

Józef OBER

Tomasz STANKIEWICZ

SKOJARZONY PROCES PRZETWARZANIA WĘGLA NA PALIWA USZLACHTNIONE I ENERGIĘ ELEKTRYCZNĄ

Streszczenie. Przedstawiono koncepcję procesu przetwarzania węgla na gaz i paliwo ciekłe z jednoczesnym wytwarzaniem energii elektrycznej. Zamieszczono schemat technologiczny siłowni nowego typu pracującej według przedstawionej koncepcji. Podano zakres prowadzonych prac badawczych.

1. Wstęp

Światowy kryzys energetyczny zmusił wiele produjących państw do poważnego zajęcia się rozwojem bazy paliwowej dla potrzeb przemysłu, rolnictwa i ludności. Przyczyn kryzysu należy szukać nie tylko w rozwoju przemysłu i wzroście liczby ludności, lecz również w nowych technologiach produkcji rolnej i szybkim rozwoju przemysłu tworzyw sztucznych. Nowoczesna produkcja rolna jest blisko 30 razy bardziej energochłonna od tradycyjnej. Wdrożenie nowych metod produkcji w państwach o słabej bazie energetycznej spowodowało poważne zakłócenia produkcji rolnej. Również krajowe trudności w rolnictwie są wynikiem między innymi braku dopływu energii do tej gałęzi gospodarki. Wdrożone w kraju nowe technologie produkcji żywca potrzebują blisko 20 kg węgla na 1 kg mięsa. Przyjmując produkcję 100 kg żywca na jednego mieszkańca w ciągu roku prowadzi to do liczby 70 mln ton węgla. Przy wydobyciu rocznie 200 mln ton węgla zadanie to jest prawie nierealne. Podobnie zbilansowanie pozostałych gałęzi przemysłu prowadzi do ogólnego zapotrzebowania na energię odpowiadającą w przeliczeniu 500 mln ton węgla kamiennego.

W świetle powyższych liczb zagadnienie kompleksowego i najbardziej racjonalnego wykorzystania węgla jako jedyne go posiadanego w kraju źródła energii stanowi podstawowe i najbardziej pilne zadanie.

W bilansie zapotrzebowania na energię szczególne miejsce zajmuje bilans paliw ciekłych i gazowych, tj. węglowodorów. Od nich zależy nowoczesność gospodarki. Szerokie zastosowanie tych paliw umożliwiłoby uzyskanie znacznych oszczędności w przemyśle. Zastosowanie tych paliw w wielu technologiach zapewniłoby 2-3-krotne zmniejszenie energochłonności. Niestety, jak wiadomo, nie posiadamy tych paliw, a istniejący import jest

mały i można oczekiwać dalszych poważnych zakłóceń w tym zakresie. W najbliższych latach zapotrzebowanie na węglowodory wyniesie 40-50 mln ton rocznie. Z węgla można bezpośrednio uzyskać 20-30% węglowodorów. Stąd otrzymanie 40-50 mln ton w zasadzie nie przedstawia od strony ilościowej większego problemu.

Jednak oddzielenie tych ilości węglowodorów przedstawia bardzo złożony problem techniczny.

Istniejące metody upłynnienia lub zgazowania węgla są ogólnie znane i do tej pory nie znalazły jednak szerokiego zastosowania. Pracujące instalacje są niewielkie, o małej wydajności i mają znaczenie marginalne. Dla znalezienia przyczyn takiego stanu rzeczy przedstawiono w [4] analizę metod przetwarzania węgla na paliwa ciekłe i gazowe, której celem było określenie optymalnych wariantów procesu.

Analiza ta doprowadziła do powstania koncepcji przetwórstwa węgla w ramach specjalnego kombinatu elektroenergetycznego (nowy typ elektrowni), mającego za zadanie wykorzystanie w maksymalnym stopniu energii zawartej w węglu. Technologia ta jest rozwiązaniem łączącym proces wytwarzania energii elektrycznej i paliw węglowodorowych przy bardzo wysokim stopniu sprawności, umożliwiającym uzyskanie wspomnianych dużych ilości paliw ciekłych i gazowych przy minimalnych nakładach inwestycyjnych.

