

ANNA MARZEC*)

Zakład Karbochemii PAN, Gliwice

Co z tym węglem?

What about coal ?

Artykuł recenzował Tadeusz Chmielniak

Słowa kluczowe: światowe prognozy, emisja dwutlenku węgla, surowce energetyczne, bezpieczeństwo energetyczne, energia elektryczna z węgla, efektywność termiczna elektroenergetyki

Keywords: global forecasts, carbon dioxide emission, energy raw materials, energy safety, coal based electricity, thermal efficiency

Wstęp

W ostatnich kilku miesiącach miały miejsce dwie konferencje międzynarodowe, na których omawiano perspektywy wykorzystywania węgla do produkcji energii pozostające w związku z koniecznością ochrony klimatu oraz zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego.

Uczestnikami pierwszej z nich (Paris, listopad 2005) byli doradcy (Coal Industry Advisory Board – CIAB) Międzynarodowej Agencji Energii (International Energy Agency – IEA). Doradcy wywodzą się z 16 krajów, które w sumie dostarczają 40 % światowej produkcji węgla i zajmują w swoich krajach wysokie stanowiska, tak w przemyśle wydobywczym, jak i produkcji energii elektrycznej, żelaza i stali. Niestety, Polska nie ma swoich przedstawicieli w CIAB.

Druga konferencja (Geneva, 2-3 lutego, 2006) została zorganizowana przez Sekcję Zrównoważonej Energii (Sustainable Energy Section) Komisji Ekonomicznej ONZ dla Europy (UN Economic Commission for Europe – UNECE).

W niniejszym artykule przedstawiono z obu konferencji wybór tych zagadnień, które bezpośrednio dotyczą relacji: bezpieczeństwo energetyczne – zmiany klimatu – produkcja energii z węgla. Ponadto przedstawiono wnioski z kilku publikacji, w których także omawiano wyżej wymienioną relację.

Prognozy światowego zapotrzebowania na surowce energetyczne

Zapotrzebowanie na energię wzrośnie do 2030 roku o 53 %. Ta wzrastająca ilość energii będzie w dalszym ciągu produkowana głównie z paliw kopalnych (w 83 %); największy udział w produkcji energii będzie miała ropa naftowa, z uwagi na potrzeby sektora transportu. Przewidywane zużycie węgla wzrośnie (o 1,4 %/rok) z obecnego poziomu 5200 mln ton do 7300 mln ton w roku 2030. Nie przewiduje się żadnego znaczącego wzrostu produkcji

energii w hydroelektrowniach ani w siłowniach jądrowych. Przewidywany wzrost udziału surowców odnawialnych będzie nieco szybszy niż dotąd, ale także nie osiągnie znaczącego poziomu, z uwagi na niski poziom startowy (zagadnienia te omówiono nieco szerzej w publikacji [1]).

Należy zwrócić uwagę na fakt, iż wszystkie wymienione tu dane liczbowe tylko nieznacznie (lub w ogóle nie) różnią się od prognoz wcześniejszych, opublikowanych w roku 2001, a następnie w roku 2003 w USA. Obie te wcześniejsze prognozy zreferowano w pracy [2].

Prognozy emisji dwutlenku węgla

Konsekwencją wzrostu zużycia paliw kopalnych do produkcji energii będzie wzrost emisji dwutlenku węgla z 24 GT w 2003 roku do 37-40 GT w 2030 r., jeśli nie zostaną wprowadzone nowe technologie produkcji energii z paliw kopalnych. Cytowane tu ilości dwutlenku węgla emitowanego do atmosfery, stanowiły podstawę jednego ze scenariuszy prognoz zmian klimatu [3]. Nie ulega wątpliwości, że zmiany te miałyby katastrofalne skutki w wielu regionach świata.

Strategie redukcji emisji dwutlenku węgla w sektorze produkcji energii z węgla

Względy bezpieczeństwa energetycznego wskazują na potrzebę maksymalnego wykorzystania węgla, ale w sposób nie prowadzący do negatywnych skutków dla klimatu. Opracowano trzy sposoby działania.

Strategia 1.

