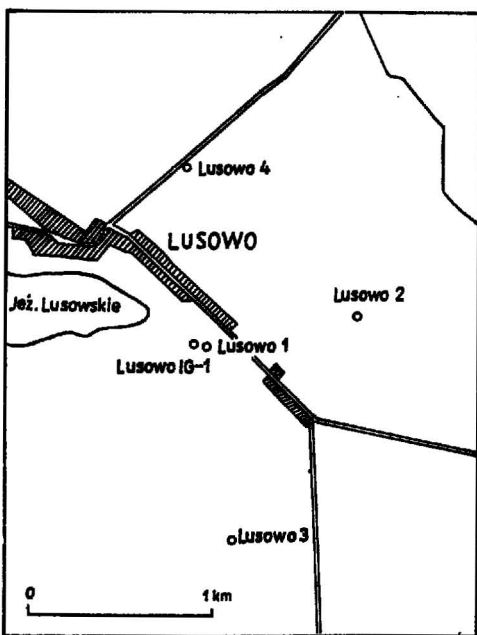


WŁAŚCIWOŚCI CHEMICZNO-TECHNOLOGICZNE DOLNOOLIGOCENSKICH WĘGLI BRUNATNYCH I ICH POPIOŁÓW Z REJONU LUSOWA NA ZACHÓD OD POZNANIA

UKD 552.576.1.08(438.262)

Na Niziu Polskim występuje 10 trzeciorzędowych grup pokładów węglowych zarówno paleogeńskich, jak i neogeńskich (11). Z punktu widzenia przemysłowego, najważniejsze są grupy pokładów występujące w utworach miocennych, a głównie I środkowopolska grupa pokładów węglowych miocenu górnego i II ścinawska grupa miocenu środkowego. Pokłady grupy I-środkowopolskiej są obecnie eksploatowane w odkrywkach KWB Konin i KWB Adamów, grupy II ścinawskiej – w odkrywkach KWB Turów, KWB Bełchatów, KWB Lubstów (łącznie z grupą I) w rejonie konińskim oraz KWB Sieniawa (odkrywkowo, częściowo podziemnie). Pod względem właściwości chemiczno-technologicznych węgle obu wymienionych grup są do siebie zbliżone i zawierają gatunki węgla energetycznych, brykietowych i wytłowych.

Znajomość chemizmu naszych węgla brunatnych poszczególnych grup stratygraficznych nie jest dostateczna, mimo wielu ogólnikowych opracowań i zestawień, dotychczas na ten temat opublikowanych (2, 3, 11, 14, 17, 18, 20 i in.). Ogromna liczba analiz, jakie od 45 lat były i są nadal wykonywane przy dokumentowaniu geologicznym złóż węgla brunatnego, czeka na racjonalne opracowania. Wyniki takich opracowań byłyby niezwykle przydatne dla racjonalnej gospodarki i wykorzystania tej kopaliny w różnych dziedzinach gospodarki i przetwórstwa chemicznego. Niniejszy artykuł jest jednym z przyczynków do poznania chemizmu dolnooligocennych węgla brunatnych środkowej Polski w rejonie Lusowa, na zachód od Poznania (ryc. 1).



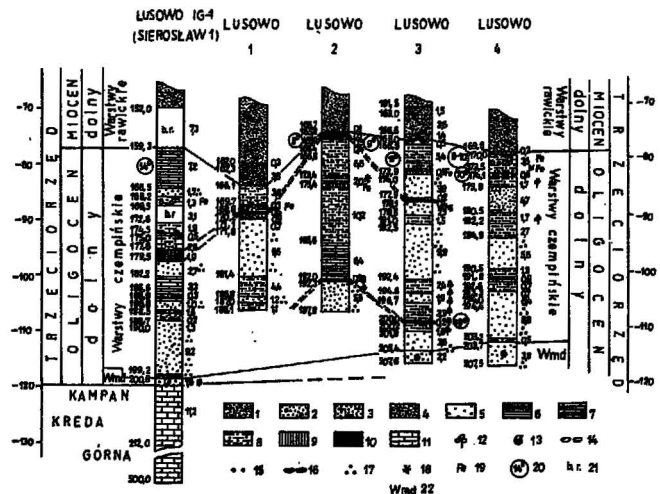
Ryc. 1. Lokalizacja otw. wiert. w okolicach Lusowa