2. Wymagania stawiane kompleksowej metodzie przetwarzania węgla

Efektywna metoda przetwarzania węgla powinna spełniać następujące warunki:

- proces technologiczny obejmujący jedynie oddzielenie węglowodorów [4];
- możliwość technicznej realizacji na dużą skalę, roczna produkcja 20-50 mln ton paliw ciekłych i gazowych;
- stosowane parametry nie powinny odbiegać od stanu techniki;
- w miarę możliwości realizacja procesu w oparciu o istniejące rozwiązania techniczne;
- realizacja techniczna bezpośrednio przy kopalni ze względu na problemy transportowe;
- pełne zbilansowanie zapotrzebowania na wodę;
- małe zapotrzebowanie terenu;
- pełna ochrona środowiska naturalnego ze szczególnym uwzględnieniem emisji siarki.

3. Założenia technologiczne kombinatu

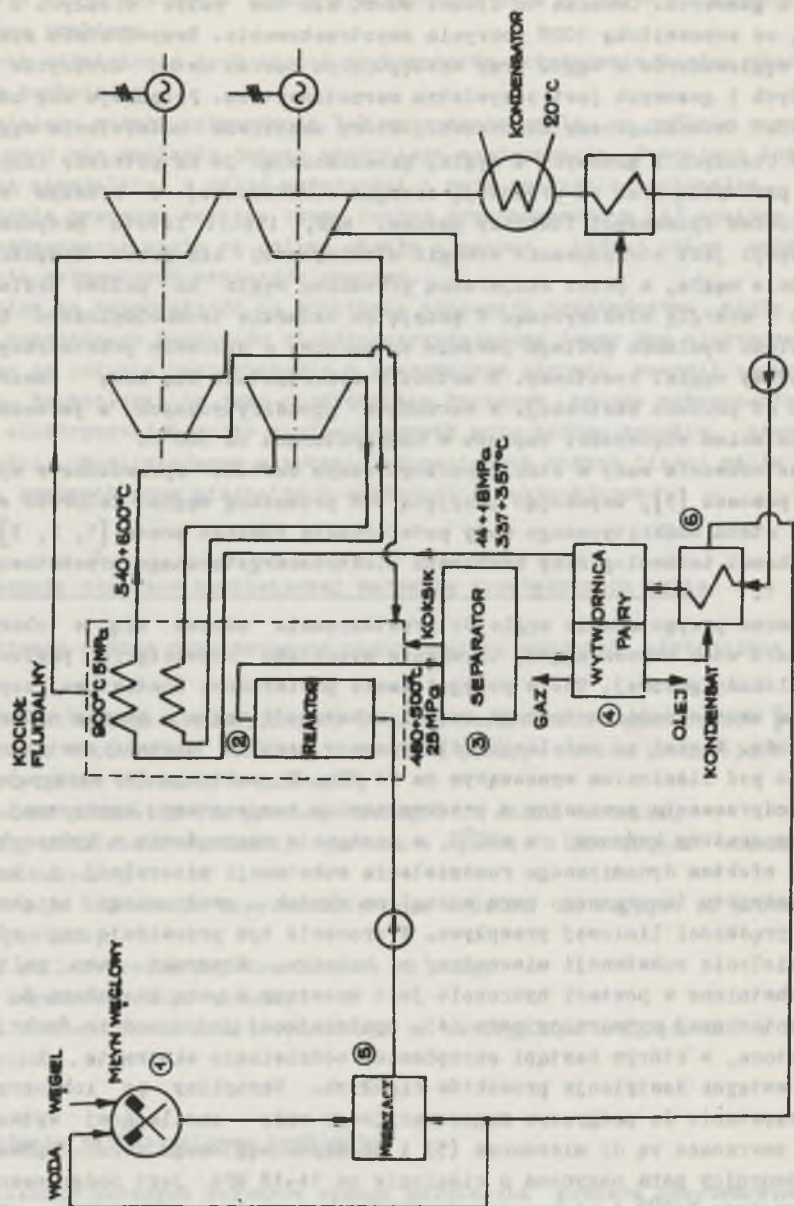
Realizacja podanych warunków wymaga połączenia procesu przetwórstwa z procesem technologicznym konwencjonalnych elektrowni parowych opalanych węglem.

