



Informacja
o realizacji zadania badawczego w ramach
projektu badawczego zamawianego Nr PBZ-MEiN-2/2/2006
pt.: „Chemia perspektywicznych procesów i produktów konwersji węgla”

1. Numer zadania: I.1.1

2. Tytuł zadania: Określenie zasobów węgla kamiennego i brunatnego potencjalnie dostępnych do celów przemysłowego zgazowania

3. Kierownik zadania: Krzysztof Stańczyk

4. Termin rozpoczęcia/zakończenia zadania: 20.04.2007 / 20.10.2007

5. Cel i zakres zadania:

Celem przedstawionego zadania jest stwierdzenie, jakimi zasobami węgla kamiennego i brunatnego dysponujemy w Polsce do celów przemysłowego zgazowania.

Zadanie zostało zrealizowane.

6. Opis wykonanych badań naukowych oraz uzyskanych wyników

Nowa sytuacja na rynku paliw to jest silny wzrost cen zarówno ropy naftowej jak i gazu, sprawia, że przemysłowe zainteresowanie zgazowaniem węgla czy to do produkcji paliw ciekłych czy do celów energetycznych lub wytwarzania wodoru, wzrasta.

Rozpatrzenie możliwości wykorzystania zasobów polskiego węgla do procesów zgazowania musi być poprzedzone wnikliwą analizą jego przydatności do tych procesów ze względu na własności fizykochemiczne jak i warunki ekonomiczne wydobywania węgla.

Proces zgazowania węgla wymaga węgla kamiennego o stosunkowo niskich zawartościach popiołu do 15% (max 20%). Istotnym parametrem charakteryzowanych węgli są też właściwości popiołów i żużla to jest cechy które określa się przy pomocy wyznaczenia temperatur; spiekania, mięknięcia, topnienia i płynięcia.

Dla opłacalności jednej inwestycji procesu zgazowania przewiduje się zapotrzebowanie roczne węgla w wysokości 2 mln Mg. Czas pracy instalacji można określić na około 40 lat a zatem węgla o odpowiednich własnościach dla jednej instalacji zgazowania potrzeba około 80 Mg.

Określono zasoby węgla kamiennego, które w perspektywie najbliższych dziesięciu lat mogą być surowcem do celów przemysłowego zgazowania.

Określono zasoby węgla brunatnego, które w przyszłości również mogą być surowcem do celów przemysłowego zgazowania.

Stwierdzono, że Polska posiada odpowiednio duże zasoby zarówno węgla kamiennego jak i brunatnego, by rozwijać technologie zgazowania węgla.

7. Osiągnięcia naukowe i zastosowania praktyczne

Wyniki uzyskane w tym zaskaniu uzasadniają celowość realizacji dalszych zadań dotyczących zgazowania węgla.

Polska posiada wystarczające zasoby węgla odpowiedniej jakości dla procesu zgazowania zrealizowanego w skali komercyjnej.



Przeprowadzona analiza wielkości zasobów operatywnych kopalń Ziemowit, Piast i Szczygłowic w Kompanii Węglowej SA oraz Zakładu Górniczo-Energetycznego Janina w Południowym Koncernie Węglowym SA wykazała, że ich wystarczalność wynosi od 29 lat (KWK Piast) do 573 lata (ZGE Janina) – przy obecnym poziomie wydobycia, a całkowita ilość to ok. 1,4 mld t.

Zasoby węgla brunatnego są również dostatecznie duże by brać je pod uwagę przy planowaniu przemysłowych instalacji zgazowania węgla.

8. Wykaz publikacji

9. Inne formy upowszechnienia wyników

PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF FUTURE EXTRACTED COAL IN POLAND AND ITS REACTIVITY IN GASIFICATION, *CLEAN AIR, Porto 2007, materiały konferencyjne*



Informacja
o realizacji zadania badawczego w ramach
projektu badawczego zamawianego Nr PBZ-MEiN-2/2/2006
pt.: „Chemia perspektywicznych procesów i produktów konwersji węgla”

1. Numer zadania: I.1.2

2. Tytuł zadania: Pobranie prób geologicznych węgla z wytypowanych kopalń

3. Kierownik zadania: Krzysztof Stańczyk

4. Termin rozpoczęcia/zakończenia zadania: 04/2007 – 10/2007

5. Cel i zakres zadania:

Z uwagi na fakt, że ewentualna budowa dużej inwestycji wykorzystującej węgiel w procesie zgazowania może mieć w Polsce miejsce w latach 2008-2012, a zatem węgiel o określonych właściwościach potrzebny będzie po roku 2012 pobrano próby geologiczne węgla z pokładów perspektywicznych wytypowanych kopalń.

Celem zadania jest pobranie perspektywicznych prób geologicznych węgla z wytypowanych kopalń węgla kamiennego i węgla brunatnego.

Zadanie zostało zrealizowane.

6. Opis wykonanych badań naukowych oraz uzyskanych wyników

Pobrano 17 prób bruzdowych to jest: trzy z kopalni Janina, cztery z kopalni Ziemowit, siedem z kopalni Piast oraz trzy z kopalni Szczygłowice. Próby te zostały pobrane z miejsc, które uważa się w tych kopalniach za perspektywiczne z punktu widzenia wydobywania i gdzie przewiduje się wydobywanie węgla za 5-10 lat. Można zatem przyjąć że analizowany węgiel jest tym węglem, który w przyszłości może zasilać reaktor zgazowania.

Ponadto dodatkowo pobrano próbki z kopalń: KWK Bogdanka oraz z kopalni węgla brunatnego Bełchatów.

7. Osiągnięcia naukowe i zastosowania praktyczne

8. Wykaz publikacji

9. Inne formy upowszechnienia wyników



Informacja
o realizacji zadania badawczego w ramach
projektu badawczego zamawianego Nr PBZ-MEiN-2/2/2006
pt.: „Chemia perspektywicznych procesów i produktów konwersji węgla”

1. Numer zadania: I.1.3

2. Tytuł zadania: Scharakteryzowanie właściwości fizycznych i chemicznych dostępnych węgla

3. Kierownik zadania: Krzysztof Stańczyk

4. Termin rozpoczęcia/zakończenia zadania: 09/2007 – 04/2008

5. Cel i zakres zadania:

Celem zadania I.1.3. było scharakteryzowanie właściwości fizycznych i chemicznych dostępnych węgla, których wielkość zasobów jest na tyle duża by można je było stosować do przemysłowego zgazowania.

Zadanie zostało zakończone

6. Opis wykonanych badań naukowych oraz uzyskanych wyników

W początkowym etapie pracy do badań wytypowano węgle z kopalń: Ziemowit, Piast i Szczygłowic w Kompanii Węglowej SA oraz Zakładu Górniczego Janina w Południowym Koncernie Węglowym S.A., z uwagi na ich wielkość zasobów. Z pokładów tych kopalń pobrano próby geologiczne w celu określenia właściwości węgla, które będą wydobywane w perspektywie 5-10 lat. Jednak w trakcie realizacji projektu, w dyskusji uczestników projektu realizujących zadanie 1 stwierdzono, że należy wykonać eksperymenty we wszystkich zespołach badawczych stosując do badań te same próbki węgla. Do badań wytypowano węgle z kopalń węgla kamiennego KWK Janina, KWK Piast oraz KWK Bogdanka oraz z kopalni węgla brunatnego Bełchatów. Zasoby węgla z tych kopalń uznano za perspektywiczne. W związku z tym pobrano próby z tych kopalń i scharakteryzowano właściwości fizyczne i chemiczne pobranych węgla.

