

Grzegorz CZARNY\*

## Biomasa i odpady jako źródło energii. Kraking katalityczny

**STRESZCZENIE.** Wykorzystanie odpadów przemysłowych i komunalnych w przemyśle cementowym, energetyce zawodowej oraz w ciepłowniach komunalnych należy potraktować z należytą powagą. Ilość odpadów składowanych na wysypiskach śmieci jest ogromna. Proces biodegradacji w zależności od odpadu to od kilku lat do kilku stuleci. W obrębie dużych aglomeracji miejskich brakuje terenów na składowiska śmieci. W referacie skrótowo przedstawiono możliwości wykorzystania odpadów.

**SŁOWA KLUCZOWE:** biomasa, odpady, kraking katalityczny

Zasoby odpadów przemysłowych i komunalnych na już istniejących wysypiskach śmieci to ogromne ilości tzw. paliwa alternatywnego o stosunkowo dobrej wartości opałowej, niskiej zawartości popiołu i siarki. W przypadku prowadzenia bieżącej segregacji dostarczanych odpadów dla celów utylizacji termicznej, krakingu katalitycznego można również osiągnąć zadowalające parametry wilgoci. Aby jednak w sposób wybiórczy omówić możliwości wykorzystania odpadów jako paliwa alternatywnego z uwzględnieniem aspektów ekonomicznych nawiążę najpierw do biomasy.

---

\* Mgr — Wektor Sp. z o.o., Chorzów; e-mail: czarny@op.pl

Recenzent: prof. dr hab. inż. Wiesław BLASCHKE

1. Jedną z definicji biomasy precyzuje:

„Biomasa to cała istniejąca na Ziemi materia organiczna, wszystkie substancje pochodzenia roślinnego lub zwierzęcego ulegające biodegradacji. Biomasa są resztki z produkcji rolnej, pozostałości z leśnictwa, odpady przemysłowe i komunalne” [1].

Zacytowana definicja biomasy to przyczynek, aby przeanalizować możliwości wykorzystania biomasy, a w szczególności te jej formy, które są celem, a nie efektem ubocznym produkcji dla potrzeb energetyki (np.: wierzba wiciowa, rdest czy trzcina pospolita).

Wiadomo, iż energetyka zawodowa w Polsce oparta jest na węglu kamiennym i brunatnym. Niestety prowadzona od 1990 roku restrukturyzacja górnictwa nie przynosi spodziewanych efektów (co opisałem w artykule miesięcznika poświęconego zagadnieniom techniki — *Czasopismo Techniczne* nr 114—115; styczeń—grudzień 2005, Kraków) i pomimo praktycznie dostosowywania przez górnictwo cen węgla do akceptowanych przez energetykę, jest niedosyt cenowy tego surowca zarówno w energetyce jak i ciepłownictwie. Z drugiej strony — sytuacja finansowa największego nie tylko w kraju, ale i w Europie producenta węgla kamiennego — Kompanii Węglowej w Katowicach jest tragiczna.

Energetyka zawodowa, ciepłownictwo, przemysł cementowy chcąc produkować po cenach konkurencyjnych na rynku otwartym, a będąc w ogromnej części w posiadaniu kapitału prywatnego, rozpoczęły dywersyfikację paliw. W kręgu zainteresowań znalazła się biomasa i odpady przemysłowe oraz komunalne.

Trudno jednak wymienionym wcześniej podmiotom wiązać nadzieje na regularne i przewidywalne cenowo dostawy biomasy „która jest celem a nie efektem ubocznym” jako paliwa.

1.1. Producenci roślin charakteryzujących się dużym przyrostem rocznym i niewielkimi wymaganiami glebowymi na dzień dzisiejszy dysponują bardzo ograniczonym arealem, nie posiadają profesjonalnych składów magazynowych ani możliwości przerobu technologicznego roślin. Przy bardzo zmiennych warunkach pogodowych w ostatnich latach, produkty roślinne charakteryzuje duża zmienność wartości opałowej i wilgoci.

Dodatkowym utrudnieniem dla odbiorców tego typu biomasy jest logistyka transportu — bardzo wysoki koszt, a to ze względu między innymi na:

- a) brak ładunków powrotnych,
- b) mała gęstość nasypowa biomasy,
- c) zmienność kierunków odbioru biomasy.

Tak więc dla odbiorców spalających jako podstawowy surowiec węgiel kamienny ten typ biomasy nie stanowi (w mej ocenie) perspektywicznego paliwa.

Natomiast w kotłowniach lokalnych (o małej wydajności np. poniżej 0,5 MW), zaprojektowanych a nie dostosowywanych na spalanie biomasy — najlepiej w miejscu upraw — ten typ biomasy ma niewątpliwie szereg zalet. Jako paliwo jest mało szkodliwe dla środowiska: ilość dwutlenku węgla emitowanego do atmosfery podczas spalania równoważona jest ilością CO<sub>2</sub> pochłanianego przez rośliny, które odtwarzają biomasę w procesie fotosyntezy. Wykorzystanie biomasy pozwala zagospodarować nieużytki i spożytkować odpady.

1.2. Jakież są jednak możliwości uzyskania wymiernych efektów ekonomicznych w energetyce, ciepłownictwie, przemyśle cementowym po wprowadzeniu paliwa nazwanego „odpadem komunalnym i przemysłowym”?

Zgodnie z unijną klasyfikacją odpadów można jako pierwsze kryterium podziału przyjąć szkodliwość lub inaczej „kryterium bezpieczeństwa” odpadów. Istnieje bowiem podział na odpady niebezpieczne i inne niż niebezpieczne.

Dodatkowo dokonano podziału odpadów ujętych na tzw. listach zielonych, żółtych i czerwonych — (dla potrzeb transgranicznego przemieszczania).

Do czego służą te podziały?

Podział na odpady niebezpieczne i inne niż niebezpieczne uściślił rodzaj odpadu (ich pochodzenie), przyporządkował poprzez nadanie numeru kodu odpadu do określonych grup oraz zakwalifikował właśnie do odpadów niebezpiecznych lub innych niż niebezpieczne.

Przemieszczanie odpadów zgodnie z rozporządzeniem nr 259/93 Rady Europejskiej o transporcie odpadów na terenie Unii Europejskiej określiło, które odpady wymagają określonych zezwoleń zgodnie z kolorami list, na których je ujęto.

Te podziały stały się jednocześnie podstawą do wypracowania „cennika” w przypadku termicznej utylizacji odpadów. Cenotwórcze stały się: kaloryczność, zawartość chloru oraz umieszczenie w danym kolorze listy przewozowej.

Kaloryczność jako jedyny wykładnik ceny stosowany w górnictwie węgla kamiennego w Polsce zawiera te same przedziały co odpady. Jeżeli jednak w węglach typowo energetycznych typu 31—32 przedziały są najczęściej w granicach od 17—27 MJ/kg, tak w przypadku odpadów przedziały stosowane są od 16—35 MJ/kg i powyżej.

W górnictwie cennik w zależności od kaloryczności i rodzaju odbiorcy docelowego określa poziom cenowy dla 1 GJ — średnio około 7,10 zł/netto za 1 GJ. Tyle zapłaci odbiorca.

