

Jerzy HAUSNER

**NOWA TECHNOLOGIA MODERNIZACJI WODNYCH KOTŁÓW RUSZTOWYCH
UMOŻLIWIAJĄCA RYNKOWO KONKURENCYJNĄ KONWERSJĘ CIEPŁOWNI W
ELEKTROCIEPŁOWNIE – SZANSA DLA SEKTORA CIEPŁOWNI
KOMUNALNYCH I PRZEMYSŁOWYCH W OBLICZU WYZWAŃ
EKOLOGICZNYCH I EKONOMICZNYCH**

Streszczenie:

W artykule przedstawiono innowacyjne rozwiązanie polegające na połączeniu technologii spalania z technologią zgazowania, co umożliwi wykorzystanie równocześnie dwu technologii konwersji energii chemicznej paliw w energię użyteczną w jednym nowym urządzeniu energetycznym. Wykorzystanie takiego połączenia pozwala z jednej strony na uzyskanie energii użytecznej w postaci dwóch nośników energii łatwych do dalszego wykorzystania oraz z drugiej strony na eliminację mankamentów technologicznych występujących w układach indywidualnych.

1. Wstęp

Polski sektor ciepłowni przemysłowych i komunalnych opalanych węglem o mocach mniejszych od 50MW_t stanął przed koniecznością podjęcia decyzji inwestycyjnych związanych z koniecznością poprawy efektywności wytwarzania energii cieplnej dla podwyższenia opłacalności przy jednoczesnym ograniczeniu emisji szkodliwych substancji w związku z wchodzeniem w życie nowych regulacji. W lipcu br. Rada Ministrów przyjęła projekt ustawy o zmianie ustawy Prawo ochrony środowiska dotyczący implementacji Dyrektywy MCP (Medium Combustion Plants) do polskiego porządku prawnego. Sejm przyjął projekt 15 września a następnie 29 września projekt przyjął senat i teraz pozostał już tylko podpis Prezydenta.

Sektor MCP jest wyposażony głównie w kotły rusztowe wodne i parowe, pochodzące z przełomu lat 80 i 90. Większość z nich została zmodernizowana w zakresie odpylania, natomiast znacznie mniejsza część w zakresie odsiarczania i redukcji emisji tlenków azotu. Niektóre z urządzeń podlegały modernizacji, a w zasadzie rewitalizacji polegającej na odbudowie części ciśnieniowej w technologii ścian szczelnych, co znakomicie poprawia sprawność kotła i jego zdolność do aplikacji technologii ograniczania emisji NO_x. Jednocześnie narasta presja otoczenia gospodarczego i społecznego w zakresie konieczności poprawy jakości powietrza w miastach i miasteczkach, czego dowodem są kolejne regulacje ograniczające zużywanie paliw złej jakości w celu obniżenia tzw. niskiej emisji zwłaszcza w okresach sezonu grzewczego. Panaceum na taki stan rzeczy może być konwersja

ciepłowni przemysłowych i komunalnych na elektrociepłownię z wykorzystaniem kogeneracji parowej, jednak koszty takiego rozwiązania, zwłaszcza dla relatywnie małych obiektów, są wysokie, ekonomicznie niezasadnione i musiałyby skutkować znaczącym wzrostem cen ciepła z dala czynnego, co w konkurencyjnym otoczeniu skutkowałoby szukaniem innych rozwiązań przez odbiorców. Tym samym efekt ekologiczny takich modernizacji mógłby być odwrotny od zamierzonego.

Przedstawione poniżej rozwiązanie pozwala na relatywnie tanią konwersję ciepłowni opartej na kotłach wodnych rusztowych na elektrociepłownię z jednoczesną możliwością poprawy jej efektywności, elastyczności, zmniejszenia emisji substancji szkodliwych do atmosfery oraz pozwalającą na pracę zmodernizowanych urządzeń przez cały rok, a nie tylko w okresie grzewczym, wytwarzając energię elektryczną i ciepłą w postaci CWU w kogeneracji. W kontekście trudnej sytuacji ekonomicznej ciepłowni komunalnych i przemysłowych [1] innowacyjna technologia może być doskonałym rozwiązaniem.

2. Opis innowacyjnego rozwiązania

Przedmiotem innowacyjnego rozwiązania w zakresie technologicznym jest skojarzenie w jednym urządzeniu energetycznym dwóch technologii konwersji energii chemicznej paliw w energię użyteczną w postaci wody gorącej lub pary oraz syn gazu, celem jego dalszego spalania w silniku gazowym i generacji w skojarzeniu energii elektrycznej i ciepłej.