Wytypowano własności fizyczne i chemiczne węgla kluczowe z punktu widzenia ich zgazowania.

Określono wartości parametrów węgla, które uznaje się za właściwe dla różnych technologii zgazowania węgla.

W badanych próbkach określono następujące parametry węgla:

wykonano analizę elementarną na zawartość pierwiastków C, H, N, S

wykonano analizę techniczną (wilgoć, popiół, części lotne),

określono ciepło spalania oraz wartość opałową próbek węgla.

7. Osiągnięcia naukowe i zastosowania praktyczne

Z analizy właściwości badanych węgla wynika, że węgle występujące w wytypowanych, z uwagi na ich zasobność, kopalniach nadają się do procesu zgazowania. Zarówno ich skład elementarny jak i zawartość popiołu jak też ciepło spalania i wartość opałowa mieszczą się w przedziałach uznawanych za właściwe dla węgla przeznaczonych do zgazowania.

Zadanie to miało na celu przygotowanie próbek węgla w raz z ich analizą dla czterech partnerów projektu.



8. Wykaz publikacji

Czysta energia, produkty chemiczne i paliwa z węgla – ocena potencjału rozwojowego, Monografia, Zabrze 2008.

Rozdział 2. Bilans węgla jako surowca do zgazowania oraz zapotrzebowanie chemii na gaz syntezowy
Rozdział 4.2.1. Reaktywność i właściwości fizykochemiczne polskich węgla kamiennych i brunatnych

9. Inne formy upowszechnienia wyników



Informacja
o realizacji zadania badawczego w ramach
projektu badawczego zamawianego Nr PBZ-MEiN-2/2/2006
pt.: „Chemia perspektywicznych procesów i produktów konwersji węgla”

- 1. Numer zadania:** I.1.4
- 2. Tytuł zadania:** Scharakteryzowanie właściwości fizycznych i chemicznych popiołów i żużli
- 3. Kierownik zadania:** Krzysztof Stańczyk
- 4. Termin rozpoczęcia/zakończenia zadania:** 11/2007 – 04/2008

5. Cel i zakres zadania:

Celem zadania było scharakteryzowanie właściwości fizycznych i chemicznych pobranych prób popiołów i żużli, w szczególności własności istotnych w procesie zgazowania. Zadanie zostało zakończone.

6. Opis wykonanych badań naukowych oraz uzyskanych wyników

W wytypowanych węglach z kopalń węgla kamiennego KWK Janina, KWK Piast oraz KWK Bogdanka oraz z kopalni węgla brunatnego Belchatów określono właściwości popiołu i żużli.

Określono właściwości popiołu występującego w węglach gdyż właściwości te mają duży wpływ na prawidłową pracę i trwałość wykładzin reaktora zgazowania.

Określono charakterystyczne temperatury topliwości popiołu to jest: temp. spiekania, temp. mięknienia, temp. topnienia i temp. płynięcia, zarówno w atmosferze utleniającej jak i redukcyjnej.

W rezultacie badań prób węgla z KWK Ziemowit, KWK Piast i KWK Szczygłowice stwierdzono, że ze względu na zawartość procentową popiołu i jego własności, do zgazowania w tlenie w technologii Texaco odpowiednie są węgle ze wszystkich wymienionych kopalń, ale nie ze wszystkich pokładów.

Badania pozwoliły na wytypowanie tych pokładów węgla, które ze względu na jakość węgla są odpowiednie do eksploatacji dla celów zgazowania. Węgłe z niektórych pokładów zarówno z KWK Ziemowit, KWK Piast jak i KWK Szczygłowice ze względu na bardzo wysoką temperaturę topnienia i płynięcia popiołu w atmosferze utleniającej (powyżej 1500°C) nie nadają się do zgazowania w technologii Texaco z mokrym odprowadzeniem żużla. Nie wyklucza to możliwości zastosowania tych węgli w innych technologiach zgazowania. W niniejszych zadaniach

chodziło o stwierdzenie, czy posiadamy przyszłościowe zasoby węgla, które nadają się do istniejących i stosowanych obecnie w świecie technologii zgazowania.

Biorąc pod uwagę wszystkie pozostałe parametry węgla można stwierdzić, że pod względem zasobów oraz jakości węgla kopalnie dysponują dostateczną ilością węgla bardzo dobrze nadającego się do procesu zgazowania. Węgłe z niektórych pokładów jak na przykład węgiel z KWK Szczygłowice (próbki pobrane w pokładzie 405/1 oraz pokładzie 408/3, dł. 725 m) można uznać za idealne do procesu zgazowania w technologii Texaco.

Węgiel brunatny z kopalni Belchatów ma niskie temperatury topliwości popiołu i z uwagi na tą cechę mógłby być stosowany w technologii zgazowania Texaco.

7. Osiągnięcia naukowe i zastosowania praktyczne

8. Wykaz publikacji

9. Inne formy upowszechnienia wyników



Informacja
o realizacji zadania badawczego w ramach
projektu badawczego zamawianego Nr PBZ-MEiN-2/2/2006
pt.: „Chemia perspektywicznych procesów i produktów konwersji węgla”

- 1. Numer zadania:** I.2
2. Tytuł zadania: Badania technologiczne wytwarzania zawieszinowych dla układów zgazowania wieloskładnikowych paliw
3. Kierownik zadania: dr inż. Jolanta Robak
4. Termin rozpoczęcia/zakończenia zadania: 1 / 36 miesiąc realizacji projektu

5. Cel i zakres zadania:

Celem zadania jest opracowanie założeń procesowych wytwarzania stabilnych w czasie paliw zawieszinowych, uwzględniających zmienne właściwości dostępnych węgla krajowych.

Zakres zadania obejmuje prace od zdefiniowania i określenia kryteriów oceny paliw zawieszinowych do opracowania wyżej wspomnianych założeń procesowych, w tym:

- określenie kryteriów i parametrów oceny paliw zawieszinowych, opracowanie i wdrożenie do praktyki laboratoryjnej odpowiednich metod badawczych oraz wytypowanie i ocenę właściwości czterech węgla krajowych jako surowców do dalszych prac badawczych - zad. I.2.1, I.2.2, I.2.3
- badania nad otrzymywaniem stabilnych dyspersji węglowych z wytypowanych surowców – zdefiniowanie zależności pomiędzy możliwą do osiągnięcia koncentracją i stabilnością w czasie a wybranymi właściwościami węgla (rozkładem uziarnienia, zawartością fazy mineralnej, składem elementarnym i chemicznym charakterem powierzchni węgla oraz składem petrograficznym) – zad. I.2.4., I.2.5
- badania właściwości reologicznych paliw zawieszinowych w zmiennych warunkach – określenie wpływu dodatku stabilizatorów i dyspergatorów zawiesiny – zad. I.2.6
- modelowanie zmian oporów przepływu dyspersji węglowych wywołanych aeracją lub dodatkiem środków powierzchniowo czynnych – zdefiniowanie na tej podstawie możliwości obniżania oporów przepływu paliw zawieszinowych – zad. I.2.7
- opracowanie założeń procesowych, określających graniczne właściwości komponentów węglowych paliw zawieszinowych oraz procedurę przygotowania zawiesin dla uzyskania paliwa o założonych właściwościach przy zmiennej bazie surowcowej (zad. I.2.8).

Zadania I.2.1 – I.2.4 - zrealizowane

Zadania I.2.5 i I.2.6 - w trakcie realizacji

Zadania I.2.7 i I.2.8 – do realizacji w latach 2009 – 2010.

