



Gaz syntezowy z odpadów jako źródło czystej energii

Waste-derived synthesis gas as a clean energy source

dr. inż. Marek PILAWSKI, mgr inż. Bogdan FLISIEWICZ, mgr inż. Jerzy PUCEK



Ogólny widok prototypu reaktora ciekłometalicznego



SUMMARY

Incineration and biogas plants employ the most common methods of waste utilisation for energy generation. However, the current state of the art suggests that from an economic and environmental standpoint a more favourable solution would involve waste recycling at the molecular level.

Do obecnie istniejących metod energetycznego wykorzystania odpadów (przede wszystkim komunalnych, ale nie tylko) zaliczamy spalarnie odpadów wykorzystujące energię cieplną procesu w układach turbinowych oraz biogazownie wykorzystujące biogaz jako produkt fermentacji anaerobowej związków pochodzenia organicznego.

Tymczasem, ani jedna ani druga metoda nie jest optymalnym sposobem energetycznego zagospodarowania odpadów.

Pod względem ekologicznym spalarnie pozostawiają po sobie spore pozostałości toksycznych żużli i popiołów, które trzeba składować przeważnie na składowiskach odpadów niebezpiecznych, a spaliny (stanowiące główne źródło wysokotoksycznych dioksyn i furanów) wymagają doczyszczania bardzo kosztownymi



W KILKU SŁOWACH

Najbardziej znane formy energetycznego wykorzystania odpadów są stosowane w spalarniach i biogazowniach. Jednak z godnie z najnowszym stanem wiedzy technicznej lepszym rozwiązaniem ekonomicznym i ekologicznym jest wykorzystanie procesu recyklingu molekularnego odpadów..

metodami. Sorbent używany do doczyszczania również musi być składowany jako odpad niebezpieczny. Biogaz składający się głównie z metanu CH_4 o zawartości 35-55%, zawiera jednakże również dwutlenek węgla CO_2 w ilości 25-45%, a także siarkowodór H_2S (do 3%) i około dwudziestu szkodliwych związków węglodorowych alifatycznych i pierścieniowych. Jeśli chodzi o uwarunkowania ekonomiczne, to przy spalaniu, do zamiany na energię wykorzystujemy jedynie wartość opałową odpadu zawartą w jednostce masy, np. 8 MJ/kg. Biogazownie wykorzystują tylko część wartości opałowej zdeponowanych odpadów (ok. 10%), a więc będzie to mniej niż 0,8 MJ na kilogram składowanego odpadu.

Zgodnie z obecnym, najnowszym stanem wiedzy technicznej, lepszym rozwiązaniem ekonomicznym i ekologicznym jest wykorzystanie procesu recyklingu molekularnego odpadów, który zachodzi w procesie syntezy w temperaturach 1300-1600°C. W zależności od składu odpadów i związanych z tym wymogów ich skutecznego rozkładu, a także optymalizacji składu powstającego w ten sposób gazu syntezowego pod kątem jego energetycznego wykorzystania,

istnieje możliwość sterowania parametrami procesu (temperatura, warunki katalityczne) i uzyskiwania gazu o pożądanym składzie i zawartości poszczególnych składników np.:

- wodór H_2 10-55%,
- metan CH_4 5-40%
- inne węglowodory (eten, propen, buten) 10-40%
- tlenek węgla CO 0-20%
- dwutlenek węgla CO_2 0,5-25%

Tak powstały gaz nazywany jest gazem syntezowym. W przypadku gazu syntezowego energia 8 MJ zawarta w kilogramie odpadu ulega zamianie w 24 MJ dostępnej energii, gdyż 1 kg odpadu w wyniku recyklingu molekularnego zamienia się w 2 m³ gazu syntezowego o wartości opałowej ok. 12 MJ/m³. Zależnie od składu wsadu i parametrów procesu można modelować tę wartość w określonych granicach. Przy odpadach niebezpiecznych, które bardzo często zawierają trudno rozkładalne węglowodory o strukturze cyklicznej, energetyczność jest jeszcze wyższa, zarówno w kilogramie odpadu jak i w powstałym gazie.

Niestety, ślepe przepisywanie do krajowych ustaw treści wyciętych z dyrektyw unijnych prowadzi do przyjęcia rozwiązań nieuwzględniających postępu technologicznego. Dotyczy to proponowanej ustawy o odnawialnych źródłach energii, w której zgodnie z definicjami do odnawialnych źródeł energii według projektu ustawy zaliczana ma być energia pozyskiwana z biomasy oraz pozyskiwana z gazu pochodzącego ze składowisk odpadów (biogaz). W efekcie dochodzi do takiego paradoksu, że świeżo wycięty las współpalany w elektrocieplowni podwyższa ilość energii produkowanej ze źródeł odnawialnych w ogólnym bilansie, natomiast energia odzyskana z odpadów organicznych pochodzenia przemysłowego nie może być zaliczana do OZE, mimo że niepomniernie korzystniej jest pozyskiwać energię z odpadów, które muszą być składowane, aniżeli wycinać lasy. Dlatego też wnieśliśmy o wprowadzenie zmian do projektowanej ustawy o odnawialnych źródłach energii, polegających na dopisaniu energii ze spalania gazu syntezowego uzyskanego w procesie pirolizy odpadów do katalogu energii ze źródeł odnawialnych.

