



The fuel biomass about raised caloricity

Danuta KRÓL¹, Sławomir POSKROBKO², Zbigniew TOKARZ³, Józef GOŚCIK⁴, Andrzej WASIAK⁵

¹ Politechnika Śląska, Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki, Gliwice, ul. Konarskiego 18

telefon: 032 237 11 34, fax: 032 237 11 6, e-mail: danuta.j.krol@polsl.p

² Politechnika Białostocka, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Białystok, ul. Wiejska 45B, 15-351

telefon: 85 746 96 33, e-mail: s.poskrobko@pb.edu.pl

³ Polymer Energy Polska sp z o.o., Warszawa, ul. ul. Ogrodowa 31/35, 00-893,

e-mail: zbigniewjt1953@gmail.com

⁴ Politechnika Białostocka, Wydział Mechaniczny, Białystok, ul. Wiejska 45C, 15-351

telefon: 85 746 90 14, e-mail: jozef.goscik@pb.edu.pl

⁵ Politechnika Białostocka, Wydział Zarządzania, Kleosin., ul. Ojca Tarasiuka 2, 16-001

telefon: 85 746 98 47, e-mail: a.wasiak@pb.edu.pl

Abstract

In total energy production balance, the global trend of energy production is geared towards increasing the amount of energy generated from renewable energy sources. Biomass - no matter the source - is the most importantly attributed to carriers of renewable energy. The preparation, which was presented in this publication, is produced in the cracking process from the waste polyolefin. This preparation added to biomass significantly increases its calorific content. During the granulating process of biomass, this preparation acts as a binder and creates the protective layer making impossible absorbing water from surroundings. This preparation causes an increase the calorificity of the fuel.

Streszczenie

Paliwa biomasowe o podwyższonej kaloryczności

Ogólnoświatowy trend w produkcji energii, w całkowitym bilansie jej produkcji, jest ukierunkowany na zwiększanie ilości energii pozyskiwanej z odnawialnych źródeł energii (OZE). Biomacie - niezależnie od źródła - przypisuje się największe znaczenie wśród nośników energii odnawialnej. W pracy zaprezentowano preparat, wytworzony w procesie krakingu z recyklatu odpadowych poliolefin. Preparat ten dodawany do biomasy, znacznie podwyższa jej kaloryczność, a podczas jej granulowania/brykietowania spełnia rolę lepiszcza, oraz tworzy warstwę ochronną uniemożliwiającą chłonięcie wody z otoczenia. Podwyższa wartość opałową paliwa.

1. Wstęp

Ogólnoświatowy trend w produkcji energii, w całkowitym bilansie jej produkcji, jest ukierunkowany na zwiększanie ilości energii pozyskiwanej z odnawialnych źródeł energii (OZE). Należy do niej energia geotermalna, wiatru, słońca, pływów, wód i z biomasy [1]. Polska jako członek Wspólnoty Europejskiej jest zobligowana do podążania w tym kierunku. Ze względu na polskie warunki geograficzne i klimatyczne źródłem o największym potencjale energetycznym jest biomasa. Zastępowanie biomasą konwencjonalnych, kopalnych paliw stałych pozwala ograniczyć ich ilość dla celów energetycznych. Biomasa będąca nośnikiem energii, wykorzystywana jako paliwo to:

- biomasa drzewna - leśna,

- biomasa rolnicza tzw. „agro”,
- rośliny energetyczne.

Głównymi źródłami biomasy są; leśnictwo, przemysł drzewny, rolnictwo, przemysł rolno-spożywczy, przetwórstwo owoców i warzyw, przemysł papierniczy.

W Polsce roczny potencjał energetyczny biomasy, którą można zagospodarować, to [2,3]:

- ponad 20 mln Mg słomy odpadowej,
- ok. 4 mln Mg odpadów drzewnych,
- ok. 6 mln Mg osadów ściekowych.

