POLITYKA ENERGETYCZNA – ENERGY POLICY JOURNAL
2014 ✧ Tom 17 ✧ Zeszyt 4 ✧ 159–170
ISSN 1429-6675

Robert WRÓBLEWSKI*

Koncepcja małego układu kogeneracyjnego zintegrowanego ze zgazowaniem biomasy

STRESZCZENIE. Wyczerpywanie się energetycznych surowców kopalnych jest powodem stosowania wysokosprawnych technologii w tym kogeneracji, jak również poszukiwania możliwości wykorzystania odnawialnych zasobów energii. Z tego względu wspieranie rozwoju rozproszonych źródeł kogeneracyjnych i technologii wykorzystujących odnawialne źródła energii znajduje poparcie w polityce energetycznej Polski do roku 2030. W artykule porównano wybrane właściwości biomasy i węgla jako paliw do procesu zgazowania. Biomasa ma znaczny udział tlenu w składzie, co powoduje również dużą ilość substancji lotnych. W artykule omówiono również proces zgazowania, jego etapy oraz właściwości gazogeneratorów ze złożem stałym stosowanych w małych układach kogeneracyjnych. Przedstawiono również wyniki badań procesu pirolizy przeprowadzone w Laboratorium Paliw i Przetwarzania Energii Instytutu Elektroenergetyki Politechniki Poznańskiej. Proces pirolizy badano pod kątem czasu trwania i stopnia odgazowania biomasy w zależności od temperatury procesu (mocy płyty grzejnej) oraz grubości warstwy pelletów Rezultaty prób przedstawiono na rysunkach 2–6. Ostatnia część artykułu zawiera opis koncepcji elektrociepłowni z silnikiem spalinowym zasilanym gazem syntezowym pochodzącym ze zgazowania biomasy. Instalacja, będąca w trakcje realizacji, pozwoli na przeprowadzenie szeregu badań i analiz dotyczących procesu zgazowania, analizy gazu generatorowego jak i układu jego oczyszczania oraz parametrów pracy silnika po konwersji na nowe paliwo.

SŁOWA KLUCZOWE: zgazowanie, piroliza, biomasa, kogeneracja

* Dr inż. – Politechnika Poznańska, Instytut Elektroenergetyki, Poznań, e-mail: robert.wroblewski@put.poznan.pl

Wprowadzenie

Postęp cywilizacji jest związany ze stałym wzrostem zużycia energii, która jest niezbędna do rozwoju gospodarczego i społecznego ludzkości. W życiu codziennym przede wszystkim potrzebujemy takich nośników energii jak: energia elektryczna, paliwa silnikowe w transporcie, energia cieplna dla celów grzewczych. Produkcja przemysłowa czy usługi również są odbiorcami tych nośników energii. Źródłami energii pierwotnej są zasoby nieodnawialne (organiczne): paliwa kopalne (węgiel, ropa naftowa, gaz), paliwo jądrowe oraz odnawialne źródła energii (energia słoneczna, wiatru, wodna, geotermalna a także energia zawarta w biomasie). Najcenniejszą formą energii końcowej jest energia elektryczna, którą w łatwy i bez zanieczyszczenia środowiska sposób przetwarza się w energię użytkową. Pomimo ciągłego wzrostu udziału źródeł odnawialnych w produkcji energii elektrycznej to paliwa kopalne są podstawowymi nośnikami energii pierwotnej. Stopniowe wyczerpywanie się ich zasobów, jak również rosnąca świadomość zagrożeń dla środowiska naturalnego, które wynikają ze strony energetyki konwencjonalnej, wymusza ograniczenie zużycia tych paliw. Z jednej strony zmusza nas to do stosowania technologii wysokosprawnych takich jak układy elektrowni parowych na parametry nadkrytyczne czy układów kogeneracyjnych, z drugiej zaś jest przyczynkiem do rozwijania technologii alternatywnych opartych na odnawialnych źródłach energii.

Układy kogeneracyjne są technologią, w której energię chemiczną paliwa przetwarza się jednocześnie na dwa nośniki energii, czyli energię elektryczną i ciepło przy wysokim stopniu wykorzystania energii zawartej w paliwach pierwotnych. Przyczynia się to do ograniczania ich zużycia oraz jednocześnie zmniejszenia emisji jednostkowych do atmosfery. Zastosowanie biomasy jako paliwa w tych źródłach daje dodatkową korzyść w postaci wykorzystania lokalnych zasobów energii odnawialnych. Z tego względu wspieranie rozwoju rozproszonych źródeł kogeneracyjnych znajduje poparcie w polityce energetycznej Polski do roku 2030. Planuje się dwukrotny wzrost do roku 2020 produkcji energii elektrycznej wytwarzanej w technologii wysokosprawnej kogeneracji, w porównaniu do produkcji z 2006 r. W celu poprawy efektywności energetycznej przewidywane jest stymulowanie rozwoju kogeneracji poprzez mechanizmy wsparcia, z uwzględnieniem kogeneracji ze źródeł poniżej 1 MW. Planowane jest też dążenie do zastąpienia do roku 2030 ciepłowni zasilających scentralizowane systemy ciepłownicze polskich miast źródłami kogeneracyjnymi. Przewiduje się, że system zachęt dla energetyki rozproszonej w postaci systemów wsparcia dla odnawialnych źródeł energii (OZE) i kogeneracji będzie skutkował znacznymi inwestycjami w energetykę rozproszoną. Rozwój energetyki rozproszonej wykorzystującej lokalne źródła energii jak metan czy OZE jest istotnym elementem poprawy bezpieczeństwa energetycznego. Rozwój tego typu energetyki pozwala również na ograniczenie inwestycji sieciowych, w szczególności w system przesyłowy.

