

Zakres i warunki stosowania suspensji węglowo-wodnych

The scope and conditions of using coal-water suspensions

Jan J. Hycnar¹, Arkadiusz SZYMANEK², Andrzej MICHALIK³, Henryk KULA³, Stanisław TRĄBKA³, Andrzej FRAŚ⁴, Leopold SIKORA⁵, Roman FOLTYN⁶

1 dr inż. - Ecocoal CC Katowice; 2 prof. nadzw. dr hab. inż. - Centrum Innowacji w Energetyce Politechniki Częstochowskiej; 3 mgr inż. - Konsorcjum Przedsiębiorstw Robotników Górniczych i Budowy Szybów. 41-400 Mysłowice, ul. Mikołowska 29; 4 mgr inż. - Tauron Wydobywanie Jaworzno; 5 dr inż. - Ecor Chrzanów; 6 dr inż. - Foltyn Industrie-systemelektronik GmbH Rückersdorf D

Do korespondencji: ecocoalcenter@gmail.com



W KILKU SŁOWACH

W ostatnich latach rośnie zainteresowanie produkcją i stosowaniem suspensji węglowo-wodnej do opalania kotłów i pieców, jako zamiennika olejów opałowych i gazu ziemnego oraz węgla. Działania te mają na celu obniżenie kosztów wytwarzania energii, a w przypadku zastępowania węgla obniżenie emisji zanieczyszczeń do środowiska.

Przedstawiony materiał omawia wyniki badań i prób nad opracowaniem przemysłowej technologii produkcji suspensji węglowo-wodnej. Opracowana technologia, w porównaniu do powszechnie stosowanych, charakteryzuje się niższymi kosztami wytwarzania suspensji i prostszym procesem. Właściwości otrzymywanych suspensji zależą od wielu czynników w tym, od jakości zastosowanego węgla, zawartości i stopnia mikronizacji węgla, sposobu mikronizacji i homogenizacji oraz warunków ich magazynowania. Dla oceny jakości suspensji węglowo-wodnych jako paliwa, najważniejszymi parametrami są: zawartości zmikronizowanego węgla, lepkość, wartość opałowa, zapozielenie i zawartości siarki oraz stabilność zawiesiny.

Następnym etapem, prowadzącym do wdrożenia suspensji do opalania kotłów i pieców jest przeprowadzenie prób spalania na wytypowanych obiektach dla ustalenia zakresu ich adaptacji do nowego paliwa oraz weryfikacji zakładanych efektów ekonomicznych i ekologicznych.



SUMMARY

In recent years, there can be observed a growing interest in production and application of the coal-water suspensions for combustion in furnaces and boilers as the substitutes for fuel oil, natural gas and coal. These activities aim at reducing cost of energy generation and in case of substitution of coal – also at reducing the emissions of the pollutants to the environment.

The paper presents the results of tests and trials on the development of the industrial technology for production of the coal-water suspension. This technology, in comparison with the commonly used ones, is characterized by lower costs of suspension production and a simpler process flow. The properties of the obtained suspensions depend on many factors such as quality of the used coal, the content and level of coal micronization, the method of micronization and homogenization and the conditions of suspension storage. For evaluating the quality of a coal-water suspension as a fuel the most important parameters are: coal content, viscosity, calorific value, ash and sulfur content, slurry stability.

The next phase leading to the application of the slurries for combustion in furnaces and boilers is conducting combustion trials at selected sites what will help in determining the possibilities of their adaptation to the new fuel, as well as in verifying the assumed economic and environmental effects.

Wprowadzenie

Suspensje węglowo-wodne (skrót: suspensje i sww) są przedmiotem wieloletnich badań w większości krajów, które dysponują dużymi zasobami węgla lub/i energetyką opartą o spalanie importowanych paliw kopalnych (Trass 1998; Khodakov G.S., (2007): Yuchi i in. 2007; Wibberley i in. 2008; Kumar 2012;). Również u nas w kraju prowadzono studia i badania nad właściwościami suspensji węglowo-wodnych i możliwościami ich wykorzystania (między innymi: Hycnar 2001; Ślęczka 2004; Kijolekczkowska 2010).

Przy bardzo bogatym piśmiennictwie dotyczącym badań suspensji węglowo-wodnych, stosunkowo mało jest publikacji omawiających doświadczenia z wytwarzania i praktyki ich spalania (Brujew i in. 1994; Puzyriew i in. 2001; Trubetskoy i in. 2002; CER ...2011).

Suspensje węglowo-wodnej były i są częściowo stosowane w krajach (alfabetycznie): Chiny, Francja, Indonezja, Japonia, Kanada, Rosja, Szwecja, Ukraina, USA, Włochy i ZSRR. W XXI wieku największy udział w produkcji i rozwoju technologii wytwarzania sww, jako zamiennika olejów opałowych i gazu ziemnego mają Chiny, Japonia i Rosja oraz prawdopodobnie już w niedalekiej przyszłości Ukraina.

