

Aleksander SOBOLEWSKI*, Janusz KOTOWICZ**, Katarzyna MATUSZEK*, Tomasz ILUK***

Reaktory zgazowania biomasy w układach CHP – przyszłość energetyki odnawialnej w Polsce

STRESZCZENIE. W artykule przedstawiono podstawowe europejskie i krajowe uwarunkowania prawne dotyczące odnawialnych źródeł energii. Uwagę skupiono na wykorzystaniu OZE, w tym głównie biomasy w Polsce. Zaprezentowano definicję biomasy, krótką charakterystykę tego paliwa oraz możliwe źródła jego pozyskania. Omówiono proces zgazowania, stosowane gazogeneratory, krótką charakterystykę i specyfikę ich działania oraz kierunki wykorzystania gazu procesowego ze szczególnym uwzględnieniem układów CHP wyposażonych w reaktory zgazowania biomasy. Szczegółowo przedstawiono i omówiono wybrane konstrukcje reaktorów przeznaczonych do zgazowania biomasy opracowane w Polsce. Porównano podstawowe parametry procesu zgazowania dla prezentowanych instalacji. Przedstawiono zalety i wady gazogeneratorów pod kątem ich eksploatacji. Przeanalizowano potencjał rynkowy biomasy w kraju z przeznaczeniem na cele energetyczne. Sprecyzowano i opisano działania, których realizacja wpłynie korzystnie na rozwój energetyki odnawialnej w Polsce.

SŁOWA KLUCZOWE: biomasa, zgazowanie, gaz procesowy, OZE, CHP

* Dr inż. — Instytut Chemicznej Przeróbki Węgla w Zabrze, asob@ichpw.zabrze.pl, kmatuszek@ichpw.zabrze.pl

** Dr hab. inż. — Prof. Politechniki Śląskiej, Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki, Politechnika Śląska, Gliwice, janusz.kotowicz@polsl.pl

*** Mgr inż. — Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki, Politechnika Śląska, Gliwice oraz Instytut Chemicznej Przeróbki Węgla w Zabrze, tomasz.iluk@polsl.pl

Wprowadzenie

W dniach 8–9 marca 2007 roku podczas posiedzenia Rady Europejskiej w Brukseli opracowano dokument „Konkluzje Prezydencji” mający na celu określenie strategii energetycznej Unii do roku 2020 [1]. Główne założenia zawarte w tym dokumencie dotyczące sektora energetycznego to:

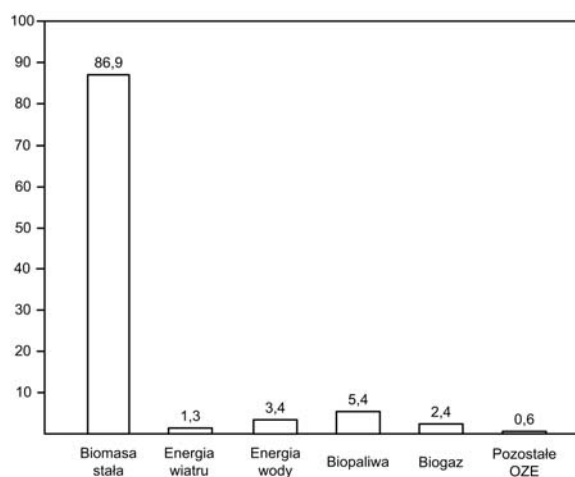
- ✧ zwiększenie efektywności energetycznej o 20%,
- ✧ zwiększenie udziału energii odnawialnej w bilansie energii pierwotnej do 20%,
- ✧ zredukowanie emisji gazów cieplarnianych o 20%, w odniesieniu do 1990 roku.

Dyrektywa PEiR 2009/28/WE z dn. 23.04.2009 r. W sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych zmieniająca i w następstwie uchylająca dyrektywy 2001/77/WE oraz 2003/30/WE, określa krajowe cele ogólne w zakresie udziału energii ze źródeł odnawialnych w końcowym zużyciu energii brutto w 2020 r. Dla Polski wzrost z udokumentowanego udziału energii ze źródeł odnawialnych w końcowym zużyciu energii brutto w 2005 r. wynosił 7,2% i musi zostać zwiększony do 15% w 2020 r.

