karbo
ENERGOCHEMIA
EKOLOGIA

Organ Stowarzyszenia
Inżynierów i Techników
Przemysłu Hutniczego w Polsce

Rok XLIII

Grudzień 1998 r.

POLITECHNIKA ŚLĄSKA Biblioteka Główna w Gliwicach
P564/98

Anna Marzec*)

UKD 662.66.001.5

Perspektywiczne kierunki badań w dziedzinie chemii i technologii węgla

Obecne zużycie węgla na świecie [1] wynosi ok. $3{,}6 \cdot 10^9$ t c.e. rocznie, w tym ok. $3 \cdot 10^9$ t c.e. na produkcję ciepła i energii elektrycznej oraz ok. $600 \cdot 10^6$ t c.e. na produkcję koksu. Światowe zasoby węgla zapewniają jego wystarczającą dostawę w okresie kilkuset do 1000 lat [1].

W ciągu najbliższych 30 lat nie przewiduje się spadku zapotrzebowania na węgiel; wprost przeciwnie może ono wzrosnąć w związku ze znacznym wzrostem zaludnienia ziemi, jak też z przewidywanym spadkiem światowego wydobycia ropy naftowej, poczynając od ok. 2015 roku [1, 2]. Dalsze użytkowanie węgla będzie niezbędne także z uwagi na konieczność zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego w tych państwach, które nie posiadają znaczących złóż ropy naftowej [3, 4].

Obecnie, prace badawcze winne zmierzać przede wszystkim do minimalizacji negatywnego wpływu użytkowania węgla na środowisko naturalne. Jest to zagadnienie o niezwykłym znaczeniu, jeśli wziąć pod uwagę tylko fakt, iż użytkowanie węgla powoduje emisję CO_2 do atmosfery w ilości kilkunastu miliardów ton rocznie. Wymienić tu należy wiele różnorodnych problemów (opracowano na podstawie dyskusji panelowej [3] oraz poz. lit. [1, 4]. Dalsze pozycje literaturowe zawierają bardziej szczegółowe dane dot. poszczególnych zagadnień), których rozwiązanie przyczyni się w sposób istotny do ograniczenia owych negatywnych zjawisk.

A – Optymalizacja procesów spalania i zgazowania, zmierzająca do zmniejszenia zużycia węgla na jednostkę produkowanego ciepła czy też energii elektrycznej. Można to osiągnąć m.in., przez zastosowanie procesów ciśnieniowych. Tu potrzebne są interdyscyplinarne prace z zakresu inżynierii procesowej i materiałowej, prowadzone równolegle z badaniami podstawowymi, jeśli okaże się, że dotychczasowa wiedza teoretyczna jest niewystarczająca. Przykładem takiej właśnie sytuacji jest niedostatecznie opanowana umiejętność modelowania procesów zgazowania.

B – Badania zmierzające do dalszego ograniczenia emisji NO_x i SO_x w procesach spalania węgla, a także ciężkich pozostałości naftowych. W tej dziedzinie potrzebny jest dalszy postęp dotyczący zarówno oczyszczania surowca przed spalaniem (demineralizacja, hydropiroliza) jak i oczyszczania gazów spalinowych.

C – W ostatnich latach obserwuje się intensyfikację badań dotyczących mineralnych składników występujących w węglu. Powód: ich usunięcie z węgla zmniejsza znacznie emisję popiołu i SO_x w gazach spalinowych. Jednak eliminacja składników mineralnych nie zawsze jest korzystna, niektóre z nich spełniają bowiem rolę katalizatorów w czasie zgazowania lub upłyniania węgla, inne znów są inhibitorami tych procesów. Zatem znajomość składu, struktury i reaktywności składników mineralnych jest istotna [5]. Z obecnością składników mineralnych oraz związków metaloorganicznych w węglu wiąże się zagrożenie wynikające z emisji pierwiastów śladowych do atmosfery (Hg!!!). Dalsze zagadnienie to badanie składu popiołów i ich właściwości aglomeracyjnych oraz wpływu różnych dodatków na te właściwości [6].

D – Opracowanie sorbentów z materiałów węglowych, o różnorodnym zastosowaniu w ochronie środowiska (oczyszczanie gazów spalinowych, adsorpcja CO_2, magazynowanie H_2), o podwyższonej zdolności sorpcyjnej i wytrzymałości mechanicznej oraz sorbentów o podwyższonym przewodnictwie elektrycznym i termicznym. Dwie ostatnio wymienione właściwości umożliwiłyby regenerację sorbentów za pomocą bezpośredniego ogrzewania złoża prądem elektrycznym lub za pomocą promieniowania mikrofalowego. Te sposoby regeneracji charakteryzuje krótki czas oraz możliwość odzyskania zaadsorbowanych gazów w postaci nierozcieńczonej (gazem – nośnikiem ciepła lub parą wodną).