6. Opis wykonanych badań naukowych oraz uzyskanych wyników

Ustalono, że do oceny właściwości zawiesin węglowo – wodnych w dalszych pracach badawczych stosowane będą następujące parametry: koncentracja fazy stałej, stabilność w czasie, lepkość. Opracowano i sprawdzono odpowiednie metody badawcze, w trakcie realizacji dalszych prac konieczne okazało się zmodyfikowanie metod przyjętych pierwotnie. Aktualnie w pracach wykorzystywana jest metoda wagowa oceny koncentracji, metoda sedymentacyjna oceny stabilności statycznej wg Coal Water Mixtures Testing methods (Japonia) oraz ocena lepkości zawiesin w aparacie Brookfielda Synchron – Lectric Viscometer LVT.



Do badań wytypowano i przebadano węgle z kopalń: Janina, Piast, Borynia i Jas – Mos. Wytypowane węgle charakteryzują się różną zawartością popiołu, składem elementarnym, refleksyjnością wityritu, podatnością przemiałową.

Węgłe przeznaczone do badań zmielono do uziarnienia poniżej 0,5 mm, z każdego rodzaju węgla wyodrębniono trzy frakcje do dalszych badań eksperymentalnych (<0,1; 0,1 – 0,2 i 0,2 – 0,3 mm). Z tak przygotowanych frakcji węglowych wytworzono zawiesiny o koncentracjach 50, 55 i 57,5% bez i z dodatkami stabilizującymi i dyspergatorami. Zawiesiny poddano ocenie stabilności statycznej i lepkości przy różnych prędkościach ścinania i w różnych temperaturach. Wydzielone frakcje węglowe poddano ponadto ocenie charakteru chemicznego ich powierzchni metodą FT-IR.

Przeprowadzone prace badawcze pozwoliły na określenie wpływu rozkładu uziarnienia i koncentracji fazy stałej, fizykochemicznych właściwości fazy stałej oraz dodatku środków stabilizujących i dyspergujących na stabilność wytworzonych zawiesin węglowych. Stwierdzono, że wszystkie w/w parametry rzutują na stabilność zawiesin - ocena rzeczywistego układu węgiel – woda – dodatki musi więc uwzględniać istotność wpływu tych parametrów na jego stabilność.

O jakości, a tym samym przydatności technologicznej zawiesinowych paliw węglowych decyduje nie tylko stabilność wytworzonej zawiesiny, ale również jej płynność i lepkość. Charakterystyka zawiesin wytworzonych z badanych węgli, obejmująca badania reologii i dynamiki przepływu, umożliwi weryfikację poczynionych obserwacji. Prace dotyczące tego zakresu są w trakcie realizacji.

7. Osiągnięcia naukowe i zastosowania praktyczne

Prowadzone prace wykorzystują metody badawcze stosowane w dziedzinie badania paliw zawiesinowych. Umożliwia to porównanie i weryfikację uzyskiwanych wyników w stosunku do światowych doniesień literaturowych.

Prowadzone badania mają charakter kompleksowy, zakres realizowanych prac obejmuje bowiem zarówno badania wpływu podstawowego surowca (węgla), jak również określenie wpływu stosowanych dodatków oraz procedury postępowania na walory uzyskiwanych zawiesin. Końcowym elementem prac realizowanych w ramach zadania I.2 będzie badanie hydrodynamiki przepływu wytworzonych zawiesin, odzwierciedlające ich zachowania na etapie wykorzystania do zasilania urządzeń grzewczych.

Zastosowanie w badaniach węgla Janina i Piast, będących potencjalnym, możliwym z punktu widzenia jakości i zasobów surowcem do komercyjnych instalacji zgazowania, stanowi o przydatności prowadzonych badań z punktu widzenia wdrożenia uzyskanych wyników w gospodarce.

8. Wykaz publikacji

Brak publikacji

9. Inne formy upowszechnienia wyników

Nie upowszechniono wyników uzyskanych w wyniku realizacji zadania



Informacja
o realizacji zadania badawczego w ramach
projektu badawczego zamawianego Nr PBZ-MEiN-2/2/2006
pt.: „Chemia perspektywicznych procesów i produktów konwersji węgla”

1. Numer zadania: I.3.1

2. Tytuł zadania: Badania kinetyki zgazowania wytypowanych węgli w warunkach intensywnej wymiany ciepła i masy

3. Kierownik zadania: Prof. dr hab. inż. Aleksander Karcz

4. Termin rozpoczęcia/zakończenia zadania: 20.04.2008/19.04.2009

5. Cel i zakres zadania:

Podstawową reakcją w procesach zgazowania węgla jest reakcja węgla pierwiastkowego z parą wodną, która we współczesnych generatorach dyspersyjnych i fluidalnych zachodzi w warunkach intensywnej wymiany ciepła i masy. W praktyce proces zgazowania parą wodną przebiega w dwóch fazach, z których pierwsza odpowiada szybkiej pirolizie surowca węglowego a druga właściwemu zgazowaniu powstałego karbonizatu, limitującemu szybkość przebiegu całego procesu.

Z tego też względu celem niniejszego zadania jest zbadanie kinetyki zgazowania parą wodną wybranych węgli o zróżnicowanym stopniu metamorfizmu (dwa węgle kamienne i jeden brunatny) w zakresie ciśnień do 4 MPa i temperatur do 1000 °C. W ramach tego zadania obliczono pozorne parametry kinetyczne reakcji zgazowania wybranych węgli parą wodną, wydajności gazowych produktów oraz stopień konwersji węgla w badanym procesie.

Do chwili obecnej zrealizowano badania dla jednego węgla kamiennego i węgla brunatnego. Pomiary kinetyki zgazowania drugiego węgla kamiennego są w trakcie realizacji i zostaną ukończone zgodnie z harmonogramem.

6. Opis wykonanych badań naukowych oraz uzyskanych wyników

Do badań zgazowania parą wodną wytypowano niskozmetamorfizowany węgiel kamienny z kopalni Piast oraz węgiel brunatny z kopalni Bełchatów. Próbki tych węgli o masie 1 g i uziarnieniu poniżej 0,1 mm były poddawane zgazowaniu parą wodną w półprzepływowym, ciśnieniowym reaktorze różniczkowym. Pomiary kinetyki zgazowania przeprowadzono w temperaturach 800, 900 i 1000 °C, przy ciśnieniach 2, 3 i 4 MPa.

Po ustabilizowaniu zadanych parametrów pracy reaktora (ciśnienie, temperatura reaktora i wytwornicy pary, natężenie przepływu argonu i wody), próbka węgla o masie 1g przy pomocy specjalnego podajnika była wprowadzana w strumieniu argonu do reaktora. Gaz poreakcyjny przepływał do chłodnicy w której wydzielal się kondensat wodno-smołowy, a następnie był poddawany dokładnemu oczyszczaniu i osuszaniu na filtrze. Po dekompresji, w gazie poreakcyjnym w sposób ciągły, przy pomocy analizatora EL 3000 firmy ABB, oznaczana była zawartość tlenu i ditlenku węgla. Ponadto w odstępach 30 sek. pobierane były próbki gazu w celu późniejszej jego analizy na zawartość wodoru i gazowych węglowodorów. Służyły do tego celu dwa chromatografy gazowe HP 5890 firmy Hewlett-Packard. Jeden z nich, wyposażony w detektor płomieniowo-jonizacyjny (FID) służył do analizy węglowodorów, natomiast drugi z detektorem cieplno-przewodnościowym (TCD), był wykorzystywany do oznaczania zawartości wodoru. Uzyskane dane zmiany stężenia poszczególnych składników gazu poreakcyjnego w funkcji czasu przebiegu procesu,



były podstawą do obliczenia zmian ich szybkości powstawania oraz wydajności jak również stopnia konwersji paliwa.