W Europie w latach 80-tych znaczące osiągnięcia w badaniach i rozwoju technologii uzyskano we Włoszech, gdzie w PortoTorres zbudowano zakład wzbogacania węgla i wytwarzania suspensji węglowo-wodnej o zdolności przerobowej 500 Gg/a (Ercolani, Tiberio 1994). W miarę ustępowania skutków ówczesnego kryzysu paliwowego zainteresowanie Europy suspensjami węglowo-wodnymi i węglem odpowiednio malało.

Włoskie doświadczenia natomiast zostały wykorzystane przy budowie największej instalacji produkcji suspensji o wydajności 3.000 Gg/a w kopalni, instalacji transportu rurowego 262 km i instalacji spalania w elektrociepłowni Nowosybirskaja nr 5 (Ercolani 1990; Ercolani i in. 2003). Niestety inwestycja nie została zakończona i po krótkim okresie jej niepełnej eksploatacji została wyłączona z eksploatacji (Trubeckij i in. 2008). W ostatnich latach na terenie Rosji opracowano kilka nowych techno-

logii produkcji suspensji węglowo-wodnych oraz dokonano nielicznych wdrożeń opalania kotłów i pieców o małej i średniej mocy (Serant i in. 2008; Mosin i in. 2008; Morozow, Korienjuga 2009; Alekseenko 2011; Morozow 2012).

Największym producentem i użytkownikiem suspensji węglowo-wodnej są Chiny (Soedjanto, Zhou 2008; Zhou 2009). Roczna produkcja suspensji węglowo-wodnej określana jest na 15.000 do 20.000 Gg/a i jest spalana w około 90 obiektach energetycznych o mocy od 1,5 do 200 MWe – tabela 1. (Zhou 2009). W miejscowości Nanhai w 2005 roku uruchomiono blok o mocy 200 MWe opalany tylko suspensją. Stosowanie suspensji węglowo-wodnej przyniosło oszczędność 1.500 Gg/a olejów opałowych. Jednocześnie, można dowiedzieć się ze źródeł największego chińskiego producenta suspensji Sino Clean Energy Inc., że w 2012 roku produkcja suspensji przekroczyła 40.000 Gg i że jest stosowana do opalania przeszło 700 kotłów i setek pieców przemysłowych (Investor .. 2011; CER ..2011).

Tabela 1. Analiza struktury wydajności kotłów stosujących suspensje węglowo-wodną w Chinach

Określenie	Wydajność kotła, Mg/h											
	4	10	20-24	35	45	60-65	75	130	220	320	410	670
Ilość kotłów	8	11	3	2	2	5	2	1	6	3	2	3
Udział, %	16,8	22,9	6,3	4,1	4,1	10,4	4,1	2,1	12,5	6,3	4,1	6,3
Zużycie suspensji, Gg/a										3x320 = 600	2x410 + 2x220 = 1.500	2x670 = 1.500

W ostatnich latach obserwuje się nawrót zainteresowań suspensjami węglowo-wodnymi nie tylko, jako zamiennika olejów opałowych i gazu ziemnego, ale także jako alternatywy dla węgla poprzez możliwość wytwarzania z niego paliwa ekologicznego i sposobu obniżania emisji zanieczyszczeń gazowych.

Zainteresowanie wytwarzaniem i stosowaniem suspensji węglowo-wodnych wynikało/ wynika między innymi z:

- konieczności zmniejszenia zużycia paliw płynnych (Włochy, Chiny, Ukraina);
- możliwości obniżenia kosztów spalania paliw płynnych (Włochy, Szwecja, ZSRR, Rosja);



- stosowanego systemu hydrotransportu węgla (m.in. USA, ZSRR);
- zagospodarowania silnie zawodnionych węgli i odpadów (Rosja, Francja, Polska);
- podwyższenia sprawności procesów spalania;
- obniżenia emisji zanieczyszczeń gazowych z kotłów opalanych węglem;
- potrzeb technologicznych np. przygotowanie wsadu do zgazowania węgla.

Przedkładany materiał stanowi podsumowanie wyników badań i prac wdrożeniowych nad uruchomieniem produkcji suspensji węglowo-wodnej w skali przemysłowej (Michalik i in. 2013).

2. Zakres wykonanych badań i produkcji doświadczalnej

Po przeanalizowaniu warunków poprawy jakości spalania węgla oraz możliwości zastępowania paliw płynnych w istniejących i nowobudowanych obiektach energetycznych Konsorcjum Przedsiębiorstw Robót Górniczych i Budowy Szybów w Mysłowicach powołało Zespół do opracowania technologii produkcji suspensji węglowo-wodnej.

Ze względu, że w kraju jest brak badań nad technologiami wytwarzania suspensji węglowo-wodnej przeprowadzono analizę stosowanych zagranicą rozwiązań i opracowano pro-

gram kompleksowych badań, i prób, pod kątem ich wdrożenia dla przeróbki węgla kamiennych z uwzględnieniem istniejących w kraju warunków – rysunek 1.

