investigations and experiences in the work with installations for briquetting of biomass was presented in the paper. Separately, the physical characteristics of the briquetted material has been analysed. It was found that the biomass briquettes may retain its shape (cylindrical, diameter 25 t 90 mm, and length 50 to 400 mm, or prismatic of the same dimensions) if the press realises high pressure of 150-200 bars and increased temperature of 80 to 90°C, in order to stick the chopped material (3 to 5 mm) by means of thermoplastic effect. The optimal moisture content for pressing of chopped material is 14 to 18 %.

Key words: biomass, pressing, briquettes, biofuel

UVOD

S obzirom na privredni značaj predviđa se da će korišćenje biomase u razne svrhe, kao obnovljive sirovine, biti sve intenzivnije. Da bi kabasta biomasa mogla da stigne i do najudaljenijih korisnika neophodno ju je sabiti ili pakovati u najpovoljniji oblik i veličinu za manipulaciju, transport, skladištenje i čuvanje. Na taj način biomasa bi postala roba za tržište, tj. bila bi dostupna većem broju korisnika.

Prema Radovanoviću (1995) i Zubcu (1998), briketiranje biomase pokazuje niz prednosti u odnosu na ostale postupke spremanja biomase (smanjuje se volumen, troškovi manipulacije i transporta, potreban je znatno manji prostor za skladištenje, veća je

* Dr Miladin Brkić, dr Todor Janić, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad

otpornost materijala na biološke procese kvarenja, povećava se efikasnost u procesu sagorevanja, i dr.)

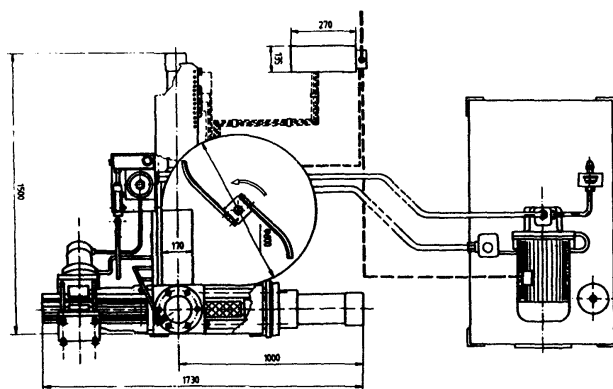
Energetske brikete mogu da se koriste u svim vrstama ložišta za čvrsto grivo, uz pažljivo doziranje (Herak, 1987, Mitić i sar, 2002). Po energetske vrednosti briketi su slični našim domaćim mrkim ugljevima. Osim toga korišćenje briketa umesto uglja ima značajnu ekološku prednost, jer je sadržaj sumpora u tragovima (manje se zagađuje okolina sa produktima sagorevanja), a pepeo od briketa može da se koristi kao dobro mineralno đubrivo.

Cilj ovog rada je da se analiziraju osnovne fizičke osobine briketirane biomase.

VRSTE PRESA ZA BRIKETIRANJE BIOMASE

Saradnjom DI "Novi dom", "UNIS-Igman" iz Konjica i "Vojvodinainvesta" iz Novog Sada, 1983. godine su izgrađene prve klipne prese na mehanički pogon za briketiranje lignoceluloznih otpadaka iz poljoprivredne proizvodnje (Herak, 1987). Od tada je izgrađeno ukupno 57 briket presa, od toga 51 klipna i 5 vijčanih. Kapacitet presa je od 200 do 1400 kg/h energetskih briketa. Godišnji kapacitet svih pogona je 226.000 tona.

Klipna briketirka na hidraulični pogon preduzeća "Dekan" iz Vrnjačke Banje proizvedena je 1995. godine. Ona je počela sa radom 1996. godine u preduzeću "Gočdrvo" u Vrnjačkoj Banji i služi za presovanje piljevine. Do sada je proizvedeno 26 ovih briketirki (sl. 1).



