

Justyna ŁUCZAK, Michał NISCHK, Marek KLEIN, Jan HUPKA

e-mail: justyna.luczak@pg.gda.pl

Katedra Technologii Chemicznej, Wydział Chemiczny, Politechnika Gdańska, Gdańsk

Analiza odpadów z aglomeracji trójmiejskiej pod kątem termicznego wykorzystania frakcji energetycznej

Wstęp

Podstawowym sposobem postępowania z odpadami komunalnymi w Polsce jest ich składowanie. Ponad 90% odpadów komunalnych trafia na składowiska zorganizowane. Władze samorządowe dążą jednak do zmniejszania ilości gromadzonych odpadów, co wynika nie tylko z trudności w pozyskiwaniu terenów pod nowe składowiska, ale też z ustawodawstwa Unii Europejskiej. Zgodnie z *Krajowym Planem Gospodarki Odpadami 2014* [1] głównym celem jest stworzenie systemu zgodnego z zasadą zrównoważonego rozwoju, a w szczególności z hierarchią postępowania z odpadami. Realizacja postawionych celów umożliwi m.in. ograniczenie składowania odpadów, recykling materiałowy i energetyczny oraz zwiększenie udziału energii ze źródeł odnawialnych w bilansie energetycznym kraju.

Realizacja tych celów nie będzie możliwa bez zastosowania termicznego przekształcania odpadów komunalnych. Dotyczy to szczególnie dużych miast oraz systemów mających charakter regionalny, gdzie potencjał energii chemicznej zawartej w odpadach nie jest jak dotąd przyjazne dla środowiska wykorzystywany.

Zgodnie z danymi zawartymi w *Planie Gospodarki Odpadami Województwa Pomorskiego* [2], źródłem 75% odpadów komunalnych powstających w województwie jest Trójmiasto i sąsiednie powiaty. Stąd też, uzasadnionym jest budowa w okolicy Trójmiasta regionalnej instalacji termicznego przekształcania odpadów komunalnych.

Metody termicznego przetwarzania odpadów obejmują spalanie, pirolizę oraz zgazowanie. Wszystkie technologie umożliwiają przetwarzanie odpadów z jednoczesnym odzyskiem zawartej w nich energii chemicznej. [3]. W ramach realizacji inwestycji *System gospodarki odpadami dla metropolii trójmiejskiej* planowana jest budowa instalacji do termicznego unieszkodliwiania frakcji energetycznej odpadów zawierającej głównie papier, tekturę, tworzywa sztuczne, tekstylia, drewno oraz kompozyty. Spalanie paliw o nominalnej wartości opałowej na poziomie 14GJ/Mg prowadzone ma być w piecu z rusztem posuwisto-zwrotnym. Produkowana energia cieplna i elektryczna wykorzystana zostanie na potrzeby własne zakładu oraz przekazywana do sieci ciepłowniczej i energetycznej.

W pracy oznaczono i przeanalizowano właściwości technologiczne wybranej frakcji odpadów komunalnych (frakcja > 160/180 mm) z jednego z trójmiejskich składowisk. Oceniono możliwość jej zastosowania jako frakcji energetycznej lub jako paliwa formowanego RDF (*Refuse-Derived Fuel*). Szczególną uwagę zwrócono na właściwości paliwowe, które decydują o właściwym przebiegu termicznego przetwarzania, zawartość składników agresywnych stymulujących korozję wysokotemperaturową kotłów oraz zawartość metali ciężkich.

Metodyka badań

Próbki odpadów frakcji powyżej 160/180 mm pobrano 10.03.2011 r. (próbka I) oraz 14.03.2011 r. (próbka II) w sortowni zakładu zagospodarowania odpadów komunalnych *EkoDolina* w Łęczycach. Wszystkie jakościowe, ilościowe i fizykochemiczne badania odpadów wykonano zgodnie z odpowiednimi normami polskimi i branżowymi oraz wytycznymi *Ministra Środowiska*.

W badaniach składu morfologicznego nadal obowiązuje norma PN-93/Z-15006, aczkolwiek jest już niedostosowana do obowiązujących przepisów – przewiduje bowiem podział odpadów na 10 frakcji

bez wyodrębnienia strumieni pod kątem możliwości technologicznych związanych z ich unieszkodliwianiem i odzyskiem materiałów i energii. Badania składu materiałowego próbek odpadów komunalnych przeprowadzono wyodrębniając 23 podfrakcje.

Wyniki i wnioski

Właściwością istotną dla rozważania efektywności termicznego przetwarzania odpadów jest przede wszystkim wartość opałowa, charakteryzująca energię chemiczną zawartą w odpadach. Na wartość opałową wpływ ma wilgotność odpadów, zawartość części palnych oraz popiołu. Uzyskane wyniki poszczególnych parametrów zebrano w tab. 1. Przyjmuje się, że graniczna wartość opałowa gwarantująca jeszcze spalanie autotermiczne wynosi 5,8 MJ/kg [4]. Niesegregowane odpady komunalne pochodzące z dużych polskich miast spełniają ten warunek, jednak kaloryczność odpadów jest niska i wynosi średnio około 6,3 MJ/kg.