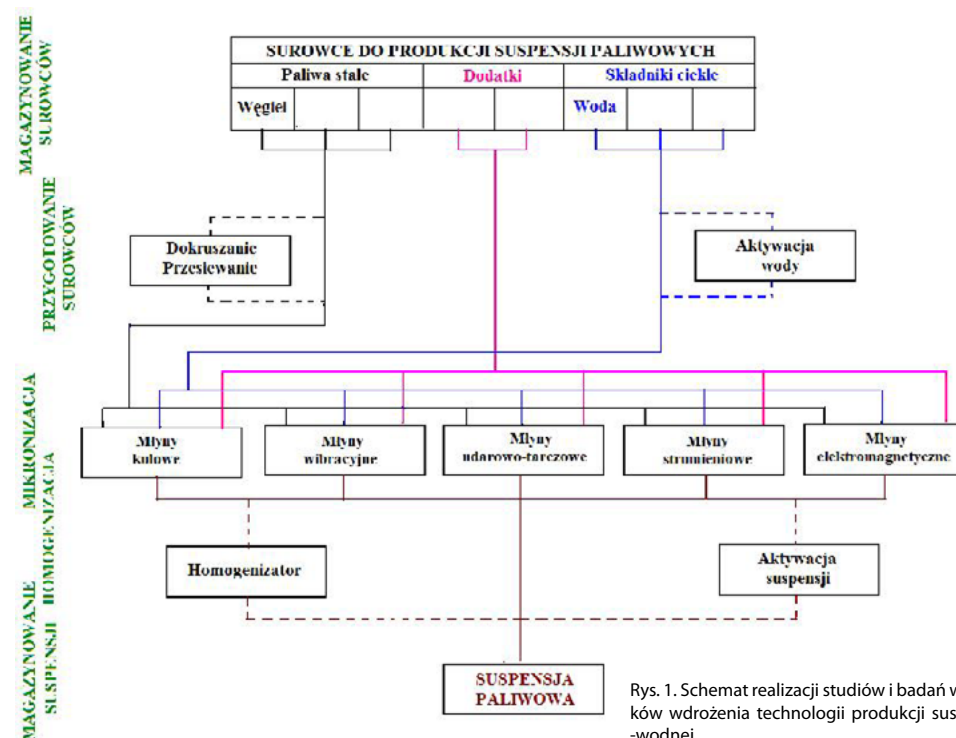
Prowadzone badania i próby na urządzeniach modelowych i przemysłowych pozwoliły na skonkretyzowanie schematu technologicznego produkcji i zastosowania suspensji węglowo-wodnej z węgla kamiennego, obejmującego:

- blok I, magazynowanie i przygotowanie surowców;
- blok II, sporządzanie zawiesiny i wytwarzanie suspensji węglowo-wodnej;
- blok III, magazynowanie i dystrybucję suspensji węglowo-wodnej;
- blok IV, magazynowanie i przygotowanie suspensji węglowo-wodnej do spalania.

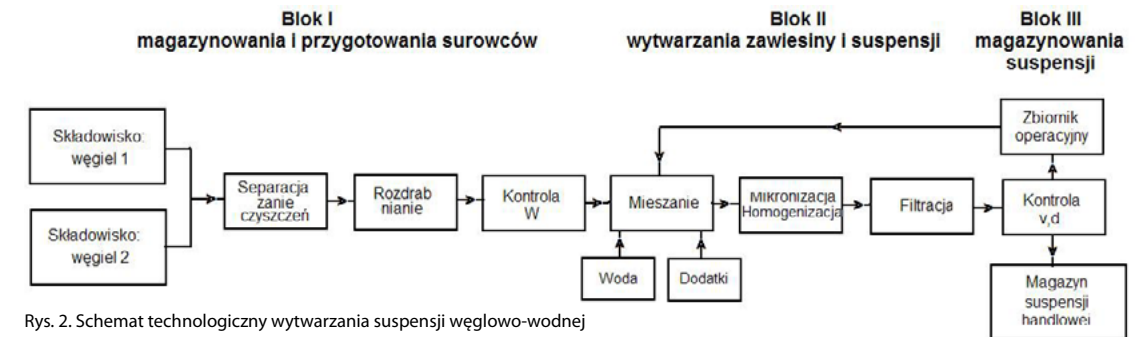
Schemat blokowy wytwarzania suspensji węglowo-wodnej ilustruje rysunek 2.

Dla docelowej instalacji przemysłowego wytwarzania suspensji węglowo-wodnej dokonano doboru podstawowych urządzeń i wyposażenia technicznego, gwarantujących produkcję suspensji w ilości 10 do 20 Mg/h. Doskonalenie technologii i weryfikacja wytypowanych urządzeń jest prowadzona na instalacji doświadczalnej o wydajnościach 1 do 8 Mg/h.