Sl. 1. Postrojenje za briketiranje biomase

Fig. 1. Plant for briquetting biomass

Brikete se mogu proizvoditi uglavnom na dve vrste presa: mehaničke (stacionarne), kapaciteta 250 do 1500 kg/h i hidraulične (stacionarne, mobilne ili pokretne), kapaciteta 50 do 200 kg/h (Zubac, 1998). Mehaničke prese zahtevaju instalisanu snagu od 20 do 60 kW, smeštaj u zatvoreni prostor veličine 5 x 10 do 20 x 70 m i zahtevaju čvrste temelje. Hidraulične prese su mnogo fleksibilnije, imaju znatno manji zahtev za energijom (6-10 kW), zahtevaju mali nadkriveni prostor 5x5 m i ne moraju se učvrstiti za podlogu. Značajna novina je što hidraulične prese mogu da se postave na jedinstvenu pokretnu platformu, zajedno sa seckalicom. Tako može da se formira mobilni agregat, koji se priključuje na električnu mrežu snage 20 kW ili se pokreće kardanskim vratilom traktora. Mobilni agregat

može da pride stogu ili kamari biljnih ostataka u ekonomskom dvorištu ili na samoj njivi i da biljnu masu briketira.

Klipne prese za briketiranje biljnog materijala postižu najveće pritiske. Zapreminska masa briketa može da dostigne vrednost 1000 do 1400 kg/m³ (Mitrović, 1990). Međutim, slabim odvođenjem toplote pri briketiranju materijala zapreminska masa briketa smanjuje se na 700 do 800 kg/m³. Na primer, briquete proizvedene od pšenične slame na klipnoj presi "UNIS-Igman" iz Konjica, instalirane u Banatskom Karađorđevu, imale su sledeće karakteristike: valjkast oblik, prečnik 94,1 mm i dužina 253 mm. Zapreminska masa bila je 776 kg/m³, a sadržaj vlage iznosio je 11,06 %. Sadržaj vlage u briketu bio je 7,52 %, a sumpora 0,2 %. Donja toplotna moć briketa bila je 14.910 kJ/kg. Pužne prese se koriste za presovanje vlažnih materijala.

Za proizvodnju briketa prečnika preko 50 mm, pogodne su klipne prese, kao i prese sa spiralom (pužem), koje mogu da ostvare odgovarajući normalni pritisak na presovani materijal. Briquete mogu biti dužine 200 do 300 mm ili kobsovi valjkastog oblika dužine 200 do 250 mm, odnosno kobsovi paralelopipednog oblika (oblik opeke dimenzija 150x150x300 mm), Stanković (1995). Za izradu valjkastih kobsova biomasa se po pravilu sitni postupkom čijanja, a kasnije se uvalja na presama sa radijalnim pritiskom pomoću četiri glatka valjka. Kao vezivno sredstvo primenjuje se raspršena melasa.

TEHNOLOŠKI POSTUPCI BRIKETIRANJA BIOMASE

Briquete se formiraju presovanjem usitnjenih čestica lignoceluloznog materijala sa ili bez vezivnog sredstva pod određenim uslovima: visok pritisak, povišena temperatura i optimalni sadržaj vlage u materijalu. Udarni pritisak klipa prese iznosi 210 bara kod briketa bez vezivnog sredstva (Herak, 1987). Pri presovanju biološkog materijala zapremina se smanjuje oko 10 puta, pri čemu se postiže zapreminska masa briketa 800-1200 kg/m³. Temperatura alata prese iznosi 90°C. Kompaktnost i zbijenost usitnjenih čestica u briketu bez vezivnog sredstva obezbeđuje se termoplastičnim slepljivanjem čestica biljnog materijala. Osim odgovarajuće granulacije (usitnjenosti) polaznog materijala (3 do 5 mm), pri presovanju biomase značajnu ulogu ima i sadržaj vlage u materijalu. Optimalni sadržaj vlage je oko 15 %. Oblik briketa je valjkast. Prečnik briketa može biti od 25 do 90 mm, a dužina promenljiva. Briquete se obično pakuju u termoskupljajuću foliju, kartonske kutije, papirne ili plastične vreće.

Tehnološki postupak briketiranja usitnjenog lignoceluloznog materijala bez vezivnog sredstva zasniva se na visokom pritisku u alatu prese 150 do 200 bar-a, koji biomasu pretvara u briquete kompaktne forme velike zapreminske mase (Zubac, 1998, Mitić, 1999). Da bi se biomasa mogla pretvoriti u trajnu čvrstu formu potrebno je da sadržaj vlage bude 10 do 18 % (maksimalno do 20 %) i granulacija (usitnjenost) materijala maksimalno do 5 mm. Zbog toga je za obezbeđenje ovih uslova potrebno biomasu prirodno dosušiti, a ponekad i osušiti. Briketiranjem se zapremina biomase smanjuje 7 do 12 puta i dobija se zapreminska masa briketa 1,0 do 1,4 kg/dm³. Briquete se pakuju u kartonske kutije po 10 kg, natron i PVC vreće od 25-40 kg ili u termoprijanjajuću plastičnu foliju. Pakovanje briketa je neophodno zbog izrazite higroskopnosti sabijenog materijala. Masa palete sa upakovanim briketama je cca 1000 kg, a deklarise se sa JUS D.B9.021 standardom.