E – Zmniejszenie emisji CO_2 do atmosfery poprzez spalanie i zgazowanie wszelkiego rodzaju odpadów organicznych oraz biomasy produkowanej w rolnictwie i przemyśle drzewnym (słoma, drewno odpadowe). W tej dziedzinie należy wykorzystać doświadczenie z zakresu nowoczesnych procesów spalania węgla do projektowania małych (z uwagi na problemy transportowe surowca) instalacji spalania i zgazowania tych materiałów [7].

F – Badania dotyczące upłynniania węgla są w dalszym ciągu aktualne z uwagi na przewidywany spadek wydobycia ropy naftowej. Jednakże winne one być ukierunkowane w głównej mierze na opracowanie nowych, bardziej efektywnych katalizatorów. Badania takie są intensywnie prowadzone w Japonii, także z uwagi na potrzebę zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego kraju (wypowiedź *I. Mochidy* w czasie dyskusji panelowej [3, 4]). W dziedzinie badań nad katalizatorami upłynniania węgla występuje zbieżność z badaniami nad katali-

*) Zakład Karbochemii PAN, Gliwice

zatorami przerobu ciężkich pozostałości naftowych do paliw (benzyna, olej napędowy). M.in., polega ona na opracowywaniu takich samych katalizatorów dla obu surowców oraz na tendencji do specjalizacji funkcji katalizatorów: do odsiarczania i odazotowania mają być stosowane odrębne katalizatory. Inne badania, w dużej mierze wspólne dla przerobu węgla i ciężkich pozostałości ropy, to wyjaśnienie mechanizmu przeniesienia wodoru oraz mechanizmu reakcji retrogresywnych, prowadzących do zakoksowania katalizatorów.

G – Drugie, znacznie bardziej zawężone, pole badań (w porównaniu z dziedziną związaną z produkcją energii) dotyczy koksownictwa. Najważniejsze pod względem ilościowym jest zastosowanie koksu jako czynnika redukcyjnego w procesie wytopu żelaza. Obecnie stanowi on ponad 90% stosowanych w hutnictwie czynników redukcyjnych [8]. Nie przewiduje się żadnego znaczącego spadku jego zużycia w okresie najbliższych 20–30 lat [8]. Mimo wieloletniego doświadczenia przemysłu koksowniczego, pojawiły się nowe okoliczności i nowe problemy. Jednym z nich jest wyczerpywanie się złóż węgli koksujących i konieczność wprowadzania innych węgli do mieszanek. Drugi to tendencja (wynikająca z przesłanek ekonomicznych) budowy komór koksowniczych znacznie większych od dotychczasowych. Do nowych problemów wymagających pilnego rozwiązania należy wyjaśnienie mechanizmu generacji nazbyt wysokiego ciśnienia w czasie koksowania niektórych węgli oraz opracowanie laboratoryjnego testu umożliwiającego selekcję takich „niebezpiecznych" węgli [9, 10]. Ponadto istnieje potrzeba poprawy jakości koksu, w szczególności obniżenia jego reaktywności względem CO_2 oraz zwiększenia mechanicznej wytrzymałości (z ewentualnym wzrostem temperatury testowania tej wytrzymałości) [8].

W związku ze znacznym opóźnieniem w rozwoju produkcji materiałów węglowych (koks o podwyższonej podatności do grafityzacji; włókna i sorbenty węglowe; kompozyty C–C) w Polsce, należy pilnie rozwinąć badania na instalacjach pilotowych skojarzone z badaniami podstawowymi w tej dziedzinie. Wymaga tego potrzeba zapewnienia perspektyw rozwoju krajowego przemysłu koksowniczego.

Omówiony kompleks zagadnień (od A do G) wymaga niekiedy prowadzenia badań podstawowych, które są bezpośrednio ukierunkowane do rozwiązywania problemów technologicznych. W stosunku do innych badań podstawowych wyrażana jest opinia, iż co prawda niektóre z nich mogą okazać się użyteczne w jakiejś odległej perspektywie, ale należy liczyć się z tym, że coraz trudniej znajduje się dla nich źródła finansowania.

H – Na wyjątkowe traktowanie zasługują takie prace podstawowe, w których stosuje się całkowicie nowe metodyki badawcze. Przykładem może być wprowadzenie mechaniki molekularnej i kwantowej do pogłębienia wiedzy o strukturze materiałów węglowych lub do badania reaktywności węglowodorów oraz różnych form pierwiastka węgla, występujących w tych materiałach.

Uwaga końcowa

Usytuowanie prac badawczych w wymienionych perspektywicznych działach może w znacznej mierze przyczynić się do rozwoju współpracy z zagranicznymi ośrodkami oraz do finansowania takich prac przez organizacje międzynarodowe.

