

## **Parowy kocioł pyłowy elektrociepłowni sprzężony ze zgazowaniem mieszaniny biomasy i odpadów. Biomasa zdobywa energetykę zawodową**

**Autor: prof. zw. dr hab. Włodzimierz Kotowski**

**(„Energia Gigawat” – 7-8/2004)**

Dla możliwie najszybszego wyhamowania postępującej degradacji środowiska opracowano m.in. „Raport Klubu Rzymskiego”, „Protokół z Kioto” oraz „Strategię energetyki odnawialnej”. Do najpilniejszych działań wynikających z tych dokumentów, należy zatrzymanie postępującego ocieplenia klimatu poprzez redukcję emisji CO<sub>2</sub>. To zadanie wymusza wdrażanie nowoczesnych technologii w wytwórczości ciepła oraz energii elektrycznej. Nowym wyzwaniem ekologicznym w energetyce można sprostać przede wszystkim poprzez zastosowanie biomasy (ewentualnie w mieszaninie z wybranymi odpadami) w różnorodnych rozwiązaniach procesowych, które umożliwiają ograniczenie emisji CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> oraz NO<sub>x</sub> do atmosfery.

Aktualne zasoby stałej biomasy energetycznej w Polsce szacuje się na ok. 40 mln t rocznie, które zwiększają się w miarę zakładania kolejnych plantacji szybko rosnących roślin, wśród których znaczną rolę odgrywa wierzba wiciowa.

Uwzględniając źródła biogazu, płynne biopaliwa, jak i przeliczenie różnych rodzajów biomasy na energię chemiczną, ujęto krajowy jej potencjał w tabeli 1.

Tabela 1. Krajowy potencjał biomasy (PJ/rok).

Rodzaje biomasy	Zasoby	Udział (%)
Słoma	160	28,6
Drewno, w tym: a) zasoby leśne b) plantacje c) odpady przemysłowe d) recykling	35 20 30 30	20,5
Biogaz i odpady organiczne, w tym: a) gnojowica i odchody b) odpady organiczne c) odpady ściekowe	40 100 100	42,9
Biopaliwa płynne	45	8,0
Razem	560	100,0

Decydując się na modernizację lub budowę obiektów energetycznych, trzeba oczywiście uwzględnić aktualne ceny głównych nośników energii, które zebrano w tabeli 2.

Tabela 2. Porównanie cen nośników energii.

Rodzaje paliwa	Cena zł/t, zł/1000m <sup>3</sup>	Wartość opałowa GJ/t, GJ/1000m <sup>3</sup>	Cena jednostki energii zł/GJ
Olej opałowy	1500	43,0	34,88
Gaz ziemny GZ50	1003	38,0	26,39
Węgiel kamienny	392,78	26,5	14,82
Zrębki wierzby krzewiastej	160	17,5	9,14

Atrakcyjność ekonomiczna z zastosowania wierzby krzewiastej z krajowych plantacji w porównaniu z nieodnawialnymi nośnikami energii jest tak znaczna, że nawet wielkie elektrownie opalane węglem, olejem lub gazem ziemnym już dziś na znaczną skalę adaptują swoje bloki energetyczne na współspalanie powyższych z biomasą, i to nawet w mieszaniu z wyselekcjonowanymi odpadami komunalnymi, wysuszonymi osadami pościekowymi itp.

#### **Technologie termicznej utylizacji biomasy**

Na przestrzeni minionych dwóch dziesięcioleci wdrożono w skali przemysłowej trzy warianty technologii energetycznego wykorzystania biomasy (najczęściej w mieszaniu z określonymi odpadami organicznymi: szlamy z oczyszczalni ścieków, wyselekcjonowane odpady komunalne, osady z przerobu ropy itp.).

**Spalanie bezpośrednie** obejmuje utlenianie biomasy z zastosowaniem nadmiaru powietrza. Wytworzone gorące gazy spalinowe wykorzystuje się do produkcji wody gorącej w ciepłownictwie lub pary w elektrociepłowniach. Proces spalania można przeprowadzić w znanych i powszechnie stosowanych paleniskach rusztowych, bębnowych, pyłowych oraz fluidalnych.

Najefektywniejszą jest technologia fluidalna, zapewniająca spełnienie coraz ostrzejszych norm ochrony powietrza atmosferycznego.