W odpadach w zależności od kaloryczności — poddający odpady utylizacji termicznej otrzyma średnio od 50—60 Euro za tonę. Przy uśrednionej kaloryczności dla odpadów na poziomie 22 MJ/kg spalający odpady otrzyma 10 zł/1 GJ. Tak się dzieje na dzień dzisiejszy w Austrii czy Niemczech. Umożliwienie utylizacji termicznej odpadów w energetyce zawodowej, ciepłownictwie czy też w przemyśle cementowym poprzez odpowiednią politykę dotyczącą odpadów daje efekty ekonomiczne widoczne gołym okiem.

Co zatem stoi na przeszkodzie aby w większym niż do tej pory stopniu wykorzystywać odpady jako surowiec będący paliwem?

1.3. Podstawowym problemem na dzień dzisiejszy jest ilość uregulowań prawnych, a co się z tym wiąże konieczność pozyskiwania stosownych zezwoleń na spalanie odpadów. Dla zobrazowania problemu w formie załącznika do referatu dołączyłem wydruk tytułów obowiązujących aktów prawnych w tym zakresie (załącznik).

Następnym problemem jest interpretacja aktów prawnych w tzw. terenie. Rozbieżność interpretacji aktów prawnych na różnych szczeblach administracji państwowej jest ogromna. Nie ma jednoznacznych wykładni.

1.4. Spalanie to egzotermiczna reakcja chemiczna, polegająca na utlenianiu palnych składników paliwa. Źródłem tlenu potrzebnego do przebiegu reakcji z reguły jest powietrze. Zarówno powietrze, jak i paliwa doprowadzane do komory spalania noszą nazwę substratów. Końcowym efektem spalania są: ciepło i produkty, które mogą być stałe, ciekłe i gazowe.

Dla przypomnienia:

Zerowa zasada termodynamiki mówi, że jeśli dwa układy są w równowadze termodynamicznej z trzecim układem, to są również w równowadze termodynamicznej między sobą.

Pierwsza zasada termodynamiki mówi, że ciepło doprowadzone z zewnątrz do układu zamkniętego jest zużywane na zwiększenie energii wewnętrznej układu  $U$  oraz na wykonanie przez układ pracy zewnętrznej  $W$ .

$$Q = U + W \text{ (równanie w postaci skończonej)}$$

Druga zasada termodynamiki mówi, że procesy nieodwracalne zachodzące w układzie termodynamicznym mogą tylko zwiększać energię tego układu. Zmiana energii jest możliwa wskutek transportu entropii do lub z układu do otoczenia — bądź wzrostu entropii wewnętrznej (np. wskutek tarcia). Transport entropii może odbywać się na skutek przepływu ciepła.

Powracając do spalania.

Mówimy o spalaniu całkowitym wówczas, gdy ulegną utlenieniu wszystkie stałe składniki paliwa, natomiast gdy część palnych składników paliwa pozostaje w żużlu lub popiele — występuje spalanie niecałkowite. Spalanie zupełne występuje wtedy, gdy powstają ostateczne związki niepalne, np.:  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ . W wyniku spalania niezupełnego mogą w spalinach wystąpić, oprócz związków niepalnych, również związki palne, np.:  $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{CH}_4$ .

W zależności od mechanizmu przenoszenia, wymiana ciepła może być realizowana poprzez:

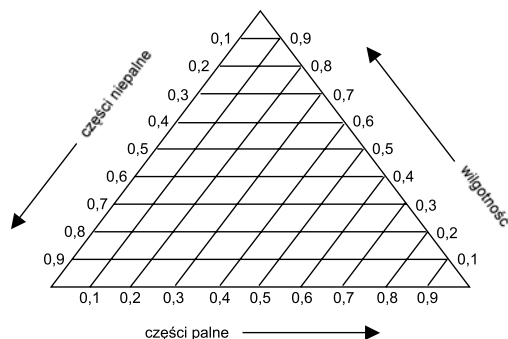
- ❖ przewodzenie,
- ❖ konwekcję,
- ❖ promieniowanie termiczne.

W teorii spalania bardzo istotnym pojęciem jest ciepło spalania [2—4]. Ciepło spalania jest to ciepło otrzymane przy spalaniu całkowitym i zupełnym paliwa przy stałym ciśnieniu, przy czym produkty spalania zostają ochłodzone do temperatury początkowej substratów.

W praktycznych zastosowaniach istotne znaczenie ma wartość opałowa — (to ilość wydzielonego ciepła otrzymana przy spalaniu całkowitym i zupełnym paliwa, w warunkach standardowych — temperatura  $298,15^\circ\text{K}$  i ciśnienie  $101,325 \text{ kPa}$  — przy czym para wodna powstała w czasie spalania nie ulega skropleniu unosząc ze sobą ciepło parowania).

O energetycznym wykorzystaniu odpadów decyduje przede wszystkim ich wartość opałowa która zależy od następujących czynników: zawartości wilgoci, zawartości części lotnych, zawartości substancji mineralnej (popiołu).

Charakterystykę odpadów można zilustrować za pomocą trójkąta Tannera [5].



Współrzędne tego wykresu wyznaczają: zawartość części palnych, części mineralnych i wilgoci. Na wykresie poszczególnym punktom paliwa są przypisane wartości temperatury spalania. Można więc wyznaczyć zakres zmienności temperatur dla spalania autonomicznego. Odpady będą się samodzielnie palić (nie jest wymagany dodatek surowców energetycznych) wówczas, gdy zawartość wilgoci będzie poniżej 50%, udział części palnych (organicznych) będzie powyżej 25%, a zawartość substancji mineralnej (popiołu) będzie poniżej 60%. Zawartość części mineralnych i wilgoci w odpadach wpływają negatywnie na proces spalania poprzez wykorzystanie części ciepła na odparowanie wilgoci i podgrzanie popiołu.

Dla odpadów przyjmuje się również — zamiast minimalnej temperatury spalania — minimalną wartość opałową dla której możliwe jest zrealizowanie stabilnego spalania. Do tej pory nie opracowano jednak jednoznacznych kryteriów dla odpadów stosowanych jako paliwo alternatywne.

1.5. Odpady jako paliwo alternatywne to pojęcie dosyć płynne. Teoretycznie paliwo alternatywne może składać się z (do) 10 rodzajów odpadów, a wartość opałowa tej mieszanki musi być powyżej 16 MJ/kg. W praktyce paliwo alternatywne to mieszanka dwóch lub trzech odpadów. Decyduje o tym możliwość podania odpadów na kocioł, granulacja produktu, sposób utylizacji powstałych odpadów w procesie spalania itd.

2. Paliwa alternatywne w przemyśle cementowym dzielone są ze względu na stan skupienia [5—9].

I tak wyróżniamy paliwa:

- ✧ gazowe (gaz pizolityczny, biogaz itp.),
- ✧ płynne (oleje zużyte, rozpuszczalniki itp.),
- ✧ stałe (opony, odpady drzewne, tworzywa sztuczne itp.).