Wartość opałowa badanej frakcji > 160/180 mm wyniosła 21,2 MJ/kg i związana jest z obecnością głównie składników wysokoenergetycznych. Skład morfologiczny próbek odpadów komunalnych przedstawiono w tab. 2 w podziale na 23 podfrakcje wyodrębnione pod kątem możliwości związanych z odzyskiem materiałów i energii. Próbkę frakcji > 160/180 mm zawierały głównie tworzywa polimerowe (~31,6%) oraz papier i tekturę (~27,5%). W znaczących ilościach występowały także odpady spożywcze (12,8%) podnoszące wilgotność odpadów. Kilka procent stanowiły środki higieny osobistej, opakowania wielomateriałowe, tekstylia, drewno i inne. Frakcja nie zawierała odpadów niebezpiecznych.

Wysoka wartość opałowa wynika z obecności odpadów wysokoenergetycznych takich jak tworzywa sztuczne (22÷42 MJ/kg), makulatura (15÷26 MJ/kg), drewno (18÷20 MJ/kg) oraz tekstylia (~16 MJ/kg). Parametr ten wskazuje, że bez użycia dodatkowego źródła energii uzyskana zostanie wymagana przepisami temperatura 850°C w obrębie komory spalania. Wartość opałowa badanych próbek odpadów przekracza nominalną wartość opałową odpadów, które utylizowane mają być w spalarni w Trójmieście (14 MJ/kg). Skład materiałowy wskazuje, że frakcja ta mogłaby być wykorzystana jako frakcja energetyczna i poddana unieszkodliwianiu w planowanej instalacji termicznego przetwarzania lub sprzedana jako RDF.

Na wysoką wartość wilgotności wynoszącej 31,05% wpływ ma przede wszystkim obecność odpadów spożywczych organicznych o średniej wilgotności 66,8% występujących w ilości 12,8% wag. (udział w całkowitej wilgotności 28,3% wag.). Udział ma także obecność środków higieny osobistej oraz papieru i tektury. Wysoka wilgotność negatywnie będzie wpływać na sprawność instalacji w związku ze stratami energii na odparowanie wody zawartej w odpadach.

Zawartość części palnych wyniosła średnio 79,8%. Obecność części niepalnych (20,2%) wynika z występowaniem w próbkach odpadów szkła, materiałów budowlanych, metali żelaznych i nieżelaznych. Na obecność popiołu wpływ może mieć także wysoka zawartość papieru i tektury, jako że materiały te mogą zawierać do 25% wypełniaczy mineralnych. Części niepalne będą stanowić źródło żużli, które po waloryzacji mogą zostać zastosowane jako kruszywa do podbudowy dróg.

Analiza wyników w oparciu o wykres *Tannera* także potwierdza, że badana frakcja odpadów może zostać spalona bez udziału dodatkowego paliwa (przy zapewnieniu odpowiednio niskiej wilgotności).

Obecność części niepalnych w postaci krzemionki oraz związków metali ziem alkalicznych może sprzyjać zamykaniu w bryle szklawa nieprzetworzonych odpadów, a w konsekwencji powstawaniu zwiększonej ilości stałej pozostałości w postaci żużla jak i niepełnemu wykorzystaniu energii zawartej w odpadach [5].

Tab. 1. Właściwości technologiczne frakcji > 160/180 mm pobranych w dniach 10.03.2011 oraz 14.03.2011

	Jednostka	Wartość		Średnia
		10.03.2011	14.03.2011	
Właściwości				
Wilgotność	%	31,2	30,9	31,05
Zawartość części organicznych	%	75,0	80,4	77,7
Zawartość części palnych	%	76,2	80,2	79,2
Zawartość popiołu	%	23,8	18,0	20,9
Wartość opałowa	MJ/kg	20,2	22,1	21,2
Analiza elementarna				
Chlor (Cl)	% sm	0,45	0,37	0,406
Siarka (S)	% sm	0,97	0,78	0,87
Chrom (Cr)	ppm sm	2509	463	1486
Rtęć (Hg)	ppm sm	<1	<1	<1
Suma Hg + Cd + Tl	ppm sm	30	24	27
Suma Ni + Pb + Cu + Sb + As + Co + V + Mn	ppm sm	460	373	414

Spalanie wyselekcjonowanej frakcji zawierającej głównie materiały wysokoenergetyczne może zapewnić otrzymywanie mniejszej ilości produktów ubocznych spalania – popiołów, żużla oraz produktów oczyszczania spalin, w porównaniu ze spalaniem odpadów zmieszanych.

Tab. 2. Skład morfologiczny frakcji > 160/180 mm (% wag.)