Do najbardziej znanych wytwórców kotłów z technologią fluidalnego spalania biomasy należy międzynarodowy koncern FOSTER WHEELER Ltd, którego filia działa również w naszym kraju i wybudowała tego typu bloki w: Turowie, Chorzowie, Jaworznie, Łagiszy, Katowicach i innych miejscowościach Polski.

**Współspalanie** biomasy w mieszaniu z węglem – w kotłach fluidalnych – zapewnia najniższy koszt wytwarzania energii elektrycznej. Spalanie mieszanki biomasy z węglem nie wymaga zmian w technice nawęglania, procesie spalania oraz na instalacji oczyszczania spalin. W kotłach z paleniskiem fluidalnym mieszanie różnych paliw (obok drewna, kory, węgla i również określonych odpadów, przykładowo osadów z oczyszczalni ścieków) można przeprowadzać bezpośrednio w złożu spalanych paliw. Wysoka zawartość części lotnych w biomacie ułatwia spalanie węgla w tak znacznym stopniu, że można go zastąpić mułem węglowym.

Współspalanie 10 proc. (licząc udział energii chemicznej) biomasy z węglem w kotle fluidalnym, nie wymaga żadnych prac modernizacyjnych, a jedynie zainstalowania linii dla przygotowania oraz podawania biopaliwa do paleniska. Na efekt ekonomiczny ze wspólnego spalania biomasy z węglem składa się m.in. niższa opłata za zmniejszoną emisję CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> oraz NO<sub>x</sub>.

**Zgazowanie** samej biomasy lub w mieszaninie z wysortowanymi odpadami komunalnymi, przemysłowymi, osadami pościekowymi itp. obejmuje najczęściej niepełne jej spalanie tlenem powietrza do niskokalorycznego gazu, współspalanego następnie w istniejących kotłach lub piecach przemysłowych. Zamiast powietrza można stosować mieszaninę tlenu z parą wodną i wówczas otrzymuje się nie tylko wysokokaloryczny gaz dla celów energetycznych, ale relatywnie tani gaz syntezowy (patrz tabela 3) do syntezy metanolu lub paliw płynnych metoda Fischera-Tropscha.

Tabela 3. Składy gazu suchego otrzymywanego ze zgazowania biomasy powietrzem oraz mieszaniną tlenowo-parową.

Skład gazu; % obj.	Zgazowanie	
	Powietrzem	tlenem z parą wodną
Wodór	6,0 – 19,0	26,0 – 55,0
tlenek węgla	9,0 – 21,0	20,0 – 40,0
dwutlenek węgla	11,0 – 19,0	15,0 – 30,0
Metan	3,0 – 7,0	4,0 – 14,0
etan i cięższe	0,5 – 2,0	1,5 – 5,5
Azot	42,0 – 60,0	0,5
wartość opałowa; MJ/m <sup>3</sup> <sub>N</sub>	3,6 – 6,5	12,0 – 16,0

### Charakterystyka procesu fluidalnego zgazowania

Celem procesu zgazowania nośników energii – w tym przypadku biomasy wraz z odpadami organicznymi – jest przemiana powyższych z udziałem tlenu oraz ewentualnie pary wodnej do gazu (patrz tabela 3), zawierającego wśród palnych składników głównie tlenek węgla i wodór. Godnym podkreślenia jest fakt, że proces ten biegnie z wysoką sprawnością i jest endotermiczny, co wymusza częściowe spalanie przetwarzanego paliwa.

Podczas zgazowania, tj. półspalania, surowiec zawierający pierwiastkowy węgiel, zostaje w wysokiej temperaturze niemal całkowicie przetworzony w składniki gazowe, wśród których dominują CO + H<sub>2</sub>.

W tym procesie utleniaczem jest nie tylko tlen (nawet dodawany w postaci powietrza), ale również H<sub>2</sub>O, a nawet CO<sub>2</sub>. One bowiem są potrzebne wtedy, gdy w następstwie pirolizy biomasy oraz innych nośników energii utworzy się (koksik) węgiel elementarny, który z powyższymi przereagowuje do tlenku węgla, obok wodoru, metanu i wyższych węglowodorów. Ilość azotu w wytworzonym gazie zależy przede wszystkim od jego zawartości – jako balastu – w doprowadzanych do generatora zgazowania utleniaczach (najczęściej jako komponent powietrza). Skład wytworzonego gazu zależy od rodzaju paliwa, składu mieszaniny utleniacza, temperatury, ciśnienia oraz czasu trwania procesu zgazowania.