Optimalni tehnološki postupak za formiranje kvalitetnih energetskih briketa uslovljen je vrstom materijala, kvalitetom usitnjenosti i sadržajem vlage u materijalu. Ovaj postupak je veoma složen i skup ako se upotrebljava lepilo kao vezivno sredstvo za spajanje usitnjenih

čestica. Sredstvo za lepljenje učestvovalo je sa 74 % (Ostojić, 1996) u ceni troškova briketiranja. To su razlozi zbog čega su mnogi vlasnici briketirnice odustali od ovog načina proizvodnje briketa. Proizvodnja briketa bez učešća vezivnih sredstava (lepila) bitno doprinosi pojeftinjenju procesa proizvodnje i poboljšanju njegove ekološke vrednosti. Takođe, učešće sumpora je zanemarljivo (6 puta manje od uglja), količina pepela je 2 do 7 puta manja u odnosu na ugalj i sadržaj vlage je 2 do 5 puta manji nego u uglju.

Ispitivanjem prese proizvodnje "Utva" iz Pančeva, koja je instalirana u Fabrici ulja "Dunavka" u Velikom Gradištu, za presovanje ljuske suncokreta, dobijen je visok odnos uložene i potencijalno dobijene energije 1 : 8,40 (Savić, 1995). Od rastresitog materijala, tj. od ljuske suncokreta (zapreminske mase do 200 kg/m^3), dejstvom sile klipa i prinudnim kretanjem biljnog materijala kroz konusni alat, formira se homogena masa-briket (zapreminske mase oko 1100 kg/m^3), oblika pravilnog paralelopipeda, sa dve fiksne dimenzije (širina 70 mm, visina 30 mm), dok je dužina bila proizvoljna (do 400 mm). Ispitivano postrojenje zahteva i izvesne tehničke izmene. Umesto mehaničkog pogona treba uvesti hidraulični pogon klipa prese. Takođe, potrebno je skratiti stazu za hlađenje briketa, uvođenjem intezivnog odvođenja toplote sa briketa (ventilacijom).

Praćenjem rada prese za briketiranje "UNIS-Igman" iz Konjica, koja je preneti iz Banatskog Karađorđeva u Fabriku ulja "Dijamant" u Zrenjaninu, u briketiranju ljuske suncokreta, ustanovljeno je sledeće: pritisak presovanja bio je 95 bara, briket je na izlazu iz stezne glave imao temperaturu 30°C . Briket se presuje bez vezivnog sredstva. Pokušalo se sa smanjenjem pritiska presovanja, ali se briket lomi. Temperatura briketa nije visoka, pošto ni pritisak presovanja nije visok. Postoji plan da se adaptira hidraulični uređaj za ostvarivanje većeg pritiska presovanja. Pokušalo se sa ubacivanjem pare u biljnu masu, ali pošto je ljuska masna, a para se kratko vreme zadržava sa ljuskom u prijemnom košu prese, nije postignut cilj da se dobiju kvalitetnije (čvršće) brikete. Takođe, pokušalo se sa dodavanjem i kaše od belog luka kao vezivnog sredstva, ali se ovaj postupak nije isplatio. Mlevenjem ljuske suncokreta povećava se stepen athezije čestica, ali se ekonomski ne isplati ni ovaj postupak, zbog velikog utroška energije za mlevenje. Pri povećanju sadržaja vlage u materijalu ne dobijaju se kompaktne brikete (drobe se). Pakovanje briketa obavlja se automatski u plastične folije. Dimenzije briketa su: prečnik 95 mm, dužina 350 mm, a toplotna vrednost je 18.400 kJ/kg .

Prema Vašu (1989), prečnik briketa bez vezivnih sredstava u Mađarskoj iznosi 40 do 70 mm. Zapreminska masa briketa može da bude 1050 do 1370 kg/m^3 , a u nasutom stanju 300 do 500 kg/m^3 . Utrošak energije za presovanje briketa je 30 do 80 kWh/t . Optimalni sadržaj vlage materijala pri presovanju je 10 do 12 %. Toplotna vrednost briketa iznosi 14 do 15 MJ/kg.