W pierwszym rzędzie należy wyeliminować przestarzałe instalacje produkcji energii elektrycznej z węgla, charakteryzujące się niską 30-procentową efektywnością termiczną i zastąpić je nowoczesnymi instalacjami o efektywności na poziomie 40-45 %. Na przykład, w Japonii od kilku lat działają

*) Autor do korespondencji:

Prof. dr hab. inż. Anna Marzec – Zakład Karbochemii PAN, ul. Sowińskiego 5, 44-121 Gliwice, tel. (032) 2380 790; www.amarzec.republika.pl

cztery instalacje USC (*Ultra-SuperCritical technology*), które produkują energię z węgla z efektywnością termiczną od 42 do 43,6 %. Ich koszty inwestycyjne wyniosły od 1500 USD/kW do 2000 USD/kW. Wzrost efektywności oznacza obniżenie zużycia węgla, a zatem i zmniejszenie emisji dwutlenku węgla. Unowocześnienie sektora produkcji energii winno być realizowane nie tylko w 30 krajach należących do OECD (*Organization for Economic Co-operation and Development*), ale także w Chinach (tu efektywność żadnej instalacji nie przekracza 30 %), w Rosji, Indiach oraz we wszystkich krajach rozwijających się.

Strategia 1 charakteryzuje się tym, iż możliwe jest jej szybkie wdrożenie, jeśli tylko rządy państw uruchomią niezbędne instrumenty zachęty do inwestycji w tym zakresie.

Strategia 2.

Działanie w tym zakresie winno polegać na opracowaniu nowych technologii produkcji energii z węgla, charakteryzujących się efektywnością wyższą od tych, jakie są obecnie osiągnięte w najnowocześniejszych instalacjach przemysłowych. Dążność do wzrostu efektywności energii musi obowiązywać nie tylko w sektorze produkcji energii, ale także w sektorze użytkowania energii. Szybkie rozpoczęcie tego rodzaju działań wydaje się najbardziej realne w krajach rozwiniętych.

Strategia 3.

Działanie polega na wdrażaniu procesów wydzielania dwutlenku węgla i magazynowaniu go pod ziemią w takich złożach, z których nie będzie on mógł migrować na powierzchnię, ani przedostawać się do podziemnych zasobów wody. Technologie wydzielania, sprężania i transportu tego dwutlenku są dojrzałe do przemysłowego zastosowania, natomiast rozpoznanie podziemnych złóż, nadających się do jego sekwestracji wymaga czasu. Dlatego też przewiduje się, że nawet w krajach uprzemysłowionych sekwestracja dwutlenku węgla, a w konsekwencji – przemysłowa produkcja energii z zerową emisją dwutlenku – nastąpi dopiero po 2020 r.

Zgazowanie węgla

Nowoczesna technologia zgazowania węgla do tzw. gazu syntezowego (np. IGCC – *Integrated Gasification Combined Cycle*; instalacja działająca od ok. 10 lat w stanie Indiana, USA) umożliwia produkcję zarówno energii elektrycznej oraz gazu stanowiącego substytut gazu ziemnego, jak i chemikaliów, które dotąd są wytwarzane przez przemysł petrochemiczny z ropy naftowej. Usuwanie wszelkich substancji łącznie z dwutlenkiem węgla, które w atmosferze powodują efekt cieplarniany, może być w tym procesie realizowane w sposób prostszy pod względem technologicznym w porównaniu z procesami bezpośredniego spalania węgla. Zatem, taka technologia zgazowania węgla może prowadzić do zmniejszenia zapotrzebowania na gaz ziemny oraz ropę naftową w wymiarze w jakim jest ona zużywana w przemyśle petrochemicznym.

Ostrzeżenia płynące ze środowisk klimatologów [3-5] na temat postępującego ocieplenia klimatu i jego groźnych skutków, m.in. w postaci coraz intensywniejszych ekstremalnych zjawisk pogodowych, wskazują na konieczność

jak najszybszego wdrażania wszystkich tych działań (strategia 1, 2 i 3) i ewentualnie procesu zgazowania węgla. Ten oczywisty wniosek bywa jednak niepotrzebnie neutralizowany przez pogląd jakoby powszechne zastosowanie wodoru jako paliwa stanowiło właściwy sposób zapobiegania ociepleniu klimatu oraz uwalniało od konieczności importu ropy dla sektora transportu.