W zakresie wykorzystania biomasy szczególnie preferowane powinny być rozwiązania najbardziej efektywne energetycznie, m.in. z zastosowaniem różnych technik jej zgazowania i przetwarzania na paliwa ciekłe, w szczególności biopaliw II generacji. Docelowo zakłada się wykorzystanie biomasy przez generację rozproszoną (Polityka 2009). W związku z tym wydaje się, iż w zakresie poprawy efektywności energetycznej i zwiększenia udziału OZE jednym

z głównych celów polityki energetycznej Polski do 2030r. jest rozwój małych (do 1 MW) źródeł kogeneracyjnych i rozproszonych źródeł zasilanych biomasą. Układ kogeneracyjny zintegrowany ze zgazowaniem biomasy spełnia oba te kryteria.

1. Biomasa i węgiel jako paliwa dla procesu zgazowania

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Gospodarki z dnia 18 października 2012 r. (Rozporządzenie 2012) biomasą nazywamy stałe lub ciekłe substancje pochodzenia roślinnego lub zwierzęcego, które ulegają biodegradacji, pochodzące z produktów, odpadów i pozostałości z produkcji rolnej i leśnej oraz przemysłu przetwarzającego ich produkty, a także części pozostałych odpadów, które ulegają biodegradacji. Jako biomasę energetyczną można wykorzystać ziarna zbóż niespełniające wymagań jakościowych. Jako substrat do procesu zgazowania możemy wykorzystać te rodzaje biomasy, które wykorzystuje się w procesie spalania. Biomasa zawiera znacznie więcej tlenu i mniej węgla w porównaniu do węgla energetycznego. Dzięki dużej zawartości tlenu biomasa charakteryzuje się wysoką zawartością części lotnych. Jest to bardzo ważne z punktu widzenia procesów związanych z wytwarzaniem paliw gazowych. Niekorzystną cechą biomasy jest zawartość wilgoci. W biomasie świeżej pochodzenia drzewnego może ona dochodzić do 60%. Wysoka zawartość wilgoci pociąga za sobą obniżenie wartości opałowej. Niższa gęstość biomasy w porównaniu z węglem energetycznym powoduje wyższe koszty transportu jednostki energii chemicznej w przypadku paliwa odnawialnego. Cecha ta predysponuje biomasę do wykorzystania w małych lokalnych źródłach wytwarzania energii.

2. Proces zgazowania

Zgazowanie paliw stałych jest przemianą substancji palnej w paliwo gazowe, która zachodzi w wyniku oddziaływania na paliwo czynnikiem zgazowującym w wysokiej temperaturze, pod ciśnieniem atmosferycznym lub większym. Czynnikami zgazowującymi mogą być: powietrze, tlen, para wodna, wodór lub dwutlenek węgla. Tlen zawarty w powietrzu lub czysty tlen jest niezbędny do zajścia reakcji w strefie spalania. Para wodna poza dostarczeniem tlenu jest źródłem wodoru w wynikowym paliwie gazowym. Większe stężenie wodoru pochodzącego z pary wodnej lub dostarczania czystego wodoru do procesu przyczyniają się również do wyższego udziału węglowodorów w syngazie.

Proces zgazowania można podzielić na kilka etapów. W pierwszej kolejności następuje odparowanie wilgoci zawartej w paliwie, następnie w wyniku ogrzania paliwa przebiega proces pirolizy, czyli odgazowanie części lotnych z paliwa. W kolejnym etapie dzięki dostarczeniu czynnika zgazowującego następuje proces spalania, w wyniku którego uzyskujemy ciepło

TABELA 1. Charakterystyka wybranych parametrów biomasy i węgla (Kubica i in. 2003)

