

mgr inż. Izabella Maj, dr hab. inż. Piotr Ostrowski prof. nzw. w Pol. Śl, dr inż. Edyta Kudlek,
Zakład Kocioł i Wytwornic Pary, Zakład Chemii Środowiska i Procesów Membranowych, Politechnika Śląska

Muły węgla kamiennego

- odpad czy cenne paliwo?

W artykule zaprezentowano badania dotyczące termicznej konwersji mułu węgla kamiennego przy użyciu spalin jako czynnika konwertującego. Ideą procesu jest recyrkulacja powstałego gazu palnego (syngazu) do komory spalania kotła, z którego pobierane były spaliny. Celem badań jest określenie przydatności mułów do pośredniego spalania w kotłach energetycznych oraz opracowanie zaleceń do prowadzenia procesu w skali przemysłowej.

Badania prowadzone były na stanowisku laboratoryjnym w zakresie temperatury 550-850°C dla mułu w stanie roboczym (rys. 1), a więc o znacznej wilgotności, przy jednoczesnej wysokiej wartości opałowej w stanie suchym (tab. 1).

Głównym elementem stanowiska jest reaktor (rys. 2) zapewniający możliwość termicznej degradacji próbki dowolnego paliwa stałego o masie ok. 3 g, w przedziale temperatury 180-850°C, w czynniku o zadanym składzie i udziale wilgoci.

Układ pomiarowy stanowiska laboratoryjnego umożliwia pomiary on-line i archiwizację: temperatury, ubytku masy próbki paliwa podczas procesu, składu czynnika konwertującego oraz składu syngazu.

Ubytek masy próbki oraz skład syngazu uzyskany podczas konwersji mułu w temperaturze odpowiednio 550, 650, 750 oraz 850°C przedstawiono na rys. 3-6. Wraz ze wzrostem temperatury



Rys. 1. Muł węglowy w stanie roboczym

procesu obserwowano wzrost stężenia składników palnych w syngazie, w temperaturze 850°C otrzymano gaz o składzie: $[CO]_{max} \approx 3\%$, $[CH_4]_{max} \approx 21\%$, $[H_2]_{max} \approx 24\%$, który uznano za satysfakcjonujący.

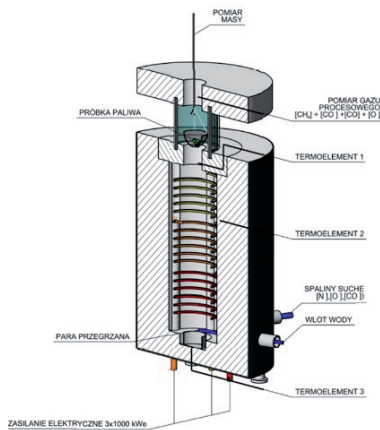
W celu określenie stopnia konwersji mułu przy pomocy omówionej metody wyznaczono stratę prażenia stałych po-

zostałości poprocesowych. Strata prażenia wynosi ok. 90% masy pozostałości po procesie, co oznacza dużą zawartość substancji palnej. Omawiany proces bliższy jest więc pirolizie, a powstały karbonizat może podlegać dalszemu wykorzystaniu energetycznemu.

Oprócz korzystnego efektu energetycznego, termiczna konwersja mu-

Tab. 1. Charakterystyka mułu węglowego

Stan analityczny			
Zawartość wilgoci	W ^a	%	0,25
Zawartość popiołu	A ^a	%	17,5
Wartość opałowa	W _d	MJ/kg	23,4
Stan roboczy			
Zawartość wilgoci	W ^a	%	27,5