Działania te w przyszłości nieuchronnie będą skutkować zwiększeniem udziału odnawialnych źródeł energii (OZE) w ogólnym bilansie stosowanych paliw dla energetyki. Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Gospodarki z dnia 14.08.2008 r. [2], odnawialne źródła energii stanowią przede wszystkim:

- ✧ elektrownie wodne i wiatrowe,
- ✧ źródła wytwarzające energię z biomasy i biogazu,
- ✧ słoneczne ogniwa fotowoltaiczne oraz kolektory do produkcji ciepła,
- ✧ źródła geotermalne.

Wykorzystanie OZE w Polsce z podziałem na źródła wytwarzania energii przedstawiono na rysunku 1.



Rys. 1. Źródła wytwarzania energii odnawialnej w Polsce w 2008 r. (udział, %) [3]

Fig.1. Sources of generation of renewable energy in Poland in 2008 (share, %) [3]

Polska dysponuje dużym potencjałem rynkowym biomasy, który może być przeznaczony na cele energetyczne. Zastosowanie biomasy jako źródła energii odnawialnej będzie stanowiło jedno z podstawowych sposobów obniżenia emisji gazów cieplarnianych. Światowe prognozy również wskazują jednoznacznie na zwiększenie udziału biomasy w strukturze zużycia paliw energetycznych [4,5].

Zgodnie z definicją, biomasa to stałe lub ciekłe substancje pochodzenia roślinnego lub zwierzęcego, które ulegają biodegradacji, pochodzące z produktów, odpadów i pozostałości z produkcji rolnej oraz leśnej, z przemysłu przetwarzającego ich produkty, a także części pozostałych odpadów, które ulegają biodegradacji [4]. Główne składniki biomasy to:

- ✧ celuloza, która stanowi około 36–50% suchej masy drzewnej i roślinnej. Jest to podstawowy składnik ścian komórek roślin,
- ✧ hemiceluloza, która jest mieszaniną polisacharydów. Stanowi składnik ściany komórkowej roślin i spełnia rolę materiału zapasowego,
- ✧ lignina będąca substancją lepiszczową, zapewniająca zwartość komórek drewna,
- ✧ tłuszcze, pektyny, skrobie, polisacharydy grupy C5 i C6 i inne.

Według danych statystycznych na cele energetyczne w Polsce corocznie uzyskuje się około 7 mln Mg drewna, 10 mln Mg słomy czy 2,5 mln Mg osadów ściekowych i przemysłowych odpadów organicznych [4]. Ponadto duży potencjał mogą stanowić plantacje energetyczne. Zakładanie takich upraw daje możliwość zapewnienia ciągłości dostaw surowca dla zakładów energetycznych oraz umożliwia wykorzystanie nieużytków rolnych czy gleb zdegradowanych rolniczo. Rośliny energetyczne charakteryzują się dużym przyrostem masy, wysoką wartością opałową, niskimi wymaganiami glebowymi oraz odpornością na działanie szkodników i chorób. Najpopularniejsze z nich to: wierzba wiciowa, ślazier pensylwański, topinambur, czy trawy wieloletnie np. miskant [4, 5].

Typowanie biomasy jako głównego źródła do produkcji energii elektrycznej i ciepła zaraz po paliwach kopalnych, związane jest z dość dobrze opanowaną technologią konwersji jej energii chemicznej na energię termiczną. Dla celów energetycznych biomasa znajduje zastosowanie przeważnie w trzech technologiach [4]:

- ✧ spalaniu,
- ✧ pirolizie,
- ✧ zgazowaniu.

Obserwowany dynamiczny rozwój technologii zgazowania uwarunkowany jest przede wszystkim licznymi korzyściami płynącymi z produkcji gazu palnego, który można wykorzystać w układach osiągających wysokie sprawności, produkujących w kogeneracji ciepło, energię elektryczną czy nawet zimno (układy trójgeneracyjne).

Układy CHP

Combined Heat and Power – CHP – to systemy kogeneracyjnego wytwarzania ciepła i energii elektrycznej. Budowane są zazwyczaj w zakresie mocy 50 kW do 3 MW, na bazie

agregatów prądotwórczych wyposażonych w silniki spalinowe (ew. turbiny gazowe) zasilane biogazem (m.in. gazem składowiskowym, oczyszczalnianym) lub konwencjonalnymi paliwami gazowymi (np. gazem ziemnym, propanem) [6].

Oferowane systemy CHP (elektrociepłownie) mają sprawność bliską 90% (wykorzystanie ciepła odpadowego wytwarzanego przez silnik, oleju smarującego, spalin), natomiast energia elektryczna generowana jest przez nie ze sprawnością 32–37% [7].