TABLE 1. Characteristics of selected parameters of biomass and coal

Składnik	Oznaczenie	Jednostka	Biomasa	Węgiel
Węgiel	C^{daf}	%	44–51	75–85
Wodór	H^{daf}	%	5,5–7	4,8–5,5
Tlen	O_d^{daf}	%	41–50	8,8–10
Azot	N_d^{daf}	%	0,1–0,8	1,4–2,3
Części lotne	V^{daf}	%	65–80	35–42
Ciepło spalania	Q_s^a	MJ/kg	16–20	21–32

niezbędne dla zajścia pozostałych procesów. W wysokiej temperaturze panującej w strefie spalania dochodzi też do rozpadu substancji smolistych, które między innymi powstają w wyniku pirolizy. Ostatnim etapem tego procesu jest zgazowanie pozostałości koksowej m.in. za sprawą reakcji między dwutlenkiem węgla a węglem, w wyniku której uzyskuje się tlenek węgla. Zgazowanie pozostałości koksowej jest procesem czasowo dziesięcio- do stukrotnie dłuższym od pirolizy. W wyniku procesu zgazowania uzyskuje się syngaz, który może być bezpośrednio spalany w palniku gazowym dostarczając ciepło, a także zastosowany w układach kogeneracyjnych wykorzystujących silniki tłokowe i turbiny gazowe oraz jako substrat do syntez chemicznych, w tym także paliw syntetycznych. Proces zgazowania przeprowadzany jest w generatorach gazu, które ze względu na rodzaj złoża można podzielić na:

- ✧ reaktory ze złożem stałym (współprądowe i przeciwprądowe),
- ✧ reaktory ze złożem fluidalnym,
- ✧ reaktory strumieniowe.

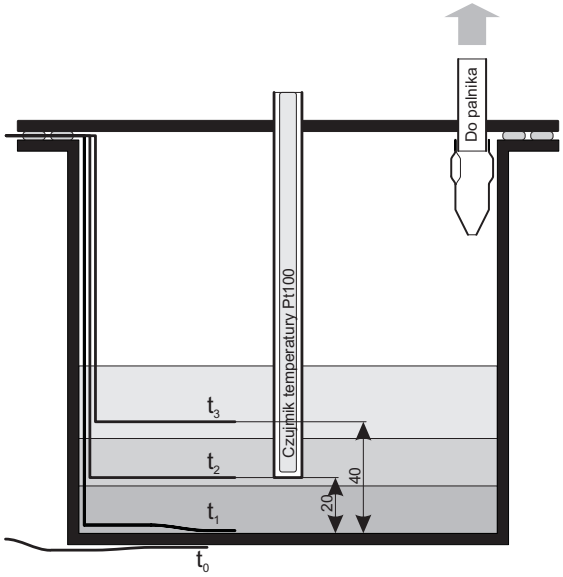
W przypadku układów małej mocy, zasilanych biomasą, stosuje się głównie reaktory ze złożem stałym. Reaktory przeciwprądowe charakteryzują się wyższą sprawnością, ale też większą zawartością substancji smolistych w wytwarzanym syngazie. Reaktory współprądowe mają wyższą temperaturę wytwarzanego gazu i niższą sprawność. Wytwarzany w nich syngaz ma mniejszą zawartość substancji smolistych, co jest ich zaletą. Generatory gazu, jak i układy technologiczne zintegrowane z procesem zgazowania są przedmiotem wielu badań ośrodków naukowych na świecie i w Polsce (Sobolewski i in. 2011; Strugała i in. 2011). Opracowywane są nowe generatory gazu, koncepcje układów z nimi zintegrowanych, układy oczyszczania, analizowana jest efektywność energetyczna konwersji oraz wiele innych zagadnień. Poprawa efektywności energetycznej procesu zgazowania biomasy jest uzyskiwana dzięki wykorzystaniu ciepła gorącego gazu z generatora do podgrzewania czynnika zgazowującego oraz suszenia biomasy.

3. Piroliza

Określenie piroliza oznacza rozkład związków chemicznych pod wpływem wysokiej temperatury bez dostarczania tlenu lub innego czynnika utleniającego. Zazwyczaj w czasie procesu pirolizy następuje rozkład złożonych związków chemicznych do związków o mniejszej masie cząsteczkowej. W przypadku biomasy, która ma dużą zawartość substancji lotnych, proces pirolizy pozwala w znacznej części przekształcić to paliwo stałe w paliwo gazowe. W laboratorium Paliw i Przetwarzania Energii Instytutu Elektroenergetyki Politechniki Poznańskiej przeprowadzono szereg prób termicznej konwersji biomasy. W tym celu skonstruowano pirolizer przedstawiony na rysunku 1, który składa się z naczynia pirolitycznego oraz pokrywy. Pirolizer wyposażony jest w termometr rezystancyjny Pt-100 oraz dwie termopary umieszczane zgodnie z oznaczeniami na rysunku. Procesowi pirolizy poddawany był pellet z trocin tartacznych o deklarowanych przez producenta następujących parametrach: wartość opałowa 17 400 kJ/kg, wilgotność 6,9%, zawartość popiołu 0,2% oraz zawartość siarki 0,3%. W wyniku przeprowadzonej w laboratorium analizy paliwa określono, że wartość opałowa pelletów wynosi 17 300 kJ/kg, a zawartość wilgoci występuje na poziomie 7,5%. Wyniki przeprowadzonych badań w postaci wykresów przedstawiono na rysunkach 2–6. W pirolizerze umieszczano odważoną próbkę pelletów i badano przebieg zmian temperatur na ściance ogrzewanej naczynia i wewnątrz reaktora oraz ubytek masy w czasie całej próby. Pomiar masy pozwolił na wyznaczenie względnego ubytku masy określanego jako stosunek ubytku masy do masy wsadu oraz na określenie szybkości procesu pirolizy czyli zmian masy w czasie (g/min). Podczas prób, w początkowym ich etapie, uzyskiwano gaz niepalny, który był spalany dzięki dostarczaniu do palnika dodatkowo gazu propan–butan. Było to spowodowane intensywnym parowaniem wilgoci zawartej w pelletach. Pobieranie ciepła na potrzeby pokrycia ciepła parowania widać wyraźnie jako spowolnienie wzrostu temperatury wewnątrz pirolizera w okolicach 100°C (czujnik PT-100). W dalszym etapie pracy urządzenia uzyskany gaz był gazem palnym.