UTROŠAK ENERGIJE ZA PROIZVODNJU BRIKETA

Na osnovu rezultata ispitivanja prese za briketiranje "Unis-Igman" iz Konjica, koja je bila instalirana u Banatskom Karađorđevu (Mitrović, 1990), može da se konstatuje da je za dobijanje 1 kg energetskih briketa potrebno utrošiti 8.555 kJ energije, da bi se pri tome proizvelo 14.910 kJ energije sadržane u dobijenim briketama. To praktično znači, da od energetske vrednosti briketa uložena energija iznosi 57,37%, a korisna energija 42,63%. Ovaj nepovoljni odnos je uglavnom prouzrokovan utroškom energije za veštačko sušenje biomase.

Prema Beradiću (1990), prosečna potrošnja električne energije iznosi: za mlevenje i usitnjavanje slame 80 kWh/toni , za briketiranje i pakovanje 45 kWh/t . Odnosno, ukupno

utrošena energija u briketirnici je 125 kWh/t briketa. Nasuprot ovom, utrošak energije za spremanje slame je: za presovanje na njivi 40 kWh/t i za transport 54 kWh/t, odnosno ukupni utrošak energije za spremanje slame je 94 kWh/t. Ako se sabere iznos utrošene energije za spremanje slame na njivi i utrošak energije za briketiranje slame (sa pakovanjem) dobiće se ukupni utrošak energije od 219 kWh/toni briketa. Pošto je energetska potencijal slame 3.800 kWh/t, dobija se da je odnos uložene i proizvedene energije 1 : 18.

Cena briketa proizvedenih u Fabrici ulja "Dijamant", Zrenjanin, prodavanih na Stovarištu u Zrenjaninu, iznosi 3600 din/toni. Na troškove proizvodnje briketa značajno utiču skupi rezervni delovi prese i nepravilno održavanje postrojenja za briketiranje. Vrlo brzo se troši alat i ostali delovi prese, pa je neophodno obavljati pravilno centriranje i podmazivanje pokretnih elemenata prese. Najveći problem su slab materijal i loša izrada rezervnih delova prese. Zbog toga su mnoge briketirke prestale da rade.

Da bi troškovi briketiranja lignoceluloznog materijala bili što niži, treba voditi računa o sledećem: troškovi sakupljanja, manipulacije i skladištenja sirovina moraju biti relativno niski. Sirovine treba imati u dovoljnoj količini, kako bi pogon za briketiranje mogao kontinualno da radi preko cele godine (Herak, 1987). Postojeće briketirnice za presovanje biomase radile su, do sada, samo u zimskom periodu (nov.-mart), Beradić, 1990.

Ispitivanjem tržišta za potrebnim količinama energetskih briketa ustanovljeno je da postoji velika potražnja kako za potrebe domaćinstava, tako i za industrijske potrebe (Zubac, 1998). Kod malih postrojenja za briketiranje kapaciteta 50 kg/h, gde su ulaganja najmanja (oko 100.000 dinara), troškovi proizvodnje briketa po jedinici mase iznose 30 % od tržišne cene briketa. Kod velikih stacionarnih postrojenja kapaciteta do 1500 kg/h gde su ulaganja dva do tri miliona dinara, troškovi proizvodnje briketa po jedinici mase kreću se do 60 % od tržišne cene briketa. Treba istaći da cena briketa na našem tržištu varira od 350 do 3800 din/t. U Zapadnoj Evropi cena briketa se kreće oko 55 evra/toni.

ZAKLJUČCI

Postupkom briketiranja zapremina kabaste biomase se smanjuje za 10 do 12 puta. Zapreminska masa briketa iznosi 1000 do 1400 kg/m³, a nasipna masa od 400 do 600 kg/m³. Na ovaj način pripremljena biomasa je pogodna roba za tržište. S njom može lako da se manipuliše, može da se lako transportuje, skladišti i čuva. Odnos uložene i potencijalno dobijene energije pri briketiranju biomase iznosi prosečno 1: 8,40. Za kvalitetno briketiranje biomase optimalni sadržaj vlage u biljnom materijalu treba da iznosi od 14 do 18 %. Pri manjem i većem sadržaju vlage oblik briketa nije postojan.

Proizvodnja presa za briketiranje iziskuje veliku stručnost i opremljenost mašinske industrije, jer uslovi briketiranja, visoki pritisak i temperature, uslovljavaju korišćenje specijalnih vrsta materijala, veliku preciznost pri izradi cilindara, klipova i alata prese i veoma kvalitetnu termičku obradu.