Jedną z najważniejszych zalet stosowania systemów CHP jest oszczędność energii pierwotnej w wyniku stosowania zdecentralizowanych, wysokoefektywnych (ok. 90%) systemów, co ogranicza straty w przesyłce wytwarzanej energii.

Procesem umożliwiającym zastosowanie paliwa biomasowego w układach CHP jest zgazowanie.

Proces zgazowania polega na konwersji energii chemicznej paliwa stałego, na energię chemiczną gazu palnego. Jedną z korzyści płynących z wykorzystania tego procesu jest umożliwienie wykorzystania paliw stałych, w tym biomasy, w układach złożonych z generatora gazu i silnika spalinowego/turbiny, co pozwala na generowanie mocy w małej skali i z dużą sprawnością.

Oprócz niewątpliwych korzyści, jakie dają układy CHP i ich zalet, istnieją również poważne problemy w komercyjnym wykorzystaniu procesu zgazowania biomasy dla potrzeb układów CHP. Są to m.in.:

- ✧ sprawność reaktorów zgazowania ze złożem stałym,
- ✧ skuteczne i ekonomiczne oczyszczanie gazu procesowego (instalacja oczyszczania gazu powinna zapewnić osiągnięcie stężeń zanieczyszczeń w gazie poprocesowym do wymaganego poziomu: pył < 5 mg/m³_n, smoła < 50 mg/m³_n [7, 8], gwarantującego bezawaryjną pracę silnika),
- ✧ wysokie koszty odpowiednio przystosowanych silników spalinowych,
- ✧ cena „nieodpadowej” biomasy.

Odpowiedzią Polskiej Myśli Technicznej na brak reaktorów produkujących gaz procesowy z odpowiednio wysoką sprawnością, są oryginalne konstrukcje przedstawione w niniejszym artykule.

Reaktory zgazowania dla układów CHP

Proces zgazowania prowadzony jest w generatorach gazu zwanych również zgazowarkami lub w ujęciu historycznym czadnicami. Ogólnie urządzenia te ze względu na rodzaj złoża można podzielić na:

- ✧ reaktory ze złożem stałym (ang. *fixed bed gasifiers*),
- ✧ reaktory ze złożem fluidalnym (ang. *fluidised bed gasifiers*),
- ✧ reaktory strumieniowe (ang. *entrained bed gasifiers*).

W przypadku biomasy rozwinięto przede wszystkim technologię zgazowania bazującą na reaktorach ze złożem stałym – stanowią one 77,5% wśród obecnie oferowanych. Rozwiązania te stosowane są głównie dla małych i średnich mocy [4].

Reaktory ze złożem stałym, w zależności od kierunku przepływu paliwa i czynnika procesowego, można podzielić na:

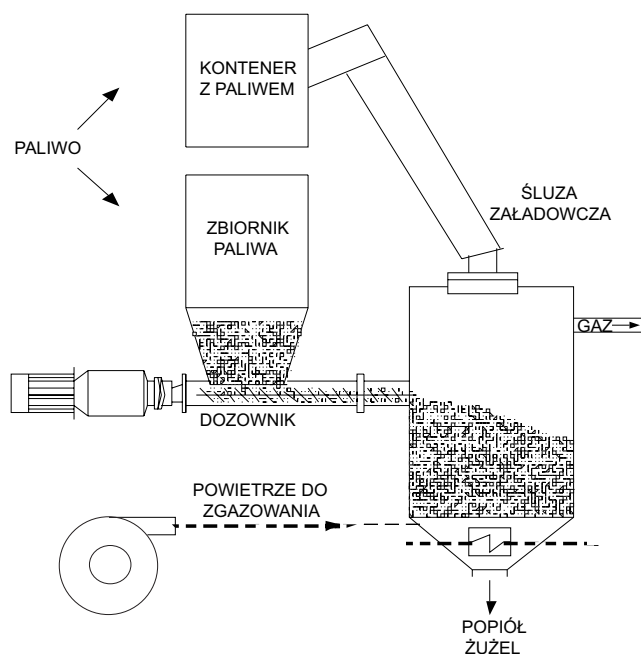
- ✧ przeciwprądowe (górnociągowe),
- ✧ współprądowe (dolnociągowe),
- ✧ współprądowe z otwartym rdzeniem,
- ✧ krzyżowo-prądowe.