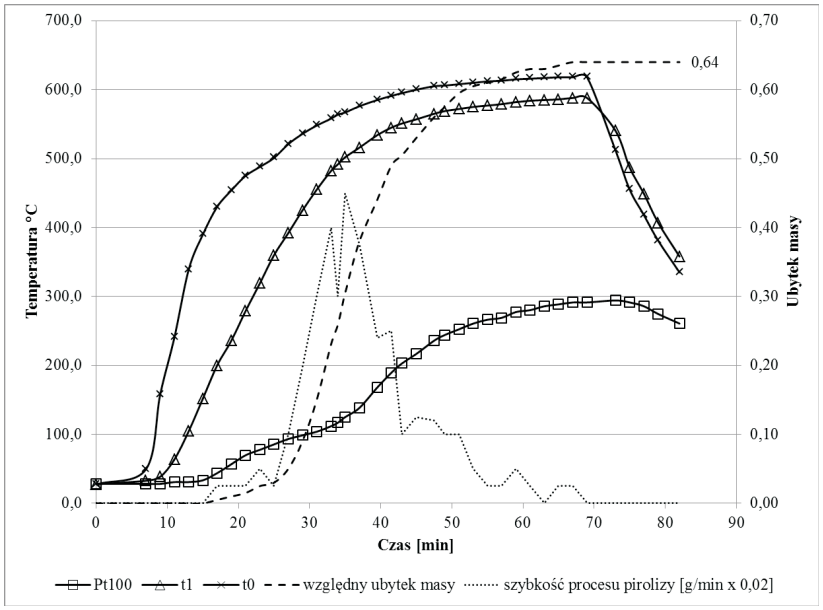
W pierwszych trzech próbach umieszczano w pirolizerze po 200g pelletu i przeprowadzano pomiary dla różnych mocy płyty grzejnej ogrzewającej aparat. W pierwszym przypadku (rys. 2) maksymalna temperatura ogrzewanej ścianki od strony pirolizowanego paliwa (t_1) wyniosła 588°C i uzyskano 64% konwersji pelletów w paliwo gazowe. W drugim przypadku (rys. 3) ścianka osiągnęła temperaturę 482°C i uzyskano 55% konwersji biomasy w paliwo gazowe. W obydwu przypadkach najbardziej intensywnie piroliza zachodziła od 25 do 45–60 minuty od początku doświadczenia. W kolejnym przypadku (rys. 4) ścianka osiągnęła temperaturę 357°C, a proces pirolizy był bardzo powolny i po 100 minutach doświadczenia osiągnięto 31% ubytku masy.

W kolejnych dwóch próbach zwiększano masę wsadu, aby określić jaki wpływ na proces pirolizy ma grubość warstwy pelletu. W próbie czwartej (rys. 5) masę peletu zwiększono dwukrotnie do 400g co dało około 3,5-centymetrową warstwę, natomiast w próbie piątej pirolizie poddano 700g, co dało 6-centymetrową warstwę. Grubość warstwy praktycznie nie wpłynęła na względny ubytek biomasy i w obu przypadkach 63% masy wsadu uległo procesowi pirolizy i opuszczało reaktor w postaci gazu. Grubość warstwy biomasy miała za to wpływ na czas, po którym nastąpiło ustalenie temperatury w reaktorze oraz czas trwania odgazowania.



