

Stanisław GUMUŁA*, Małgorzata PIASKOWSKA-SILARSKA**

Odpady komunalne jako odnawialny surowiec energetyczny – problemy i uwarunkowania związane z jego wykorzystaniem

STRESZCZENIE. W artykule przedstawiono problemy związane z energetycznym wykorzystaniem odpadów komunalnych. Jedna ich tona pozwala uzyskać energię w ilości około 2,6 MW·h, w tym 0,6 MW·h_e i 2 MW·h_t. Odpady komunalne poddawane termicznej utylizacji powinny mieć wartość opałową nie mniejszą niż 5800 kJ/kg. Wielkość ta stanowi granicę autonomicznego spalania odpadów, tzn. spalania nie wymagającego wprowadzenia do kotła dodatkowego paliwa (o wyższej wartości opałowej) wspomagającego proces spalania. Niezwykle ważną i cenną cechą odpadów komunalnych jest fakt, że aż 50% ich składu masowego mogą stanowić składniki ulegające biodegradacji, powstające w wyniku fotosyntezy CO₂. Oznacza to, że bilans emisji dwutlenku węgla przy ich spalaniu i tworzeniu w procesie fotosyntezy wychodzi na zero, są więc neutralne w sensie emisji CO₂. Mimo to każda propozycja lokalizacji spalarni odpadów komunalnych w Polsce budzi liczne protesty mieszkańców. Drugim czynnikiem hamującym budowę tego typu zakładów są wysokie nakłady inwestycyjne i koszty eksploatacyjne. Bardzo pomocne mogą tu być fundusze z UE w ramach Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko. Są to dotacje, które pozwalają pokryć blisko 60% nakładów na inwestycję. Jednak warunkiem ich przyznania jest spełnienie dwóch warunków. Minimalny strumień odpadów powinien wynosić 80 tys. ton/rok, natomiast liczba mieszkańców, na terenie z którego pozyskiwane byłyby odpady dla jednego zakładu termicznej utylizacji, to 300 000–400 000.

* Prof. dr hab. inż. – Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki, Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków; e-mail: kmiue@imir.agh.edu.pl

** Dr inż. – Wydział Matematyczno-Fizyczno-Techniczny, Uniwersytet Pedagogiczny, Kraków; e-mail: mpiasko@up.krakow.pl

Wprowadzenie

Już w tym roku, zgodnie z przepisami Unii Europejskiej, Polska powinna znacznie ograniczyć ilość odpadów składowanych na wysypiskach. Niedostosowanie się do tych regulacji grozi bardzo wysokimi karami, sięgającymi nawet 250 tys. euro dziennie. Tymczasem spośród 10–11 mln ton odpadów komunalnych produkowanych rocznie w naszym kraju, aż 95% trafia na wysypiska [4]. Ich rozkład jest źródłem gazu wysypiskowego, w którym ponad 50% może stanowić metan – gaz wybuchowy, dający ponad 20-krotnie silniejszy efekt cieplarniany niż CO₂.

Znacznie lepszą metodą jest poddanie odpadów termicznej utylizacji, w wyniku której otrzymujemy energię elektryczną i ciepło. W krajach dawnej Unii Europejskiej ponad 7% energii pozyskiwanej ze źródeł odnawialnych powstaje w ten sposób. Odpady komunalne są bardzo wartościowym surowcem energetycznym. Z jednej ich tony można uzyskać energię w ilości około 2,6 MW·h, w tym 0,6 MW·h_e i 2 MW·h_t. Niezwykle ważną i cenną cechą odpadów komunalnych jest, że czasem aż 50% ich składu masowego stanowią składniki ulegające biodegradacji, powstające w wyniku fotosyntezy CO₂. Oznacza to, że bilans emisji dwutlenku węgla przy ich spalaniu i tworzeniu w procesie fotosyntezy wychodzi na zero, czyli są neutralne w sensie emisji CO₂ [3].