W dotychczas prowadzonych analizach rozwiązań wyeliminowano stosowanie młynów ku-



Rys. 1. Schemat realizacji studiów i badań w zakresie warunków wdrożenia technologii produkcji suspensji węglowo-wodnej



Rys. 2. Schemat technologiczny wytwarzania suspensji węglowo-wodnej

lowych i prętowych oraz młynów wibracyjnych do przemiału węgla i homogenizacji zawiesin węglowo-wodnych, jako urządzeń bardzo energochłonnych i wymagających stosunkowo dużych uzupełnień elementów narażonych na ścieranie. Zdając sobie sprawę, że koszty tradycyjnego przemiału węgla stanowią znaczącą pozycję w kosztach wytwarzania suspensji, przeprowadzono szereg badań, które potwierdziły możliwość obniżenia tych kosztów i stały się podstawą do dokonania zgłoszenia patentowego (Sposób...2013).

W docelowej instalacji pilotowej, w zależności od zapotrzebowania na suspensję i warunków zakupu określonego węgla oraz polityki cenowej na paliwa, założono dwa ciągi technologiczne z różnymi agregatami mieląco-homogenizującymi, przy założeniu możliwości włączenia trzeciego ciągu technologicznego.

W zależności od wielkości zapotrzebowania, zakłada się uzgodnione dostawy suspensji węglowo-wodnej do odbiorcy lub/i budowę instalacji tworzenia suspensji przy wybranym obiekcie energetycznym.

3. Właściwości fizykochemiczne suspensji węglowo-wodnej

Właściwości handlowe suspensji węglowo-wodnych zazwyczaj ograniczone są do określenia zawartości węgla, lepkości, wartości opałowej, zapopielenia i zawartości siarki, co ilustruje tabela 2. Natomiast, na potrzeby opracowania technologii produkcji i spalania suspensji węglowo-wodnej konieczny jest większy zakres badania węgla branych pod uwagę jako surowca, optymalizacji mikronizacji węgla i tworzenia suspensji węglowo-wodnych oraz czynników wpływających na stabilność suspensji.

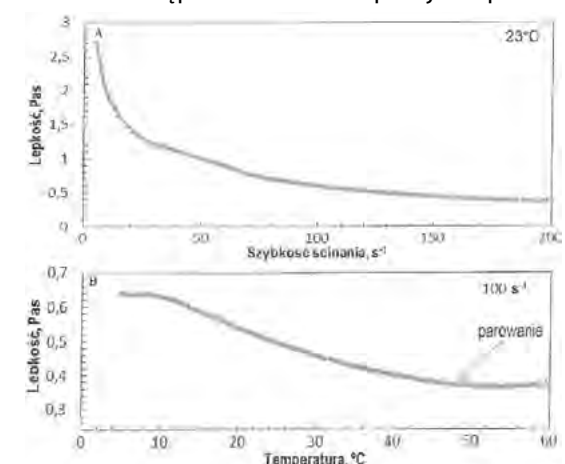
Badania kilku rodzajów węgla i różnych technologii mikronizacji wykazują duży ich wpływ

L.p.	Właściwość	Chiny	Rosja			
			Inskaja	Biełowo-Nowosi-birsk	Amal-thea	Kon-sor-cjum
1.	Skład suspensji, %:					
1.1.	- zawartość węgla	> 60,1	55,6	57-65	50-68	55-61
1.2.	- zawartość popiołu	< 10,0	18,0	12-18	8	5,8
1.3.	- zawartość siarki	< 0,8	-	-	-	0,28
1.4.	- zawartość dodatków	≤ 1	-	1,5	< 1	0,0
2.	Zawartość ziaren, %					
2.1.	< 250 μm	-	-	-	-	> 98,0
2.2.	< 45 μm	80-85	19,3	-	-	> 88,0
2.3.	- granice uziarnienia, μm	38	0-350	-	20-120	0-200
3.	Lepkość dynamiczna, cPs przy szybkości ścinania 100 s ⁻¹ i 20 °C	1.200 ± 200	1.000	< 800	750-1.200	800-1.100
4.	Wartość opałowa, kJ/kg	> 17.000	12.870		12.600-18.900	15.500-18.000
5.	Trwałość suspensji miesiące [dni]	3	-	24	[5]	[5]

Tab. 2. Charakterystyka fizykochemiczna suspensji węglowo-wodnych

na właściwości uzyskiwanych suspensji. Ważną właściwością suspensji jest ich lepkość, która zależy nie tylko od temperatury, ale także od szybkości ich ścinania - rysunek 3.

Wpływ temperatury praktycznie jest ograniczony do zakresu 5 do 60°C; niższa temperatura od 5°C prowadzi do zamarznięcia i najczęściej zniszczenia struktury suspensji; w warunkach badań natomiast przy temperaturze wyższej od 60°C następował rozkład suspensji i odparowanie.