Fig. 1. Bore holes locations near Lusów

SZKIC ŚRODOWISKA GEOLOGICZNO-LITOLOGICZNEGO DOLNOOLIGOCENSKICH WĘGLI REJONU LUSOWA

W rejonie Lusowa profil oligocenu jest bardzo zredukowany i jest reprezentowany tylko przez warstwy mosińskie dolne, o bardzo małej miąższości, i znacznie grubsze warstwy czempiańskie (ryc. 2). Pierwsze leżą bezpośrednio na wapieniach kampanu, w stropie drugich zaś spoczywają niezgodnie osady miocenu dolnego. Osadów oligocenu górnego w rejonie Lusowa nie ma w ogóle. Zostały one najprawdopodobniej zupełnie zniszczone.

Warstwy mosińskie dolne są tu wykształcone w postaci piasków kwarcowo-glaukonitowych facji morskiej, zielonych lub ciemno-szaro-zielonych, drobnoziarnistych, zailonych w dolnej części, z drobnymi (średnicy



Ryc. 2. Zestawienie profili litologicznych oligocenu dolnego rejonu Lusowa (12)

1 – piaski drobnoziarniste, 2 – piaski drobnoziarniste ze żwirikami kwarcu, 3 – piaski drobnoziarniste z wkładkami mułku lyszczykowego, 4 – piaski drobnoziarniste węgliste, 5 – piaski glaukonitowe, 6 – łupki ilaste, 7 – łupki piaszczyste, 8 – mułki i mułowce piaszczyste, 9 – łupki węgliste, 10 – węgiel brunatny, 11 – wapień i margle, 12 – szczątki flory, 13 – fauna, 14 – syderyty, 15 – żwiry kwarcowe, 16 – fosforyty, 17 – glaukonit, 18 – piryty, 19 – syderyty ilaste, 20 – kąty upadu warstw, 21 – brak rdzenia, 22 – warstwy mosińskie dolne

Fig. 2. Lithologic profiles of Lower Oligocene from Lusów region

1 – fine sands, 2 – medium sand with quartz gravel, 3 – fine sands with mica mud intercalations, 4 – fine coaly sands, 5 – glauconitic sands, 6 – clay shales, 7 – sandy shales, 8 – sandy muds/mudstones, 9 – coaly shales, 10 – brown coal, 11 – limestones and marls, 12 – flora remains, 13 – fauna, 14 – siderites, 15 – quartz gravels, 16 – phosphorites, 17 – glauconite, 18 – pyrite, 19 – clayly siderite, 20 – dip angle of bed, 21 – core lack, 22 – Lower Mosina beds

3–12 mm) kongrecjami czarnych, okrągłych, o błyszczących powierzchniach fosforytów, żwirków białego kwarcu (fasolka) oraz szczątków zniszczonych, grubych skorup małży. Napotymane są tu także sporadycznie drobne obtoczone okruchy bursztynu. Osady warstw mosińskich przewiercono otworem Lusowo IG 1 na głęb. 199,2–200,8 m i nawiercone otw. Lusowo 3 i 4 na głęb. 205,4 i 203,7 m. Strop tych osadów leży więc na wysokości 117,2–113,7 m ppm (7).