Perspektywy masowego zastosowania wodoru jako paliwa

Perspektywy zastosowania wodoru jako paliwa nie były przedmiotem obrad ani na obu wspomnianych na wstępie konferencjach, ani też nie były brane pod uwagę przy opracowywaniu raportu, dotyczącego wspomnianych prognoz zmian klimatycznych [3-5] oraz stanu obecnego i przyszłości sektora produkcji energii [6]. Wynika to z narastającego krytycyzmu wobec koncepcji wodoru jako surowca energetycznego.

Zagadnienie paliwa wodorowego zostało obszernie opracowane przez Narodową Radę Badań (*National Research Council*) w USA [7]. Jest to rada powoływana do opracowywania szczególnie społecznie ważnych problemów, w skład której wchodzi specjalistów z dwu Akademii Nauk (*National Academy of Sciences* i *National Academy of Engineering*) oraz Narodowego Instytutu Zdrowia (*National Institute of Health*). Jedną z zasadniczych konkluzji zawartych w tym raporcie jest stwierdzenie, iż wprowadzenie nowych technologii produkcji wodoru (bez emisji dwutlenku węgla) oraz bezpiecznego użytkowania, magazynowania i dystrybucji wodoru jako paliwa wymaga kilku dziesiątków lat (te zagadnienia zostały bardziej szczegółowo omówione w publikacji [8]). Nie jest to zatem droga prowadząca do odpowiednio szybkiego zmniejszenia emisji dwutlenku węgla do atmosfery.

Głosy krytyczne pojawiają się także z innych powodów. Wątpliwość budzi rzekoma konkurencyjność wodoru wobec produkcji i użytkowania energii elektrycznej. Produkcja „czystej” energii elektrycznej, tzn. bez emisji NO_x , SO_x , PM oraz CO_2 , w nowoczesnych elektrowniach jest nie mniej – a może bardziej – realna od produkcji „czystego” wodoru (tzn. wodoru produkowanego z paliw kopalnych bez ubocznej emisji dwutlenku węgla). Przesył energii elektrycznej nie stwarza technologicznych trudności ani nie prowadzi do równie wysokich kosztów inwestycyjnych jak dystrybucja wodoru. W sektorze użytkowania energii, elektryczność może spełniać identyczne funkcje jak paliwo wodorowe, a technologia jej wykorzystania jest albo dobrze opanowana albo znacznie bardziej zaawansowana od technologii wykorzystania wodoru. Przykładem są samochody o napędzie hybrydowym (elektrycznym i benzynowym) w porównaniu z samochodami napędzanymi wodorem spalonym w ogniach paliwowych. Te pierwsze już są produkowane i kupowane (np. Toyota Prius). Te drugie mogłyby stać się konkurencyjne pod warunkiem, że koszty produkcji ogniów paliwowych zostaną zmniejszone około 10-krotnie oraz nastąpi przełom w sposobie magazynowania wodoru w pojazdach w taki sposób, aby pojazdy mogły osiągać kilkuset kilometrowy zasięg po jednorazowym tankowaniu wodoru [9, 10]. Ponadto w literaturze pojawiają się opinie, z których wynika, iż efektywność energetyczna całego ciągu procesów, począwszy od produkcji (wodoru lub energii elektrycznej) i dystrybucji, aż do użytkowania

(wodoru w ogniwach paliwowych lub energii elektrycznej u końcowego użytkownika) jest wyższa dla energii elektrycznej [11]. Zasadnicze znaczenie ma także bezpieczeństwo na drogach w pojazdach z napędem elektrycznym w porównaniu z napędem wodorowym.

Inne, co prawda niedostatecznie dotąd rozpoznane przez klimatologów zagrożenie, które może wystąpić w przypadku masowego użytkowania wodoru, wynika z faktu, iż spalanie wodoru prowadzi do emisji pary wodnej – najsilniejszego gazu cieplarnianego – do atmosfery.