1. Uwarunkowania społeczne i ekonomiczne

Spalanie odpadów komunalnych ma na celu przede wszystkim sprowadzenie ich do postaci możliwie jak najmniej szkodliwej dla środowiska, przynosi zatem korzyść ekologiczną. Dodatkową zaletą jest fakt, że odpady komunalne są surowcem energetycznym, w dodatku darmowym. Niestety, ich spalanie ma szereg uwarunkowań nie zawsze łatwych do spełnienia zwłaszcza w Polsce. Dowodem na to jest fakt, że w dawnej UE funkcjonuje około 400 zakładów termicznej utylizacji odpadów, a w naszym kraju tylko jeden. Istnieją dwie główne przyczyny takiego stanu rzeczy. Pierwsza z nich to panująca w Polsce duża nieufność wobec słowa mówionego i pisanego w imieniu władz, czy to państwowych czy terenowych. Ludność boi się emisji szkodliwych zanieczyszczeń do atmosfery. W takiej sytuacji każda propozycja lokalizacji spalarni odpadów komunalnych napotyka na ostry protest miejscowej społeczności. Przyczyna druga to wysokie nakłady inwestycyjne i koszty eksploatacyjne. Pierwszy problem można rozwiązać lokalizując spalarnię odpadów daleko od terenów zamieszkałych przez ludność. Wiąże się to jednak z wyższymi nakładami inwestycyjnymi oraz mniejszymi możliwościami i efektywnością wykorzystania produkto-

wanego ciepła. Bardzo pomocne w rozwiązaniu drugiego problemu mogą być fundusze z UE w ramach Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko. Są to dotacje, które pozwalają pokryć blisko 60% nakładów na inwestycję. Te z kolei zależą od technologii prowadzenia procesu spalania, od rozmiarów zakładu, czyli możliwości przerobu odpadów w ciągu roku, od wielkości obszaru, z którego zbierane są odpady oraz sposobu jego zagospodarowania. Dla przykładu podano kosztorysowe ceny uruchomienia spalarni zaprojektowanych dla trzech polskich miast:

- ✧ spalarnia o przerobie 200 tys. ton/rok – koszt około 660 mln zł,
- ✧ spalarnia o przerobie 180 tys. ton/rok – koszt około 300 mln zł,
- ✧ spalarnia o przerobie 100 tys. ton/rok – koszt około 250 mln zł.

Według danych zaczerpniętych z krajów UE można przyjąć orientacyjnie, że jednostkowy nakład inwestycyjny, tj. odniesiony do przerobu 1 tony/rok jest rzędu 600–700 euro.

2. Wymagania jakościowe wobec odpadów

Istnieje kilka technologii termicznej utylizacji odpadów komunalnych. Najbardziej rozpowszechniona i sprawdzona z nich to kotły z ruchomym rusztem płaskim lub pochyłym chłodzonym wodą lub powietrzem. Bliskie tej technologii jest współspalanie odpadów z paliwem o wyższej wartości opałowej w celu poprawy efektywności i płynności procesu spalania. Oprócz tych podstawowych technologii są jeszcze inne oparte na procesach pirolizy, zgazowania oraz procesach plazmowych.

Poprawne funkcjonowanie zakładu termicznej utylizacji odpadów komunalnych wymaga odpadów o wartości opałowej nie mniejszej niż 5800 kJ/kg. Wielkość ta stanowi granicę autonomicznego spalania odpadów, tzn. spalania nie wymagającego wprowadzenia do kotła dodatkowego paliwa (o wyższej wartości opałowej), wspomagającego proces spalania. Wartość opałowa odpadów zwykle mieści się w przedziale 7000–8000 kJ/kg i jest znacznie zróżnicowana w zależności od ich składu. Zróżnicowanie występuje tak pomiędzy państwami produkującymi odpady, jak również w poszczególnych ich rejonach. Dla przykładu korzystny z punktu widzenia wartości opałowej składnik odpadów, jakim jest papier, w krajach wysoko rozwiniętych stanowi około 38% całkowitej masy odpadów, w krajach średnio rozwiniętych około 22%, w krajach rozwijających się około 2%. Odwrotne proporcje występują w organicznych składnikach odpadów. I tak w odpadach krajów wysoko rozwiniętych stanowią one 25%, w krajach średnio rozwiniętych – 42%, w krajach rozwijających się – 65%. W Polsce średni udział masowy papieru w odpadach komunalnych wynosi około 10%, przy czym w dużych miastach jest znacznie wyższy (ok. 20%). Natomiast udział masowy składników organicznych jest dla całego kraju zbliżony i wynosi około 35%. Wynika stąd, że odpady komunalne z dużych aglomeracji miejskich mają znacznie wyższą wartość opałową niż z ośrodków mniejszych [1, 2].