Literatura

1. *Schilling H.D.*, Erdöl, Erdgas, Kohle 1997, t. 113, s. 346.
2. *Hiller K.*,Erdöl, Erdgas, Kohle 1997, t. 113, s. 349.
3. Panel Discussion „Needs and Options for Coal Science". 9th Intern. Conference on Coal Science. Essen, September, 1997.
4. *Ziegler A., Van Heek K.H.*, Erdöl, Erdgas, Kohle 1997, t. 113, s. 487.
5. *Gorbaty M.L.*, Fuel 1994, t. 73, s. 1819.
6. Special Issue: Ash Chemistry; Phase Relationship in Ashes and Slags. Fuel Process. Technol. 1998, t. 56, s. 2–168.
7. Special Issue: Biomass Usage for Utility and Industrial Power. Fuel Process. Technol. 1998, t. 54, s. 1–262.
8. *Bertling H.*, Coke Quality and Behaviour of Coke in Blast Furnace (plenary lecture). Eurocarbon'98 Conference. Strasbourg, July, 1998.
9. *Huhn F., Opdenwinkel, H., Stoppa H., Strelow F., Strunk J.*, Influence of Raw Material and Operating Parameters Onto the Internal Gas Pressure within High Capacity Coke Ovens. Proc. Eurocarbon'98 Conference Strasbourg, July, 1998.
10. Commission of the European Communities; Project 7220-EB. Improved coke operation and service life; Coking Pressure Studies.

ANEKS

W aneksie zamieszczono publikacje pracowników Zakładu Karbochemii PAN, które dotyczą tematyki ściśle związanej z wymienionymi perspektywicznymi kierunkami badań (wybór ograniczono do 1–2 publikacji autorów dotyczących danego kierunku).

Ad B

W. Kisielow, L. Sobolewski, W. Kaernbach. *Hydropiroliza jako wstępny etap przetwarzania węgla.* Cz.1: Przem. Chem. 1991, t. 70, s. 51; Cz. 2: Przem. Chem. 1991, t. 70, s. 104

K. Stańczyk, P. Dyla, S.K. Srivastava. *Przemiany struktur organicznych związków siarki występujących w węglu z kopalni „Janina", w procesach pirolizy i hydropirolizy.* Karbo-Energochemia-Ekologia 1998, t. 43, s. 152

Ad C

P. Dyla, E. Małysa, E. Schouterden, S. Siekierka. *Flotation of Coal Slimes from Various Mines using Montanol.* XX Int. Mineral Processing Congress. Aachen, September, 1997.

P. Dyla, A. Jungmann, K. Miera. *Pneumatische Flotationstechnik.* Ibid.

S. Pusz, A. Krztoń, J.L. Komraus, M.R. Martinez-Tarazona, A. Martinez-Alonso, J.M.D. Tascon. *Interactions between organic mater and minerals in two bituminous coals of different rank.* Intern. J. Coal Geology 1992, t. 33, s. 369.

Ad D

A. Marzec, S. Czajkowska, J. Moszyński. Electrical Resistivity of Carbonized Coals. Energy & Fuels 1994, t. 8, s. 1296

K. Stańczyk, K. Miga, G. Fabiś, K. Jastrząb. *Wpływ modyfikacji chemicznej na własności redukcyjne i sorpcyjne karbonizatów otrzymanych w procesie hydropirolizy.* Przem. Chem. 1998, t. 77, s. 18

Ad F

M. Lewandowski, Z. Sarbak. *Hydrodesulfurization and hydrodenitrogenation of coal liquid on nickel – molybdenum catalyst supported on alumina modified with phosphate and sulfate ions.* Fuel 1997, t. 76, s. 579

M. Lewandowski, Z. Sarbak. *Acid – basic properties and the hydrofining activity ona NiMo catalysts incorporated on alumina modified with F and Cl.* Appl. Catal. A. 1997, t. 156, s. 181

J. Pająk. *Badania reakcji przeniesienia wodoru z węglowodorów hydroaromatycznych do węgla, jego składników petrograficznych oraz produktów ekstrakcji.* Wyd. Fundacji im. W. Świętosławskiego, Gliwice 1996.

K. Stańczyk, H. Kim, C. Sayag, D. Brodzki, G. Djega-Mariadassou. *HDN of tetraquinoline over MoN_xO_y and NbN_xO_y; effect of transition metal, solvent and ammonia.* Catalysis Letters 1998, t. 53, s. 59

Ad G

A. Marzec, S. Czajkowska, R. Alvarez, J. Pis, M.A. Diez. *Studies on Generation of Excessive Coking Pressure.* Part 1. Energy & Fuels 1997, t. 11, s. 978, Part 2. Energy & Fuels 1997, t. 11, s. 982

Ad H

A. Marzec. *New Structural Concept for Carbonized Coals.* Energy & Fuels 1997, t. 11, s. 837