Ilość ta stanowi ekwiwalent 15-20 mln Mg węgla. Ogólny potencjał biomasy, który może być wykorzystany na cele energetyczne szacuje się w Polsce na 2882 PJ, z tego w rolnictwie może być wykorzystanych ok. 260 PJ.

Spalanie biomasy w zakładach energetycznych wiąże się z koniecznością rozwiązywania wielu problemów: logistycznych, ze słabo rozwiniętą infrastrukturą handlową, niewystarczającą ilością biomasy i jej przygotowaniem (suszenie, rozdrobnienie), problemów technologicznych i eksploatacyjnych. Istnieje możliwość utraty płynności dostaw ze względu na rozproszenie jej źródeł. Zakłady energetyczne realizują procesy współspalania biomasy w istniejących kotłach energetycznych, co pozwala na zminimalizowanie kosztów zarówno inwestycyjnych jak i eksploatacyjnych, a równocześnie część wytworzonej energii zaliczyć do energii wytwarzanej z odnawialnych źródeł. Kluczowe w obliczeniach i rozliczeniach ilości energii wytwarzanej z biomasy w procesie współspalania jest prawidłowe określenie masy współspalanych paliw oraz ich wartości opałowej [4,5].

2. Kaloryczność biomasy leśnej i rolniczej

Drewno na cele energetyczne jest stosowane w różnej postaci: luźnej - jako drewno kawałkowe (zrębki, trociny, wióry, kora) i zagęszczonej – jako brykiety lub pelety. Wartość energetyczna drewna zależy przede wszystkim od jego wilgotności i gęstości [6].

Wartość opałowa LHV biomasy drzewnej z plantacji energetycznych i lasów waha się od ok. 9 do ponad 18 MJ/kg [1]. Wartość opałowa paliwa drzewnego absolutnie suchego wynosi ok. 19,2 GJ/Mg_{sm}, ale przy 50% wilgotności (drewno świeże), wartość ta zmniejsza się o blisko połowę [7].

Do energetycznego wykorzystania może być użyta słoma wszystkich rodzajów zbóż oraz rzepaku i gryki. Najczęściej stosowana jest słoma żytnia, pszenna, rzepakowa, gryczana kukurydziana. Wg Autora [8] wartość opałowa słomy żółtej wynosi 14,3MJ/kg, a słomy szarej 15,2MJ/kg. Dla słomy suchej LHV wartość opałowa zawiera się w stosunkowo wąskim przedziale i zależy przede wszystkim od rodzaju rośliny. Tabela 2.1. przedstawia różnice w kaloryczności słomy świeżej (wilgotnej) i suchej wg [8].

W literaturze można znaleźć wyniki badań właściwości paliwowych (w tym ciepła spalania i wartości opałowej) biomasy. Istnieją także ogólnie dostępne i ciągle powiększane bazy danych.

Tabela 2.1. Wartość opałowa LHV słomy [8].

Rodzaj słomy	Wartość opałowa słomy suchej [MJ/kg]	Wilgotność słomy świeżej [%]	Wartość opałowa słomy świeżej [MJ/kg]
pszenna	17,3	12-22	12,9-4,9
jęczmienna	16,1	12-22	12,0-3,9
kukurydziana	16,8	50-70	1,3-0,7

W tabeli 2.2. zamieszczono wartości oznaczeń kaloryczności materiałów „agro” cytując za pracą [9].

Tabela 2.2. Wartość opałowa suchej masy materiałów biomasowych pochodzenia rolniczego [2].