Górną część oligocenu dolnego tworzą w Lusowie warstwy czempińskie, osiągające znaczną (prawie 40 m) miąższość. Przewiercono je w otworach: Lusowo IG 1 na głęb. 159,3–199,2 m, miąższość 39,9 m, Lusowo 3 na głęb. 168,0–205,4, miąższość 37,4 m, Lusowo 4 na głęb. 169,8–203,7, miąższość 33,9 m. W pozostałych otworach Lusowo 1 i 2 warstwy te przewiercono częściowo, mianowicie w miąższościach 22,0 i 31,9 m. Strop warstw czempińskich rejonu Lusowa leży na wysokości 79,8–75,1 m ppm.

Wykształcenie warstw czempińskich rejonu Lusowa jest dość zmienne (7). W ich budowie litologicznej biorą udział – jako dominujące – mułowce ciemne, ciemno-szaro-czarne, pylasto-piaszczyste, łyszczkowe, miejscami z kongrecjami syderytów ilastych i śladami żerowań zwierząt bentonicznych, piaski kwarcowe jasnoszare i kwarcowo-glaukonitowe zielone, drobnoziarniste i pylaste, łyszczkowe, mułki pylasto-piaszczyste, ciemno-brunatne lub ciemno-brunatno-czarne z pyłem węglowym, łyszczkowe, także ze śladami żerowań robaków, a ponadto mułowce ciemno-brunatno-czarne, zawęglone, czarne, zwarte, ciemnobrunatne oraz soczewy ciemnobrunatnego węgla brunatnego, ziemistego lub ciemnobrunatnego ksylytu (ryc. 2). W utworach węglistych obficie występuje detryt roślinny, drobne (i pojedyncze większe) ułamki sprasowanych ciemnobrunatnych i czarnych, zsylikowanych łodyg, gałęzi i korzeni, ułamki ksylytów oraz pojedyncze drobne szyszki. Jako osady przybrzeżne, lagunowe, pływowe, często były zalewane wyraźnymi ingresjami pobliskiego morza (piaski kwarcowo-glaukonitowe) lub stawały się otwartym łądem z jeziorno-bagiennymi zbiornikami torfowiskowymi (węgiel brunatny).

Florystycznie warstwy czempińskie cechuje obecność sporomorf zaliczonych do fazy *Tricolporopollenites cingulum fusus* (13). Oprócz gatunku najliczniejszego, od którego pochodzi nazwa fazy, występuje ponadto *Quercoidites microhenrici* oraz sporadycznie gatunki przewodnie dla tej fazy – *Agleoreidia cyclops*, *Boehlensipollis hohli* i *Cupaneidites eucaliptoides*, a z planktonu roślinnego morskiego – *Deflandrea condylos*, *D. phosphoritica*, *Chiropteridium aspinatum*, *Ch. lobospinosum*, *Rhombodinium draco*, *Wetzeliella condylos* i *W. symmetrica* (13).

Podczas sawskiej fazy młodoolpejskiej działalności orogenicznej utwory dolnooligocenijskie uległy ruchom tektonicznym, o czym świadczą kąty nachylenia warstw tych osadów (5–18°), przy prawie poziomym położeniu przykrywających je niezgodnie osadach warstw rawickich miocenu dolnego.

W profilu warstw czempińskich rejonu Lusowa występują dwa poziomy węglowe: górny – leżący w stropowych partiach tych warstw i dolny – spoczywający w partiach spągowych, blisko osadów warstw mosińskich dolnych. Węgle brunatne górnej soczewy występują w otworach Lusowo 1, 2, 3. Są węglami energetycznymi, częściowo wylewnymi, silnie zasiarczonymi, o podwyższonej zawartości alkaliów ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$). Soczewa ta wydaje się w otworze Lusowo IG 1 facjalnie przechodzić w węgliste, czarne łupki zailone, spoczywające na głęb. 177,6–179,5 m. Górna soczewa leży na głęb. 165,9–

178,1 m, osiągając miąższość 0,4–0,9 m. Dolna soczewa, wykształcona w postaci ksylytu ciemnobrunatnego i ciemnobrunatnego węgla ziemistego, miąższości 0,2–0,3 m, spoczywa na głęb. 192,0–200,0 m. Górna soczewa węglowa była badana laboratoryjnie i właściwości chemiczno-technologiczne jej węgla są przedmiotem niniejszego artykułu. Soczewa dolna nie była badana.