Stosowany jest również podział wprowadzony przez Cembureau, dzielący paliwa alternatywne na 5 klas [10]:

- ✧ gazowe paliwa alternatywne: gaz pizolityczny, biogaz itp.,
- ✧ płynne paliwa alternatywne: zużyte rozpuszczalniki o niskiej zawartości chloru, oleje hydrauliczne, tłuszcze i oleje smarowe itp.,
- ✧ proszkowane, granulowane lub pokruszone stałe paliwa alternatywne: trociny itp.,
- ✧ wstępnie pokruszone stałe paliwa alternatywne: cięte opony, odpady gumowo-plastikowe, odpady drewna itp.,
- ✧ bryłowe paliwa alternatywne: opony, bale plastikowe itp.

Stale paliwa alternatywne można podzielić z kolei na 4 grupy [11]:

- ✧ grupa 1: suche paliwa o drobnych wymiarach, które się nie kleją, o wymiarze poniżej 2 mm, wilgotność około 10—15% (np. pył drzewny),
- ✧ grupa 2: suche paliwa o dużych wymiarach, które się nie kleją, o wymiarze poniżej 20 mm, wilgotność około 10—15% (np. odpady tworzyw sztucznych),
- ✧ grupa 3: suche paliwa, które mają tendencję do klejenia, o wymiarze poniżej 20 mm, wilgotność około 10—15% (np. mączka kostna),
- ✧ grupa 4: mieszaniny, o wymiarze poniżej 2 mm, wilgotność około 10—15% (np. pył drzewny).

Inny podział paliw alternatywnych dla przemysłu cementowego klasyfikuje je ze względu na wartość opałową na trzy grupy [12]:

- ✧ paliwa wysokogatunkowe o wartości opałowej w granicach 30—46 MJ/kg (np. tworzywa sztuczne, odpady gumowe, zużyte opony),
- ✧ paliwa średniogatunkowe o wartości opałowej w granicach 16—20 MJ/kg (np. biogaz, odpady biologiczne takie jak: olej z orzechów kokosowych, bryły po wyciśnięciu oleju z oliwek, łuski ryżowe),
- ✧ paliwa niskogatunkowe o wartości opałowej poniżej 15 MJ/kg (np. odpady domowe, tektury).

Istnieją inne podziały również. Np. według Grosse-Daldrup H.; Scheubel B. (1996) — na trzy kategorie, w Stanach Zjednoczonych według Campbella C. (1997) — na cztery kategorie itd.

O ile w przemyśle cementowym paliwa alternatywne ugruntowały swoją pozycję, o tyle w energetyce zawodowej czy ciepłownictwie nie znalazły do tej pory zastosowania.

Ma na to wpływ między innymi kilka czynników.

- a) większość kotłów pracujących obecnie w energetyce i ciepłownictwie to kotły pyłowe. Podanie paliwa alternatywnego stałego na ten typ kotłów przysparza określone problemy techniczne. Stosowane młynki do rozdrabniania węgla przed podaniem do komory spalania, a zmieniające węgiel w pył uniemożliwiają podanie w tym samym miejscu paliwa alternatywnego stałego;
- b) ustawodawca wprowadził ograniczenia ilościowe (1% w stosunku do całkowitej masy spalanego paliwa). Najwięksi odbiorcy węgla kamiennego w kraju spalają rocznie około 10 mln ton. Mogą więc zużyć jedynie 100 000 ton paliwa alternatywnego w skali roku. Biorąc pod uwagę, że odbiorcy ci posiadają wiele zakładów w różnych częściach kraju przy jednocześnie zróżnicowanym poziomie spalania węgla, stają przed problemem opłacalności budowy nowych ciągów technologicznych umożliwiających podanie paliwa alternatywnego do komór spalania;
- c) stosowane do tej pory instalacje przede wszystkim pracują w kierunku odsiarczania;
- d) duże opory ze strony lokalnych środowisk dla spalania odpadów (opory medialne często bez znajomości szczegółów);
- e) wysoka zawartość chloru (najczęściej) w paliwach alternatywnych powoduje przyspieszoną korozję urządzeń;
- f) ustawodawca wymaga aby paliwa alternatywne były podawane przez odbiorców docelowych samodzielnie — tzn. nie mogą sprowadzać mieszanek z miazgi i odpadów.

Te i inne niż wymienione uwarunkowania sprawiają, że póki co utylizacja termiczna odpadów ma bardzo ograniczone zastosowanie. Jednak biorąc pod uwagę czynnik ekonomiczny można przyjąć za pewnik, iż spalanie odpadów — pomimo konieczności poniesienia nakładów inwestycyjnych — będzie miało coraz większe zastosowanie w energetyce, ciepłownictwie czy przemyśle cementowym.

Powracając do cen węgla i odpadów.

Od momentu wdrożenia cenników przez Kompanię Węglową S.A. w Katowicach — jak już wcześniej mówiłem — kaloryczność jest jedynym parametrem cenotwórczym dla węgla

kamiennego. Wcześniej obowiązywał tzw. cennik prof. W. Blaschke, gdzie cztery parametry były cenotwórcze, a to: kaloryczność, popiół, siarka, wilgoć.

Wymienione parametry nadal są istotne dla odbiorców docelowych, lecz nie przekładają się na cenę. Dochodzi do paradoksów. Operaty ochrony środowiska zobowiązują odbiorców do spalania np. węgla o zawartości siarki do 0,4% lub do 0,6% siarki. Tego typu węgla ma w złożach bardzo niewiele kopalń (np. była kop. Bobrek, była kop. Brzeszcze). Jeżeli chodzi o wymogi w zakresie chloru to spełnia je jedynie węgiel ze złóż kop. Bolesław Śmiały. Natomiast kopalnie te mogą stosować dla określonych odbiorców jedynie tzw. „cennik Kompanii Węglowej”. W efekcie węgle o niskiej zawartości siarki czy chloru cennikowo nie różnią się niczym.

Ochrona środowiska wprowadza zaostrzone normy w zakresie np. siarki (która w złożach nie jest siarką pirytową lecz naturalną), a odbiorcy docelowi nie mają gdzie nabyć tego typu węgla. Zachodzi konieczność budowy instalacji odsiarczania. To droga inwestycja. Należy zatem rozważyć możliwość spalania odpadów, gdzie podstawowe parametry są lepsze aniżeli węgla kamiennych.

Dla przykładu podaję w ujęciu tabelarycznym wyniki laboratoryjne odpadów z grupy 030307 i 160119. Po wykonaniu mieszanki w odpowiednich proporcjach uzyskano wyniki, które preferują odpady. Analizę wykonał dnia 06.04.2006 Instytut Chemicznej Przeróbki Węgla w Zabrze na zlecenie firmy HDM Sp. z o.o. z Siemianowic Śląskich.

Odpady według kodu

KWK Silesia			Nr kodu 030307			Nr kodu 160119		
$W_t^r$	%	10	$W_t^r$	%	6,7	$W_t^r$	%	7
$A^r$	%	30	$A^r$	%	11,8	$A^r$	%	14,7
$Q_i^r$	J/g	18 000	$Q_i^r$		18 500	$Q_i^r$		18 163
$S_t^r$	%	0,80	$S_t^r$	%	0,23	$S_t^r$	%	0,28

Porównanie wykazuje iż na korzyść odpadów przemawiają niższe wartości: zawartości siarki, zawartości popiołów, ilości wilgoci.