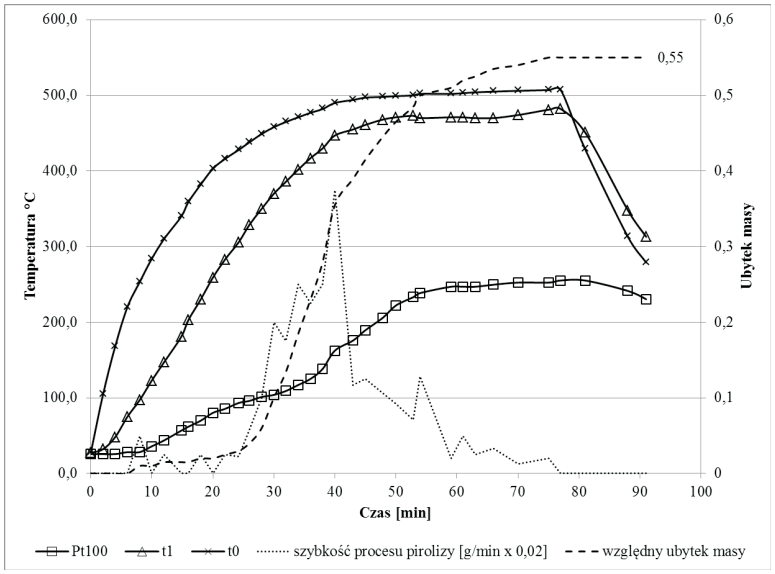
Rys. 1. Schemat pirolizera z centralnie umieszczonym czujnikiem PT-100 i położeniem termopar podczas eksperymentów

Fig. 1. Diagram of pyrolyzer with a centrally located sensor PT-100 and position of the thermocouple during the experiments



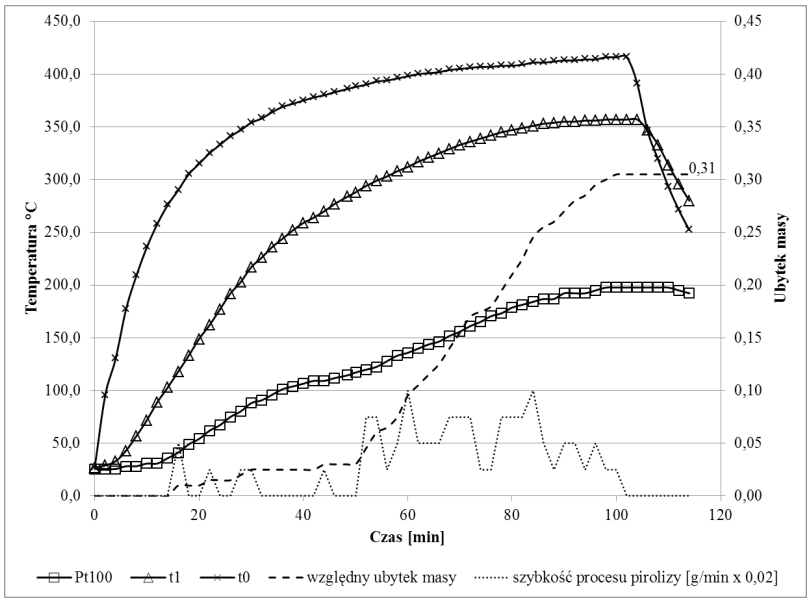
Rys. 2. Zmiany temperatury, względny ubytek masy i szybkość procesu pirolizy dla 200-gramowego wsadu i maksymalnej mocy płyty grzejnej

Fig. 2. Changes of temperature, the relative loss of mass and speed of the pyrolysis process for the 200 gram load and maximum power of the of the hotplate



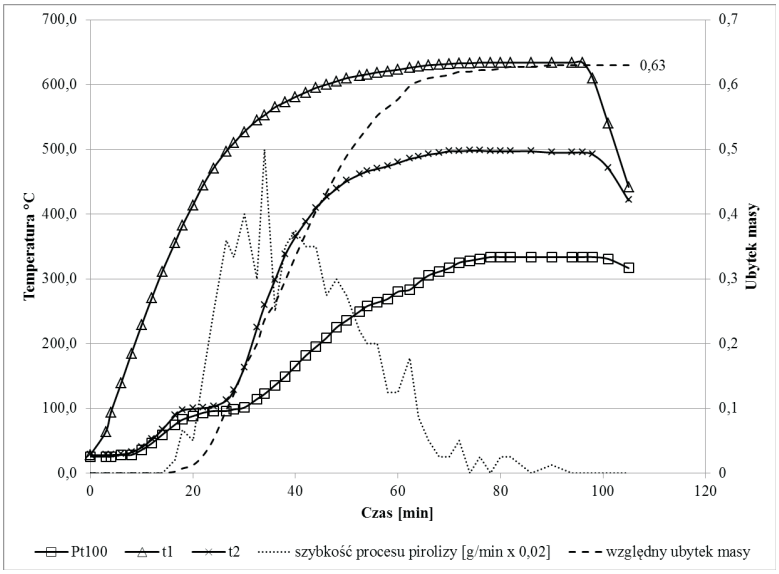
Rys. 3. Zmiany temperatury, względny ubytek masy i szybkość procesu pirolizy dla 200-gramowego wsadu i pośredniej mocy płyty grzejnej

Fig. 3. Changes of temperature, relative loss of mass and speed of the pyrolysis process for the 200 gram load and indirect power of the hotplate