WŁAŚCIWOŚCI CHEMICZNO-TECHNOLOGICZNE WĘGLI BRUNATNYCH

Badania właściwości chemiczno-technologicznych dolnooligocenijskich węgla brunatnych z rejonu Lusowa wykonano w laboratorium Przedsiębiorstwa Geologicznego w Katowicach w 1970 r. Objęły one analizy chemiczną i techniczną węgla, określenie wybranych właściwości fizycznych tych węgla, analizy składu chemicznego popiołów oraz ich charakterystycznych temperatur topliwości w wysokotemperaturowym mikroskopie, metodą DKV Leitza.

Analizy chemiczne węgla

W węglach oznaczono zawartość węgla pierwiastkowego, wodoru oraz siarki (tab. I). Zawartość węgla pierwiastkowego (C^{daf}) waha się w bezpopiołowej i bezwodnej substancji węglowej w granicach 62,47–66,59, średnio 64,60%. W tym samym stanie substancji węglowej zawartość wodoru (H^{daf}) oscyluje w granicach 4,52–5,22, średnio 4,91%; nie jest więc wysoka. Natomiast bardzo wysoka jest w węglu zawartość siarki, kwalifikując go do węgla bardzo silnie zasiarczonych. W bezwodnej substancji węglowej całkowita ilość siarki (S^{d}) wynosi 2,12–5,16, średnio 4,91%, z czego na siarkę palną (S_e^{d}) przypada 1,60–4,54, średnio 2,87%. Jest jej więc czterokrotnie więcej niż siarki popiołowej, której węgiel zawiera 0,52–0,96, średnio 0,65%.

Analiza techniczna węgla

Techniczna analiza węgla obejmuje określenie zawartości popiołu, części lotnych, wartości opałowej i ciepła spalania, zawartości bituminów i produktów destylacji rozkładowej oraz alkaliów w węglu. Zestawienie wyników tych badań podaje tab. II. Węgle brunatne rejonu Lusowa są stosunkowo mało zapopielone. W stanie bezwodnym zawierają 16,81–18,03, średnio 16,28% popiołu (A^{d}). Ilość ta, przekraczająca graniczną dla węgla brykietowych zawartość popiołu, równą 15%, nie pozwala zaliczyć węgla lusowskich do tego gatunku, mimo że zarówno wartość opałowa, jak i zawartość piasku w węglu są znacznie korzystniejsze niż przyjęte wartości grani-

Tabela I

ANALIZY CHEMICZNE
DOLNOOLIGOCENSKICH WĘGLI BRUNATNYCH
Z REJONU LUŚOWA

Składnik (w %)	Lusowo 1	Lusowo 2	Lusowo 3	Średnio
	Głębokość (m)			
	170,2– –171,1	165,9– –166,4	178,1– –173,5	
Węgiel C^{daf}	66,59	62,73	62,47	64,60
Wodór H^{daf}	4,92	5,22	4,52	4,91
Siarka całkowita S^{d}	2,12	5,16	4,62	3,52
Siarka palna S_e^{d}	1,60	4,54	3,66	2,87
Siarka popiołowa S_A^{d}	0,52	0,62	0,96	0,65

czne; Q_f – nie mniej niż 8374 kJ/kg (2000 kcal/kg), P^d – nie więcej niż 10%. Obowiązuje bowiem zasada – jeder z klasyfikujących parametrów – Q_f lub A^d , wykazujący ujemną od granicznej wartość, przesądza o przynależności badanego węgla do omawianego tu gatunku. Zawartość części lotnych (V^{daf}) węgla wynosi 55,44–58,76, średnio 56,53%. Z wartości opałowej (Q_f) węgla, ustalonej laboratoryjnie, wynoszącej 9161–10 694, średnio 9730 kJ/kg (2188–2594, średnio 2324 kcal/kg), wynika stosunkowo dobra ich jakość energetyczna. Ciepło spalania wynosi 25 712–27 316, średnio 26 744 kJ/kg (6141–6524, średnio 6387 kcal/kg). Bitumiczność dolnooligocenijskich węgla brunatnych Lusowa, podobnie jak zdecydowana większość polskich węgla brunatnych prawie wszystkich grup węglowych, jest bardzo niska i wynosi 3,37–5,49, średnio 4,01%.