Rys. 3. Zależność lepkości suspensji węglowo-wodnej od szybkości ścinania „A” i temperatury „B”



Literatura

Alekseenko S.V., (2011): Novel approaches to combustion of organic fuels. 7 International Seminar on Flame Structure July 11-15, 2011 and First Young Researchers' School on Flame Study July 11-19. Novosibirsk, Russia

Brujew G.G., Kolesnikova S.M., Baranow M.L. (1994): Połączenie wodougielnych suspensji z smiesi kuznieckowo i kanksko-aczinskowo uglej. Ugol nr 11 CER Report (2011): Sinco Clean Energy Inc. April

Ercolani D., (1990): Siberian coal-water fuel pipeline heads CWF challenge. MPS May

Ercolani D., Carniani E., Donati E., (2003): Palne zawiesiny wodno-węglowe. Wiadomości Górnicze nr 2

Ercolani D., Tiberio U., (1994): start-up and initial operating experience of Port Torres integrated plant for production and utilization of beneficiated coal-water fuels. The 19 International Technical Conference Coal Utilization & Fuel Systems "The Greening of Coal. March 21-24 Florida, USA

Hycnar J.J., (2001): Ciekłe paliwo węglowe – suspensje węglowo-wodne. Wiadomości Górnicze nr 2

Investor presentation (2011): Sinco Clean Energy Inc. April

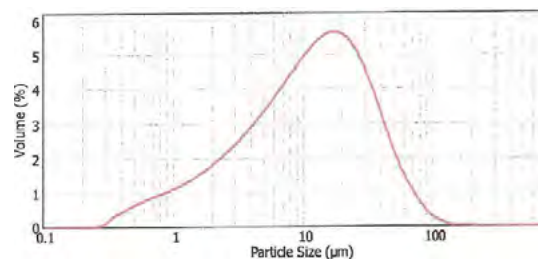
Khodakov G.S., (2007): Coal-water suspensions in power engineering. Thermal Engineering, 54(1), 36-47

Kijo-Kleczkowska A., (2010): Analiza procesu atomizacji zawieszinowego paliwa węglowo-wodnego, Energetyka nr 5

Kumar Singh A., (2012): Rheological investigation of coal water slurries with and without additive. Thapar University Patiala - 147004, INDIA. July

Michalik A., Hycnar J.J., Kula H.,

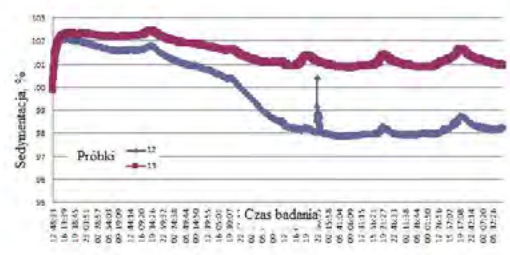
wanie wody. Ważną obserwacją jest zachowanie się suspensji w zależności od szybkości ścinania; wzrost szybkości ścinania prowadzi do spadku lepkości dynamicznej suspensji; wielkość tych zmian w obszarze wzrostu szybkości ścinania od 20 do 200 s⁻¹ rejestrowano spadkiem lepkości w zakresie 2,5 do 9,4 raza.



Rys. 4. Charakterystyka ziarnowa węgla w suspensji węglowo-wodnej

Niejednokrotne oceny płynności (pompowalności) suspensji w stanie bezruchu nie jest miarodajna i wymaga uwzględnienia oceny płynności suspensji znajdującej się w ruchu, z tych to między innymi powodów w wymaganiach technicznych na suspensje handlowe podawany jest pomiar lepkości przy prędkości 100 lub/i 200 s⁻¹.

Bardzo ważnym parametrem jakości suspensji jest uziarnienie zawartego węgla. Z jednej strony wysokie rozdrobnienie węgla będzie silnie wpływało na efektywność spalania suspensji, ze wzrostem rozdrobnienia maleje wielkość niedopału (koksiku) w produktach spalania. Z drugiej strony stopień rozdrobnienia węgla wpływa na lepkość i stabilność suspensji – rysunek 4.



Rys. 5. Porównanie stabilności struktury suspensji węglowo-wodnych oznaczanych na aparacie Sedimentation Analyzer RF-30

W zależności od zastosowanego węgla, stopnia jego mikronizacji i homogenizacji uzyskiwane suspensje charakteryzowały się różną stabilnością układu zawieszinowego, co ilustruje rysunek 5.

Na właściwości reologiczne i stabilność suspensji węglowych można w znacznym stop-

niu wpływać stosując odpowiednio dobrane dodatki obniżających lepkość (plastyfikatory) i stabilizujące zawiesiny węgla w wodzie (stabilizatory). Dodatek tego rodzaju substancji w ilości do 1-1,5 % liczony na zawarty węgiel znacząco poprawia właściwości uzyskiwanych suspensji, lecz niestety może w istotny sposób wpływać na wzrost ceny suspensji. Z tych to powodów, rozpowszechnione jest okresowe recyrkulowanie zmagazynowanych w zbiornikach suspensji bez dodatków. Charakterystykę wytwarzanych suspensji węglowo-wodnych przytacza tabela 2.