Cena briketirane biomase bez vezivnih sredstava iznosi od 50 do 55 evra/t briketa. Ukoliko se dodaju vezivna sredstva cena briketa naglo raste. Da bi se troškovi briketiranja smanjili potrebno je smanjiti troškove sakupljanja biomase, manipulacije i skladištenja. Vlažna biomasa se ne sme veštački sušiti zbog velikog utroška energije, već se mora sušiti prirodnom promajom. Briketi formirani od usitnjenog materijala imaju bolje mehaničke osobine i postojaniji su pri skladištenju i transportu, ali znatno se povećava udeo uložene električne energije na usitnjavanje materijala. Za ekonomično briketiranje biomase potrebno je pronaći jeftino vezivno sredstvo, da bi se mogla smanjiti uložena električna energija.

Ovaj rad je proistekao iz rezultata rada na Projektu energetske efikasnosti br. NPEE 601-111B. Naziv projekta je: "Razvoj i projektovanje tehnologija i mašina za briketiranje i peletiranje suvim i mokrim postupkom", april 2002. god, kojeg finansira Ministarstvo za nauku i tehnologiju Srbije. Nosilac Projekta je prof. dr Dragan Mitić, Fakultet zaštite na radu, Niš.

LITERATURA

- [1] Brkić, Janić, T, Somer, D: Karakteristike briketirane biomase bez vezivnih sredstava, PTEP, JDPTEP, Novi Sad, 1(1997)3, s. 3-6,
 - [2] Brkić, M, Janić, T: Analiza stanja i pravci ravoja briketiranja biomase, časopis: PTEP, JDPTEP, Novi Sad, 6(2002)1-2, s. 14-17,
 - [3] Herak, S: Iskustva u radu linija za briketiranje biomase, Zbornik radova XIV savetovanja stručnjaka poljoprivredne tehnike Vojvodine, VDPT, 1987, s. 279-285,
 - [4] Mitrović, D: Briketiranje pšenične slame, Agrotehničar, Zagreb, 26(1990)6, s. 41-43,
 - [5] Beradić, L: Energetski bilans i ekonomičnost briketiranja pljoprivrednih otpadaka na DP "Bačka", Stara Moravica, Zbornik radova sa IV naučno-stručnog skupa PTEP'90, VDPT, Opatija, 1990, s. 84-88,
 - [6] Mitić, D: Fizičke karakteristike biomase i biobriketa Srbije, potencijalna ekološka goriva, Monografija, JDPTEP I JSDIT, Novi Sad-Niš, 1998, s. 119,
 - [7] Mitić, D, Mihajlović, Emina, Janković, Slobodanka, Milanović, B: Brzina sagorevanja briketa, časopis: PTEP, JDPTEP, Novi Sad, 6(2002)3-4, s. 90-92,
 - [8] Ostojić, D: Ekološka vrednost briketa, Zbornik radova: "Značaj i perspektiva briketiranja biomase", Ekološki pokret Vojvodine, Vrnjačka Banja, 1996, s. 39-46,
 - [9] Radovanović, M, Rac, A, Savić, A: Prilog karakterizaciji briketa od ljuske suncokreta, Zbornik radova: "Biomasa", IPP "Mladost", Ekološki pokret Jugoslavije, Beograd, 1995., s. 199-208,
 - [10] Savić, R, Rac, A, Radovanović, M: Mogućnost kontrole procesa formiranja briketa od biomase pomoću računara, Procesna tehnika, Beograd, 11(1995)3, s. 200-203,
 - [11] Stanković, L, Bugarin, R, Zagorac, R, Samardžija, M: Presovanje otpadaka biomase radi zaštite životne sredine i stvaranja kvalitetnih goriva, Zbornik radova "Biomasa", IPP "Mladost", Ekološki pokret Jugoslavije, Beograd, 1995, s. 169-175,
 - [12] Vas, A, Beke, J, Kovač, K: Stanje i rezultati korišćenja biomase u Mađarskoj, Zbornik radova sa III naučno-stručnog skupa PTEP'89, VDPT, Donji Milanovac-"Lepenski vir", 1989, s.49-58.
 - [13] Zubac, M: Tehnologija briketiranja-peletiranja biomase, Zbornik radova: "Briketiranje i peletiranje biomase iz poljoprivrede i šumarstva", IV APV, Novi Sad, Regionalna privredna komora, Sombor, "Dacom", Apatin, Sombor, 1998, s. 83-100.
- Predato: 2.06.2003. Primljeno: 4.06.2003.