Wnioski

- Potrzeba zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego Polski przemawia za tym, aby węgiel miał wysoki udział w produkcji i użytkowaniu energii.
- Konieczność zmniejszenia emisji dwutlenku węgla do atmosfery nakłada na wszystkie kraje, w tym także na Polskę, obowiązek realizacji przedsięwzięć:
 - (i) zmierzających do zwiększenia efektywności tak produkcji energii z węgla w elektrowniach i ciepłowniach, jak i zwiększenia efektywności użytkowania energii (realizacja strategii 1 i 2);
 - (ii) wydziałania i sekwestracji dwutlenku węgla (strategia 3) w elektrowniach i ciepłowniach.
- Realizacja tych zadań wymaga udziału Państwa/Rządu, polegającego co najmniej na stworzeniu instrumentów zachęty do takich inwestycji.
- Ewentualna realizacja zamierzeń produkcji i użytkowania paliwa wodorowego winna podlegać na każdym etapie krytycznej ocenie oraz porównaniu z produkcją czystej energii elektrycznej i jej użytkowaniem, tak pod względem:

- a/ efektywności energetycznej,
- b/ kosztów,
- c/ jak i realnych możliwości opracowania nowych technologii w określonym czasie.

Literatura

1. *Marzec A.*, Emisja dwutlenku węgla z paliw kopalnych. Klimatyczne i społeczne konsekwencje. Nafta-Gaz, 2003, nr 3, s. 44.
2. *Marzec A.*, Światowe prognozy produkcji energii, bezpieczeństwo energetyczne UE a polskie górnictwo węglowe. Wyd. Instytutu Gospodarki Surowcami Min. i Energią PAN w Krakowie. Polityka Energetyczna, 2004, t. 7, zeszyt specjalny, s. 41.
3. Intergovernmental Panel on Climate Change; 3rd Assessment Report: "Climate Change 2001 – the Scientific Basis". Summary 2001, IPCC Secretariat, Geneva.
4. National Research Council; „Understanding and Responding to Climate Change”. Washington D.C., October 2005. http://dels.nas.edu/basc/climate-change_final.pdf
5. International Scientific Conference, Exeter, UK, 1-3 February 2005. Proceedings of the Conference: „Avoiding Dangerous Climate Change”. www.metoffice.gov.uk
6. International Energy Outlook 2003. Energy Information Administration-Department of Energy, USA.
7. National Research Council „The Hydrogen Economy: Opportunities, Costs, Barriers and R&D Needs”. The National Academies Press, Washington D.C. 2004.
8. *Marzec A.*, Wodór jako powszechne paliwo – więcej cieni niż blasków. Karbo, 2004, nr 1, s. 9.
9. *Romm J. J.*, The Hype about Hydrogen: Fact and Fiction in the Race to Save Climate. Issues in Science and Technology, 2004, t. 20 (3), s. 74.
10. Debate: „Competing Vision of Hydrogen Economy”. Chemical & Engineering News, 2005, t. 83 (34), s. 30.
11. *Hammerschlag R., Mazza P.*, Questioning Hydrogen. Energy Policy, 2005, t. 33, s. 2039.

Errata

Od Redakcji !

Artykuł pt.: „Emisja substancji do powietrza ze zmodernizowanych baterii koksowniczych nr VII i VIII”,

autorzy: W. Kaczmarek, K. Kowolik, Cz. Olczak.

Zeszyt specjalny czasopisma Karbo „Koksownictwo'2005” – s. 46-50/2006 r.

Redakcja opublikowała powyższy artykuł w czasopiśmie bez końcowej akceptacji do druku przez recenzenta pracy *prof. dr. hab. inż. Andrzeja Mianowskiego*. Zmiany dokonane przez autorów artykułu nie spełniły oczekiwań recenzenta wyrażonych w recenzji.

Za zaistniałą sytuację Redakcja przeprasza *prof. dr. hab. inż. Andrzeja Mianowskiego*.

Redaktor Naczelny