Istota rozwiązania polega na umieszczeniu w komorze paleniskowej kotła wodnego (parowego) rusztowego (lub fluidalnego) komory zgazowania paliwa alternatywnego lub energetycznego odnawialnego lub nieodnawialnego. Komora zgazowania umieszczona wewnątrz komory paleniskowej kotła zasilana jest osobnym strumieniem paliwa, natomiast czynnik zgazowujący w postaci spalin kotłowych jest pobierany z różnych punktów komory paleniskowej kotła i jego drugiego ciągu. W efekcie takiej konfiguracji komory paleniskowej kotła z umieszczoną wewnątrz komorą zgazowania paliwa alternatywnego uzyskuje się rozwiązanie pozwalające na wykorzystanie korzystnych cech obu technologii konwersji paliw jednocześnie eliminując ich główne wady.

Aktualnie przemysłowe instalacje do zgazowania paliw buduje się jako autonomiczne, indywidualne instalacje realizujące proces zgazowania autotermicznie lub allotermicznie. W przypadku instalacji autotermicznych, źródłem ciepła niezbędnego do przebiegu endotermicznego procesu zgazowania paliwa jest egzotermiczny proces spalania części tego paliwa, co w istotny sposób obniża jakość uzyskiwanego tzw. „syngazu”. Syngaz jest nośnikiem użytecznej energii chemicznej w postaci gazowej, łatwej do dalszej przemiany w energię mechaniczną w silniku gazowym a następnie w energię elektryczną w napędzanym przez niego generatorze. Jakość syngazu w takim zastosowaniu jest sprawą kluczową. W przypadku instalacji allotermicznych, niezbędna ilość ciepła do przebiegu procesu zgazowania jest dostarczana z zewnątrz za pomocą specjalnych nośników, takich jak strumień pary lub za pomocą materiału inertnego złoża fluidalnego. Uzyskany syngaz w takich instalacjach charakteryzuje się wyższą jakością i lepiej nadaje się do wykorzystania w silnikach gazowych napędzających generatory energii elektrycznej.

Istotnym mankamentem indywidualnych instalacji do zgazowania jest znacząca ilość odpadów stałych i płynnych, stosunkowo trudnych do zagospodarowania, w postaci smół, smółek, mieszaniny

węgla drzewnego z popiołem, żużlem i odciekami. Autonomiczne, indywidualne instalacje zgazowania są instalacjami drogimi a przez to mało konkurencyjnymi. Przewaga opisywanego rozwiązania polega na tym, iż w prezentowanym rozwiązaniu tego typu odpady się nie pojawiają, ponieważ w sposób ciągły są podawane z komory zgazowania do paleniska kotła, gdzie ulegają spalenię generując dodatkową energię cieplną spalin.

3. Czynniki istotne dla wdrożenia nowej technologii do praktyki przemysłowej

W zasadzie są dwa warunki decydujące o możliwości wysokoefektywnej i niezawodnej pracy prezentowanej technologii hybrydowej łączącej technologię spalania kotłowego z technologią zgazowania głównie allotermicznego w wydzielonej części komory paleniskowej tego samego kotła.

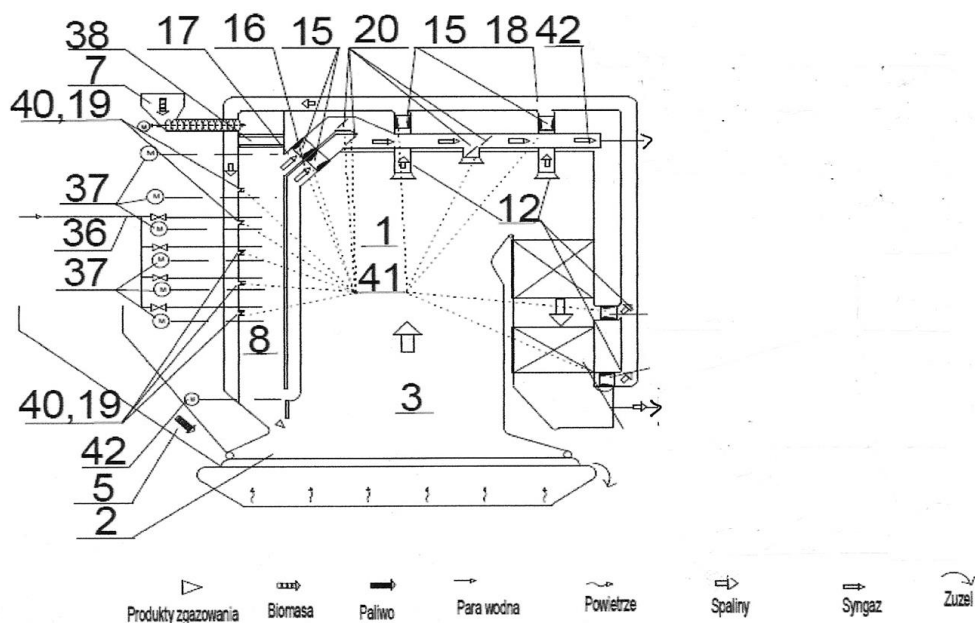
Pierwszym z nich jest możliwość wykorzystania spalin kotłowych jako skutecznego czynnika transportującego ciepło i efektywnego czynnika zgazowującego w wydzielonej komorze instalacji zgazowującej paliwo alternatywne.