Z tej grupy, wśród konstrukcji dostępnych na rynku przeważają generatory współprądowe i przeciwprądowe. W zgazowarkach górnociągowych paliwo przemieszcza się od górnej strefy reaktora do dolnej, natomiast czynnik zgazowujący w przeciwprądzie od dolnej do górnej części. Zaletą tego rozwiązania jest możliwość stosowania paliwa o zwiększonej zawartości wilgoci i o większej granulacji. Podczas przemieszczania się biomasy w generatorze następuje jej suszenie za pomocą otrzymanego gazu. Wadą tego rozwiązania jest stosunkowo niska temperatura gazu, w wyniku czego powstaje duża ilość substancji smolistych. Zgazowarki przeciwprądowe charakteryzują się jednak wysoką sprawnością. W reaktorach dolnociągowych zarówno paliwo, jak i czynnik zgazowujący przemieszczają się w jednym kierunku – w dół reaktora. Paliwo po przejściu przez strefę suszenia i pirolizy napotyka na charakterystyczne przewężenie w reaktorze. Ma ono na celu wymuszenie przejścia otrzymanego w strefie pirolizy gazu oraz reszty paliwa do strefy zgazowania. W strefie utleniania występują temperatury często przekraczające 1000°C. Tak wysoka temperatura powoduje rozkład substancji smolistych zawartych w gazie pirolitycznym. Dzięki temu uzyskujemy gaz o niskiej zawartości substancji smolistych, co stanowi wielki atut tej konstrukcji. Do wad reaktorów współprądowych należy zaliczyć konieczność stosowania konkretnego rodzaju paliwa o odpowiednim rozdrobnieniu (40–100 mm) oraz o zawartości wilgoci mieszczącej się w przedziale 20–25%. Konstrukcje te charakteryzują się również problemami związanymi ze szlakowaniem reaktora, a uzyskiwany gaz – dużą zawartością pyłu i wysoką temperaturą [4].

Poniżej omówiono i porównano wybrane trzy reaktory, umożliwiające zgazowanie biomasy. Są to ciekawe pod względem zastosowanych rozwiązań – a dzięki temu konkurencyjne pod kątem kosztów inwestycyjnych czy eksploatacyjnych – konstrukcje opracowane w Polsce.

Gazogenerator EKOD

Jest to reaktor (rys. 2) realizujący proces zgazowania przeciwprądowego. Paliwo dostarczane jest w kontenerach i dozowane w górnej części reaktora zgazowania. Załadunek odbywa się przy wykorzystaniu zespołu transportowo-załadowczego oraz służ, których zadaniem jest eliminacja niekontrolowanego przepływu powietrza do reaktora i wydobycia gazu z aparatu. Jako paliwo zakłada się wykorzystywanie drewna będącego odpadem powstającym w trakcie procesu produkcyjnego, charakteryzującego się małym udziałem wilgoci i dozowanego do układu okresowo w postaci kawałków o maksymalnej



Rys. 2. Schemat reaktora zgazowania biomasy typu EKOD [5]

Fig. 2. Scheme of the gasification reactor type EKOD [5]

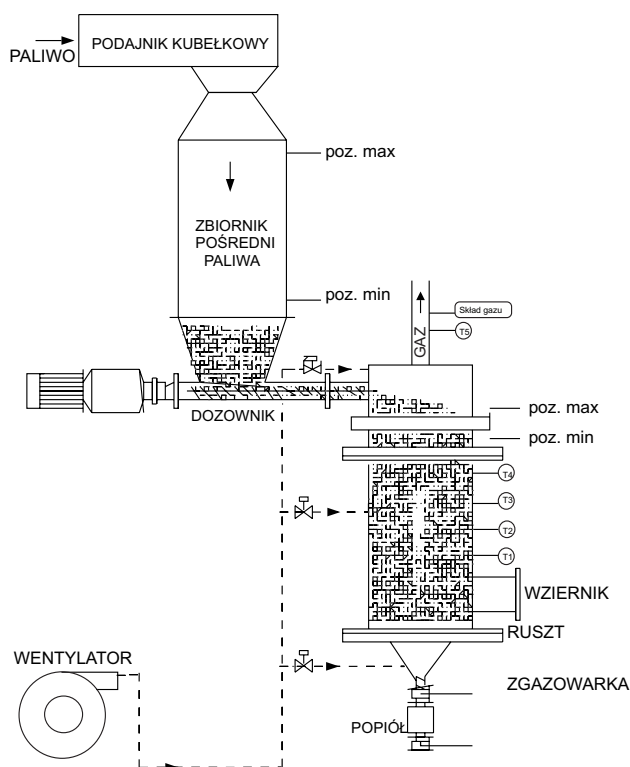
granulacji 30–40 cm. Powietrze (czynnik zgazowujący) doprowadzane jest obwodowo w dolnej części aparatu (część cylindryczna). Doprowadzone do aparatu paliwo w trakcie obsuwania się w dół reaktora podlega procesom suszenia, pirolizy, zgazowania i spalania karbonizatu. Generowany w trakcie procesu gaz odprowadzany jest z górnej części reaktora. Popiół przechodzi do części stożkowej reaktora i poprzez zespół usuwania popiołów wyprawdany jest na zewnątrz aparatu. Proces zgazowania realizowany jest w temperaturze 600–800°C i przy ciśnieniu atmosferycznym. Czas przebywania w komorze reaktora surowca energetycznego został założony na poziomie 2–3 h [9].