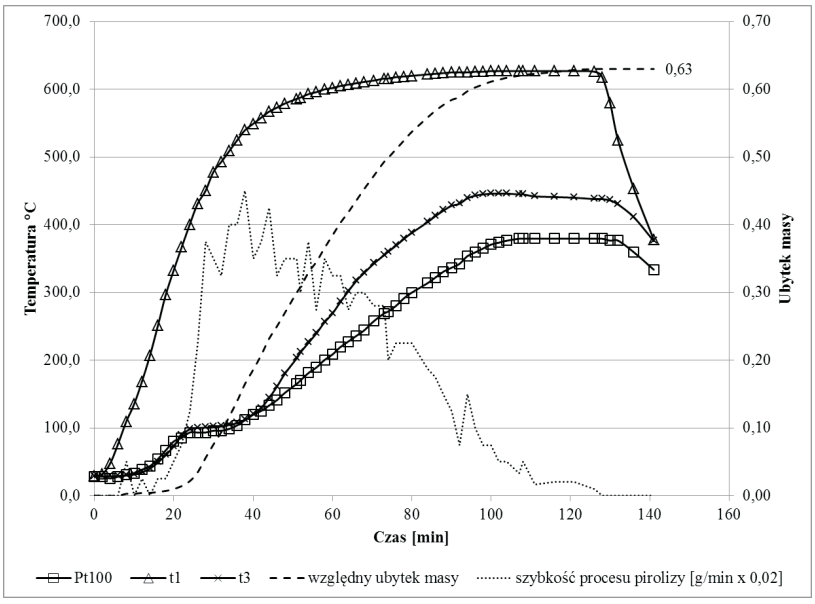
Rys. 4. Zmiany temperatury, względny ubytek masy i szybkość procesu pirolizy dla 200-gramowego wsadu i najmniejszej mocy płyty grzejnej

Fig. 4. Changes of temperature, the relative loss of mass and speed of the pyrolysis process for the 200 gram load, and the lowest power of the hotplate



Rys. 5. Zmiany temperatury, względny ubytek masy i szybkość procesu pirolizy dla 400-gramowego wsadu i maksymalnej mocy płyty grzejnej

Fig. 5. Changes of temperature, the relative loss of mass and speed of the pyrolysis process for the 400 gram load and maximum power of the hotplate



Rys. 6. Zmiany temperatury, względny ubytek masy i szybkość procesu pirolizy dla 700-gramowego wsadu i maksymalnej mocy płyty grzejnej

Fig. 6. Changes of temperature, the relative loss of mass and speed of the pyrolysis process for the 700 gram load and maximum power of the hotplate

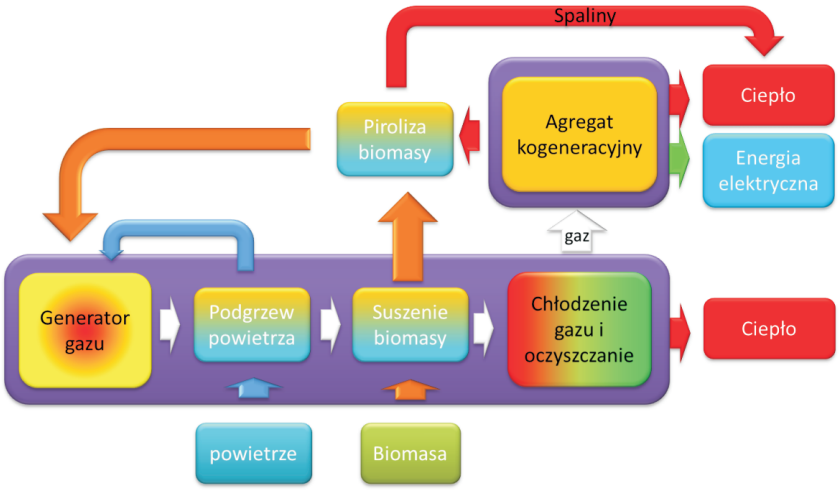
W przypadku 3,5-centymetrowej warstwy trwało to około 70 min, a w przypadku 6-centymetrowej warstwy około 110 min. Jeżeli jako punkt odniesienia przyjąć 50% odgazowania wsadu, to dla przypadku pierwszego (rys. 2) potrzeba na to około 42 min, dla przypadku czwartego (rys. 5) około 51 min oraz dla przypadku ostatniego (rys. 6) około 74 minut. Wynika to z inercji przekazywania ciepła do kolejnych warstw wsadu.

Przy analizie tych prób widać, że część ciepła dostarczanego do procesu pirolizy zużywanego jest na pokrycie ciepła parowania wody podczas suszenia paliwa. Można zauważyć również, że stopień konwersji paliwa stałego w gaz zależy od temperatury panującej w generatorze. Przy temperaturze ścianki naczynia 500/470°C można uzyskać ponad 50-procentowy stopień odgazowania pirolizowanej biomasy. Na stopień konwersji wpływa również czas przebywania wsadu w reaktorze, jak i grubość warstwy biomasy.