W latach 1990–2000 przewiduje się spalanie w elektrowniach i elektrociepłowniach blisko 200 mln ton węgla kamiennego i brunatnego. Zależnie od gatunku węgla można bezpośrednio uzyskać 20 do 30% węglowodorów ciekłych i gazowych. Oznacza to ilości 40–60 mln ton paliw ciekłych i gazowych, co zapewniłoby 100% pokrycia zapotrzebowania. Bezpośrednio spalanie tych węglowodorów w węglu przy występującym bardzo ostro deficycie paliw ciekłych i gazowych jest oczywistym marnotrawstwem. Proponuje się odmienny układ technologiczny elektrowni, który umożliwi oddzielenie węglowodorów ciekłych i gazowych z węgla, przeznaczając je na potrzeby innych gałęzi przemysłu oraz na produkcję energii elektrycznej z wyższym współczynnikiem sprawności (turbiny gazowe, MHD, itp.). Istotą proponowanej koncepcji jest otrzymywanie energii elektrycznej nie przez bezpośrednie spalanie węgla, a przez skojarzoną przemianę węgla na paliwo uszlachetnione i energię elektryczną. W przyjętym układzie technologicznym bezpośredniemu spalaniu podlega jedynie wytworzony w procesie przetwórczym bezpopiołowy węgiel resztkowy. W metodzie wykorzystuje się wodę zawartą w węglu do procesu ekstrakcji w warunkach ponadkrytycznych z jednoczesnym oddzieleniem większości popiołu w temperaturach ca 500°C.

Zastosowanie wody w stanie nadkrytycznym zostało sprawdzone w wykonanych pracach [5], uzyskując przyjętą 30% przemianę węgla. Celowość stosowania stanu nadkrytycznego wody potwierdzają również prace [1, 2, 3].

Schemat technologiczny kombinatu elektroenergetycznego przedstawia rysunek 1.

Proces przygotowania węgla do przetwarzania odbywa się w obecności nadmiaru wody zapewniającej uzyskanie wysokiego rozwinięcia powierzchni bez blokady gazowej. Takie przygotowanie powierzchni kontaktowej zapewnia wysoką skuteczność ekstrakcji części substancji węgla w stanie nadkrytycznym wody. Węgiel po zmieleniu (1) podawany jest w postaci zawiesiny do obiegu pod ciśnieniem wynoszącym ca 24 MPa. W reaktorze (2) następuje szybkie podgrzewanie zawiesiny z przekroczeniem temperatury krytycznej wody do temperatury końcowej ca 480°C, a następnie rozprężenie w hydrocyklonie (3) z efektem dynamicznego rozdzielenia substancji mineralnej i koksiku od ekstraktu (unoszonego parą wodną) na skutek gwałtownego zwiększenia jego prędkości liniowej przepływu. W procesie tym przewiduje się również rozdzielenie substancji mineralnej od koksiku. Ekstrakt jako paliwo uszlachetnione w postaci hydrozolu jest unoszony z parą kierowaną do wysokociśnieniowej wytwornicy pary (4), spełniającej jednocześnie funkcję kondensatora, w którym nastąpi skroplenie, oddzielenie ekstraktu i gazów oraz wstępna destylacja produktów ciekłych. Skropliny po ich uprzednim wykorzystaniu do podgrzewu regeneracyjnego wody zasilającej wytwornicę pary zawracane są do mieszacza (5) i do młyna węglowego (1). Wytworzona w wytwornicy para nasycona o ciśnieniu ca 14–18 MPa jest podgrzewana do temperatury 540°C i kierowana na turbinę parową do wytwarzania energii elektrycznej. Oddzielony w hydrocyklonie (3) koksik podawany jest do ciśnieniowej fluidalnej komory spalania dostarczającej ciepło do reaktora i



Rys. 1

przegrzewacza pary. Spaliny opuszczające kocioł kierowane są do turbiny gazowej napędzającej generator i sprężarkę powietrza zasilającego komorę spalania.

Proponowany układ technologiczny elektrowni zapewnia:

- otrzymanie 20-30% wagowo paliwa ciekłego i gazowego w odniesieniu do 100% wagowych węgla wsadowego (40-60 mln tqn przy szerokim zastosowaniu) oraz energii elektrycznej ze sprawnością około 42%;
- pełną ochronę środowiska naturalnego - spalanie paliwa niskopopiołowego i niskosiarkowego;
- pełne zbilansowanie zapotrzebowania w wodę - proces wykorzystuje wodę zawartą naturalnie w węglu,
- możliwość wprowadzenia nowych technologii wytwarzania energii elektrycznej (turbiny gazowe, MHD itd.), prowadzących do zwiększenia ogólnej sprawności przemiany energii chemicznej węgla w energię elektryczną do 50-60%,
- zapewnia możliwość budowy elektrowni opalanych bezpośrednio olejem lub gazem bez konieczności uciążliwego transportowania węgla w odległe części kraju,
- układ technologiczny nowego typu elektrowni (kombinatu) zapewnia możliwość bezpośredniej lokalizacji przy kopalni oraz wodny transport urobku,
- możliwość zastosowania taniego transportu rurowego bez obciążenia PKP.