Interesujące są natomiast wyniki destylacji rozkładowej. Mianowicie podwyższona jest w nich zawartość prasmoły (T_{sk}^d) – 11,79–15,93%, średnio 13,2%. Ten wskaźnik wartości kwalifikuje dolnooligocenijski węgiel górnej soczewy do grupy węgla wylęwnych. Maksymalna zawartość tego parametru w węglu z otworu Lusowo 2, wynosząca prawie 16%, jest zjawiskiem dość rzadkim w naszych trzyczorzędowych węglach brunatnych. Zawartość alkaliów w dolnooligocenijskim węglu Lusowa, aczkolwiek podwyższona, nie kwalifikuje go do węgla zasolonych. Oba tlenki Na_2O i K_2O w skrajnych zawartościach (otw. Lusowo 1) nie przekraczają łącznie 0,5% wartości granicznej dla tego rodzaju węgla. Niewysoka jest również zawartość CaO . Podane w obu tabelach wyniki analitycznych badań dolnooligocenijskiej soczewy węglowej z rejonu Lusowa wykazują pewne zróżnicowania ilościowe parametrów w rozmieszczeniu poziomym. Dotyczy to bituminów, prasmoły, gęstości objętościowej z jednej strony i siarki, wartości opałowej, tlenku sodu i zawartości piasku w węglu z drugiej strony.

Właściwości fizyczne węgla

Określono tylko te parametry właściwości fizycznych węgla, które są zazwyczaj wymagane przy dokumentowaniu złóż (tab. III). Omawiane węgle brunatne z Luso-

wa przedstawiają ziemistą, ciemnobrunatną masę fitogeniczną, pozbawioną ksyliłów, o gęstości objętościowej 1,22–1,28, średnio 1,25 g/cm³. Węgle wykazują niską zawartość piasku (P^d), w granicach 2,10–2,93, średnio 2,37%, co jest jedną z korzystnych okoliczności podczas procesu ich brykietowania. Współczynniki podatności przemiałowej węgla (GrH) nie zostały określone.

WŁAŚCIWOŚCI CHEMICZNO-TECHNOLOGICZNE POPIOŁÓW WĘGLOWYCH

Skład chemiczny popiołów

Ważną cechą, określającą procesy zachodzące w czasie spalania węgla w urządzeniach paleniskowych elektrowni, jest znajomość składu chemicznego popiołów tych węgla i stopnia ich topliwości. Dlatego dopełnieniem badań charakterystyk chemiczno-technologicznych węgla brunatnych jest uzyskanie szczegółowych danych z tej dziedziny.

Skład chemiczny popiołów węgla brunatnych, pochodzących z otworów Lusowo 1, 2, 3 jest dość zmienny (tab. IV). Bardzo wyraźnie zaznacza się wysoka zawartość Fe_2O_3 , zwłaszcza w popiele węgla otworu Lusowo 3, stanowiąc niejako ubogą rudę żelaza. Ilość krzemionki jest stosunkowo niska, osiągając średnią wartość 23,15%. Bardzo zmienną zawartość w popiołach wykazuje tlenek glinu (3,20–20,28, średnio 11,40%); najwyższą wartość osiąga on w popiele węgla z otworu Lusowo 2. Ilość tlenku wapnia w popiołach omawianych węgla jest dość wysoka (14,98–17,58, średnio 16,71%); Zawartość tlenku magnezu jest wyraźnie mała (2,22–4,24, średnio 3,76%). Dość wysoka natomiast jest zawartość tlenku sodu (1,20–2,61, średnio 2,15%), przy niskiej zawartości tlenku potasu (0,36–1,10, średnio 0,78%). Wysoka zawartość siarki całkowitej w węglu znajduje tu również odbicie w ilości SO_3 , której w popiele jest 13,08–25,20, średnio 20,51%.