Dominującym w Europie i na świecie układem technologicznym w instalacjach termicznego przekształcania odpadów są systemy rusztowe, które obok spalania w piecu obrotowym (cementownie) i w stacjonarnym złożu fluidalnym są powszechnie stosowane do spalania szerokiej gamy odpadów komunalnych.

Przykładowo w Niemczech stosowane są następujące systemy rusztowe [13]: ruszty współbieżne 51,5%, ruszty przeciwbieżne 13%, ruszty walcowe 35,5%,

oraz układy komory spalania: układy współprądowe 27,6%, układy przeciwaprądowe 15,7%, układy mieszane 56,7%.

Termiczne przekształcanie odpadów budzi opór wśród ekologów i społeczności lokalnych. Powodem jest obecność w gazach odlotowych spalarni chlorowcopochodnych dibenzodioksyn i dibenzofuranów, związków o wysokiej toksyczności. Trzeba podkreślić, że

obecność metali ciężkich w gazach odlotowych działa katalitycznie na tworzenie pochodnych dioksyn i furanów w obecności chloru, węgla i tlenu. Również odpady ze spalania w postaci żużla i popiołów lotnych zawierają metale ciężkie, także na popiołach lotnych zaadsorbowane są związki pochodne dioksyn i furanów.

Należy zatem po procesie spalania (żużel i popiół) unieszkodliwić odpady np. poprzez zamykanie w matrycach cementowych i deponowanie na składowiskach [14—15]. Na cele budownictwa drogowego można użyć 10% odpadów ze spalarni do masy betonowej.

Wysokotemperaturowe spiekanie [16] minimalizuje wymywalność metali ciężkich z produktów odpadowych.

Gazy spalinowe powstałe w trakcie spalania odpadów komunalnych, przed skierowaniem do atmosfery muszą być poddane procesom oczyszczania. Pojęcie „spalanie” i „współspalanie” determinują wymagania co do rozwiązań procesowych i technicznych, a tym samym rzutuje również na wymagania ekologiczne dla tych technologicznych rozwiązań.

Dyrektywa 2000/76/UE nakazuje, ażeby instalacje spalania odpadów były tak zaprojektowane, wyposażone, wykonane i eksploatowane aby przy najbardziej niekorzystnych warunkach pracy kontrolowana temperatura spalin wynosiła przynajmniej 850°C, a czas przebywania spalin w tej temperaturze wynosił co najmniej 2 sek. Jeżeli w spalonych odpadach zawartość halogenowych związków organicznych w przeliczeniu na chlor jest większa od 1% masy odpadu, to wówczas minimalna temperatura strumienia spalin musi wynosić co najmniej 1100°C i czas przebywania spalin w tej temperaturze musi również wynosić co najmniej 2 sek. Piece powinny być wyposażone w palniki, które włączają się automatycznie w przypadku gdy temperatura gazu, po ostatecznym doprowadzeniu powietrza, spadnie poniżej dopuszczalnego minimum.

Podobne wymagania są stawiane instalacjom współspalania odpadów.

W Polsce warunki współspalania odpadów regulowane są przez Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 21 marca 2002 w sprawie wymagań dotyczących prowadzenia procesu termicznego przekształcania odpadów (Dz.U. z 2002 nr 37, poz. 339).

3. Tworzywa sztuczne przygotowywane do procesu utylizacji termicznej, nie będące mocno zanieczyszczone (np. zanieczyszczenia mineralne) można wykorzystać do krakingu katalitycznego w wyniku którego otrzymuje się komponenty paliw. Tak więc prowadząc selekcję tworzyw sztucznych do spalania pozyskujemy surowiec do recyklingu.

Spośród wszystkich tworzyw sztucznych jedynie tzw. polieny (poliolefiny) nadają się do recyklingu zwanego krakingiem katalitycznym.

W skład polimerów poliolefinowych wchodzi:

#### I. Polietylen (PE)

- ✧ HDPE — polietylen o dużej gęstości,
- ✧ LDPE — polietylen o małej gęstości.

Spośród tworzyw sztucznych największą rolę odgrywają obecnie tworzywa termoplastyczne. Najważniejszym z nich jest polietylen należący do poliolefin. Moce produkcyjne wszystkich zainstalowanych linii produkcyjnych tego polimeru na świecie wynoszą około 51,1 mln ton/rok.



Ogólnie rzecz biorąc, ze względu na swoje znakomite właściwości fizykochemiczne jego zastosowanie jest wręcz wszechstronne. Znajduje zastosowanie tak w różnych gałęziach przemysłu w tym w przemyśle elektrotechnicznym i elektromechanicznym, farmaceutycznym, chemicznym ale również w budownictwie czy też do wyrobu włókien, folii, opakowań i artykułów AGD itd. itd.

#### Spis najważniejszych wyrobów z polietylenu

1. Folie i inne opakowania / w tym: folie opakowaniowe, torby popularnie zwanymi torbami plastikowymi, woreczki oraz worki (w tym na śmieci), opakowania typu „uformuj, napełnij i zgrzej”, pojemniki, butelki, kanistry, beczki czy kontenery na wodę i inne ciecze wykorzystywane tak w gospodarstwie domowym, rolnictwie (za wyjątkiem pojemników lub opakowań do mleka i tłuszczów zwierzęcych), w praktyce przemysłowej handlu i innych dziedzinach życia.  
Wymieniona wyżej grupa wyrobów z polietylenu jest obok butelek z tzw. PET-u (politereftalanu etylenowego) najbardziej popularnym odpadem polimerowym w śmieciach komunalnych.  
Z omawianej grupy odpadów ogromne masy stanowią również folie i opakowania w tym skrzynki transportowe, beczki i inne opakowania wykorzystywane przez przemysł i handel tak na poziomie małych sklepów jak i wielkich sieci handlowych typu hipermarkety.
2. Rury z HDPE znajdują zastosowanie w sieciach wodociągowych, gazowych, kanalizacyjnych oraz w rurociągach przemysłowych zarówno do przesyłania wody pitnej, cieczy chemicznych, gazów w tym gazu energetycznego jak i do ścieków — są one coraz bardziej popularne i stopniowo wypierają tradycyjne rury z PCV — ich cechą charakterystyczną jest żółta barwa wyrobu, podobnie jak rur z PP czyli polipropylenu.
3. Węże.
4. Liny.  
Powłoki izolacyjne kablowe oraz inne materiały elektroizolacyjne w tym armatura elektryczna, a więc: tzw. puszkę elektryczną, obudowy wyłączników i gniazd elektrycznych, elementy różnorodnego sprzętu elektrycznego i elektronicznego itp.
5. Artykuły gospodarstwa domowego takie jak: plastikowe stolnice, obudowy niektórych sprzętów AGD, wieszaki na ubrania, wieszaki na sprzęt kuchenny, uchwyty meblowe itp.
6. Zabawki i elementy zabawek tak tradycyjnych jak i politechnicznych.
7. Sprzęt sportowy i rekreacyjny, a w tym: kije hokejowe, narty, żagle, liny itp.
8. Części zaworów, filtrów i pomp.
9. Elementy aparatury chemicznej w przemyśle chemicznym.
10. Elementy instalacji uzdatniania wody oraz oczyszczalni ścieków.
11. Elementy budowy systemów uzdatniania wody.
12. Elementy instalacji oczyszczalni ścieków.
13. Elementy urządzeń stosowanych w przemyśle spożywczym a w tym:
  - ✧ wykładziny blatów i stołów stosowanych w przemyśle spożywczym,
  - ✧ sortownice, krajalnice, podajniki, dozowniki, podkłady do wykrawania oraz przecinania wykorzystywane w masarstwie, piekarnictwie itd.,

