

Zgazowanie biomasy w układach małej mocy

W dziedzinie stosowanych w praktyce technologii energetycznego wykorzystania biomasy na szczególną uwagę zasługują układy bazujące na jej zgazowaniu. Równolegle z rozwojem systemów bazujących na zgazowaniu biomasy w kierunku układów przeznaczonych dla energetyki zawodowej, duże zainteresowanie budzi koncepcja prostego i niezawodnego reaktora małej mocy, współpracującego bezpośrednio z kotłem wodnym lub parowym, czy będącego elementem układów mikrogeneracji.

Podstawowymi zaletami takiego rozwiązania są:

- możliwość wielokierunkowego zastosowania wytwarzanego gazu, który może być wykorzystany do produkcji energii w postaci ciepła, energii elektrycznej lub jako surowiec do produkcji np. metanolu,
- obniżenie emisji substancji szkodliwych do atmosfery,
- możliwość znacznego zwiększenia sprawności wytwarzania energii elektrycznej.

W procesach zgazowania biomasy wykorzystywane są najczęściej reaktory zgazowania ze złożem stałym i fluidalnym. Technologie fluidalne przeznaczone są dla układów o stosunkowo dużych mocach (> 10 MWt)¹.

W przypadku układów małej mocy rozpatrywane są wyłącznie reaktory zgazowania ze złożem stałym. Można je podzielić na dwie zasadnicze grupy: reaktory współprądowe i przeciwprądowe¹⁻³. Charakterystykę typowych reaktorów ze złożem stałym przedstawia tabela 1.

Tab. 1. Charakterystyka typowych konstrukcji reaktorów zgazowania ze złożem stałym (zgazowanie powietrzne)¹

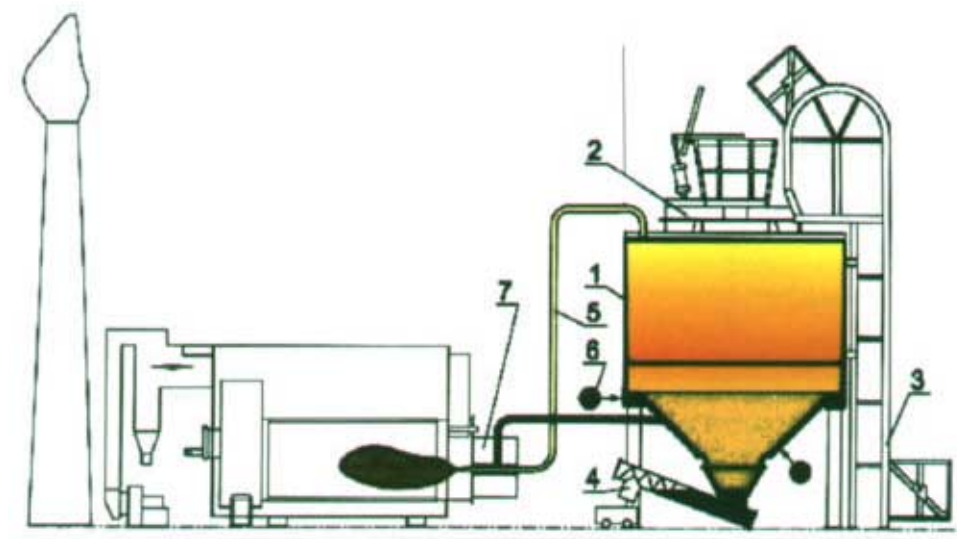
Parametr	Reaktor współprądowy	Reaktor przeciwprądowy
Paliwo (drewno)		
zawartość wilgoci (%; stan wilgotny)	maks. 25	maks. 60
zawartość popiołu (%; stan suchy)	0,5 (maks. 6)	1,4 (maks. 25)
rozmiar (mm)	20-100	10-100
Temperatura gazu wylotowego	700-1000	200-400
Zawartość smoły (gaz; g/Nm ³)	<3	<150
Wrażliwość na fluktuacje parametrów wsadu	duża	niewrażliwy
Wartość opałowa gazu (kJ/Nm ³)	4,5-5	5-6