Charakterystyczne temperatury topliwości popiołów

Określenia charakterystycznych temperatur topliwości popiołów węglowych dokonuje się kilkoma metodami. W naszym przypadku topliwość popiołów określono metodą optyczną, w wysokotemperaturowym mikroskopie Leitza, w którym – za pomocą przystawki –

Tabela II
ANALIZA TECHNICZNA
DOLNOOLIGOCENIJSKICH WĘGLI BRUNATNYCH
Z REJONU LUŚOWA

Składnik	Lusowo 1	Lusowo 2	Lusowo 3	Średnio
	Głębokość (m)			
	170,2– –171,1	165,9– –166,4	178,1– –178,5	
Popiół A^d (%)	16,95	18,03	16,81	16,28
Części lotne V^{daf} (%)	55,78	58,76	55,44	56,53
Wartość opałowa:				
Q_f (kJ/kg)	9 617	9 161	10 694	9 730
Q_w (kcal/kg)	2 297	2 188	2 554	2 324
Ciepło spalania:				
Q^{daf} (kJ/kg)	27 316	26 541	25 712	26 744
Q_b (kcal/kg)	6 254	6 339	6 141	6 387
Bituminy B^d (%)	3,37	5,49	3,61	4,01
Pólkoks sk^d (%)	60,78	56,04	59,89	59,26
Prasmoła T_{sk}^d (%)	11,79	15,93	12,99	13,21
Woda rozkład. W_{sk}^d (%)	7,86	8,24	7,34	7,85
Gaz + straty G_{sk}^d (%)	19,57	19,79	19,78	19,68
$(Na_2O)^d$ (%)	0,42	0,17	0,37	0,34
$(K_2O)^d$ (%)	0,03	0,02	0,02	0,03
(CaO) (%)	1,12	0,84	0,83	0,98

Tabela III
WYBRANE WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNE
DOLNOOLIGOCENIJSKICH WĘGLI BRUNATNYCH
Z REJONU LUŚOWA

Składnik	Lusowo 1	Lusowo 2	Lusowo 3	Średnio
	Głębokość (m)			
	170,2– –171,1	165,9– –166,4	178,1– –178,5	
Gęstość objętościowa g/cm ³	1,25	1,22	1,28	1,25
Współczynnik podatności przemiałowej GrH	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.
Zawartość ksyliłów kc/kw (%)	0,0/0,0	0,0/0,0	0,0/0,0	0,0/0,0
Zawartość piasku P^d (%)	2,10	2,93	2,30	2,37