7. Osiągnięcia naukowe i zastosowania praktyczne

W większości opisanych w literaturze badań procesu zgazowania parą wodną stosowano jako surowiec karbonizaty węglowe, dla których przebieg procesu był łatwiejszy w interpretacji. W praktyce proces zgazowania parą wodną przebiega w dwóch fazach, z których pierwsza odpowiada szybkiej pirolizie surowca węglowego a druga właściwemu zgazowaniu powstałego karbonizatu, limitującemu szybkość przebiegu całego procesu. Z tego też względu przedmiotem badań realizowanych w ramach niniejszego zadania były polskie węgle o różnym stopniu metamorfizmu. Do badań wytypowano węgle, które z uwagi na swe właściwości a przede wszystkim z uwagi na ich zasoby, potencjalnie mogą być w przyszłości użyte w procesach realizowanych na skalę przemysłową. Pomiary wykonano przy ciśnieniach 2 do 4 MPa, a więc w zakresie w którym pracują współczesne, nowoczesne reaktory zgazowania. Szybkość zgazowania węgla parą wodną zależy nie tylko od stopnia jego uwęglenia. Różnice w reaktywności poszczególnych węgli są także rezultatem zróżnicowania ich chemicznej i fizycznej budowy jak również katalitycznego wpływu składników substancji mineralnej, która w różnych węglach wykazuje istotne różnice ilościowe i jakościowe, wynikające z odmiennych warunków tworzenia złoża oraz przeróbki mechanicznej urobku węglowego. Przeprowadzone badania, w których jako surowca użyto węgli z krajowych kopalń, dostarczą cennych informacji które mogą być wykorzystane przy projektowaniu instalacji zgazowania węgla w Polsce.

8. Wykaz publikacji

1. Aleksander Karcz, Stanisław Porada, 4.2.3. Zgazowanie węgla w atmosferze bogatej w parę wodną, rozdz. w monografii „Czysta energia, produkty chemiczne i paliwa z węgla - ocena potencjału rozwojowego”, ICHPW, Zabrze, 2008
2. Aleksander Karcz, Stanisław Porada, Andrzej Rozwadowski, Badania kinetyki zgazowania węgla parą wodną w warunkach podwyższonego ciśnienia – artykuł w trakcie przygotowywania do druku w czasopiśmie „Karbo”

9. Inne formy upowszechnienia wyników



Informacja
o realizacji zadania badawczego w ramach
projektu badawczego zamawianego Nr PBZ-MEiN-2/2/2006
pt.: „Chemia perspektywicznych procesów i produktów konwersji węgla”

1. Numer zadania: I.4.2

2. Tytuł zadania: Wyznaczenie temperaturowych charakterystyk zapłonu wybranych paliw w zadanych atmosferach redukcyjnych na zmodernizowanym stanowisku TU Clausthal

3. Kierownik zadania: dr inż. Sławomir Stelmach

4. Termin rozpoczęcia/zakończenia zadania: 4/21 (lipiec 2007/grudzień 2008)

5. Cel i zakres zadania:

Określenie charakterystyk zapłonu wybranych węgli w atmosferach redukcyjnych.

6. Opis wykonanych badań naukowych oraz uzyskanych wyników

Celem prac realizowanych w pierwszej fazie trwania projektu było wytypowanie węgla oraz przygotowanie ich partii dla przeprowadzenia badań szybkości reakcji zapłonu węgla w atmosferze redukcyjnej. Zaplanowano również przeprowadzenie badań nad szybkością reakcji zapłonu chmury pyłu węglowego w atmosferach redukcyjnych, które miały być wykonane w Institut für Energieverfahrenstechnik und Brennstofftechnik, Technische Universität Clausthal.

Do badań przebiegu dyspersji cząstek w reaktorze oraz określenia szybkości reakcji chmury cząstek z czynnikami zgazowującymi w atmosferze redukcyjnej wybrano dwa węgle kamienne oraz dwa węgle brunatne.

Przygotowane próbki węgla poddano mieleniu z wykorzystaniem kruszarki oraz młynów kulowych i szczelinowych. Rozkłady uziarnienia wytworzonych pyłów węglowych wyznaczono z wykorzystaniem analizatora laserowego firmy MALVERN. Przygotowane próbki pyłów węglowych zamknięto w szczelnych, próżniowych workach i przekazano do dalszych badań.

W ramach zadania wykonano również analizę odnośnie wymagań jakościowych dla węgla wykorzystywanych w procesach zgazowania. Zarówno wytypowane do dalszych badań węgle kamienne jak i brunatne mogą być paliwami stosowanymi w reaktorach dyspersyjnych. Wszystkie wybrane paliwa charakteryzują się zawartością popiołu poniżej 25%, a więc spełniają jedno z najważniejszych kryteriów dla ich zastosowania w reaktorach dyspersyjnych. Ważnym kryterium oceny jest również wartość temperatury topliwości popiołu. Parametr ten zostanie określony w toku dalszych prac.

Wykorzystując stanowisko badawcze znajdujące się w IEVB TU Clausthal - przystosowane do wykonania planowanych testów - przeprowadzono testy wyznaczania czasu zapłonu pyłów węglowych w powietrzu atmosferycznym i atmosferach wzbogaconych w CO₂. Ustalono, że zapłon paliwa następował przy udziale tlenu w atmosferze wewnątrz pieca wynoszącym minimalnie 3% (85,7% CO₂). Przy niższych zawartościach tlenu, nawet w najwyższych temperaturach, jakie można było uzyskać na stanowisku, mimo kilkukrotnego powtarzania prób, nie udało się zainicjować zapłonu paliwa.

Zgodnie z przewidywaniami spadek udziału O₂ w atmosferze pieca oraz temperatury w jego wnętrzu powodował wzrost czasu potrzebnego do inicjacji zjawiska zapłonu. Wyznaczono maksymalne i minimalne czasy zapłonu testowanych paliw w różnych atmosferach (tablica 1).



Tablica 1. Wybrane wyniki eksperymentalnego wyznaczania czasu zapłonu badanych węgla.

próbka		21 % O ₂		16,5 % O ₂		10,5 % O ₂		6,5 % O ₂		3 % O ₂	
		Tmax	Tmin	Tmax	Tmin	Tmax	Tmin	Tmax	Tmin	Tmax	Tmin
WKA	czas zapłonu, ms	32	256	37	197	56	174	70	163	94	-
WKB		32	301	42	262	77	207	80	184	134	-
WBA		30	168	35	147	50	135	55	139	96	-
WBB		27	183	30	159	46	180	56	160	86	-

Badania z wykorzystaniem instalacji znajdującej się w Institut für Energieverfahrenstechnik und Brennstofftechnik, Technische Universität Clausthal będą rozszerzone o kilka nowych próbek węgla. Obecnie wykonano badania właściwości fizykochemicznych dodatkowych węgla. Dodatkowe badania z wykorzystaniem instalacji w Institut für Energieverfahrenstechnik und Brennstofftechnik, Technische Universität Claustha zostaną przeprowadzone w możliwie najszybszym terminie (początek roku 2009), który musi uwzględnić bieżące wykorzystywanie tej instalacji we współpracującym z IChPW ośrodku naukowym.