4. Koncepcja małego układu kogeneracyjnego zintegrowanego ze zgazowaniem biomasy

Najczęstszym rozwiązaniem stosowanym w układach kogeneracyjnych małej mocy jest przystosowany do zasilania paliwem z generatora gazu silnik tłokowy. W przypadku silnika wysokoprężnego najprostszym rozwiązaniem jest układ pracujący jako dwupaliwowy. Paliwo podstawowe, jakim jest olej napędowy podawane jest w niewielkiej dawce inicjującej zapłon mieszanki syngazu z powietrzem. Większej ingerencji oraz nakładów inwestycyjnych wymaga zastosowanie układu zapłonowego iskrowego. Omawiany w niniejszym rozdziale układ jest w trakcie realizacji. W konstruowanym układzie kogeneracyjnym jako źródło wytwórcze zastosowano agregat prądotwórczy PAD – 8. Wyposażony on jest w generator o mocy znamionowej 10 kVA i współczynniku mocy 0,8. Pozwoli to na wytworzenie do 8 kW mocy elektrycznej i kilkanaście kW mocy cieplnej. W budowanym układzie kogeneracyjnym w pierwszym etapie zostaną przeprowadzone badania na układzie dwupaliwowym, a następnie silnik zostanie wyposażony w układ zapłonowy. Pozwoli to całkowicie wyeliminować olej napędowy i przejść w 100% na prace z wykorzystaniem paliwa odnawialnego. W celu wykorzystania ciepła odpadowego silnika zabudowano wymienniki odbierające ciepło z układu chłodzenia silnika (płaszcz wodny) i chłodzenia oleju smarnego. Zainstalowany zostanie również wymiennik odbierający ciepło od spalin wylotowych. Jako generator gazu zastosowany będzie typowy gazogenerator współprądowy, który zapewnia niższą zawartość substancji smolistych w wytwarzanym gazie. W reaktorach małej mocy czynnikiem zgazowującym jest powietrze, które dostarczane do strefy spalania w wyniku reakcji egzotermicznych, dostarcza ciepła niezbędnego do procesu suszenia, oraz reakcji zachodzących podczas procesu pirolizy i zgazowania, które to reakcje są endotermiczne. Ponadto w przypadku zgazowania paliw o dużym stopniu uwęglenia tlen jest niezbędny do zgazowania pozostałości koksowej. Dostarczanie ciepła tylko w ten sposób powoduje, że ilość powietrza jest znaczna i w gazie wynikowym pojawia się większy udział dwutlenku węgla i azotu. Domieszki te, jako niepalne, stanowią balast i obniżają wartość

opałową gazu. Jest to przyczyną obniżenia sprawności chemicznej procesu zgazowania. W celu podniesienia sprawności reaktora ciepło gorącego gazu generatorowego wykorzystywane jest do podgrzewania powietrza i podgrzewania biomasy celem jej osuszenia. Jak zauważono wcześniej, biomasa w swoim składzie zawiera dużą ilość tlenu, więc w tym przypadku dostarczanie znacznych ilości powietrza ze stechiometrycznego punktu widzenia spowoduje zwiększenie udziału dwutlenku węgla w gazie generatorowym. Dostarczenie ciepła z innego źródła powinno spowodować obniżenie zapotrzebowania na powietrze, a co za tym idzie – zmniejszenie ilości azotu i dwutlenku węgla, podnosząc jednocześnie kaloryczność gazu. W konstruowanym układzie kogeneracyjnym zastosowany zostanie wymiennik zasilany ciepłem spalin z silnika spalinowego, w którym to wymienniku powinien zachodzić proces pirolizy, będący przedmiotem badań, których wyniki umieszczono powyżej. Przepływ strumieni czynnika i ciepła przedstawiono na rysunku 7. Ciepło gorących gazów spalinowych w pierwszej kolejności wykorzystane będzie w wymienniku pirolitycznym a dalej w wymienniku ciepłowniczym. W celu określenia sprawności energetycznej instalacji zamontowane zostaną następujące układy: pomiaru wytworzonego ciepła i energii elektrycznej, przepływu gazu oraz waga na zbiorniku buforowym do oceny ilości zużytego paliwa. Zainstalowanie czujników temperatury w gazogeneratorze i na poszczególnych wymiennikach pozwoli na kontrolę procesu zgazowania, jak i efektywności wymiany ciepła.