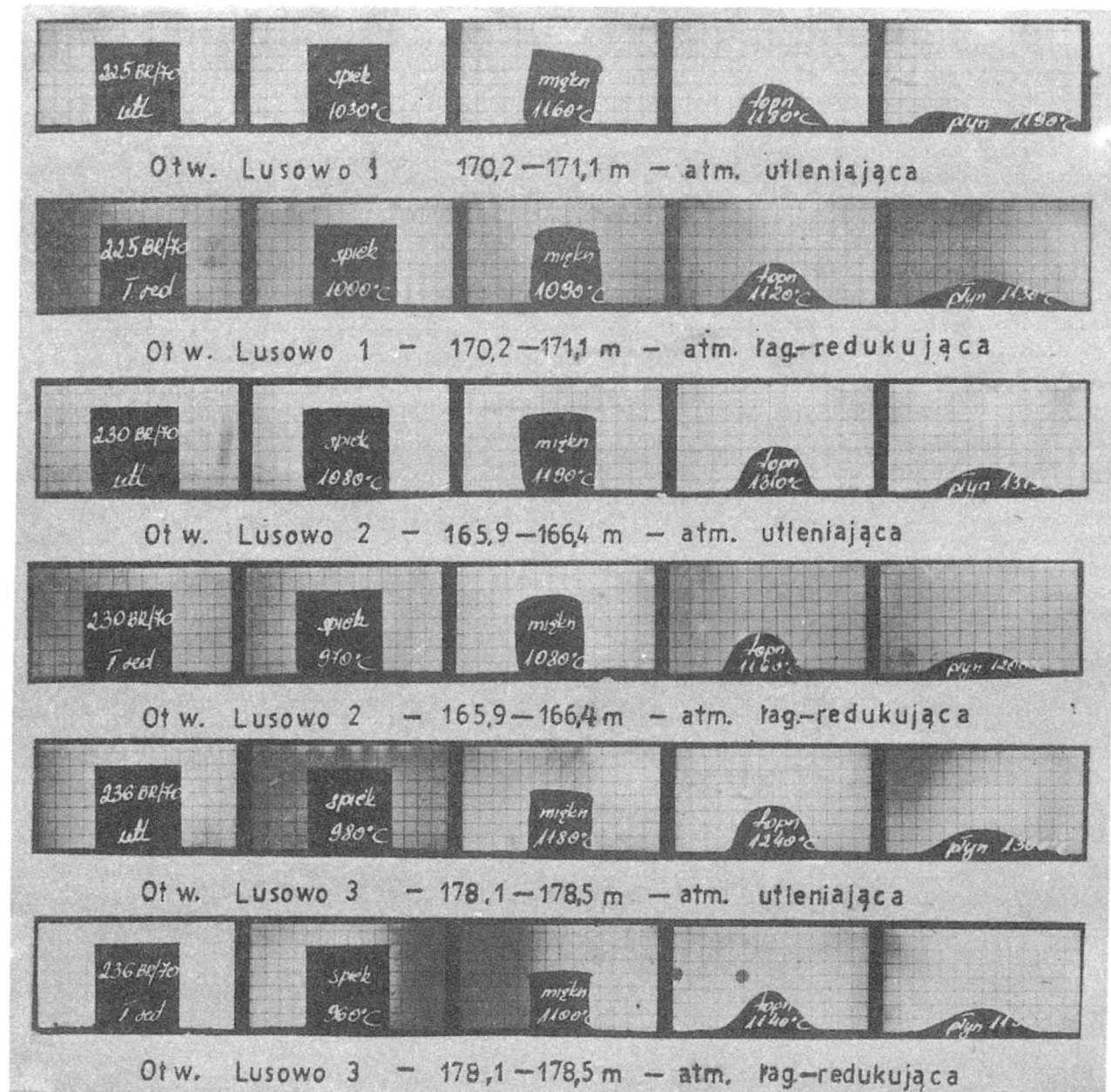
SKŁAD CHEMICZNY POPIÓŁÓW
DOLNOOLIGOCENSKICH WĘGLI BRUNATNYCH
Z REJONU LUSÓWA

Składnik (w %)	Lusowo 1	Lusowo 2	Lusowo 3	Średnio
	Głębokość (m)			
	170,2 – –171,1	165,9 – –166,4	178,1 – –178,5	
SiO ₂	28,68	20,50	14,02	23,15
Fe ₂ O ₃	13,29	25,02	34,40	21,24
Al ₂ O ₃	10,11	20,28	3,20	11,40
CaO	17,38	14,98	17,58	16,71
MgO	4,24	4,14	2,22	3,76
SO ₃	22,55	13,08	25,20	20,51
Na ₂ O	2,61	1,20	2,28	2,15
K ₂ O	1,10	0,36	0,60	0,78
Razem	99,96	99,56	99,50	99,70

**Topliwość popiołu
oznaczona metodą DKV – Leitza**

W celu uzyskania porównywalnych wyników w procesie topnienia popiołu węglowego, wprowadzono w tej metodzie charakterystyczne dla tego procesu punkty zmian stanu fizycznego pastylki popiołowej, odpowiadające określonym fazom tego procesu, tj. spiekania, mięknięcia, topnienia i płynięcia (4).