Rodzaj biomasy	Wartość opałowa suchej masy [kJ/kg]
Słoma żytnia	16079
Słoma pszeniczna	15822
Słoma pszenżyta	15174
Słoma owsiana	14910
Słoma rzepakowa	15671
Słoma jęczmienna	16834
Słoma kukurydzy	16449
Słoma słonecznika	15378
Łupiny słonecznika	18012
Słoma lniana	16630
Łuski z gryki	16844
Łupiny orzechów arachidowych	15743
Cukrosorgo I	14882
Cukrosorgo II	15092
Ziarno zbożowe mieszane	15515
Ziarno żyta	15616
Ziarno pszenicy	15473
Ziarno pszenżyta	14919
Ziarno owsa	15581
Ziarno rzepaku	24818

3. Modyfikator kaloryczności stałych paliw biomasowych

Rynek paliw wciąż oczekuje na podaż niskoemisyjnych paliw odnawialnych o dużej kaloryczności, które w coraz większym stopniu powinny zastępować paliwa kopalne, bądź też być z nimi współspalane. Niezbędna jest oszczędność biomasy drzewnej, ponieważ nadmierna eksploatacja lasów ma zgubne konsekwencje dla środowiska naturalnego, jako że zakłóca cyrkulację węgla w biosferze, zmniejszając ilość pochłanianego CO₂, a tym samym powiększając efekt cieplarniany, co już od dawna jest kontestowane. Natomiast biomasa z zielonych i brązowych odpadów leśnych, odpadów zielonych i pozostałości z produkcji rolnej (tj. zbóż, słomy, traw, resztek owoców ... itp.), a także biomasa z upraw wieloletnich roślin energetycznych, stanowi wciąż zbyt mały odsetek wykorzystywanych paliw odnawialnych.

Problemem stanowią właściwości hydrofilowe biomasy, skutkujące nadmierną jej nasiąkliwością wilgocią, a co za tym idzie, niższą kalorycznością.

Trudności te można zminimalizować, stosując hydrofobowy dodatek do biomasy - produkt będący produktem finalnym wytworzonym w technologii bezkatalitycznego lub katalitycznego krakingu recyklatu z odpadowych poliolefinowych tworzyw sztucznych – polietylenu PE, polipropylenu PP, w temperaturze 190 ÷ 450⁰C [9, 10]. Nadano mu nazwę DEPOL 40, którą zastrzeżono. Może być stosowany jako dodatek do stałych paliw biomasowych, z przeznaczeniem do procesów spalania i współspalania (dla kotłów energetycznych), zgazowania i odgazowania oraz do odpadów biomasowych, uzdatnionych mułów i flotów węglowych, osadów ściekowych, paliw formowanych z odpadów, znacząco wpływając na:

- podwyższenie kaloryczności paliw stałych (wartości opałowej LHV);
- zwiększenie wytrzymałości mechanicznej peletów/brykietów;
- stabilizację gęstości peletów/brykietów;
- zmniejszenie nasiąkliwości wodnej peletów/brykietów;
- zmniejszenie wskaźnika emisji CO₂.

Dodatek DEPOL 40 np. do biomasy (po pogrzeniu i upłynnieniu), podczas peletowania/brykietowania stanowi lepsze, powodując ustabilizowaną gęstość peletów/brykietów, zwiększając trwałość peletów/brykietów podczas transportu, magazynowania i w systemach podawania paliwa.

3. Paliwa biomasowe o podwyższonej kaloryczności

Wytworzono paliwa na bazie biomasy drzewnej z 10%, 20% i 30% dodatkiem preparatu DEPOL 40. Rozdrobnione odpady drzewne z drewna iglastego - trociny i wióry, poddano brykietowaniu z dodatkiem upłynnionego preparatu DEPOL 40, za pomocą prasy mechanicznej, a następnie oznaczono kaloryczność wytworzonych brykietów.

3.1. Materiał badawczy

Badaniami objęto rozdrobnione odpady drzewne z drewna iglastego - trociny i wióry, które poddano brykietowaniu z dodatkiem upłynnionego preparatu DEPOL 40 [11,12], za pomocą prasy mechanicznej. Rys.3.1.1. przedstawia produkt DEPOL 40, a tabela 3.1. właściwości DEPOL 40.