System sterowania i kontroli procesu zapewnia automatyczny cykl załadunku surowca do komory generatora, sterowanie procesem odbioru odpadów oraz sterowanie obiegami powietrza. Regulacja ilości powietrza doprowadzanego do układu zgazowania odbywa się poprzez automatyczne utrzymywanie stałej, niewielkiej wartości podciśnienia (10 Pa) w górnej części reaktora zgazowania (ok. 0,5 m pod pokrywą reaktora). Podciśnienie utrzymywane jest w głównej mierze poprzez regulację wydajności wentylatora ciągu i korygowane wydajnością wentylatora doprowadzającego czynnik zgazowujący do aparatu [9].

Gazogenerator GazEla

Jest to innowacyjna konstrukcja łącząca w sobie zalety reaktorów współ- i przeciwprądowych, opracowana w Instytucie Chemicznej Przeróbki Węgla w Zabrze (zgłoszenie patentowe nr P383541) [10].

Reaktor zgazowania biomasy (rys. 3) jest pionowym cylindrycznym reaktorem o średnicy wewnętrznej $\varnothing 400$ mm i wysokości części technologicznej około 920 mm. Podawane paliwo w reaktorze podlega procesom suszenia, pirolizy, spalania i zgazowania. W strefie suszenia i pirolizy proces jest prowadzony współprądowo, w strefie zgazowania przeciwprądowo, natomiast w strefie spalania występuje prąd mieszany. Istnieje możliwość regulacji wysokości stref poprzez odpowiednią regulację poszczególnych strumieni powietrza. Wytworzony gaz jest pobierany za pomocą stalowej rury umieszczonej w osi reaktora. Wysokości zanurzenia rury w reaktorze, a więc punkt odbioru gazu, jest regulowany. Jako czynnik zgazowujący zastosowano powietrze, które podawane jest za pomocą wentylatora promieniowego w trzech miejscach reaktora: pod ruszt, w środkowej części oraz nad złożem paliwa.



Rys. 3. Schemat reaktora zgazowania biomasy typu GazEla [5]

Fig. 3. Scheme of the gasification reactor type GazEla [5]

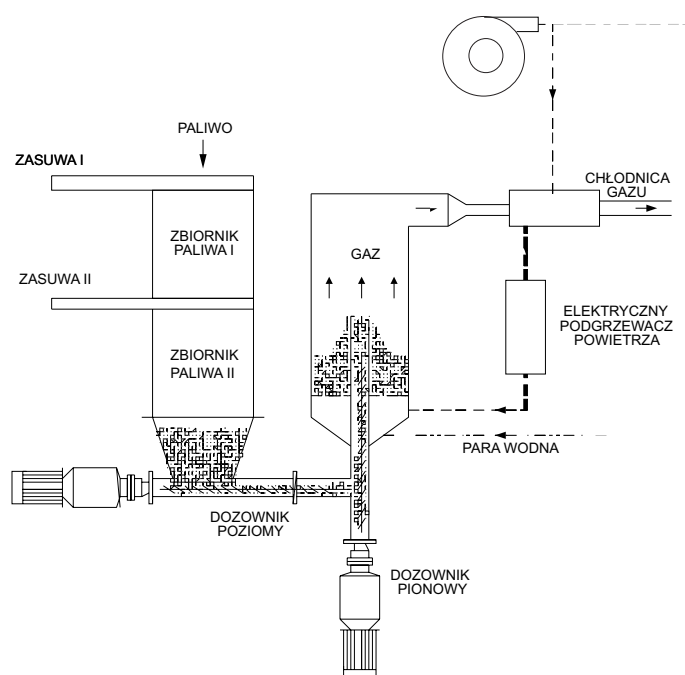
Podjęcie współpracy z firmą Syngaz zaowocowało wykonaniem i uruchomieniem instalacji CHP z tym reaktorem.