Drugim jest optymalne umieszczenie komory zgazowującej w przestrzeni komory paleniskowej kotła tak, aby w sposób pewny móc kontrolować przebieg procesu zgazowania (współprądowy, przeciwprądowy lub mieszany) paliw z jednoczesnym ciągłym, głównie grawitacyjnym odprowadzeniem produktów stałych i płynnych procesu zgazowania do paleniska kotła wodnego lub parowego, z jednoczesnym zachowaniem pełnej kontroli nad prowadzonym procesem spalania paliwa podstawowego w palenisku kotła.

Oba powyższe warunki uznaje się za możliwe do spełnienia przy aktualnym stanie wiedzy technicznej, na podstawie przeprowadzonych badań oraz stanu rozwoju technologii spalania w kotłach energetycznych i rozwoju technologii zgazowania paliw. W Zakładzie Kotłów i Wytwornic Pary Instytutu Maszyn i Urządzeń Energetycznych Politechniki Śląskiej od wielu lat są prowadzone prace i badania w zakresie możliwości i celowości wykorzystania spalin kotłowych jako czynnika realizującego procesy termicznej degradacji alternatywnych i standardowych paliw stałych odnawialnych i nieodnawialnych. Badania te jednoznacznie potwierdziły, że wysokotemperaturowe spaliny kotłowe dobrze nadają się jako nośnik energii zewnętrznej do procesu zgazowania i jako efektywny czynnik zgazowujący. Powyższe badania prowadzone były w skali laboratoryjnej oraz przemysłowej i zaowocowały szeregiem polskich patentów (np. PL212497, PL212557, PL214645) oraz publikacji ([3], [4], [5], [6], [7]).

4. Opis prezentowanej technologii

Układ technologiczny rusztowego, wodnego kotła energetycznego zmodernizowanego za pomocą prezentowanego rozwiązania przedstawia Rys.1, stanowiący przekrój pionowy urządzenia energetycznego do zgazowania i spalania paliw energetycznych i alternatywnych odnawialnych i nieodnawialnych.



Rys. 1 Przekrój pionowy zmodernizowanego rusztowego kotła wodnego

W kotle rusztowym, wodnym 1, na palenisku rusztowym 2, spalane jest w powietrzu stałe energetyczne paliwo kotłowe podawane z zasobnika 5. Wytworzone w procesie spalania ciepło w spalinach jest transportowane przez komorę paleniskową 3 do drugiego ciągu kotła oddając ciepło powierzchniom ogrzewalnym kotła. W komorze paleniskowej kotła zlokalizowana jest instalacja do zgazowania 8 paliwa alternatywnego np. biomasy, podawanego podajnikiem 7 do komory zgazowania poprzez śluzę 38. Z głównego strumienia spalin powstałych na skutek spalania paliwa energetycznego oraz stałych i ciekłych produktów zgazowania paliwa alternatywnego pobierana jest ich część wentylatorami strumieniowymi z pędnikiem parowym 15, jako czynnik zgazowujący i transportujący ciepło do komory 8 instalacji zgazowania. Procesy spalania i zgazowania przebiegają równocześnie z zastrzeżeniem, iż część kotłowa może pracować bez pracy instalacji zgazowania, natomiast instalacja zgazowania nie może pracować bez równoczesnej pracy instalacji paleniskowej kotła. Temperaturę spalin wykorzystywanych do transportu ciepła i jako czynnik zgazowujący jesteśmy w stanie kontrolować i regulować proporcjami pobranych części wolumenu spalin z różnych punktów ciągu spalinowego kotła 1 do kanału spalin do zgazowania 12. Paliwo alternatywne jest podawane podajnikiem 7 do komory zgazowania 8, w której przesuwana się grawitacyjnie pionowo i jest kontrolowana za pomocą wielopoziomowego obrotowego i chłodzonego rusztu pionowego 37. Do komory zgazowania podawana jest również para wodna rurociągami 36. Uzyskany w wyniku procesu zgazowania syngaz

jest odprowadzony kanałami gazowymi 16 i 17 na zewnątrz instalacji do dalszej przeróbki. Nad całością procesów i ich koordynacją czuwa układ automatycznej regulacji UAR o strukturze neuronowej 41. Czynniki zgazowujące w postaci spalin kotłowych jest transportowany do komory zgazowania kanałem zbiorczym 18 i podawany poprzez dysze spalin 19 i regulowany kłapami 40. Stałe i ciekłe produkty zgazowania grawitacyjnie, poprzez śluzę oddzielającą 42 opadają na ruszt mechaniczny paleniska kotła. Uzyskany w wyniku procesu zgazowania strumień syngazu może być wykorzystany zarówno do zasilania silnika gazowego napędzającego generator jak również do zasilania palnika gazowego umieszczonego w palenisku kotła wodnego lub parowego.