Frakcja >160/180	10.03.2011	14.03.2011r.	Średnia
Rodzaj odpadów	Zawartość [%]	Zawartość [%]	Zawartość [%]
Niebezpieczne	0,0	0,0	0,0
Spożywcze poch. roślin.	14,6	5,9	10,2
Spożywcze poch. zwierz.	1,1	4,2	2,6
Zielone	0,0	0,0	0,0
Papier	21,9	20,2	21,0
Tektura	2,9	10,0	6,5
Opak. wielomat. (TetraPak)	3,2	7,8	5,5
Tekstylnia	6,6	3,4	5,0
Tworzywa (PET)	1,3	0,0	0,7
Tworzywa (PCV)	0,9	0,5	0,7
Tworzywa (PS)	1,2	3,9	2,6
Tworzywa (PE)	20,5	27,5	24,0
Pozostałe tworzywa szt.	0,1	7,0	3,6
Środki higieny osobistej	12,5	1,1	6,8
Szkló bezbarwne	5,2	0,3	2,7
Szkló kolorowe	0,0	0,2	0,1
Metale żelazne	0,1	0,0	0,1
Metale nieżelazne	1,3	0,0	0,6
Budowlane	1,2	0,0	0,6
Drewno	2,3	6,5	4,4
Guma	1,7	0,0	0,9
Pozostałe (mineralne)	0,0	0,0	0,0
Frakcja drobna poniżej 10 mm	1,4	1,4	1,4

Zakład stosujący odpady jako paliwo spełniać musi limity emisyjne zawarte w rozporządzeniu *Ministra Środowiska* z dnia 20 grudnia 2005 r. w sprawie standardów emisyjnych z instalacji [6]. Spełnienie wyżej wymienionych standardów determinowane jest stosowaniem paliw o odpowiedniej jakości lub odpowiednich metod oczyszczania gazów odlotowych. W tab. 1 przedstawiono wyniki analizy elementarnej uwzględniającej zawartość składników agresywnych – chloru, siarki oraz wybranych metali ciężkich. W badanych frakcjach odpadów komunalnych zanotowano zawartość siarki na poziomie < 1% oraz chloru < 0,5%. Zawartość chloru w odpadach w ilości nie przekraczającej 1% umożliwi stosowanie wymaganej ustawowo temperatury 850°C w komorze spalania. Przekroczenie tego poziomu wymagałoby zastosowania temperatury 1100°C ze względu na tworzące się dioksyny i furany. Ponadto, spalanie odpadów zawierających chlor może spowodować wzrost zagrożenia korozją chlorkową kotłów parowych. Szczególnie korozyjny względem stali jest chlor molekularny, którego źródłem jest zarówno powstający podczas obróbki termicznej odpadów chlorowódor, jak i chlorki alkaliczne. Podczas spalania odpadów zawierających chlor, alkalia i metale ciężkie, zagrożenie korozją może występować już w temperaturze 250°C. Z drugiej jednak strony obecna w odpadach siarka sprzyja konwersji chlorków do siarczanów i jednoczesnemu ograniczeniu korozji chlorkowej [7].

Do strumienia odpadów komunalnych trafiają także odpady zawierające metale ciężkie. W badanych próbkach zawartość metali ciężkich była niewielka, stężenia rtęci znajdowały się poniżej granicy oznaczalności (<1ppm). Zaobserwowano natomiast podwyższoną względem innych metali ciężkich zawartość chromu, która wynosiła 1486 ppm. Obecność chloru i siarki sprzyjać będzie przechodzeniu metali ciężkich do gazów spalinowych w formie mobilnej, jak chlorki i siarczany. Związki te ulegać będą następnie adsorpcji na cząstkach pyłów lotnych. Pozostała część metali ciężkich ulegać będzie zateżeniu i akumulacji w żużlu. Negatywny efekt obecności metali ciężkich w odpadach związany jest także z katalizowaniem przemian chemicznych prowadzących do powstawania toksycznych dioksyn i furanów.

Podsumowanie

W pracy przedstawiono charakterystykę frakcji >160/180 mm odpadów komunalnych pod względem możliwości przetwarzania termicznego. Wykazano, że frakcja charakteryzuje się składem materiałowym ograniczonym w znacznej mierze do udziału odpadów wysokoenergetycznych, a w konsekwencji podwyższoną w stosunku do odpadów zmieszanych wartością opałową. Odpady te mogą zostać wykorzystane w nowoczesnych spalarniach odpadów lub być współspalane w przystosowanych do tego celu instalacjach stanowiąc źródło energii odnawialnej.

LITERATURA

- [1] Krajowy Plan Gospodarki Odpadami 2014, załącznik do Uchwały nr 217 rady Ministrów z dnia 24 grudnia 2011 r.
- [2] Plan Gospodarki Odpadami dla Województwa Pomorskiego 2010, departament Środowiska, Rolnictwa i Zasobów Naturalnych, (2010).
- [3] *A.U. Zaman*: Int. J. Environ. Sci. Tech. 7, 225 (2010).
- [4] *J. Niedziałkiewicz, K. Waclawiak, K. Stelmach*: Procesy termiczne utylizacji odpadów, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, (2007).
- [5] Word Bank technical Guidance Report, Municipal Solid Waste Incineration, The International Bank for Reconstruction and Development, Washington, D.C., (1999).
- [6] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 grudnia 2005 r. w sprawie standardów emisyjnych z instalacji.
- [7] *T. Hardy, W. Korczyński, K. Mościcki*: Archiwum Spalania, 9, nr 3–4, 181 (2009).