- ✧ części maszyn mające kontakt z żywnością, wykładziny komór i kabin chłodniczych oraz części w urządzeniach chłodniczych.
- 14. Nisko oraz średnio obciążone części maszyn.
- 15. Elementy linii systemów transportujących, pakujących i napełniających takich jak: ślimaki transportowe, gwiazdy, stoły, szyny, koła: linowe, pasowe, zębate, ślizgi, profile, prowadnice ślizgowe, segmenty i składy ślizgowe, napinacze łańcuchów, okładziny rynien transportowych, kanały zsypane.
- 16. Wykładziny odporne na uderzenia.
- 17. Listwy ochronne w tym montowane na ścianach i drzwiach (sklepy, magazyny, hale produkcyjne).
- 18. Niezwykle odporne mechanicznie włókna chemiczne stosowane w produkcji np.: kamizelek kuloodpornych, tkanin technicznych czy chociażby wspomnianych wyżej żagli itp.
- 19. Okładziny: bunkrów, silosów, rynien transportowych, systemów składowania materiałów sypkich.
- 20. Drobne wyroby galanteryjne.
- 21. Pianka polietylenowa; wykorzystuje się ją zasadniczo w dwóch głównych grupach wyrobów:
  - a) wszelkiego rodzaju mat w postaci: rolek, płyt, pasków itp.
  - b) profili w postaci otulin (w tym otulin izolacyjnych), prętów, profili kształtowanych.

#### Rozpoznawanie:

Polietylen jest stosunkowo miękkim tworzywem uginającym się pod dotykiem paznokcia i mający wygląd podobny do twardej parafiny. Próbką polietylenu nie tonie w wodzie. Próbką polietylenu włożona do płomienia palnika topi się i pali. Po zgaszeniu wyczuwa się charakterystyczny zapach parafiny. Dodatkową identyfikacją polietylenu jest określenie jego rozpuszczalności. Polietylen rozpuszcza się na gorąco w tetrachlorku węgla oraz toluenie i ksylenach, a po ochłodzeniu wypada z powrotem z roztworu w postaci proszku lub galaretowatej masy.

#### II. Polipropylen (PP)

Spis najważniejszych wyrobów z polipropylenu

1. Różne elementy maszyn poddawanych większym obciążeniom: wałki drukarskie, koła zębate itp.
2. Folie i opakowania (podobne zastosowanie jak w przypadku PE): folie opakowaniowe, torby i worki foliowe.
3. Naczynia i elementy do sterylizacji wrzeniem.
4. Wyroby wymagające łączenia i współpracy z elementami metalowymi.
5. Rury, stosowane w sieciach wodociągowych, gazowych, kanalizacyjnych oraz w rurociągach przemysłowych zarówno do przesyłania wody pitnej, cieczy chemicznych, gazów w tym gazu energetycznego jak i do ścieków. Mają podobnie jak rury wykonane z PP kolor żółty.
6. Obudowy maszyn.
7. Łożyska niskoobrotowe.
8. Elementy armatury.
9. Wykładziny.

10. Pojemniki (podobne jak w przypadku PE), a więc: pojemniki, butelki, kanistry, beczki czy kontenery na wodę i inne ciecze wykorzystywane tak w gospodarstwie domowym, rolnictwie (za wyjątkiem pojemników lub opakowań do mleka i tłuszczów zwierzęcych), w praktyce przemysłowej, handlu i innych dziedzinach życia.
11. Sznury i sieci rybackie.
12. Sznurki oraz worki do pakowania ziemniaków.
13. Włókna cięte (dodawane do mieszanek z wełną i bawełną w przemyśle tekstylnym).
14. Polipropylenowe mikroporowate włókna kapilarne do ultrafiltracji i rozdziału gazów.
15. Tapicerka.

Rozpoznawanie:

Identyczne jak w przypadku PE — jedynie gorsza rozpuszczalność w rozpuszczalnikach organicznych.

### III. Polistyren (PS)

Spis najważniejszych wyrobów z polistyrenu.

1. Obudowy różnych urządzeń mechanicznych.
2. Obudowy i inne elementy sprzętu gospodarstwa domowego.
3. Przedmioty gospodarstwa domowego, drobne wyroby galanterijne: grzebienie, zabawki klasyczne.
4. Szkło polistyrenowe — płyty gładkie oraz szkło wzorzyste: szyby polistyrenowe do szklenia drzwi, mebli, kabin prysznicowych, ścianek działowych, ścianek wanien i pryszniców, osłon świetlnych, sufitów podwieszanych, balustrad.
5. Obudowy urządzeń elektronicznych.
6. Rury kwasoodporne.
7. Zabawki politechniczne, czyli zestawy powtarzalnych elementów, z których buduje się domy, miasta, maszyny, okręty i samoloty.
8. Polistyren porowaty (styropian) — powszechnie stosowany do: opakowań, płyt termoizolacyjnych, galanteria techniczna, wykładziny (w tym elementy styropianowych ozdób w budownictwie — sztukaterie).
9. Polistyren wysokoudarowościowy: opakowania do żywności, opakowania jednostkowe (kasety i płyty CD, kasetki na biżuterię, różnorakie pudełka, pojemniki, słoiki itd.), towary konsumpcyjne (zabawki, kabiny prysznicowe), artykuły jednorazowe (kubki, sztucce) w gastronomii i gospodarstwie domowym, drobny sprzęt medyczny (pojemniki na odpady, szalki Petriego), artykuły AGD (m.in. obudowy telewizorów, komputerów, konstrukcja nośna lodówek i zamrażarek), obudowy do zabawek o napędzie mechanicznym lub elektrycznym.

Rozpoznawanie:

Polistyren jest łatwopalny. Pali się żółto-pomarańczowym, silnie kopącym płomieniem wydzielając charakterystyczny zapach aromatycznych związków organicznych. Jest świetnie (w odróżnieniu od PP i PE) rozpuszczalny w wielu rozpuszczalnikach organicznych takich jak toluen, benzen, ksyleny, czterochlorek węgla, dwuchlorometan, amidy, niektóre estry itp. dając gęste, lepkie kleiste roztwory. Łatwo mięknie po podgrzaniu powyżej 100°C.

#### IV. Kauczuk naturalny i syntetyczny

Spis najważniejszych wyrobów z kauczuków: zabawki, gumy „białe” i bezbarwne, prezerwatywy, kleje typu „Butapren”, uszczelki, odpady przed wulkanizacyjne w fabrykach gumy.