5. Podsumowanie

Przedstawione innowacyjne rozwiązanie pozwala na realizację konkurencyjnej kosztowo i efektywnej ekonomicznie konwersji ciepłowni przemysłowych i komunalnych w nowoczesne, efektywne i ekologiczne elektrociepłownie produkujące zarówno energię ciepłą jak i elektryczną w kogeneracji. Przeprowadzenie takiej konwersji daje inwestorowi, właścicielowi ciepłowni możliwość prowadzenia całorocznej pracy urządzenia i produkowania obok ciepłej wody użytkowej w okresie letnim również energii elektrycznej. Rodzaj zastosowanego paliwa jest ściśle uzależniony od aktualnej strategii i obowiązujących regulacji wsparcia w odniesieniu do energii odnawialnej w przypadku stosowania jako paliwa alternatywnego np. paliwa odnawialnego w postaci biomasy leśnej. Zaletą prezentowanej technologii jest niewątpliwie jej elastyczność paliwowa. Trudno jest dzisiaj z pełnym przekonaniem stwierdzić, czy za parę lat nadal będziemy preferować energetykę opartą na węglu, czy też powrócimy do technologii biomasowych, odnawialnych. [10]. Zastosowanie powyższej technologii angażującej znacznie niższe nakłady inwestycyjne w sposób istotny zmniejsza ryzyko inwestycyjne i pozwala rozwijać energetykę rozproszoną. Takie trendy obowiązują poza granicami naszego kraju już dzisiaj.

Literatura

- [1] URE Energetyka Ciepła w liczbach – 2016, 2017 sierpień Warszawa,
- [2] Chmielniak T., Skorek J., Kalina J., Lepszy S.: Układy energetyczne zintegrowane ze zgazowaniem biomasy. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2008.
- [3] Ostrowski P., Pronobis M., Kalisz S., Gramatyka F., Wejkowski R.: Patent PL212497 Sposób i instalacja pirolizy biomasy przed procesem współspalania zwłaszcza w kotłach energetycznych. WUP: 10/12, 2008.
- [4] Ostrowski P., Pronobis M., Kalisz S., Gramatyka F., Wejkowski R.: Patent PL212557 Sposób i instalacja karbonizacji i zgazowania biomasy przed procesem współspalania zwłaszcza w kotłach energetycznych. WUP: 10/12, 2008.
- [5] Ostrowski P., Pronobis M., Kalisz S., Gramatyka F., Wejkowski R.: Patent PL214645 Sposób i instalacja zgazowania biomasy przed procesem współspalania zwłaszcza w kotłach energetycznych. WUP: 10/12, 2008.
- [6] Ostrowski P., Kalisz S., Pronobis M.: Koncepcja systemu pośredniego współspalania biomasy zintegrowanego z kotłem za pomocą napędów strumieniowych (OTERM). *International Conference on Boiler Technology ICBT'2010*, Szczyrk, Poland, 18-22 October 2010.

- [7] Ostrowski P., Polok M., Maj I., Kalisz S.: Analiza kinetyki chemicznej gazyfikacji odpadów biomasowych z użyciem utleniacza w postaci spalin. *Fecundus international Workshop*, Prague, Czech Republic, 12-14 June 2013.
- [8] Molino A. et al.: Biomass gasification technology: The state of the art overview, *Journal of Energy Chemistry* (2015).
- [9] Ostrowski P., Maj I., Kalisz S., Polok M.: Testing of an innovative installation for alternative fuel low-temperature gasification prior to co-firing in power boilers, *China Global Congress on Manufacturing and Management* 2016.
- [10] Ecke J., Steinert T., Bukowski M., Śniegocki A.: Raport Forum Energii „Polski sektor energetyczny 2050” Enervis, WiseEurope przy współpracy z Centrum Zarządzania Innowacjami i Transferem Technologii Politechniki Warszawskiej.

New water stocker boilers modernization technology that allows to perform market competitive conversion of heating plant to CHP - chance for municipal and industrial MCP sector in the face of ecological and economical challenge

Abstract:

In the article was presented the innovative solution consisting of connection of burning and gasification technology that allows in the same time use of two chemical fuel energy conversion technologies to useful energy in one new power unit. The use of such connection is allowed useful energy generation in the form of two media, from the other side for technological defects elimination which are presented in a separate mode.