Reaktor zgazowania typu EKOD

Reaktor zgazowania biomasy typu EKOD, produkowany w Zakładzie Mechanicznym ZAMER, jest konstrukcją pracującą w systemie przeciwprądowym. Obecnie eksploatowane urządzenia współpracują z kotłami gazowymi wodnymi w układach produkcji ciepła o mocy 2,5-3,5 MW. Reaktory przeznaczone są do zgazowania biomasy (odpadów drzewnych) oraz odpadów organicznych. Zaletą konstrukcji jest możliwość stosowania paliwa w postaci brył czy bloków o nieregularnych kształtach i stosunkowo dużych rozmiarach.

Schemat i opis procesowy

Schemat układu zgazowania EKOD przedstawiono na rysunku 1.



Rys. 1. Reaktor zgazowania EKOD'

Podstawowymi elementami układu są: reaktor zgazowania (1), system załadunku paliwa, w skład którego wchodzi: śluza (2) i zespół transportowo-załadawczy (3), zespół paliwa, w którego skład wchodzi śluza (2) i zespół transportowo-załadawczy (3), zespół usuwania popiołów (4), przewód doprowadzający gaz do układu spalania (5), instalacje powietrza (6) oraz zespół palnika i komory spalania (7).

Paliwo do instalacji zgazowania dostarczane jest w kontenerach i dozowane w górnej części reaktora zgazowania. Załadunek odbywa się przy wykorzystaniu zespołu transportowo-załadawczego oraz śluz, których zadaniem jest eliminacja niekontrolowanego przepływu powietrza do reaktora i wydobywania się gazu z aparatu. Jako paliwo wykorzystywane jest drewno odpadowe, dozowane do układu okresowo, w postaci kawałków o maksymalnej granulacji 30-40 cm.

Powietrze (czynnik zgazowujący) doprowadzane jest obwodowo w dolnej części aparatu (część cylindryczna). Doprowadzone do aparatu paliwo podczas przechodzenia w dół reaktora podlega procesom suszenia, pirolizy, zgazowania i spalania karbonizatu. Generowany w trakcie procesu gaz odprowadzany jest z górnej części reaktora. Popiół przechodzi do części stożkowej reaktora i poprzez zespół usuwania popiołów wyprowadzany jest na zewnątrz aparatu. Proces zgazowania realizowany jest w temperaturze 600-800°C.

Wytworzony gaz palny doprowadzany jest izolowanymi przewodami do palników komory spalania kotła wodnego. Powietrze do spalania (układ kotła) jest wstępnie podgrzewane przepływem w części stożkowej reaktora. Powstające w procesie spalania gazu spaliny, poprzez urządzenie odpylające, odprowadzane są do instalacji kominowej.

System sterowania i kontroli procesu zapewnia automatyczny cykl załadunku surowca do komory generatora, sterowanie procesem odbioru odpadów oraz sterowanie obiegami powietrza. Regulacja ilości doprowadzanego powietrza do układu zgazowania odbywa się poprzez automatyczne utrzymywanie stałej, niewielkiej wartości podciśnienia w górnej części reaktora zgazowania. Podciśnienie utrzymywane jest w głównej mierze poprzez regulację wydajności wentylatora ciągu i korygowane wydajnością wentylatora doprowadzającego czynnik zgazowujący do aparatu.

Wyniki badań

Prace przeprowadzono w ramach realizowanego przez Instytut Chemicznej Przeróbki Węgla Projektu Celowego pt.: „Modyfikacja prototypowej konstrukcji Zgazowni Pirolitycznej typu EKOD dla wykorzystania paliw alternatywnych, ze szczególnym uwzględnieniem upraw energetycznych”.