Rys. 3.1.1. Dodatek DEPOL 40

Tabela 3.1. Właściwości paliwowe preparatu DEPOL 40.

Parametr	jednostka	wartość
wilgotność	%	0,8
części palne	%	91,0
części niepalne (popiół)	%	9,0
wartość opałowa LHV [kJ/kg]	kJ/kg	40 000
węgiel C	%	78,4
wodór H	%	12,16
azot N	%	0,1
siarka S [% _{sm}]	%	0,14
chlor Cl [% _{sm}]	%	0,2

Wskaźnik emisji CO₂ wynosi 72 MgCO₂/TJ.

Wartość opałowa LHV odpadów drzewnych w stanie roboczym wynosi 10 000kJ/kg.

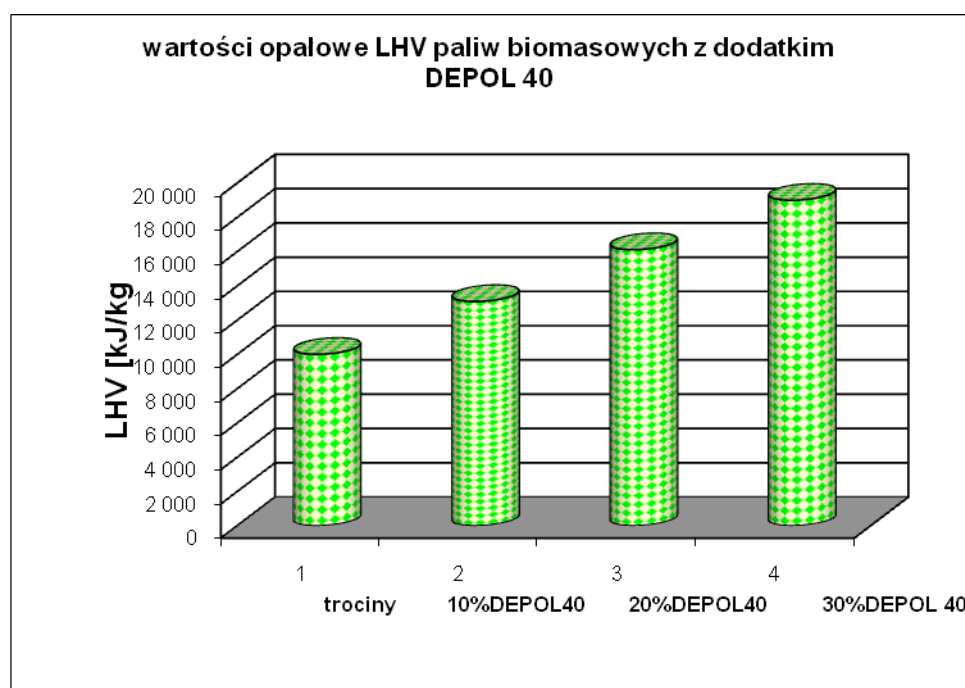
Na rys. 3.1.2. pokazano brykiety wytworzone z biomasy z 20% dodatkiem DEPOL 40.



Rys. 3.1.2. Brykiety z biomasy leśnej z 20% dodatkiem DEPOL 40.

3.2. Oznaczanie ciepła spalania i obliczanie wartości opałowej

Wytworzone brykiety drzewne z dodatkiem DEPOL 40 rozdrobiono, a następnie oznaczono ciepło spalania i obliczono wartość opałową. Oznaczenia wykonano zgodnie z Polskimi Normami – PN – ISO 1928 :2002 i PN - Z-15008-04:1993. Wyniki oznaczeń przedstawia rys. 3.2.



Rys. 3.2. Wartości opałowe paliwa biomasowego z DEPOL 40

Brykiety wytworzone na bazie trocin drzewnych z dodatkiem preparatu DEPOL 40 w ilościach 10, 20 i 30%, odznaczają się wyższą kalorycznością niż trociny, odpowiednio o 30, 60 i 90%.