Główna masa kauczuków używana jest do produkcji gumy czarnej (czerwonej) w tym przede wszystkim opon i dętek. Gумы te jednak nie nadają się do przerobu w procesach pirolizy zwłaszcza katalitycznej ze względu na ogromną zawartość w nich siarki i związków siarki. Do tego celu nie nadają się również kauczuki syntetyczne z grupy chloroprenów zawierających chlor.

##### Rozpoznawanie

Kauczuki paląc się wydzielają charakterystyczny zapach podobny do zapachu palącej się gumy. Spalają się ciemnożółtym, kopcącym płomieniem — kapiąc.

W przypadku kauczuku chloroprenowego wydziela się również biały duszący opar kwasu solnego barwiący mokry papierek uniwersalny na czerwono.

Wymieniłem poliolefiny i prosty sposób ich rozpoznawania w gotowych wyrobach dla celów krakingu katalitycznego.

Wspólnym punktem dla utylizacji termicznej tworzyw i krakingu katalitycznego był proces segregacji.

Należy jednak nadmienić, że główne technologie recyklingu odpadów tworzyw sztucznych można aktualnie uszeregować następująco:

1. Piroliza (kraking) ewentualnie z udziałem katalizatorów.
2. Hydrokraking.
3. Zgazowanie.
4. Wykorzystanie energetyczne w cementowniach.
5. Czynniki redukcyjne w hutnictwie stali.
6. Granulowanie wysoko wyselekcjonowanych odpadów polimerowych.
7. Bezpośrednie spalanie.

Typowymi procesami krakingu zastosowanymi do odpadów polimerów są technologie: technologia BP-CHEMICALS, technologia BASF, technologia FUJI (ten kierunek panuje w Polsce)

Najbardziej klasyczna technologia hydrokrakingu to VEBA-OEL.

W przypadku zgazowania odpadów tworzyw sztucznych można wykorzystać te odpady, które są silnie zanieczyszczone np. gdy pochodzą ze śmieci komunalnych.

Ostatnio pokazała się bardzo interesująca technologia pozwalająca na utylizację metodą wysokotemperaturowego zgazowania wszystkich odpadów komunalnych i przemysłowych w tym również odpadów polimerowych, ze znacznym uzyskiem energii cieplnej, za pomocą technik pieca hutniczego. Jest to technologia KSK-WT GmbH Niemcy, którą w dużym skrócie i uproszczeniu omówię.

Celem procesu jest utylizacja materiałów i odpadów w przyjaznej dla środowiska linii technologicznej o rocznej wydajności pojedynczego modułu od 10 do 50 tysięcy ton. Technologia ta umożliwi połączenie różnych celów i czystej utylizacji różnorodnych odpadów oraz pozyskanie energii w czystej postaci. Z ekonomicznego punktu widzenia, optymalnym rozwiązaniem jest zastosowanie pojedynczego modułu już przy podaży od

10 tysięcy ton odpadów. Największy z modułów posiada zaś wydajność 50 tysięcy ton w skali roku. Sensownym rozwiązaniem staje się tutaj kaskada modułów, która umożliwia osiągnięcie dowolnej wydajności przy minimalizacji kosztów, a także ograniczenie ryzyka gospodarczego w przypadku nieoczekiwanego rozwoju sytuacji w zakresie podaży odpadów, ponieważ można wówczas wyłączyć pojedyncze moduły z eksploatacji i np. dalej odsprzedać.

Urządzenie nie stawia szczególnych wymagań co do infrastruktury miejscowej i zakresu przygotowania odpadów do utylizacji. Materiałem wsadowym są przygotowane odpady lub surowce pochodzenia roślinnego, a także pozostałe materiały wszelkiego rodzaju, oraz optymalne mieszaniny dowolnych komponentów o uzgodnionym z użytkownikiem spektrum. Głównym obszarem zastosowania jest utylizacja odpadów zwykłych, jak i specjalnych wszelkiego rodzaju z większym udziałem materiału organicznego lub też surowców pochodzenia roślinnego, predysponowanych do wytwarzania energii. Jest jednak możliwa każda kombinacja-przykładowo:

- a) mechaniczno-biologicznie ustabilizowane odpady komunalne,
- b) materiały palne z odpadów,
- c) mechanicznie uzdatnione odpady (sprzęty, drewno, opony, pojazdy, frakcje częściowo rozdrobnione,
- d) odpady przemysłowe,
- e) odpady uciążliwe, specjalne i niebezpieczne,
- f) wszelkiego rodzaju surowce pochodzenia roślinnego,

Sortowanie wstępne, usuwanie metali lub składników mineralnych do określonej procentowo zawartości tych frakcji nie jest konieczne, ani ekonomicznie uzasadnione.

Podstawą procesu jest rozwinięcie technologii metalurgicznych stosowanych w przemyśle odlewniczym i stalowym w kierunku wysokotemperaturowego wytapiania połączonego z odgazowaniem wsadu.

Proces ma zastosowanie do wszelkiego rodzaju materiałów.

Główne cechy procesu to:

- ✧ zmodyfikowana zasada pieca szybowego z regulowaną pirolizą,
- ✧ wykorzystanie czystego technicznego tlenu,
- ✧ zwrotne wprowadzenie do wysokotemperaturowej strefy reaktora frakcji gazowych do stabilizacji procesu spalania i zwrotnej utylizacji produktów rozpadu pirolitycznego wymieszanych z tymi frakcjami,
- ✧ ochrona środowiska zintegrowana z procesem.

Powstające w procesie utylizacji produkty są typowe dla wysokotemperaturowego recyklingu poprzez wytop i odgazowanie w temperaturze około 2000°C.

W zależności od przetworzonego materiału wsadowego uzyskuje się następujący zestaw produktów i surowców:

- ✧ wysokoenergetyczny gaz opałowy, o jakości uzyskiwanej w procesach syntezy,
- ✧ nierozpuszczalny granulaty lub krystalizaty w blokach, które to materiały doskonale nadają się do dalszego przerobu na materiały izolacyjne np. wełna mineralna, do produkcji materiałów budowlanych ze względu na minimalną zawartość tlenków metali ciężkich,

- ✧ stopy żelaza zawierające całą gamę metali, w tym ciężkich, mające zastosowanie w metalurgii,
- ✧ szkodliwe koncentraty pochodzące z roztworów płuczących gaz, w ilości mniejszej niż 5% masy materiału wsadowego.

## Podsumowanie

W swym referacie wskazałem (mam nadzieję) na celowość produkcji paliw alternatywnych dla cementowni, ciepłowni i energetyki zawodowej z odpadów. Jednocześnie z prowadzoną segregacją odpadów dla celów utylizacji termicznej może być prowadzona segregacja dla recyklingu lub wydawania ze składowiska odpadów dla przemysłu hutniczego (celem zgazowania) bez segregacji.

Każda formuła wykorzystania odpadów w sposób bezpieczny dla środowiska to wymierny efekt ekonomiczny dla odbiorców docelowych, a jednocześnie ochrona terenów w miastach, wydłużanie żywotności już istniejących i nowo projektowanych wysypisk odpadów.