7. Osiągnięcia naukowe i zastosowania praktyczne

8. Wykaz publikacji

9. Inne formy upowszechnienia wyników



Informacja
o realizacji zadania badawczego w ramach
projektu badawczego zamawianego Nr PBZ-MEiN-2/2/2006
pt.: „Chemia perspektywicznych procesów i produktów konwersji węgla”

1. Numer zadania: I.4.3

2. Tytuł zadania: Wyznaczenie temperaturowych charakterystyk zapłonu wybranych paliw w zadanych atmosferach redukcyjnych na zmodernizowanym stanowisku TU Clausthal

3. Kierownik zadania: dr inż. Sławomir Stelmach

4. Termin rozpoczęcia/zakończenia zadania: 12/21 (marzec 2008/grudzień 2008)

5. Cel i zakres zadania:

Określenie kinetycznych parametrów zgazowania wybranych polskich węgli.

6. Opis wykonanych badań naukowych oraz uzyskanych wyników

Badania szybkości zmian masy, efektów energetycznych i składu gazów wydzielanych podczas konwersji wybranych polskich węgla prowadzone będą z wykorzystaniem analizatora termicznego STA 409CD[®] sprzężonego ze spektrometrem masowym oraz chromatografem gazowym. Analizator termiczny STA 409CD[®] umożliwi wykonywanie analizy termogravimetrycznej (TGA), termicznej analizy różnicowej (DTA) oraz skaningowej kalorymetrii różnicowej (DSC). Analizatory tego typu są podstawowym narzędziem do prowadzenia badań termicznego rozkładu paliw w kontrolowanych warunkach procesowych. Pomiar wykonywane z ich użyciem pozwalają na szczegółowe poznanie mechanizmów i kinetyki procesów zachodzących podczas termicznego rozkładu paliw, w szczególności gdy badania prowadzone są z równoległą analizą gazów wydzielających się w trakcie procesu. Celem tych badań jest określenie kinetycznych parametrów zgazowania wybranych polskich węgli, co ze względu na charakter materiału węglowego, musi być prowadzone indywidualnie dla każdego potencjalnego surowca przeznaczonego do zgazowania. Obliczenia kinetyki procesu zgazowania prowadzone będą z wykorzystaniem komercyjnego oprogramowania oferowanego przez firmę NETZSCH.

Do badań wytypowano węgle kamienne z kopalni Bogdanka, Piast oraz Janina, a także węgiel brunatny z KWB Bełchatów (złóże Szczerców). Wykonano szczegółowe badania właściwości fizykochemicznych wytypowanych węgli.

Zakończono prace uruchomieniowe nowozakupionego analizatora termicznego sprzężonego ze spektrometrem masowym oraz chromatografem gazowym. Po uruchomieniu zestawu przeprowadzono wstępne próby, które miały na celu weryfikację poprawności uzyskiwanych wyników badań. Rozpoczęto testy konwersji wytypowanych węgli w warunkach utleniających. Pierwsze testy prowadzone są w atmosferze pary wodnej.

7. Osiągnięcia naukowe i zastosowania praktyczne

8. Wykaz publikacji

9. Inne formy upowszechnienia wyników



Informacja
o realizacji zadania badawczego w ramach
projektu badawczego zamawianego Nr PBZ-MEiN-2/2/2006
pt.: „Chemia perspektywicznych procesów i produktów konwersji węgla”

1. **Numer zadania: Zadanie 1.5.1**
2. **Tytuł zadania: Modernizacja stanowiska w celu przystosowania do badań kinetyki procesu ciśnieniowego hydrozgazowania.**
3. **Kierownik zadania: Prof. dr hab. inż. Jerzy Tomeczek**
4. **Termin rozpoczęcia/zakończenia zadania: 20.04.2007-19.07.2008**
5. **Cel i zakres zadania:**

Celem zadania 1.5.1 jest modernizacja i przystosowanie posiadanego stanowiska do prowadzenia badań kinetyki procesu ciśnieniowego hydrozgazowania.

Zakres badań obejmował:

- modernizację stanowiska,
- testy poprawności działania układów pomiarowych,
- przeprowadzenie próbnych eksperymentów,
- opracowanie metodyki badawczej.

Zadanie 1.5.1 zostało wykonane.

6. Opis wykonanych badań naukowych oraz uzyskanych wyników

Stanowisko zostało wykonane, zmontowane i uruchomione zgodnie z założeniami technicznymi, dokumentacją oraz harmonogramem. Testy poprawności działania zespołów przy górnych zakresach parametrów reaktora wykazały, że stanowisko działa prawidłowo. Wykonano serię eksperymentów testujących, sprawdzając metodykę pomiarową i powtarzalność wyników. Stanowisko przeznaczone jest do przeprowadzania eksperymentu ciśnieniowego zgazowania węgla w zakresie ciśnienia do 10 MPa, temperatury do 1000 °C i masy próbki do 30g.

7. Osiągnięcia naukowe i zastosowania praktyczne

Stanowisko do prowadzenia badań kinetyki procesu ciśnieniowego hydrozgazowania jest jedynym w Polsce przystosowanym do ciśnienia 10MPa i temperatury 1000°C. W projekcie zastosowano oryginalne rozwiązania konstrukcyjne własnego pomysłu.

8. Wykaz publikacji

Dotychczas stanowiska nie publikowano.

9. Inne formy upowszechnienia wyników

Charakterystyka stanowiska została zamieszczona dotychczas tylko w raporcie rocznym za rok 2007.



Informacja
o realizacji zadania badawczego w ramach
projektu badawczego zamawianego Nr PBZ-MEiN-2/2/2006
pt.: „Chemia perspektywicznych procesów i produktów konwersji węgla”

1. Numer zadania: 1.5.3

2. Tytuł zadania: Badania eksperymentalne kinetyki ciśnieniowego hydrozgazowania karbonizatu.

3. Kierownik zadania: Prof. dr hab. inż. Jerzy Tomeczek.

4. Termin rozpoczęcia/zakończenia zadania: 20.09.2007-19.04.2009

5. Cel i zakres zadania:

Celem zadania 1.5.3. jest przeprowadzenie badań eksperymentalnych procesu ciśnieniowego hydrozgazowania karbonizatu.

Zakres badań obejmuje:

- przygotowanie próbek karbonizatu poprzez odgazowanie węgla w gazie inertym (hel) przy parametrach: 2MPa, 1100°C i 30min,
- hydrozgazowanie wyprodukowanego karbonizatu przy parametrach 6-8 MPa oraz 700-900°C,
- ilościowa i jakościowa analiza produktów opuszczających reaktor. Wykonano badania hydrozgazowania karbonizatu węgla Janina oraz Szczerców. Pozostają badania hydrozgazowania z dodatkiem CO₂. Wykonane badania stanowią ok. 80% całości zadania.

6. Opis wykonanych badań naukowych oraz uzyskanych wyników

Przeprowadzono eksperymenty hydrozgazowania karbonizatów wyprodukowanych z węgla kamiennego „Janina” i węgla brunatnego „Szczerców” o wielkości ziarna 0.6 – 1.0 mm i masie próbki 10g. Program hydrozgazowania obejmował eksperymenty w temperaturach: 973, 1073, 1173 K, dla ciśnień: 6, 7, 8 MPa, przy przepływie wodoru 0.5 l/min, 2 l/min, 5 l/min w następujących seriach:

- „Janina”, 5 l/min, 973 - 1173 K, 6 - 8 MPa;
- „Janina”, 2 l/min, 973 - 1173 K, 6 - 8 MPa;
- „Janina”, 0,5 l/min, 973 - 1173 K, 6 - 8 MPa;
- „Szczerców”, 5 l/min, 973 - 1173 K, 6 - 8 MPa;
- „Szczerców”, 2 l/min, 973 - 1173 K, 6 - 8 MPa;
- „Szczerców”, 0,5 l/min, 973 - 1173 K, 6 - 8 MPa.