Wśród reaktorów dla fluidalnego zgazowania paliwa dominują dwa typy: jeden ze stacjonarnym, a drugi z cyrkulującym złożem fluidalnym, co ilustruje rys. 1.

Przeptywający przez tego typu reaktor gaz osiąga tak wielką prędkość, że rozdrobnione paliwo tworzy fazę fluidalną, która zapewnia doskonale mieszanie i mały rozrzut temperatury procesu półspalania. W praktyce przemysłowej proces zgazowania prowadzi się pod ciśnieniem do 5 MPa i w temperaturach ok. 850 st. C w przypadku stosowania powietrza, a dla mieszaniny tlenowo-parowej osiąga się ok. 1450 st. C.

Aby szybko i równomiernie dostarczyć ciepło do rozdrobnionych cząstek paliwa, trzeba jego fazę fluidalną wypełnić drobnoziarnistym materiałem obojętnym (złożem) – najdogodniej piaskiem kwarcowym.

Jeżeli – poprzez dobór prędkości gazu – piasek ten nie jest wynoszony ze strefy reakcji, to mówi się o stacjonarnym zgazowaniu fluidalnym (rys. 1-a), a w przypadku przeciwnym ma się do czynienia z cyrkulacyjnym złożem fluidalnym (rys. 1-b).

Dzięki intensywnemu przenoszeniu ciepła z neutralnego piasku kwarcowego do rozdrobnionego, reaktywnego paliwa, proces zgazowania przebiega w czasie kilkunastu, kilkudziesięciu sekund, co korzystnie wpływa na minimalizację wielkości reaktora zgazowania, jak i kosztów inwestycyjnych.

### **Reaktor zgazowania biomasy z odpadami w elektrociepłowni w Lahti, Finlandia**

W miejscowości Lahti w Finlandii, koncern FOSTER WHEELER wybudował i uruchomił w 1998 r. reaktor zgazowania biomasy w mieszaninie z wyselekcjonowanymi odpadami komunalnymi oraz przemysłowymi o mocy cieplnej 70 MW<sub>t</sub> obok kotła wodno-parowego o wydajności 360 MW<sub>t</sub>, opalanego pyłem węglowym. Wybudowany reaktor zgazowania biomasy z odpadami pracuje z cyrkulującym złożem fluidalnym i jest dokładnie zilustrowany na rys. 2.

Zgazowanie rozdrobnionego paliwa przebiega pod ciśnieniem atmosferycznym w temperaturze 850-900 st. C. Powietrze procesowe zostaje podgrzane gazową mieszaniną poreakcyjną do ok. 300 st. C, co uwidacznia prawa strona rys. 2. Wytworzony gaz opałowy, o temperaturze 750-650 st. C przepływa do kotła wodno-parowego, co ilustruje rys. 3. Tu jest wspólnie spalany z rozpylanym pyłem węglowym. Rys. 4 przedstawia całą elektrociepłownię w Lahti, która charakteryzuje się relatywnie niską emisją tlenków siarki, azotu oraz CO<sub>2</sub>, a w dodatku jest wysoce opłacalna.

Te efekty w obszarach ekologii oraz ekonomii legły u podstaw decyzji wybudowania podobnych jednostek energetycznych w miejscowościach Varkaus w Finlandii w 2000 r. oraz w Ruien w Belgii w 2002 r.

Godnym odnotowania jest wizytacja wymienionych elektrociepłowni przez specjalistów Elektrowni „Opole”, w której rozważa się wybudowanie podobnego reaktora zgazowania biomasy przy nakładach 12 mln euro. Z tym celem założono już obok elektrowni plantację wierzby wiciowej na powierzchni 21 ha.

Aktualnie elektrownia „Połaniec” w województwie świętokrzyskim buduje instalacje przygotowania oraz dozowania biomasy do współspalania z węglem w istniejących blokach energetycznych. Jest to piąta pod względem zainstalowanej mocy elektrownia w Polsce. Koszty wytwarzania energii elektrycznej zależą nie tylko od ceny pozyskiwanej biomasy, ale również od technologii jej przetwarzania w blokach energetycznych. Rosnące ceny nieodnawialnych nośników energii są znaczącym stymulatorem do stosowania biomasy wraz z wyselekcjonowanymi odpadami organicznymi również w krajowych elektrowniach.