3. Odpady jako odnawialny surowiec energetyczny

Pytanie, jakie w tym miejscu warto postawić, brzmi następująco: czy cała energia pochodząca z termicznej utylizacji odpadów może być zaliczana do energii odnawialnej?

Definicja odnawialnych źródeł energii zawarta w polskim Prawie Energetycznym brzmi: „odnawialne źródła energii to źródła wykorzystujące w procesie przetwarzania energię wiatru, promieniowania słonecznego, geotermalną, fal, prądów i pływów morskich, spadku rzek oraz energię pozyskiwaną z biomasy, biogazu wysypiskowego, a także biogazu powstałego w procesach odprowadzania lub oczyszczania ścieków albo rozkładu składowych cząstek roślinnych i zwierzęcych”. Z kolei – zgodnie z rozporządzeniem Ministra Gospodarki – biomasa to stałe lub ciekłe substancje pochodzące z produktów, odpadów i pozostałości z produkcji rolnej oraz leśnej, a także z przemysłu przetwarzającego ich produkty, oraz pozostałych odpadów, które ulegają biodegradacji.

Z przedstawionych definicji wynika jednoznacznie, że składniki ulegające biodegradacji zawarte w zmieszanych odpadach komunalnych stanowią biomasę, a poddane procesowi termicznej konwersji są źródłem energii odnawialnej. Przy czym nie cała energia uzyskana w ten sposób może być zaliczona do energii odnawialnej. Szczegółowe przepisy dotyczące klasyfikacji, które składniki odpadów komunalnych są biodegradowalne oraz warunki dokumentowania ich udziału w odpadach, określa w drodze rozporządzenia Minister Środowiska w uzgodnieniu z Ministrem Gospodarki.

4. Uwarunkowania ekologiczne

Warto także postawić pytanie, czy proces termicznej utylizacji odpadów jest bezpieczny dla środowiska? Czy nie zamienia niebezpiecznych produktów stałych w jeszcze gorsze zanieczyszczenia gazowe emitowane do atmosfery? Odpowiedź na te pytania brzmi jednoznacznie: nie, pod warunkiem spełnienia surowych norm Unii Europejskiej na prowadzenie procesu termicznej utylizacji odpadów (dyrektywa 2000/76/WE). Należy podkreślić, że zakłady takie to jednostki wysokiej technologii procesowej, w których część energetyczna (skład paliwa, kocioł, turbina, wymienniki ciepła dla odbiorców) jest niewielka. Znacznie większa i bardziej złożona część całej technologii to procesy oczyszczania spalin oraz segregacja pozostałości stałych po spalaniu w kotle.

5. Dotacje i wskaźniki ekonomiczne

Do omówienia pozostaje jeszcze strona ekonomiczna przedsięwzięcia, jakim jest proces termicznej utylizacji odpadów. Wymaga on dofinansowania zarówno na etapie inwestycji jak i eksploatacji, gdyż wpływy ze sprzedaży energii nie pokrywają kosztów jej produkcji.

Proporcje pomiędzy ilością odpadów, wielkością terenu z którego są odbierane, liczbą mieszkających tam ludzi a ilością produkowanej energii trzeba optymalizować, a koszty minimalizować. Na podstawie doświadczeń krajów UE jako optymalny do budowy zakładu utylizacji określa się strumień odpadów wynoszący 100 tys. ton/rok, a minimalny 80 tys. ton/rok. Liczba mieszkańców na terenie, z którego pozyskiwane byłyby odpady komunalne dla jednego zakładu termicznej utylizacji, powinna wynosić 300 000–400 000. Odstąpienie od tych wskaźników wyklucza dofinansowanie inwestycji z programów UE, które – jak już wspomnieliśmy – może sięgać 60%.

Spróbujemy teraz obliczyć efektywność inwestycji spalarni odpadów komunalnych. Przyjmujemy następujące założenia:

- ✧ wartość opałowa odpadów: 6000 kJ/kg,
- ✧ sprawność kotła: 65%,
- ✧ koszt inwestycji: 250 mln zł,
- ✧ ilość odpadów: 100 tys. ton/rok,
- ✧ dotacje: brak,
- ✧ paliwo: 0 zł,
- ✧ koszt sprzedaży ciepła: 34 zł/GJ (0,122 zł/kW·h),
- ✧ koszt sprzedaży energii elektrycznej: 0,35 zł/kW·h.