Przeprowadzono również badania:

- wpływu wielkości ziarna na próbkach: 0-0.2 mm, 0.6 – 1.0 mm, 1 – 2 mm (dla eksperymentu „Janina”, 0,5 l/min, 1173 K, 8 MPa, 10g);
- wpływu masy próbki karbonizatu o wartościach: 5g, 10g, 30g dla eksperymentu o parametrach jak wyżej.

Czas trwania każdego eksperymentu był zróżnicowany i określany w momencie wygaśnięcia reakcji hydrozgazowania.



7. Osiągnięcia naukowe i zastosowania praktyczne

Stanowisko zapewnia powtarzalność wyników oraz podgrzewanie wodoru do temperatury procesu. Stanowi to gwarancję jakości uzyskiwanych wyników. Zastosowana metoda pozwala uwzględnić wpływ metanu w atmosferze zgazowującej na szybkość hydrozgazowania, co odróżnia ją od badań prowadzonych na termograwimetrze. Uzyskane wyniki eksperymentów są materiałem źródłowym do opracowania kinetyki procesu ciśnieniowego hydrozgazowania karbonizatu.

8. Wykaz publikacji

Wyniki są w stadium opracowania i w najbliższym czasie będą przygotowane publikacje.

9. Inne formy upowszechnienia wyników

Nie upowszechniono wyników przed ich opracowaniem.



Informacja
o realizacji zadania badawczego w ramach
projektu badawczego zamawianego Nr PBZ-MEiN-2/2/2006
pt.: „Chemia perspektywicznych procesów i produktów konwersji węgla”

1. Numer zadania: 1.5.5

2. Tytuł zadania: Opracowanie równań kinetycznych procesu hydrozgazowania.

3. Kierownik zadania: Prof. dr hab. inż. Jerzy Tomczek

4. Termin rozpoczęcia/zakończenia zadania: 20.04.2007-19.04.2010

5. Cel i zakres zadania:

Celem zadania 1.5.5. jest opracowanie równań kinetyki procesu ciśnieniowego hydrozgazowania. Wprowadzono własne równanie kinetyki procesu w oparciu o teorię centrów aktywnych.

Opracowanie dotyczy kinetyki procesu dla ciśnień: 6-8 MPa i temperatur 973 -1173 K. W oparciu o przeprowadzone pomiary wyznaczono współczynniki kinetyczne procesu hydrozgazowania karbonizatu węgla „Janina”. Zrealizowano ok. 50% planowanego zakresu zadań.

6. Opis wykonanych badań naukowych oraz uzyskanych wyników

Opracowano model matematyczny kinetyki badanej reakcji z zastosowaniem współczynnika efektywności wykorzystania powierzchni ziarna oraz teorii centrów aktywnych. Do powyższego modelu utworzono algorytm obliczeń komputerowych. Na podstawie wyników otrzymanych z powyższych serii eksperymentów obecnie trwają prace nad wyznaczeniem współczynników kinetycznych reakcji tworzenia gazowych produktów hydrozgazowania. Wyznaczone współczynniki kinetyczne dla karbonizatu węgla „Janina” są obecnie testowane na tle dostępnej literatury.

7. Osiągnięcia naukowe i zastosowania praktyczne

Do osiągnięć w powyższym zadaniu można zaliczyć opracowanie modelu matematycznego badanego procesu hydrozgazowania. Eksperymentalny materiał źródłowy umożliwia wyznaczenie współczynników kinetycznych z wysokim współczynnikiem korelacji. Uwzględnienie w równaniu kinetycznym spowalniającego wpływu metanu na proces hydrozgazowania umożliwi wykorzystanie go do modelowania procesu w skali technicznej.

8. Wykaz publikacji

Przygotowywana jest obecnie jedna publikacja.

9. Inne formy upowszechnienia wyników



Informacja
o realizacji zadania badawczego w ramach
projektu badawczego zamawianego Nr PBZ-MEiN-2/2/2006
pt.: „Chemia perspektywicznych procesów i produktów konwersji węgla”

1. Numer zadania: 1). I.6.1 , 2). I.6.2 , 3). I.6.3 , 4). I.6.4

2. Tytuł zadania:

- 1). Badania nad doborem kompozycji tlenkowych metali dla procesu zgazowania tlenkowego węglowodorów
- 2). Badania nad preparacją wybranych kompozycji tlenkowych dla uzyskania wysokiej efektywności zgazowania
- 3). Badanie mechanizmu zgazowania węglowodorów na wytworzonych kompozycjach tlenkowych
- 4). Badanie procesowe regeneracji (utlenienia) wybranych kompozycji tlenkowych

3. Kierownik zadania: dr Ewelina Ksepko

4. Termin rozpoczęcia/zakończenia zadania:

- 1). 20/19 (kwiecień 2007/ kwiecień 2008)
- 2). 7/15 (październik 2007/czerwiec 2008)
- 3). 13/24 (kwiecień 2008/marzec 2009)
- 4). 13/24 (kwiecień 2008/marzec 2009)

5. Cel i zakres zadania:

I.6.1 Przygotowanie stałych nośników tlenu do dwustopniowego procesu zgazowania tlenkowego

I.6.2 Przygotowanie stałych nośników tlenu do *chemical looping* oraz ich charakterystyka fizykochemiczna

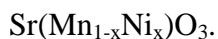
I.6.3 Określenie mechanizmu zgazowania CH₄ na wytworzonych kompozycjach tlenkowych

I.6.4 Uzyskanie danych dotyczących zdolności transportowych tlenu oraz zdolności regeneracji otrzymanych próbek stałych nośników tlenu

6. Opis wykonanych badań naukowych oraz uzyskanych wyników

W ramach zadania **I.6.1**:

- dobrano kompozycje tlenkowe metali dla procesu (*chemical looping*) chemicznej pętli, czyli dobrano aktywne tlenki metali (Mn, Ni, Fe, Cu) do inertnych tlenków metali (Al, Zr, Si, Ti, sepiolit). Łącznie uzyskano 50 próbek stałych nośników tlenu.
- Otrzymano dwie grupy związków:
 - próbki stałych nośników tlenu składających się z jednego składnika aktywnego i jednego składnika inertnego (np. 80% NiO + 20% ZrO₂ lub np. 80% NiO + 20% Sepiolit) oraz ich modyfikacji czyli dwóch składników aktywnych i jednego inertnego (np. 20% Fe₂O₃ + 60% MnO₂ + 20% Sepiolit.)
 - grupę związków o strukturze typu perowskitu Sr(Cu_{1-x}Fe_x)O₃ oraz



Otrzymano próbki stałych nośników tlenu, które nie wykazywały tendencji do aglomeracji, posiadały wysokie temperatury topliwości, charakteryzowały się niską ścieralnością.