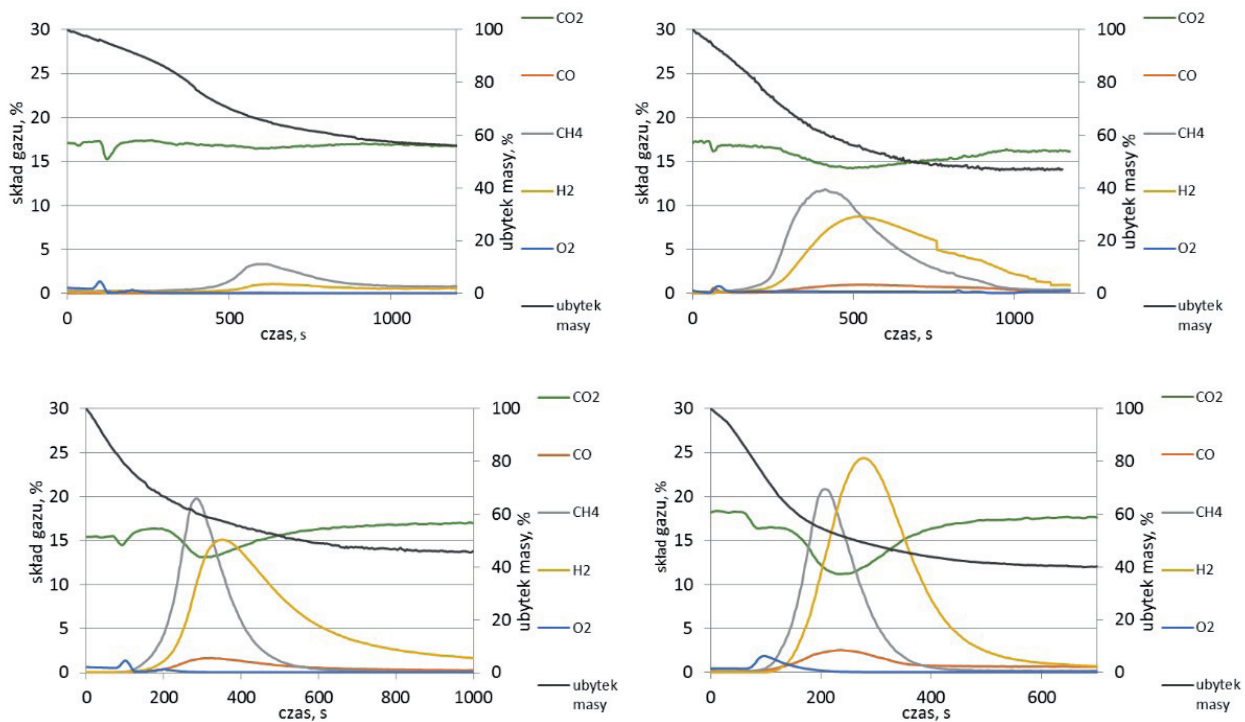
Rys. 2. Schemat laboratoryjnego reaktora

tu prowadzi do redukcji ich toksyczności, co powinno być brane pod uwagę przy ich dalszym zagospodarowaniu. W celu oceny potencjalnego oddziaływania toksycznego produktów konwersji termicznej wykonano z nich ekstrakty wodne, które poddano trzem testom toksyczności: wykorzystującym bakterie

- Microtox®, skorupiaki - Daphtoxkit F® oraz rośliny naczyniowe - Lemna sp. Growth Inhibition Test. Uzyskane wyniki zaprezentowano na rys.7. Wykazano, że wyciąg wodny mułu przed konwersją termiczną posiada charakter toksyczny względem wszystkich organizmów testowych (efekt toksyczny z zakresu od 50 do 75%). Natomiast wraz ze wzrostem temperatury procesu obniża się toksyczne oddziaływanie jego stałych pozostałości. Dla przykładu wyciąg wodny mułu poddanego konwersji w temperaturze 550°C cechuje się niską toksycznością (efekt toksyczny z zakresu od 25 do 50%), a wyciąg wody pozostałości z temperatury 850°C jest nietoksyczny (efekt poniżej 25%) zarówno w odniesie-

Tab. 2. Strata prażenia pozostałości procesu termicznej konwersji mułu węglowego

Temperatura procesu °C	Udział popiołu %	Udział części organicznej %
550	9,4	90,6
650	9,6	90,4
750	9,8	90,2
850	9,7	90,3



Rys. 3-6. Ubytek masy oraz skład syngazu dla zgazowania mułu węglowego w temperaturze odpowiednio: 550, 650, 750 oraz 850°C



niu do bakterii, skorupiaków jak i roślin naczyniowych.