Przy takich założeniach ilość wyprodukowanego w ciągu roku ciepła wynosić będzie:

$$6000 \text{ kJ/kg} \cdot 10^8 \text{ kg/rok} \cdot 0,65 = 390 \text{ mld kJ/rok}$$

Rozważmy na początek sytuację, gdy sprzedajemy wyprodukowane ciepło w całości w postaci pary lub gorącej wody. Otrzymujemy wtedy:

$$390 \cdot 10^9 \text{ kJ/rok} \cdot 34 \cdot 10^{-6} \text{ zł/kJ} = 13 \text{ mln zł/rok}$$

Prosty, nieuwzględniający zmian cen energii ani inflacji, czas zwrotu inwestycji, otrzymany z podzielenia jej kosztów przez roczny dochód jaki uzyska: 250 mln zł/13 mln zł/rok, wynosi około 19 lat.

Rozważmy teraz sytuację, gdy na inwestycję uzyskujemy dotacje w wysokości 60% nakładów inwestycyjnych, czyli 100 mln zł. Czas zwrotu 100 mln zł/13 mln zł/rok wynosi zatem około 8 lat. Efektywność takiej inwestycji można jeszcze podnieść wykorzystując 25% otrzymanego ciepła do produkcji energii elektrycznej. Podnosi to jednak dodatkowo koszt o generator, transformator blokowy, rozdzielnie i inne drobniejsze elementy. Należy też mieć na uwadze, że w przeprowadzonych obliczeniach nie uwzględniono kosztów dowozu odpadów i eksploatacji obiektów.

Wnioski

- ❖ odpady komunalne mogą stanowić znaczące w bilansie energetycznym źródło energii elektrycznej i ciepła,
- ❖ decyzje o budowie siłowni zasilanej odpadami komunalnymi muszą poprzedzać konsultacje społeczne dotyczące jej lokalizacji,
- ❖ należy mieć zapewniony strumień odpadów komunalnych nie mniejszy niż 80 tys. ton/rok i określone koszty jego pozyskiwania,
- ❖ teren, z którego dowożone będą odpady musi zamieszkiwać 300 000–400 000 osób,
- ❖ wartość opałowa odpadów nie może być mniejsza niż 5800 kJ/kg,
- ❖ termiczna utylizacja odpadów, jako źródło energii, posiada wysokie walory ekologiczne, ale z punktu widzenia czystej ekonomii może być deficytowa,
- ❖ czas zwrotu inwestycji może być dłuższy niż żywotność obiektu, przyjmowany zazwyczaj jako 25 lat.

Literatura

- [1] PAJĄK T., 2001 – Termiczne unieszkodliwianie odpadów w systemie gospodarki odpadami komunalnymi. Wyd. AGH, Kraków.
- [2] PAJĄK T., 2008 – Odnawialne i niekonwencjonalne źródła energii. Energetyczne wykorzystanie odpadów komunalnych. Wyd. Tarbonus, Kraków.
- [3] Praca zbiorowa 2005 – Materiały Międzynarodowej Konferencji „Termiczne Przekształcania Odpadów”. Kraków.
- [4] www.egospodarka.pl

Stanisław GUMUŁA, Małgorzata PIASKOWSKA-SILARSKA

Communal waste as renewable energy material, problems and factors of utilization

Abstract

This report shows problems with utilization of energy from communal waste. One ton can be transformed even into 2,6 MW·h (0,6 MW·h_c; 2 MW·h_t). Communal waste that is to be thermal utilized should have calorific value of not less than 5800 kJ/kg. This quantity is the limit for self burning process of waste, that means without any additional fuel. Most important characteristic of communal

waste is the fact that it includes 50% of biodegradable mass that comes from photosynthesis (CO₂). The balance of carbon dioxide emission by creating and burning of the mass is therefore environmentally neutral. Despite this each location offer of waste incinerating plant in Poland causes public protests. Another hampering factor of development of waste incinerating plants are high investment expenditure and utilisation. Very useful is UE founding under Infrastructure and Environment Operational Programmes. This subsidy covers up to almost 60% of investment expenditure. There are two conditions of the subsidy: minimal mass of waste to be treated is 80 000 tons a year and coverage of area of 300 000–400 000 inhabitants.

KEY WORDS: communal waste, thermal utilization