W ramach zadania **I.6.2**:

- przeprowadzono badania temperatur topliwości w atmosferze redukującej, CO, dla wytworzonych kompozycji tlenkowych i wyniosły one od 1420 °C (np. dla próbki o składzie chemicznym 20% Fe₂O₃ + 60% MnO₂ + 20% sepiolit) do >1650 °C (np. dla próbki o składzie chemicznym 80% NiO + 20% sepiolit),
- wyznaczono gęstości rzeczywiste otrzymanych materiałów o strukturze perowskitu wg procedury własnej opartej na normie PN-EN-ISO 18753. Wyniosły one dla np. Sr(Mn_{1-x}Ni_x)O₃ od 5,08 do 5,99 [g/cm³],
- wykonano badania ścieralność otrzymanych stałych nośników tlenu wg procedury opartej na normie PN-90/C-97554. Otrzymano 90-99 % wytrzymałość na ścieranie,
- przeprowadzono jakościową analizę składu fazowego stałych nośników tlenu przy pomocy techniki XRD,
- Wyznaczono wielkości powierzchni właściwej metodą BET. Otrzymane próbki charakteryzowały się niewielką powierzchnią właściwą rzędu 1 m²/g. Dla związków o strukturze perowskitu wartości wyznaczonej powierzchni właściwej mieściły się w zakresie od 0,795 m²/g dla próbki SrCuO₃ do 2,150 m²/g dla Sr(Mn_{0,2}Ni_{0,8})O₃.
- przebadano rozkład uziarnienia dla próbek nośników tlenu. Próbki charakteryzowały się niewielkim uziarnieniem, poniżej 200 μm.

W ramach zadania **I.6.3** przeprowadzono:

- wyselekcjonowano próbki do badań mechanizmu zgazowania węglowodorów, na podstawie wyników analizy TG przeprowadzonej dla otrzymanych tlenkowych próbek metali,
- doposażono termowagę, min. w tygle do analizy DSC,
- zakupiono gazy wzorcowe (mieszanki) do kalibracji chromatografu gazowego,

W ramach zadania **I.6.4**:

- przeprowadzono badania regeneracji stałych nośników tlenu otrzymanych w ramach zadania 1.6.2 tj.: Sr(Mn_{0,8}Ni_{0,2})O₃ Sr(Mn_{0,2}Ni_{0,8})O₃ Sr(Mn_{0,5}Ni_{0,5})O₃ SrMnO₃ SrNiO₃, SrFeO₃ SrCuO₃ Sr(Fe_{0,66}Cu_{0,33})O₃ Sr(Fe_{0,9}Cu_{0,1})O₃ polegające na cyklicznym procesie redukcji a następnie utlenienia próbki stałego nośnika tlenu, przy zastosowaniu techniki sprzężoną TG-MS Netzach STA 409,
- dobrano parametry redukująco-utleniające tj. dobrano gazy redukujące (3% H₂/Ar, 3% CH₄/ Ar), gazy utleniające (powietrze) oraz gaz obojętny (argon), przepływ gazu, czas, temperaturę,
- badania prowadzono w trzech zakresach temperaturowych 600 °C, 700 °C i 800 °C
- zakupiono niezbędne elementy do pracy z termowagą (w tym min.: reduktory, gazy, tygle).



7. Osiągnięcia naukowe i zastosowania praktyczne

Ostatnie lata to wzrastające zainteresowanie poprawą efektywności procesu spalania paliw, tak gazowych jak i stałych, gdzie jedną z dróg jest rozdzielanie i wychwycenie CO₂ bez dodatkowych nakładów energetycznych. Efekt ten uzyskuje się dzięki sposobowi przenoszenia tlenu przy pomocy stalego cyrkulującego między dwoma reaktorami, nośnika tlenu w tzw. chemicznej pętli tlenkowej. Początkowo chemiczną pętlę tlenkową stosowano do procesu spalania paliw gazowych, w późniejszym okresie poszerzono o spalanie paliw stałych (w tym biomasy i węgla). Prowadzone badania odnoszą się między innymi do: opracowania i doboru składu stałych nośników tlenu, opracowania konstrukcji reaktorów utleniania nośnika oraz konwersji paliw oraz testów efektywności procesu. Prowadzą je następujące ośrodki: Tokyo Institute of Technology w Japonii, National Institute for Resources and Environment (NIRE) Japonia, Chalmers University of Technology w Gothenburg w Szwecji, Royal Institute of Technology w Sztokholmie, w Instituto de Carboquímica (CSIC) w Saragossie, w Hiszpanii, czy też w TDA Research, Inc. Kolorado, USA. Badania prowadzone w Instytucie Chemicznej Przeróbki Węgla z Zabrze dotyczą bardzo istotnej dla środowiska przyrodniczego człowieka i energetyki tematyki *chemical looping* (chemicznej pętli tlenkowej). Jest to jedyna jednostka naukowa w Polsce, która podjęła się tej tematyki.

Badania prowadzone w IChPW nad preparatyką oraz właściwościami fizykochemicznymi nowych stałych nośników tlenu dla procesu chemicznej pętli tlenkowej stanowią znaczącą cegiełkę w poznanie i poszukiwanie rozwiązań dla ekonomicznego i zarazem ekologicznego otrzymywania energii z paliw stałych. W październiku 2008 roku odbyło się spotkanie z pracownikami National Energy Technology Laboratories z USA, gdzie wymieniono cenne informacje na temat stanu wiedzy, postępu w nauce, zaawansowaniu badań amerykańskich partnerów w odniesieniu do badań IChPW z Zabrze.

Użyteczność oczekiwanych wyników można będzie sprawdzić w roku 2009, gdzie przeprowadzone będą badania nad zastosowaniem otrzymanych w naszym Instytucie stałych nośników tlenu w reaktorach w NETL, USA.

Po raz pierwszy otrzymano próbki mieszane związków o strukturze perowskitu typu Sr(Ni_{0,8}Mn_{0,2})O₃, Sr(Ni_{0,2}Mn_{0,8})O₃, Sr(Ni_{0,5}Mn_{0,5})O₃, Sr(Cu_{0,1}Fe_{0,9})O₃, Sr(Cu_{0,33}Fe_{0,67})O₃ (brak jakichkolwiek danych literaturowych na ten temat). Nowością jest propozycja ich wykorzystania jako stałych nośników tlenu. Otrzymane próbki nie wykazywały tendencji do aglomeracji, posiadały wysokie temperatury topliwości w atmosferze redukującej, (CO), charakteryzowały się niską ścieralnością, np. dla związków o strukturze perowskitu 0,59 % dla SrFeO₃, natomiast dla mieszanych tlenków, mieściły się w zakresie od 0,6% dla próbki 30% Fe₂O₃ + 30% MnO₂ + 40% ZrO₂ do 7,5% dla próbki 60% MnO₂ + 40% ZrO₂. Ponadto, posiadały niewielkie rozmiary uziarnienia <200 μm oraz niewielką powierzchnię właściwą np. dla mieszanych tlenków uzyskiwały wartości w przedziale od 0,771 m²/g dla próbki o składzie 60% Fe₂O₃ + 20% MnO₂ + 20% ZrO₂ do 15,10 m²/g dla 60% NiO + 40% Sepiolit. Dla próbek perowskitów zbadano właściwości redoks dla temperatur z zakresu 600-800 °C, które oceniono jako bardzo dobre. Charakteryzowały się one krótkim czasem pełnego utleniania i redukcji wynoszącym około 2 minuty, dobrą zdolnością regeneracji. Na podstawie informacji uzyskanych z badań właściwości fizykochemicznych opisanych próbek tlenkowych, można wnioskować o przydatności otrzymanych tu materiałów dla chemicznej pętli tlenkowej i ich praktycznym wdrożeniu.



8. Wykaz publikacji

- Ksepko E., Talik E., Figa J., Preparation and characterization of $\text{Sr}(\text{Mn}_{1-x}\text{Ni}_x)\text{O}_3$ solid solution in relation to their use in chemical looping oxygen transfer, Twenty-Fifth Annual International Pittsburgh Coal Conference Proceedings PA, USA, September 29 -October 2, 2008, Technical papers, ISBN: 1-890977-27-1.
- Ksepko E., Słowik K. ECSCD-9 * 9th European Conference on Surface Crystallography and Dynamics Vienna, Austria „Preparation and characterization of $\text{Sr}(\text{Mn}_{1-x}\text{Ni}_x)\text{O}_3$ solid solution in relation to their use in chemical looping combustion-chemical looping reforming” 2-5 September 2007.
- Stelmach S., Ksepko E. rozdział monografii pt.: „Czysta energia, produkty chemiczne i paliwa z węgla ocena potencjału rozwojowego”. ISBN 978-83-913434 Tytuł rozdziału: “Zgazowanie w układzie tlenkowej pętli chemicznej”, 03.2008, 155-164.