Wysoka poprawa sprawności przemiany w zakresie produkcji energii elektrycznej przyczyni się do obniżenia globalnego zapotrzebowania na węgiel (o 10-15%) w porównaniu z dotychczasowym. Produkowane paliwo płynne uzdrowi równocześnie zaopatrzenie w energię i ochronę środowiska w zakresie gospodarki komunalnej i w przemyśle. Proponowane paliwo zastępcze może stanowić równocześnie doskonałą bazę dla procesów uszlachetniających w kierunku produkcji benzyny i innych produktów chemicznych. Nakłady inwestycyjne na budowę kombinatu przetwórczego o mocy elektrycznej wynoszącej 2000 MW będą jedynie o ca 30% wyższe od nakładów na równorzędną elektrownię o tej samej mocy.

Uwzględniając dodatkowy 20% wzrost nakładów w klasycznych elektrowniach węglowych na pełną ochronę środowiska oznacza to możliwość prawie pełnego pokrycia nakładów inwestycyjnych kombinatów ze środków przeznaczonych na budowę elektrowni.

4. Zakres prowadzonych prac badawczych

Badania nad ekstrakcją węgla wodą o parametrach nadkrytycznych prowadzone są w Politechnice Śląskiej w Gliwicach od 1978 roku. W wyniku przeprowadzonych prac eksperymentalnych zapewniających jedynie warunki ciśnienia i temperatury procesu rzeczywistego otrzymano potwierdzenie przyjętych założeń odnośnie możliwości uzyskania z węgla oleju ekstrakcyjnego

za pomocą ekstrakcji czystą wodą o parametrach nadkrytycznych. Na ogólną ilość około 32% produktów ekstrakcji otrzymano 13% produktów ciekłych oraz 19% gazu o wysokiej zawartości metanu. W chwili obecnej prowadzona jest budowa dużej instalacji doświadczalnej, umożliwiającej pełniejsze badanie warunków ekstrakcji i wymiany ciepła, a w szczególności określenie wpływu zjawisk hydrodynamicznych. Wyniki badań z instalacji zostaną wykorzystane w procesie projektowania instalacji pilotowej, obejmującej kompletny ciąg technologiczny elektrowni pracującej według proponowanej technologii.

LITERATURA

- [1] Grainger L.: Our future dependence on coal - *Chemistry and Industry* № 18, 1974.
- [2] Maddocks R.R., Gibson J.: Supercritical extraction of coal - *CEP* № 6, 1977.
- [3] Mc Collum et al.: United States Patent № 3, 983,027.
- [4] Ober J., Stankiewicz T.: Kombinowany proces konwersji węgla na produkty uszlachetnione z jednoczesnym wytwarzaniem energii elektrycznej - *Gospodarka Paliwami i Energią* № 10, 1982 (w druku).
- [5] Sprawozdanie: Badanie rozpoznawcze nad ekstrakcją węgla w stanach nadkrytycznych - *Politechnika Śląska, Gliwice* 1979.

Recenzent: doc. mgr inż. Ludwik Sobolewski

Wpłynęło do redakcji dnia 24.VII.1982 r.

ПРОЦЕСС ПЕРЕРАБОТКИ УГЛЯ НА ОБЛАГОРАЖЕВАННОЕ ТОПЛИВО И ЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ ЭНЕРГИЮ

Р е з ю м е

В статье представлена идея процесса переработки угля на газ и жидкое топливо с одновременным выработыванием электрической энергии. Представлено технологическую схему электростанции работающей по представленной идеи.

INTEGRATED METHOD OF COAL CONVERSION INTO UPGRADED FUELS AND ELECTRIC ENERGY

S u m m a r y

The paper presents a method of obtaining upgraded fuels and electric energy from coal. The drawing shows a scheme of an installation of a new type power plant where the proposed method may be practiced.