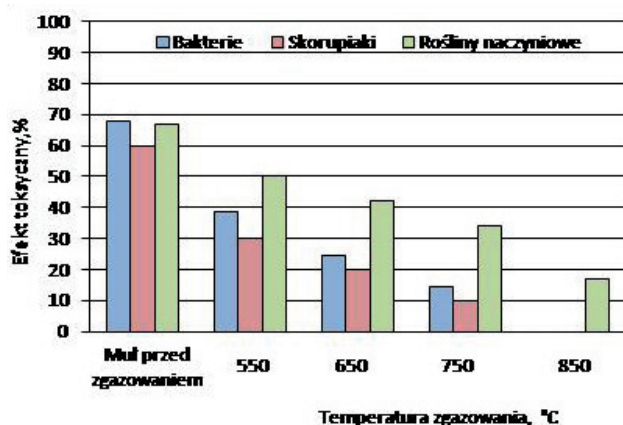
Instalacja znajduje się w EC „Marcel” w Radlinie i jest przyłączona do kotła K4 zasilanego węglem kamiennym i gazem koksowniczym, z którego spaliny użyte zostały jako czynnik konwertujący. Wyniki dotychczasowych testów instalacji przedstawiono na rys. 10, na przykładzie zgazowania peletu z drewna iglastego. W teście uzyskano syngaz o maksymalnych udziałach składników palnych odpowiednio: $[CO]_{max} \approx 18\%$, $[CH_4]_{max} \approx 8\%$, $[H_2]_{max} \approx 7\%$, który był następnie recykulowany do komory spalania kotła.

Kolejnym krokiem będzie zasilanie omówionej instalacji mulem węgla kamiennego. Skład syngazu uzyskanego w warunkach laboratoryjnych potwierdza celowość tego działania oraz daje nadzieję na rozwój prezentowanej technologii w skali komercyjnej. Uzyskanie gazu o bardziej korzystnym składzie będzie możliwe dzięki minimalizacji procesu spalania, stąd o kolejne testy zostaną przeprowadzone dla niższych wartości stosunku nadmiaru tlenu, a temperatura spalin dolotowych, będących czynnikiem konwertującym, kontrolowana będzie poprzez wtłok pary wodnej.

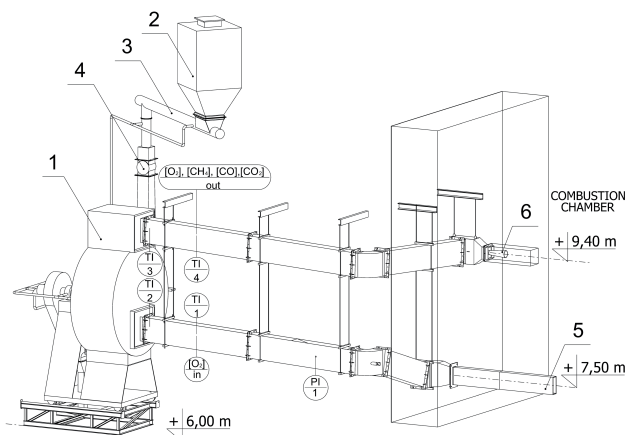
□



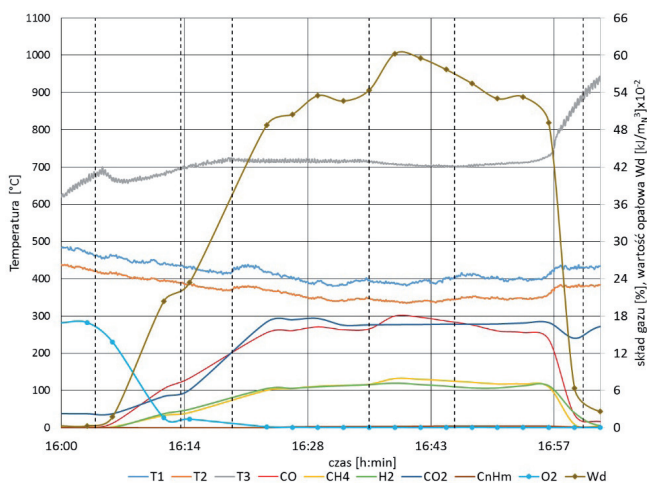
Rys. 9. Reaktor w skali przemysłowej - wewnątrz widoczny wirnik z łopatkami roboczymi



Rys. 7. Toksyczność produktów zgazowania dla czasu ekspozycji odpowiednio 10 min oraz 24 h



Rys. 8. Schemat instalacji w skali przemysłowej
1 - obrotowy bęben 2 - zasobnik paliwa, 3 - podajnik ślimakowy, 4 - podajnik celkowy, 5 - kanał spalin (dolotowy), 6 - kanały wylotowy



Rys. 10. Przebieg temperatury oraz stężeń składników gazu procesowego podczas testu zgazowania