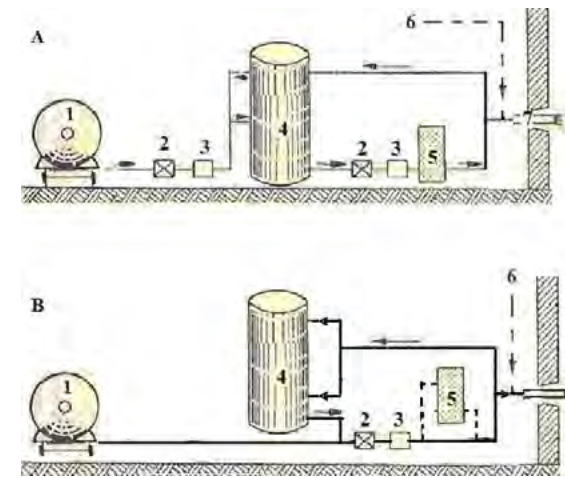
4. Kierunki stosowania suspensji węglowo-wodnych

Z pośród wielu wymienionych wcześniej kierunków zagospodarowania suspensji węglowo-wodnych, w warunkach naszego kraju, najbardziej interesującymi są:

- zastępowanie olejów opałowych i gazu ziemnego;
 - zastępowanie węgla w tych przypadkach, gdy przekraczane są wskaźniki emisyjne (szczegółowo rozdział 5);
 - współspalanie z innymi paliwami, jako paliwo podtrzymujące spalanie, podwyższające sprawność procesów spalania itp.
- Zakres prac adaptacyjnych na kotłach lub piecach zależy od wielu czynników, w tym od:
- czy zastosowana suspensja będzie paliwem podstawowym czy paliwem uzupełniającym;
 - czy zastosowana suspensja ma zastąpić olej opałowy lub gaz;
 - czy zastosowana suspensja ma zastąpić stosowany węgiel.

W szeregu tych przypadków koniecznym jest wyposażenie kotłów w instalację rozpałkową (gaz, lekki olej opałowy).

Zastosowanie suspensji w kotłach opalanych olejami lub gazem wymaga instalacji do przyjmowania, składowania i przygotowania suspensji do spalania – rys. 6 oraz rozbudowy ciągu spalinowego o urządzenia odpylające spalinę oraz zabudowy odzūżlacza. Dla zmniejszenia zakresu modernizacji można zastosować przedpalenisko, pozwalające na rozwiązanie problemu wydzielającego się żużla i znaczne zmniejszenie ilości popiołu lotnego w spalinach. Jeżeli suspensja zawiera poniżej 5 % popiołu, istniejące



Rys. 6. Schemat instalacji magazynowania i przygotowania do spalania suspensji węglowo-wodnej
A – instalacja dla dużych odbiorców; B – instalacja dla małych odbiorców; 1 – cysterna/kontener; 2 – filtr; 3 – pompa; 4 – zbiornik suspensji; 5 – podgrzewacz; 6 – powietrze sprężone/para wodna; 7 – palnik

układy odpowiadania kotłów mazutowych są zazwyczaj wystarczające.

W przypadku zastosowania suspensji do opalania węglowych kotłów rusztowych, pyłowych i fluidalnych istniejąca instalacja nawęglania wymaga uzupełnienia tylko o instalację przyjmowania, składowania i przygotowania suspensji do spalania.

We wszystkich wymienionych przypadkach do rozpylania i spalania suspensji węglowo-wodnych stosowane są odpowiednie konstrukcje palniki, zazwyczaj z czynnikiem rozpylającym, jakim jest sprężone powietrze lub para wodna.

5. Aspekty ekonomiczne i ekologiczne stosowania suspensji węglowo-wodnych

W warunkach krajowych brak jest wyników z badań i prób pełnego „cyklu produkcji i zastosowania” suspensji węglowo-wodnych, stan taki utrudnia dokonanie obiektywnej oceny efektów ekonomicznych i ekologicznych. W tej sytuacji interesującymi są wyniki uzyskiwane w zagranicznej energetyce – tabela 3.

W warunkach Chin i Rosji obniżka kosztów wytwarzania energii cieplnej i elektrycznej wynika z różnic cen pomiędzy analizowanymi paliwami i wahają się w szerokim zakresie od 30 do 60 %.

Wykonana przez Foster Wheeler analiza kosztów budowy w USA elektrociepłowni opalanej węglem i suspensją węglowo-wodną, w porównaniu do opalanej olejem, nie tylko wykazała duże oszczędności na paliwach, ale także na

L.p.	Określenie	Chiny		Rosja	
		\$/Mg [\$ / 1.000m ³]			
1.	Cena paliw:				
1.1.	- węgiel kamienny	-	103	100	
1.2.	- węgiel brunatny	-	-	30	
1.3.	- olej opałowy	298,0	591	750 (mazut M-100)	
1.4.	- gaz ziemny	-	[440]	[500]	
1.5.	- suspensja ww	99,9	125	57 - 65	
2.	Koszt energii:				
	- ciepłej, \$/Gcal	\$/Gcal	\$/Gcal	-	-
	- elektrycznej, \$/MWh	-	-	-	-\$/Mg pary
2.1.					
2.2.	- gaz ziemny	-	52	121	
2.3.	- olej opałowy	23,4	62	143	
2.4.	- suspensja	16,5	28	66	
	- węgiel	-	21	58	
2.5.	Obniżka kosztów, %				
	- względem oleju	29,6	46,1	54	62,2
	- względem gazu	-	54,8	45	54,2

Tabela 3. Porównanie efektów stosowania suspensji węglowo-wodnej z paliwami tradycyjnymi

kosztach adaptacji kotłów na omawiane paliwa. W przypadku kotła opalanego suspensją węglowo-wodną czas zwrotu nakładów wynosił 2,5 roku a opalanego węglem 3,1 roku; natomiast bez uwzględnienia kosztów odsiarczenia spalin czasy zwrotu nakładów przedstawiały się następująco 1,0 i 2,3 lata.