Gazogenerator IEn150

W Instytucie Energetyki w Warszawie zaprojektowano oraz wykonano stanowisko do badań procesu zgazowania biomasy (zgłoszenie patentowe nr PL 201871) [11].

W skład stanowiska wchodzi reaktor zgazowania o mocy nominalnej 150 kW (w paliwie). Urządzenie to jest pionowym cylindrycznym reaktorem o średnicy wewnętrznej 440 mm oraz wysokości 1500 mm. Wewnętrzna część reaktora wykonana została z materiału ceramicznego odpornego na wysokie temperatury. Zewnętrzną część reaktora wykonano z płaszcza stalowego. W celu zminimalizowania strat ciepła do otoczenia zastosowano izolację termiczną, wykonaną z wełny mineralnej pomiędzy obydwoma powłokami. Odbiór gazu procesowego z reaktora odbywa się za pomocą rury umieszczonej w górnej części reaktora, nad złożem paliwa [5].

Układ podawania paliwa składa się z dwusekcyjnego zbiornika paliwa, poziomego oraz pionowego podajnika ślimakowego [5].



Rys. 4. Schemat reaktora zgazowania biomasy typu IEn150 [5]

Fig. 4. Scheme of the gasification reactor type IEn150 [5]

Biomasa dostarczana jest ze zbiornika paliwa podzielonego dwoma szczelnymi zasuwami. Rozwiązanie to uniemożliwia cofanie się gazu z reaktora na zewnątrz urządzenia. Za pomocą podajnika poziomego paliwo wygarniane jest z dna dolnej sekcji zbiornika i transportowane do podajnika pionowego umieszczonego w osi reaktora, w jego dolnej części. Podajnik pionowy, będący jednocześnie rurą pirolityczną, kończy się 70 cm nad rusztem reaktora. Paliwo przepływając wewnątrz rury pirolitycznej ulega ogrzaniu, wysuszeniu, a następnie wstępnemu procesowi pirolizy. Na wylocie z rury pirolitycznej następuje separacja produktów pirolizy; gaz oraz kondensujące wyższe węglowodory (smoły) wynoszone są do górnej części reaktora, natomiast ciało stałe osypuje się na ruszt tworząc złożę. Czynnik zgazowujący, którym w tym reaktorze może być: powietrze, tlen, ditlenek węgla, para wodna lub mieszanina tych gazów przepływa przez warstwę paliwa znajdującego się na ruszcie, powodując jego częściowe spalanie oraz zgazowanie. Ruszt wykonany jest z materiału żaroodpornego w postaci poziomych, płaskich, współosiowych pierścieni, między którymi znajdują się szczeliny umożliwiające przepływ czynnika zgazowującego do komory reaktora. Czynnik zgazowujący podgrzewany jest najpierw w wymienniku ciepła w celu schłodzenia gazu procesowego, a następnie w elektrycznym podgrzewaczu powietrza. Układ zasilania pozwala dostarczyć do reaktora około 60 kg/h paliwa, do 100 m³/h czynnika zgazowującego, podgrzanego maksymalnie do temperatury 900°C. W przypadku zastosowania pary wodnej wytwornica pozwala na dostarczenie 12 kg/h pary wodnej o temperaturze 900°C [5].