## Literatura

- [1] <http://www.biomasa.org/edukacja/biomasa/> z dnia 05.11.2004 r.
- [2] KOWALEWICZ A., 2000 — Podstawy procesów spalania. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa.
- [3] WIŚNIEWSKI S., 1995 — Termodynamika techniczna. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa; Stefanowski B.; Staniszewski B. 1951.
- [4] WERSZKO D. 1999 — Wybrane zagadnienia z techniki cieplnej. Wydanie II poprawione, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław.
- [5] ŻYGADŁO M., 1999 — Gospodarka odpadami komunalnymi. Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej, Skrypt nr 346, Kielce.
- [6] GROSSE-DALDRUP H., SCHEUBEL B., 1996 — Alternative fuels and their impact on refractory linings. World Cement No 3, p. 94—98.
- [7] PIZANT J., GAUTHIER J.C. 1997a — Burning alternative fuels in rotary kilns. World Cement No 9, p. 64—75.
- [8] PIZANT J., GAUTHIER J.C. 1997b — Solutions adapteses a la combustion de fuels alternatifs en fours rotatifs. Ciments Betons Plâtres Cahux No 3, p. 179—187.
- [9] JENKINS B.G., MATHER S.B., 1997 — Fuelling the demand for alternatives. The Cement Environmental Yearbook, p. 90—97.
- [10] Best available techniques for the cement industry. Cembureau. Bruksela 1999.
- [11] PAULIN F., 1998 — Conveying, dosing and combustion of solid alternative fuels. World Cement No 7, p. 81—84.
- [12] GAEBEL R., NACHTWEY W., 2001 — Running out of time. World Cement No 4, p. 59—64.

- [13] KOZAKIEWICZ J., MIROSLAW J., SKOWRON H., 2003 — Doświadczenia RAFAKO S.A. w zakresie budowy instalacji spalania odpadów komunalnych — uwarunkowania wdrożeń w Polsce. Materiały Międzynarodowej Konferencji „Spalanie paliw alternatywnych w energetyce i przemyśle cementowym”, Opole, s. 107—124.
- [14] PIECUCH T., 1998 — Termiczna utylizacja odpadów i ochrona powietrza przed szkodliwymi składnikami spalin. Wydawnictwa Politechniki Koszalińskiej, Koszalin;
- [15] PIECUCH T. i in., 2002 — Spalanie i piroliza odpadów oraz ochrona powietrza przed szkodliwymi składnikami spalin. Wydawnictwa Politechniki Koszalińskiej, Koszalin.
- [16] BECKER J. i in., 1995 — Przegląd termicznych metod utylizacji odpadów. International Symposium Waste Management and Treatment, Strategies and Methods. Międzyzdroje.
- [17] MOKRZYCKI E., ULIASZ-BOCHEŃCZYK A., 2004 — Paliwa alternatywne dla przemysłu cementowego, Kraków.

## Załącznik

- Ustawa z dnia 12 września 2002 r. o portowych urządzeniach do odbioru odpadów oraz pozostałości ładunkowych ze statków. Dz.U. 2002 nr 166 poz. 1361
- Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. o odpadach. Dz.U. 2001 nr 62 poz. 628 /  
Akty wykonawcze
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 6 lutego 2002 r. w sprawie rodzajów odpadów niebezpiecznych dopuszczonych do przywozu z zagranicy. Dz.U. 2002 nr 15 poz. 146
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 6 lutego 2002 r. w sprawie wprowadzenia obowiązku uzyskiwania zezwoleń na wywóz do określonych państw odpadów innych niż niebezpieczne. Dz.U. 2002 nr 15 poz. 147
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 21 marca 2002 r. w sprawie wymagań dotyczących prowadzenia procesu termicznego przekształcania odpadów. Dz.U. 2002 nr 37 poz. 339
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 16 kwietnia 2002 r. w sprawie rodzajów stężeń substancji, które powodują, że urobek jest zanieczyszczony. Dz.U. 2002 nr 55 poz. 498
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 5 marca 2002 r. w sprawie określenia wzoru dokumentu stosowanego w międzynarodowym obrocie odpadami. Dz.U. 2002 nr 56 poz. 511
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 5 marca 2002 r. w sprawie listy odpadów innych niż niebezpieczne, których przywóz z zagranicy nie wymaga zezwolenia Głównego Inspektora Ochrony Środowiska. Dz.U. 2002 nr 56 poz. 512
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 8 maja 2002 r. w sprawie wniosku o wydanie zezwolenia na przewóz lub wywóz odpadów niebezpiecznych za granicę. Dz.U. 2002 nr 56 poz. 513
- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 13 maja 2002 r. w sprawie wykazu przejść granicznych, którymi może być realizowany międzynarodowy obrót odpadami. Dz.U. 2002 nr 60 poz. 548
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 1 sierpnia 2002 r. w sprawie komunalnych osadów ściekowych. Dz.U. 2002 nr 134 poz. 1140

- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 21 października 2002 r. w sprawie odpadów pochodzących z procesów wytwarzania dwutlenku tytanu oraz z przetwarzania tych odpadów, które nie mogą być unieszkodliwiane przez ich składowanie. Dz.U. 2002 nr 180 poz. 1513
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 8 października 2002 r. w sprawie składowisk odpadów oraz miejsc magazynowania odpadów pochodzących z procesów wytwarzania dwutlenku tytanu oraz z przetwarzania tych odpadów. Dz.U. 2002 nr 176 poz. 1456
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 28 października 2002 r. w sprawie rodzajów odpadów, których zbieranie lub transport nie wymagają zezwolenia na prowadzenie działalności, oraz podstawowych wymagań dla zbierania i transportu tych odpadów. Dz.U. 2002 nr 188 poz. 1575
- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 31 października 2002 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie wykazu przejść granicznych, którymi może być realizowany międzynarodowy obrót odpadami. Dz.U. 2002 nr 191 poz. 1599
- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 13 maja 2002 r. w sprawie wykazu przejść granicznych, którymi może być realizowany międzynarodowy obrót odpadami. Dz.U. 2002 nr 60 poz. 548
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 grudnia 2002 r. w sprawie zakresu, czasu, sposobu oraz warunków prowadzenia monitoringu składowisk odpadów. Dz.U. 2002 nr 220 poz. 1858
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 19 grudnia 2002 r. w sprawie zakresu i sposobu stosowania przepisów o przewozie drogowym towarów niebezpiecznych do transportu odpadów niebezpiecznych. Dz.U. 2002 nr 236 poz. 1986
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 27 września 2001 r. w sprawie katalogu odpadów. Dz.U. 2001 nr 112 poz.1206
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 listopada 2001 r. w sprawie stwierdzenia kwalifikacji w zakresie gospodarowania odpadami. Dz.U. 2001 nr 140 poz. 1584
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 11 grudnia 2001 r. w sprawie zakresu informacji podawanych przy rejestracji przez posiadaczy odpadów zwolnionych z obowiązku uzyskiwania zezwoleń oraz sposobu rejestracji. Dz.U. 2001 nr 152 poz. 1734
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 11 grudnia 2001 r. w sprawie rodzajów odpadów lub ich ilości, dla których nie ma obowiązku prowadzenia ewidencji odpadów, oraz kategorii małych i średnich przedsiębiorstw, które mogą prowadzić uproszczoną ewidencję odpadów. Dz.U. 2001 nr 152 poz.1735
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 11 grudnia 2001 r. w sprawie wzorów dokumentów stosowanych na potrzeby ewidencji odpadów. Dz.U. 2001 nr 152 poz. 1736
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 11 grudnia 2001 r. w sprawie zakresu informacji oraz wzorów formularzy służących do sporządzania i przekazywania zbiorczych zestawień danych. Dz.U. 2001 nr 152 poz.1737
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 11 grudnia 2001 r. w sprawie warunków i zakresu dostępu do wojewódzkiej bazy danych dotyczącej wytwarzania i gospodarowania odpadami. Dz.U. 2001 nr 152 poz.1738
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 11 grudnia 2001 r. w sprawie zasad sporządzania raportu wojewódzkiego. Dz.U. 2001 nr 152 poz. 1739
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 11 grudnia 2001 r. w sprawie niezbędnego zakresu informacji objętych obowiązkiem zbierania i przetwarzania oraz sposobu prowadzenia