Obecność ziaren węgla w wodzie umożliwia dobre rozpylenie paliwa w komorze paleniskowej. Duże rozdrobnienie ziaren węgla, decyduje o szybkim ich suszeniu, odgazowaniu, zapłonie i paleniu się. Obecność wody w suspensji, w warunkach spalania węgla, wpływa także na zachodzące reakcje chemiczne w wyniku czego w produktach spalania w minimalnych ilościach występuje CO, H₂ i CH₄ oraz niespalony węgiel (koksik).

Proces spalania suspensji w porównaniu do spalania samego węgla przebiega w niższej temperaturze o 100 do 150°C, pomimo stosunkowo wysokiej ich temperatury zapłonu (450-650°C) i palenia (950-1.050°C).

Wszystkie te czynniki zapewniają wysoką sprawność termiczną wykorzystania paliwa (powyżej 98 %) oraz znacząco wpływają na obniżenie emisji NOx w spalinach (25-50 %).

Pomiary zasiarczenia spalin z kotła ciepłowniczego, w którym zastąpiono olej opałowy suspensją węglowo-wodną, wykazały obniżenie emisji SO₂ przeszło dwukrotne (węgiel 0,35 % S; mazut 1-2 %S). W przypadku zastosowania suspensji w kotle opalany węgiel stwierdzono, że popiół lotny zawierał poniżej 4,8 % części palonych, gdy popioły lotne ze spalania tego typu węgla w podobnych kotłach zawierają 50 % i



Rys. 7. Wygląd płomienia spalającego suspensję węglowo-wodną w palenisku kotła rusztowego 2,5 MWt

więcej części niespalonych.

Na rysunku 7 przedstawiono spalanie suspensji węglowo-wodnej w palenisku kotła rusztowego o mocy 2,5 MWt.

6. Podsumowanie

Znaczącą ekologiczną alternatywą dla węgla jest wdrożenie do spalania suspensji węglowo-wodnych. Poprzez dobór węgla można w szerokim zakresie regulować i kształtować właściwości suspensji. Stosując węgiel wysokiej jakości uzyskujemy suspensję, które mogą zastępować oleje opałowe i gaz, a w przypadku zastosowania w zamian węgla mogą powodować wzrost sprawności procesów spalania i duże obniżenie emisji zanieczyszczeń do atmosfery.

Wykonane badania i próby na urządzeniach pilotowych i przemysłowych z krajowymi węglami pozwoliły opracować prostą technologię wytwarzania suspensji węglowo-wodnych.

Analizy porównawcze właściwości otrzymywanych suspensji bez dodatków uszlachetniających z zagranicznymi suspensjami wykazują ich równocześnie. W miarę rozwoju zainteresowania i zapotrzebowania na suspensje węglowo-wodne będą kontynuowane prace nad doskonaleniem ich jakości za pomocą dodatków, poprawiających właściwości reologiczne i zwiększających trwałość układów zawieszinowych suspensji; niestety ich zastosowanie wpłynie na relacje cenowe pomiędzy rozważanymi paliwami.

Dla zrealizowania pełnego „cyklu produkcji i zastosowania” suspensji węglowo-wodnej duże znaczenie posiadają przygotowywane i uzyskane wyniki z prób spalania suspensji w paleniskach kotłowych i piecach przemysłowych. W ten sposób będzie można zweryfikować dotychczasową wiedzę o efektach ekonomicznych i ekologicznych stosowania suspensji w zastępstwie paliw płynnych i tradycyjnego węgla.

Instalacja półtechniczna do odgazowania paliw stałych w złożu stacjonarnym

Semi technical installation for solid fuels devolatilization (fix bed reactor)

Tadeusz CHWOŁA, Magdalena WINKLER *



W KILKU SŁOWACH

Doświadczalne instalacje odgazowania paliw stałych wykorzystywane są w wielu krajach w badaniach procesu odgazowania. Najbardziej znaną i rozpowszechnioną technologią odgazowania paliw jest proces koksowania węgla. Na podstawie oceny jakości kokсів otrzymanych w wyniku doświadczalnego koksowania mieszanek węglowych, możliwe jest prognozowanie parametrów jakościowych koksu produkowanego w warunkach przemysłowych. W publikacji przedstawiono charakterystykę oraz możliwości wykorzystania doświadczalnej instalacji odgazowania paliw stałych w złożu stacjonarnym w obszarze badań związanych z procesem pirolizy paliw stałych.