Rys. 7. Schemat przepływu masy i ciepła w układzie kogeneracyjnym zintegrowanym ze zgazowaniem biomasy

Fig. 7. Flow diagram of mass and heat in cogeneration system integrated with biomass gasification

Podsumowanie

Polska dysponuje dużym potencjałem biomasy, którą można zagospodarować na cele energetyczne. W świetle polityki energetycznej Polski do 2030 roku biomasa powinna być wy-

korzystywana w źródłach rozproszonych. Zastąpienie nieodnawialnych paliw kopalnych biomasą nie zwalnia nas jednak z obowiązku jak najefektywniejszego wykorzystania tego paliwa. Technologią charakteryzującą się wysoką sprawnością energetyczną jest kogeneracja. Poszukiwanie optymalnego z punktu widzenia efektywności energetycznej rozwiązania integracji układu kogeneracyjnego z układem zgazowania biomasy powinno być tematem badań naukowych. Biomasa charakteryzuje się wysoką zawartością części lotnych, których konwersja na paliwo gazowe odbywa się na drodze procesu pirolizy. Przeprowadzone badania tego procesu pokazały, że stopień konwersji pelletów w paliwo gazowe zależy od temperatury panującej w reaktorze, czasu trwania procesu oraz grubości warstwy paliwa. W przypadku biomasy problemem jest łatwość wchłaniania wody, której odparowanie wymaga znacznych nakładów energetycznych i przyczynia się do obniżenia wartości opałowej paliwa oraz jakości gazu generatorowego. W związku z tym w układach technologicznych na ciągu podawania biomasy do gazogeneratora instaluje się urządzenie dosuszające paliwo do wymaganej wartości wilgotności. W tym celu można wykorzystać ciepło gorącego syngazu opuszczającego reaktor. Ciepło procesowe z gazu generatorowego, jak i gazów spalinowych silnika poza wytwarzaniem ciepłej wody sieciowej można też wykorzystać do podgrzania powietrza do gazogeneratora jak i na pokrycie potrzeb energetycznych podgrzania paliwa czy samego procesu pirolizy. Działania te mają na celu poprawę sprawności energetycznej układu i jakości gazu generatorowego. Przedstawiona koncepcja układu kogeneracyjnego zintegrowanego ze zgazowaniem biomasy pozwoli na przeprowadzenie szeregu badań i analiz dotyczących samego procesu zgazowania, głównie pod kątem poprawy jego efektywności jak również parametrów pracy silnika, po konwersji na nowe paliwo. Przedmiotem badań będzie również analiza gazu generatorowego jak i układu jego oczyszczania.

Literatura

[1] Polityka energetyczna Polski do 2030 roku. Załącznik do uchwały nr 202/2009 Rady Ministrów z dnia 10 listopada 2009 r. Warszawa, 2009.

[2] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 18 października 2012 r. w sprawie szczegółowego zakresu obowiązków uzyskania i przedstawienia do umorzenia świadectw pochodzenia, uiszczenia opłaty zastępczej, zakupu energii elektrycznej i ciepła wytworzonych w odnawialnych źródłach energii oraz obowiązku potwierdzania danych dotyczących ilości energii elektrycznej wytworzonej w odnawialnym źródle energii,

[3] KUBICA i in. 2003 – KUBICA, K., ŚCIĄŻKO, M. i RAIŃCZAK, J. 2003. Współspalanie biomasy z węglem. *XVII Konferencja Polityka państwa w zakresie paliw i energii*, Zakopane.

[4] SOBOLEWSKI i in. 2011 – SOBOLEWSKI, A., KOTOWICZ, J., MATUSZEK, K. i ILUK, T. 2011. Reaktory zgazowania biomasy w układach CHP – przyszłość energetyki odnawialnej w Polsce. *Polityka Energetyczna – Energy Policy Journal* t. 14, z. 2, Kraków: Wyd. Instytutu GSMiE PAN, s. 349–360, PL ISSN 1429-6675.

[5] STRUGAŁA i in. 2011 – STRUGAŁA, A., CZAPLICKA-KOLARZ, K. i ŚCIĄŻKO, M. 2011. Projekty nowych technologii zgazowania węgla powstające w ramach Programu Strategicznego NCBiR. *Polityka Energetyczna – Energy Policy Journal* t. 14, z. 2, Kraków: Wyd. Instytutu GSMiE PAN, s. 375–390, PL ISSN 1429-6675.

Robert WRÓBLEWSKI

The concept of a small cogeneration system integrated with biomass gasification

Abstract

Depletion of fossil fuels is the reason for the use of high efficiency technology, including cogeneration, as well as to seek opportunities for the use of renewable energy resources. For this reason, supporting the development of the distributed cogeneration systems and technologies that use renewable energy sources is supported by the Polish Energy Policy until 2030. Article compares selected properties of biomass and coal as a fuel for the gasification process. Biomass has a big participation of oxygen in the composition which causes the large amount of volatile substances. This article discusses also the gasification process, its stages and characteristics of the fixed bed gasifier used in small cogeneration systems. It also presents the results of the pyrolysis process carried out in the Laboratory of Fuel and Energy Conversion of Institute of Electrical Power Engineering of Poznań University of Technology. The pyrolysis process was tested for the degree of biomass degasification and duration of the process depending on the temperature of the process and the pellets layer thickness. Testing results are shown in Figures 2–6. The last part of the article describes the concept of power plants with a combustion engine powered by syngas from biomass gasification. This installation which is in the course of implementation, will conduct a series of studies and analyzes of the gasification process, analyzes of the syngas and its treatment and the parameters of the engine, after conversion to the new fuel.

KEY WORDS: gasification, pyrolysis, biomass, cogeneration