- centralnej i wojewódzkiej bazy danych dotyczącej wytwarzania i gospodarowania odpadami. Dz.U. 2001 nr 152 poz. 1740
- Ustawa z dnia 11 maja 2001 r. o opakowaniach i odpadach opakowaniowych. Dz.U. 2001 nr 63 poz. 638
- Akty wykonawcze
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 30 grudnia 2002 r. w sprawie zawartości ołowiu, kadmu, rtęci i chromu sześciowartościowego w opakowaniach. Dz.U. 2002 nr 241 poz. 2095
- Ustawa z dnia 11 maja 2001 r. o obowiązkach przedsiębiorców w zakresie gospodarowania niektórymi odpadami oraz o opłacie produktowej i opłacie depozytowej. Dz.U. 2001 nr 63 poz. 639
- Akty wykonawcze
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 30 czerwca 2001 r. w sprawie rocznych poziomów odzysku i recyklingu odpadów opakowaniowych i użytkowych. Dz.U. 2001 nr 69 poz. 719
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 6 listopada 2001 r. w sprawie szczegółowych warunków, jakie powinien spełnić przedsiębiorca produkujący w kraju oleje smarowe z udziałem wytworzonych w kraju olejów bazowych pochodzących z regeneracji, w celu włączenia ich do rzeczywiście uzyskanego poziomu recyklingu. Dz.U. 2001 nr 131 poz. 1475
- Ustawa z dnia 27 lipca 2001 r. o wprowadzeniu ustawy — Prawo ochrony środowiska, ustawy o odpadach oraz o zmianie niektórych ustaw. Dz.U. 2001 nr 100 poz. 1085
- Ustawa z dnia 3 marca 2000 r. o zmianie ustawy o odpadach oraz o zmianie niektórych ustaw. Dz.U. 2000 nr 22 poz. 272
- Ustawa z dnia 27 czerwca 1997 r. o odpadach. [akt prawny uchylony] Dz.U. 1997 nr 96 poz. 592
- Akty wykonawcze
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 5 marca 2001 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowych zasad usuwania, wykorzystywania i unieszkodliwiania odpadów niebezpiecznych. Dz.U. 2001 nr 22 poz. 251
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2000 r. w sprawie listy rodzajów odpadów, które wytwarzający odpady może przekazywać osobom fizycznym do wykorzystania. Dz.U. 2000 nr 51 poz. 620
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 2 listopada 2000 r. w sprawie określenia odpadów, które powinny być wykorzystywane w celach przemysłowych, oraz warunków, jakie muszą być spełnione przy ich wykorzystywaniu. Dz.U. 2000 nr 100 poz. 1078
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 14 marca 2000 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie określenia listy odpadów, których przywożenie z zagranicy nie wymaga zezwolenia Głównego Inspektora Ochrony Środowiska. Dz.U. 2000 nr 20 poz. 251
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 27 grudnia 2000 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie opłat za składowanie odpadów. Dz.U. 2000 nr 120 poz. 1284
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 21 grudnia 1999 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie opłat za składowanie odpadów. Dz.U. 1999 nr 110 poz. 1263
- Rozporządzenie Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 11 sierpnia 1999 r. w sprawie warunków, jakie muszą być spełnione przy wykorzystywaniu osadów ściekowych na cele nieprzemysłowe. Dz.U. 1999 nr 72 poz. 813
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 19 lipca 1999 r. w sprawie wzorów dokumentów stosowanych w międzynarodowym obrocie odpadami. Dz.U. 1999 nr 69 poz. 768

- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 22 grudnia 1998 r. w sprawie opłat za składowanie odpadów. Dz.U. 1998 nr 162 poz. 1128
- Rozporządzenie Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 12 września 1998 r. w sprawie wzorów dokumentów stosowanych na potrzeby ewidencji odpadów oraz służących do przekazywania informacji o rodzaju i ilości odpadów umieszczonych na składowisku odpadów i o czasie ich składowania. Dz.U. 1998 nr 121 poz. 794
- Rozporządzenie Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 13 lutego 1998 r. w sprawie oznaczania opakowań. Dz.U. 1998 nr 25 poz. 138
- Rozporządzenie Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 6 kwietnia 1998 r. w sprawie określenia listy odpadów, których przywożenie z zagranicy nie wymaga zezwolenia Głównego Inspektora Ochrony Środowiska. Dz.U. 1998 nr 47 poz. 299
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 21 października 1998 r. w sprawie szczegółowych zasad usuwania, wykorzystywania i unieszkodliwiania odpadów niebezpiecznych. Dz.U. 1998 nr 145 poz. 942
- Ustawa z dnia 13 września 1996 r. o utrzymaniu czystości i porządku w gminach. Dz.U. 1996 nr 132 poz. 622 transgraniczne przemieszczanie odpadów niebezpiecznych
- Konwencja bazylejska o kontroli transgranicznego przemieszczania i usuwania odpadów niebezpiecznych, sporządzona w Bazylei dnia 22 marca 1989 r. Dz.U. 1995 nr 19 poz. 88
- Akty wykonawcze
- Oświadczenie Rządowe z dnia 30 czerwca 1994 r. w sprawie ratyfikacji przez Rzeczpospolitą Polską Konwencji bazylejskiej o kontroli transgranicznego przemieszczania i usuwania odpadów niebezpiecznych, sporządzonej w Bazylei dnia 22 marca 1989 r. Dz.U. 1995 nr 19 poz. 89

Grzegorz CZARNY

## Biomass and waste as energy sources. Catalytic cracking

### Abstract

Utilization of industrial and municipal waste in cement production industry, commercial power industry and municipal heat-generating plants should receive special attention. Quantity of waste stored on dumping grounds is enormous. The process of biodegradation (depending on the type of waste) lasts from several years to several centuries. In the area of large urban agglomerations there is a severe lack of land for dumping grounds. The following paper briefly presents waste utilization possibilities.

KEY WORDS: biomass, waste, catalytic cracking