SUMMARY

Experimental installations to investigation of devolatilization process exist in many countries. The most known and prevalent devolatilization technology is coal coking process. Based on the quality parameters related to properties of coke obtained from coal blends coking, it is possible to predict the coke quality produced in industrial-scale chambers. This paper presents characteristic of experimental installation for solid fuels devolatilization (fixed bed reactor) and possibility for application this installation to investigate solid fuels pyrolysis.

*- Instytut Chemicznej Przeróbki Węgla Zabrze mgr inż. Tadeusz Chwoła, mgr inż. Magdalena Winkler

Morgan
Advanced Materials

POREXTHERM

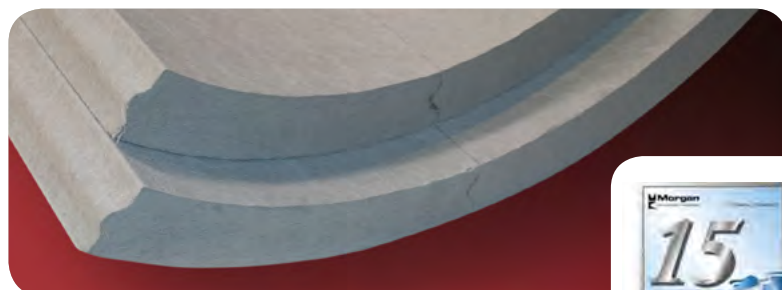
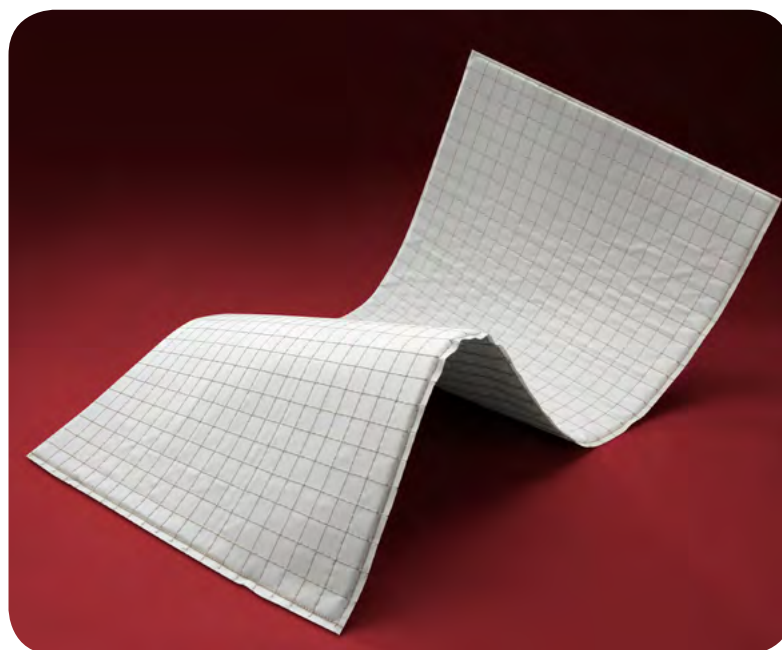
POREXTHERM
wiodący producent wysokowydajnych izolacji, dołączył do grona firm Morgan Advanced Materials w grupie Thermal Ceramics.

<http://www.porextherm.com/en/products.html>
<http://www.morganthermalceramics.com/products/microporous-insulation/porextherm>

Już od dziś materiały mikroporowate są dostępne w ofercie!

Thermal Ceramics Polska Sp. z o. o.
ul. Towarowa 9, 44-100 Gliwice

T: +48323053113
T: +48323053114
F: +48323053115
E: polska.tc@morganplc.com
W: www.morganthermalceramics.com



1. Wprowadzenie

Odgazowanie paliw stałych w złożu stacjonarnym jest procesem termicznym polegającym na wydzieleniu z paliwa, w wysokiej temperaturze i bez dostępu powietrza, jego składników lotnych. Najbardziej znaną i rozpowszechnioną technologią odgazowania paliw jest proces koksowania węgla. Surowcem stosowanym w tym procesie jest mieszanka wsadowa sporządzana z kilku węgli koksowych, dobrana w takich proporcjach, aby otrzymany produkt – koks cechował się wartościami parametrów jakościowych, zdefiniowanymi przez jego odbiorcę. W procesie

odgazowania węgla, w efekcie szeregu skomplikowanych, nieodwracalnych fizycznych i chemicznych przemian substancji węglowej, oprócz głównego produktu stałego – koksu, powstają produkty ciekłe i gazowe [1]. Jakość uzyskanych produktów i ekonomia procesu są uzależnione od właściwości odgazowywanego węgla, sposobu przygotowania wsadu węglowego do procesu koksowania a także parametrów technologicznych prowadzenia procesu. Celowość prowadzenia eksperymentów w skali półtechnicznej uzasadniona jest możliwością skutecznego prognozowania jakości koksu bez konieczności prowadzenia kosztownych doświadczeń