3. Podsumowanie

Każde pożądane paliwo powinno się charakteryzować wysokimi parametrami energetycznymi, a więc wartość opałowa powinna być możliwie wysoka. Odnawialne nośniki energii, jakimi są materiały biomasowe pochodzenia leśnego czy rolniczego, charakteryzują się różną kalorycznością, w dużej mierze uzależnioną od zawartości wilgoci. Ponadto mimo iż w postaci zagęszczonej, stwarzają problemy podczas transportu i magazynowania. Pelety/brykiety wyraźnie nie odznaczają się znaczną trwałością mechaniczną. Natomiast wykazują dużą chłonność wilgoci, co jest zjawiskiem niepożądanym, nie tylko ze względów transportowych, ale również jakościowych dla peletu/brykiety (obniża się ich kaloryczność).

Te niedogodności można wyeliminować, dodając wysokoenergetyczny preparat, wytworzony podczas krakingu z recyklatu odpadów poliolefinowych. Preparat ten o nazwie DEPOL 40, stanowi spoiwo podczas aglomerowania biomasy i również znacznie podwyższa jej wartość opałową. Ponadto trzeba zwrócić uwagę, że przyczynia się do wykorzystania odpadów tworzyw sztucznych, z których w recyklingu materiałowym wytwarza się recyklat, który następnie jest krakowany.

Literatura

1. Lewandowski W. M.: Proekologiczne odnawialne źródła energii, WNT, Warszawa 2006.
 2. Król D.: Biomasa i paliwa formowane z odpadów w instalacjach niskoemisyjnego spalania, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej 2013.
 3. Król D., Borsukiewicz-Gozdur A.: Energy from sawmill and agricultural waste biomass. *Archiwum Gospodarki Odpadami i Ochrony Środowiska* 2014, vol. 16 nr 3, s. 87-94.
 4. Golec T.: Współspalanie biomasy w kotłach energetycznych, *Energetyka* 2004, vol.7-8.
 5. Cocker-Maciejewska A.: Obróbka wstępna biomasy na potrzeby systemów energetycznych, *Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych* 2007, vol. 30, s.133- 141.
 6. Kowalczyk-Juško A., Cybulski J.: Biomasa drzewna jako surowiec dla energetyki, *Bezpieczeństwo i ekologia*.
 7. Gradziuk P., (red.): Biopaliwa, Wyd. Wieś Jutra, Warszawa 2002.
 8. Grzybek A., Gradziuk P., Kowalczyk K.: Słoma energetyczne paliwo, Warszawa 2001.
 9. Tokarz Z.: Zgłoszenie patentowe P422781 pt. Urządzenie do ciągłego przetwarzania odpadów organicznych, zwłaszcza oczyszczonych lub zanieczyszczonych odpadowych tworzyw sztucznych, na regranulaty oraz woski polimerowe.
 10. Tokarz Z.: Zgłoszenie patentowe P422780 pt. Sposób ciągłego przetwarzania odpadów organicznych, zwłaszcza oczyszczonych lub zanieczyszczonych odpadowych tworzyw sztucznych, na regranulaty oraz woski polimerowe.
 11. Król D., Poskrobko S., Tokarz Z.: Zgłoszenie patentowe P422836 pt. Dodatek w postaci preparatu do stałych paliw biomasowych i odpadów biomasowych a także uzdatnionych mulów i flotów węglowych, oraz osadów ściekowych i paliw formowanych z odpadów przeznaczony zwłaszcza do procesów spalania, zgazowania i odgazowania paliw stałych
 12. Król D., Poskrobko S., Tokarz Z., Zgłoszenie patentowe P422837 pt. Paliwo biomasowe w postaci peletów lub brykietów o podwyższonej kaloryczności i obniżonej hydrofilowości
-