Prace prowadzone nad zjawiskiem recyklingu molekularnego odpadów zaowocowały zgłoszeniem patentowym nr P.389373 z dnia 06.11.2009 "Sposób i urządzenie do recyklingu i przekształcania molekularnego materii". Zgłoszenie to było efektem połączenia wiedzy twórców wynalazku z zakresu termodynamiki, chemii, fizyki i biologii. W ramach rozwoju technologii materiałowych, pojawiła się możliwość budowy takiego urządzenia. Pierwszy prototyp został zbudowany i przetestowany w Ośrodku Badawczym firmy „AMP” Sp. z o.o. zlokalizowanej w Chociulach k. Świebodzina. Technologia molekularnego przekształcania materii jest technologią ponadczasową. Podstawowym zadaniem dla rozwoju technologii recyklingu molekularnego odpadów jest unormowanie sposobu wykorzystania energetycznego gazu syntezowego.

Skład gazu syntezowego (w szczególności zawartość wodoru cząsteczkowego), a także nieuniknione wahania składu tego gazu wskutek wahań w składzie zadawanego substratu (odpadów) ogranicza zastosowanie zestawów generatorowych z silnikami gazowymi. Ogniwa wodorowe o dużych parametrach nie są jeszcze na świecie dostępne. Oczywiście można zastosować układy turbinowe odzysku energii oparte o proste spalanie gazu w palniku i wykorzystanie pary, ale z jednej strony sprawność takich układów to najwyżej 20%, a z drugiej strony koszt takiego układu równa się praktycznie kosztowi całej instalacji termicznej do recyklingu molekularnego odpadów, co przy pierwszych inwestycjach w tej technologii ma niebagatelne znaczenie.

Idealnym rozwiązaniem dla nas jako wprowadzających nową technologię na rynek, będzie nawiązanie współpracy z inwestorem inwestującym w energetykę gazową, który zamierza wykorzystywać gaz w budowanych kotłach energetycznych. Wtedy gaz syntezowy byłby współpalany np. z gazem ziemnym, co zapewniłoby jego optymalne wykorzystanie. Oczywiście jeszcze lepiej byłoby, gdyby „za płotem” takiej elektrowni gazowej było wysypisko odpadów lub gdyby istniały warunki do transportu, zrzutu i zadawania odpadów do instalacji termicznej. W przypadku możliwości odbioru odpadów niebezpiecznych efekt ekonomiczny procesu zwiększa się niepomniernie.





O tym, jak teoretycznie wielki potencjał energetyczny jest ukryty w odpadach, niech świadczą poniższe liczby. Na wysypiska w Polsce odprowadza się rocznie około 13 mln ton odpadów komunalnych. W odpadach tych ok. 6% wagowo stanowi wodór. Zawartość wodoru w odpadach komunalnych szacowana jest zatem na 780 000 ton. Ze spalania 1 kg wodoru uzyskuje się 122 kJ (33,8 kWh) energii cieplnej. Potencjał energetyczny odpadowego wodoru jest zatem równy 26 364 000 MWh.

W reaktorze ciekłometalicznym wykorzystującym zjawisko recyklingu molekularnego odpadów, odpady przekształcane są w obecności wody stanowiącej 50% wsadu do reaktora. W wodzie 11% wagowo stanowi wodór. W tym przypadku odpowiada to masie wodoru 85 800 ton. Potencjał energetyczny tego wodoru wynosi 2 900 000 kWh. Łączny potencjał energetyczny uwolnionego wodoru wynosi 29 264 000 MWh. Przy całorocznej (8 760 h/rok) pracy reaktorów można byłoby dysponować mocą cieplną równą 3 340 MW, lub przy sprawności 60% mocą energii elektrycznej równą 2 000 MW, co odpowiada mocy kilku elektrowni w Polsce.

W odpadach komunalnych 55% masy stanowi węgiel organiczny. W odpadach komunal-

nych jest go zatem około 7 150 000 ton. Przy wartości opałowej 7 MWh/1t potencjał energetyczny tego węgla organicznego wynosi zatem 50 050 000 MWh.

Destrukcja materii w reaktorach wysokotemperaturowych wymaga użycia od 0,5 do 1,5 MWh energii na każdą tonę materii. Przyjmując w tym przypadku wielkość energii potrzebnej do rozkładu materii na strumień atomów i prostych molekuł równą 1,5 MWh/1t i masę materii poddanej destrukcji równą 26 mln ton (13 mln ton odpady + 13 mln ton woda) otrzymuje się wielkość tej energii 39 000 000 mln MWh. Zapotrzebowanie na tę moc pokrywa węgiel organiczny zawarty w odpadach. Energię paliwa wodorowego można wykorzystać na zewnątrz.

Przyszłość i byt ludzkości jest zależny od tego jak zagospodarujemy drżące w odpadach złoża energii, jedyną słuszną drogą jest technologia recyklingu molekularnego odpadów, gdyż jednocześnie rozwiązujemy problemy ekologiczne poprzez ochronę powierzchni Ziemi przed odpadami i atmosfery przed emisją spalin i CO₂ (spaliny gazu syntezowego są podobne składem do spalin z gazu ziemnego, a więc są stosunkowo najczystsze) przy dodatnim wyniku ekonomicznym.