Parametry procesu dla przedstawionych konstrukcji zestawiono w tabeli 1. Podany rodzaj biomasy jest paliwem, które zostało przewidziane dla danego reaktora w fazie projektowej (paliwo referencyjne). Zdecydowanie najbardziej elastycznym pod kątem utylizacji różnych rodzajów biomasy jest generator EKOD, ze względu na śluzowy sposób podawania paliwa, który umożliwia podawanie różnych rodzajów biomasy o szerokim zakresie granulacji [9]. W pozostałych dwóch reaktorach ze względu na niewielką skalę badawczą wykorzystano sposób dostarczania paliwa do generatora za pomocą dozownika ślimakowego, ukierunkowanego dla danego rodzaju paliwa. Istotną zaletą konstrukcji generatora GazEla jest możliwość pełnej kontroli procesów wraz z możliwością ich optymalizacji w zależności od typu i parametrów biomasy. Pozwala to na uzyskiwanie wyższych

TABELA 1. Parametry procesu zgazowania [5]

TABLE 1. Gasification process parameters [5]

Parametr	Jedn.	EKOD	GazEla	IEn150
Rodzaj paliwa	–	zrębki drzewne	zrębki drzewne	zrębki drzewne
Strumień paliwa	kg/h	490,0	14,2	40,6
Czynnik zgazowujący	–	powietrze	powietrze	powietrze
Temp. zgazowania	°C	760	790	660
Współczynnik nadmiaru powietrza, λ	–	0,35	0,4	0,32

sprawności generatora oraz wytwarzanie gazu procesowego charakteryzującego się dużą czystością i wysoką wartością opałową.

Skład gazu produkowanego przez opisane powyżej gazogeneratory, podczas pracy na paliwie referencyjnym, podano w tabeli 2.

TABELA 2. Charakterystyka gazu procesowego [5]

TABLE 2. Characteristic of the process gas [5]

Parametr	Jedn.	EKOD	GazEla	IEn150
H ₂	%	6,8	6,5	6,9
CH ₄	%	3,7	2,1	4,5
C _n H _m	%	1,3	–	0,1
CO	%	17,3	25	22,9
CO ₂	%	11,8	9,5	10,7
N ₂ +O ₂	%	59,1	55,9	50,0
Wartość opałowa	MJ/m ³ n	5,0	4,6	5,2
Pył w gazie	mg/m ³ n	b.d.	600	97 000
Smoła w gazie	mg/m ³ n	b.d.	1 200	

Ze względu na realizowany proces zgazowania reaktor EKOD będzie się charakteryzował wysoką zawartością pyłu i smoły w gazie. Stosunkowo wysokie zanieczyszczenia zanotowano również w gazie produkowanym w reaktorze IEn150.

Podsumowanie i wnioski

Zarówno europejskie jak i krajowe prognozy jednoznacznie wskazują biomasę jako podstawowe paliwo z grupy dostępnych i możliwych do wykorzystania OZE. Polska dysponuje dużym potencjałem rynkowym biomasy, który może być przeznaczony na cele energetyczne. Posiada znaczący potencjał umożliwiający szybki rozwój agroenergetyki, szczególnie w zakresie produkcji wieloletnich roślin energetycznych. Niestety w polityce rolnej kraju brak strategii rozwoju dedykowanych plantacjom wieloletnich roślin energetycznych, których rozwój wydaje się być jednym z najbardziej obiecujących kierunków zrównoważonego rozwoju lokalnego. Dowodem tego są likwidacje dopłat bezpośrednich czy dopłat do zakładania plantacji. Brak też mechanizmów współpracy sektora energetyki z rolnictwem energetycznym. W dalszym ciągu kwestionuje się również słomę czy TUZ (Trwałe Użytki Zielone) jako paliwa i likwiduje plantacje wieloletnich roślin energetycznych.

Kolejnym aspektem jest właściwe wykorzystanie biomasy. Ponieważ pod kątem sprawności elektrycznej najlepszym rozwiązaniem jest układ złożony z generatora gazu i silnika napędzającego generator prądu elektrycznego, właściwym kierunkiem polityki państwa byłoby stworzenie warunków umożliwiających rozwój nowoczesnych technologii przetwarzania biomasy, a nie jedynie ograniczanie się do wykorzystania procesu spalania. Na dzień dzisiejszy osiągnięcia technologiczne i konstrukcyjne w dziedzinie reaktorów zgazowania, w porównaniu do kotłów realizujących proces spalania, są na pewno mniejsze. Jednak jak pokazano na zaprezentowanych w niniejszej pracy przykładach, powstają w Polsce rozwiązania, których komercjalizacja może obalić tezę, iż zastosowanie generatorów gazu w układach CHP wiąże się z dużymi nakładami inwestycyjnymi i eksploatacyjnymi. Wykorzystywanie układów tego typu można rozważać zarówno pod kątem zwiększenia udziału OZE w produkcji energii elektrycznej w skali kraju, jak i atrakcyjnej propozycji dla obszarów niezelektryfikowanych.