9. Inne formy upowszechnienia wyników

- Ksepko E., Figa J. Ściążko M., Zgłoszenie patentowe numer P386230, Sposób otrzymywania związków chemicznych o strukturze perowskitu.
- Ksepko E., Ściążko M., Figa J. Topolnicka T., Zgłoszenie patentowe numer P386888, Sposób otrzymywania związków chemicznych o strukturze perowskitu.
- Ksepko E., Talik E., Figa J., Preparation and characterization of $\text{Sr}(\text{Mn}_{1-x}\text{Ni}_x)\text{O}_3$ solid solution in relation to their use in chemical looping oxygen transfer, Twenty-Fifth Annual International Pittsburgh Coal Conference Proceedings PA, USA, September 29 -October 2, 2008, Technical papers, ISBN: 1-890977-27-1.
- Ksepko E., Physical-chemical characterization of $\text{Sr}(\text{Mn}_{1-x}\text{Ni}_x)\text{O}_3$ and $\text{Sr}(\text{Fe}_{1-x}\text{Cu}_x)\text{O}_3$ solid solutions in relation to their use in chemical looping oxygen transfer The National Energy Technology Laboratory – NETL, Morgantown, USA, WV, 25 September 2008.
- Ksepko E., Study of two step coal oxide gasification for syn-gas production telekonferencja polsko- amerykańska IChPW-GIG- NETL-ICPC Katowice, 30 April 2008.
- Ksepko E., Grant na wyjazd do USA w ramach konkursu Nauka dla Rozwoju, z dnia 06.10.2008, ufundowany przez Fundację Partners Polska oraz Ministerstwo Spraw Zagranicznych RP. Przedstawiono temat: Preparation and characterization of $\text{Sr}(\text{Mn}_{1-x}\text{Ni}_x)\text{O}_3$ solid solution in relation to their use in chemical looping oxygen transfer.



Informacja
o realizacji zadania badawczego w ramach
projektu badawczego zamawianego Nr PBZ-MEiN-2/2/2006
pt.: „Chemia perspektywicznych procesów i produktów konwersji węgla”

1. Numer zadania: I.7

2. Tytuł zadania: Komputerowe wspomaganie badań nad wytwarzaniem gazu syntezowego w dwustopniowym procesie hydrozgazowania i konwersji na stałym nośniku tlenu.

3. Kierownik zadania: dr Tomasz Golec

4. Termin rozpoczęcia/zakończenia zadania: 19.04.2007 / 19.04.2010

5. Cel i zakres zadania:

Celem zadania I.7 jest komputerowe wspomaganie badań nad opracowaniem technologii zgazowania węgla metodami hydrozgazowania i konwersji z udziałem stałego nośnika tlenu, w warunkach dużych szybkości transportu masy i ciepła. Badania są wykonywane przy pomocy modeli termodynamicznych procesów zgazowania węgla opracowanych z wykorzystaniem symulatora ASPEN Plus.

Zakres prac przewidzianych harmonogramem obejmuje:

- budowę modelu procesu hydrozgazowania węgla przy użyciu wytypowanego gatunku węgla
- budowę modelu konwersji gazu na wytypowanym stałym nośniku tlenu zasilanym metanem jako paliwem referencyjnym
- walidację modeli w oparciu o dane literaturowe
- budowę modelu termodynamicznego procesu konwersji gazu otrzymanego w procesie hydrozgazowania na stałym nośniku tlenu
- walidację modeli w oparciu o dane eksperymentalne uczestników projektu
- obliczenia dla określenia wpływu składu węgla i parametrów procesu na ilość i skład gazu syntezowego
- obliczenia optymalizacyjne

Po opracowaniu modeli termodynamicznych procesów zgazowania węgla, wykonaniu wstępnych obliczeń i walidacji modeli w oparciu o dostępne dane literaturowe zadanie I.7 zostało ukierunkowane na opracowanie albumu referencyjnych technologii zgazowania. Do grupy technologii referencyjnych zaliczono: zgazowanie w mieszaninie pary wodnej i tlenu, zgazowanie przy użyciu jedynie pary wodnej, hydrozgazowanie i zgazowanie tlenkowe.

Zaawansowanie realizacji zadania : 50%.

6. Opis wykonanych badań naukowych oraz uzyskanych wyników

Opracowano równowagowy i pseudorównowagowy model zgazowania węgla przy pomocy powietrza oraz równowagowy model hydrozgazowania węgla. Modele zbudowane zostały przy użyciu pakietu ASPEN PLUS. Równowaga termodynamiczna obliczana była metodą poszukiwania minimum energii Gibbsa. Model pseudorównowagowy dla procesu zgazowania węgla przy pomocy powietrza opracowany był metodą definiowania temperatur dla równowagi wolnych reakcji. Dobór temperatur w tym modelu przeprowadzono w oparciu o dane literaturowe.

Wykonano walidację modelu termodynamicznego zgazowania węgla opracowanego przy pomocy pakietu symulacyjnego Aspen Plus dla 2 technologii: Texaco i Schell. Opracowano model termodynamiczny węgla utleniania z wykorzystaniem cyrkulacyjnego układu tlenku niklu jako nośnika



tlenku. Wykonano symulację procesu całkowitego utleniania metanu oraz gazu syntezowego z udziałem tlenku niklu.

Wykonano obliczenia równowagowego składu gazu oraz temperatury adiabatycznego zgazowania węgla w procesie zgazowania powietrznego i tlenowo-parowego. Obliczenia wykonano dla różnych gatunków węgla kamiennego z kopalni Janina i Bogdanka oraz węgla brunatnego z KWB Bełchatów. Wykonano obliczenia równowagowego składu gazu, oraz ciepła reakcji w procesie zgazowania z udziałem jedynie pary wodnej. Obliczenia wykonano dla węgla kamiennego z kopalni Janina oraz węgla brunatnego ze złoża Szczerców.

7. Osiągnięcia naukowe i zastosowania praktyczne

Opracowano modele termodynamiczne podstawowych procesów zgazowania węgla przy pomocy nowoczesnego oprogramowania firmy Aspen. Dla procesów prowadzonych w warunkach dużych szybkości transportu masy i ciepła rzeczywiste składy gazu oraz temperatury procesu powinny być bliskie wartościom obliczonym dla warunków równowagi termodynamicznej z uwagi na brak ograniczeń kinetycznych. Wstępne wyniki obliczeń wykazały dużą zgodność z danymi literaturowymi na temat znanych technologii zgazowania węgla z udziałem pary wodnej i tlenu.

Oczekuje się, że album referencyjnych technologii zgazowania opracowany dla krajowych węgli używanych w pracach eksperymentalnych prowadzonych w ramach projektu będzie użytecznym narzędziem do weryfikacji danych doświadczalnych.

8. Wykaz publikacji

Należy podać autorów, tytuł publikacji, wydawnictwo - nazwa, tom, rok, strona

9. Inne formy upowszechnienia wyników

Należy podać informacje o upowszechnianiu wyników uzyskanych w wyniku realizacji projektu – konferencje, sympozja, wdrożenia, patenty, internet