Badania procesowe wykonano w układzie zgazowania biomasy, zainstalowanym w Zakładzie Holzwerk sp. z o.o. oddział w Drygałach, w którym reaktor zgazowania EKOD eksploatowany jest z gazowym kotłem wodnym o mocy 3,5 MW. Jako paliwo wykorzystywane jest drewno będące odpadem powstającym w trakcie procesu produkcyjnego (produkcja mebli). Produkowana energia cieplna wykorzystywana jest na potrzeby własne zakładu. Badania przeprowadzono dla średniej mocy układu 2 MW Dla uzyskania stabilnych warunków ze względu na rodzaj paliwa w trakcie prac pomiarowych do

reaktora zgazowania dozowane było wyłącznie drewno suche, wstępnie obrobione (bez kory i innych odpadów produkcyjnych) o wartości opałowej 17 600 kJ/kg (stan roboczy). Średnia wartość strumienia paliwa dla całego cyklu pomiarowego wyniosła 488 kg/h.

Przy ustalonych warunkach pracy całego układu (moc wyjściowa 2 MW) w reaktorze zgazowania z jednego kilograma paliwa uzyskano 2,6 Nm³ gazu, o wartości opałowej 5760 kJ/Nm³. Proces zgazowania przebiegał przy wysokiej sprawności (sprawność „zimna”) wynoszącej 84%. Parametry pracy reaktora i charakterystykę wytwarzanego gazu przedstawiono w tabelach 2 i 3.

Tab. 2. Parametry procesu zgazowania biomasy – reaktor zgazowania EKOD

t	Strumień	Natężenie		mp/mpal	Sprawność
	paliwa	przepływu gazu			
°C	kg/h	Nm ³ /h	kg/h	kg/kg	%
768	488	1260,0	1588,3	2,25	84

t – temperatura gazu w punkcie pomiarowym (rurociąg)
 $m_p/m_{p,al}$ – stosunek ilości powietrza do ilości paliwa

Tab. 3. Charakterystyka gazu procesowego

Skład, % obj. (stan suchy)							Wartość opałowa		Pył	Subst. smoliste
H ₂	N ₂ + O ₂	CO	CH ₄	CO ₂	C ₂ H ₄	pozostałe	kJ/kg	kJ/Nm ³	mg/Nm ³	mg/Nm ³
7,4	59,3	18,9	4,4	8,6	1,1	0,3	4722	5760	1055	1140

Podsumowanie

Reaktor zgazowania EKOD charakteryzuje wysoka kaloryczność wytwarzanego gazu oraz wysoka sprawność konwersji biomasy na poziomie 84%. Dodatkową zaletą urządzenia jest możliwość stosowania paliw w postaci kawałków o nieregularnych kształtach i stosunkowo dużych rozmiarach oraz dość niska zawartość substancji smolistej w wytwarzanym gazie (istotny parametr w przypadku zastosowań reaktora w układach z silnikami i turbinami gazowymi).

Planowany rozwój konstrukcji przewiduje m.in. zastosowanie w aparacie układu ciągłego dozowania, umożliwiającego rozszerzenie bazy paliwowej urządzenia o paliwa rozdrobnione — w postaci trocin czy zrębków — oraz modernizację konstrukcji, mającą na celu poprawę rozplywu w złożu czynnika zgazowującego.

Badania reaktora zgazowania EKOD, obejmujące m.in. zgazowanie innych rodzajów biomasy, kontynuowane będą w ramach realizowanego przez IChPW projektu celowego.

Literatura

1. Rakowski J.: *Możliwości zgazowania biomasy dla potrzeb energetycznych*. II Konferencja Naukowo-Techniczna 2002: Energetyka Gazowa. Prace IMiUE i ITC Politechniki Śląskiej. 2002.
2. Bridgwarer A.V.: *The technical and economic feasibility of biomass gasification for power generation*, Fuel 1995, vol. 74, nr 5.
3. Quaak R, Knoef H., Srasen H.: *Energy from biomass. A Review of Combustion and Gasification Technologies*. World Bank Technical Paper No, 422, Energy Series, 1999.