Przewiduje się, że w najbliższej przyszłości stopień wykorzystania OZE, w tym biomasy, będzie zależał nie tyle od dostępnych, coraz bardziej zaawansowanych rozwiązań techniczno-technologicznych, co od polityki państwa i rzeczywistego wsparcia inwestycji czy rozwoju rynku. Mając więc na uwadze, że przyszłość energetyczna wielu społeczności lokalnych to efektywne wykorzystanie biomasy – w tym w układach CHP wykorzystujących proces zgazowania – należy dążyć do stworzenia dogodnych warunków rozwoju plantacji energetycznych i wykreowaniu ich jako głównego źródła zaopatrzenia w biomasę dla wytwórców energii zarówno lokalnych jak i systemowych.

Literatura

- [1] Commission of the European Communities. Communication from the Commission to the European Council and the European Parliament. An Energy Policy for Europe. Brussels. COM(2007), 843.
- [2] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 14 sierpnia 2008 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. Dziennik Ustaw Nr 156. Poz. 969, s. 8372–8377.
- [3] ADAMCZYK F., FRĄCKOWIAK P., ZBYTEK Z., 2010 – Sposoby wykorzystywania biomasy stałej na cele energetyczne. Część 1. Oleje roślinne. Technika rolnicza ogrodnicza leśna, 5.
- [4] KOTOWICZ J., SOBOLEWSKI A., ILUK T., MATUSZEK K., 2009 – Zgazowanie biomasy w reaktorze ze złożem stałym. Rynek Energii nr 2, s. 52–58.
- [5] Nowoczesne Technologie Pozyskiwania i energetycznego wykorzystywania Biomasy BiOB. Monografia. Instytut Energetyki, Warszawa 2010 (Praca naukowa finansowana przez Narodowe Centrum Bada i Rozwoju ze środków na naukę w latach 2007–2010, jako projekt badawczy zamawiany PBZ-MNiSW-1/3/2006 pt.: „Nowoczesne technologie energetycznego wykorzystania biomasy i odpadów biodegradowalnych (BiOB) – konwersja BiOB do energetycznych paliw gazowych”).

- [6] MATUSZEK K., ILUK T., 2009 – Reaktor zgazowania biomasy stałej dla układu kogeneracyjnego wytwarzania energii elektrycznej i ciepła. Środowisko i Rozwój, ISSN 1641-7186, nr 20, 2, str. 101–108.
- [7] SKOREK J., KALINA J., 2005 – Gazowe układy kogeneracyjne. WNT, Warszawa.
- [8] SPLIETHOFF H., 2001 – Status of biomass gasification for power production. IFRF Combustion Journal.
- [9] CHMIELNIAK T., ŚCIAŻKO M., ZAWISTOWSKI J., DUDYŃSKI M., 2006 – Badania technologii zgazowania biomasy w złożu stałym w skali 3,5 MW. Przemysł Chemiczny nr 8–9, s. 1247–1251.
- [10] Zgłoszenie patentowe P383541. Zgazowarka ze złożem stałym. Ściażko M., Sobolewski A., Billig P.
- [11] Zgłoszenie patentowe P201871. Sposób i gazogenerator do zgazowania paliwa stałego o niskiej kaloryczności. Golec T., Kakietek S., Świński J., Rakowski J., Remiszewski K., Szymczak J., Świątkowski B.

Aleksander SOBOLEWSKI, Janusz KOTOWICZ, Katarzyna MATUSZEK, Tomasz ILUK

Reactor for biomass gasification in the CHP systems – future of the renewable energy in Poland

Abstract

This paper presents the basic determinations of the European and national legislation concerning Renewable Energy Sources (RES). The attention was focused on the use of RES, including mainly biomass, in Poland. The definition of biomass, a short description of this fuel and the possible sources of acquisition were presented. The process of gasification and gasifiers applied were presented, and a short characteristic and specifics of their operation and directions of the use of process gas with particular emphasis on systems equipped with CHP biomass gasification reactors were described. The selected designs of reactors for biomass gasification developed in Poland were presented and discussed in details. A comparison of the basic parameters of the gasification process for the presented installations was made. Gasifiers' advantages and disadvantages at an angle of their exploitation were presented. The market potential of the biomass in Poland for energetic purposes was analyzed. The activities of which realization will influence the development of renewable energy in Poland were specified and described.

KEY WORDS: biomass, gasification, process gas, RES, Combined Heat and Power