Punkt spiekania odpowiada temperaturze, przy której surowa pastylka popiołowa, po wprowadzeniu do aparatu



Ryc. 3. Fotogramy charakterystycznych temperatur topliwości popiołów dolnooligocenских węgli brunatnych rejonu Lusowa

Fig. 3. Photograms of characteristic fusibility temperatures of ashes from Lower Oligocene brown coals of Lusów region

tury i poddana wysokiej temperaturze, wykazuje cechy spiekania. Punkt mięknięcia — to temperatura, przy której następuje pierwsza zmiana kształtu pastylki, najczęściej objawiająca się zaokrągleniami jej krawędzi, zmniejszając przy tym zazwyczaj nieco swoją objętość. Punkt topnienia — to temperatura, przy której zanika dawny kształt pastylki i topniejąc zaokrągla się, przyjmując formę półkuli. Wreszcie punkt płynięcia odpowiada temperaturze, przy której topniejący popiół rozplywa się całkowicie. Temperatury topliwości (tab. V) wskazują na stosunkowo łatwą, częściowo średnią topliwość popiołów.

Topliwość popiołów określona z ich składu chemicznego

Określenie temperatur topliwości popiołów węglowych z ich składu chemicznego opiera się m.in. na ustaleniu zależności ilościowej tlenków reszt kwasowych SiO_2 i Al_2O_3 od ilości tlenków metali Fe, Ca, Mg, Na, K i innych, która wyraża się współczynnikiem topliwości K , wynikającym ze wzoru Teunego:

$$K = \frac{SiO_2 + Al_2O_3}{Fe_2O_3 + CaO + MgO + Na_2O + K_2O}$$

Współczynnik ten pozwala zaliczyć badany popiół do jednej z trzech grup podanych w tab. VI. Dla popiołów dolnooligocieńskich węgla z rejonu Lusowa wartości współczynników K , obliczone według podanego wzoru, wynoszą: otw. Lusowo 1 — 1,00, otw. Lusowo 2 — 0,89, otw. Lusowo 3 — 0,30; średni współczynnik K — 0,77.

Temperatury topliwości popiołów, obliczone z ich składu chemicznego, reprezentują wartości przybliżone i nie stanowią podstawy do wnioskowania o zachowaniu się popiołów w komorach paleniskowych. Rzucają one tylko pewne światło na charakter topliwości tych popiołów. Metodę tę, ze względu na kosztowne, długotrwałe i pracochłonne badania laboratoryjne, stosuje się sporadycznie. Powszechnie stosowana jest metoda wysokotemperaturowa DKV — Leitza. W odniesieniu do węgla z Lusowa metoda analizy popiołów potwierdziła łatwą topliwość opisywanych popiołów, z tym że niektóre temperatury (otw. Lusowo 2 oraz wartości średnie — topnienia i płynięcia w atmosferze utleniającej) kwalifikują je

Tabela V

CHARAKTERYSTYCZNE TEMPERATURY TOPLIWOŚCI BADANYCH POPIOŁÓW WĘGLI Z REJONU LUSOWA

Składnik (w °C)		Lusowo 1	Lusowo 2	Lusowo 3	Średnio	
		Głębokość (m)				
		170,2— —171,1	165,9— —166,4	178,1— —178,5		
Atmosfera	utleniająca	spiekanie	1030	1080	980	1033
		mięknięcie	1160	1190	1180	1173
		topnienie	1180*	1310	1240	1229
		płynięcie	1190*	1315	1300	1249
	łagodnie redukująca	spiekanie	1000	970	960	983
		mięknięcie	1090	1080	1100	1090
		topnienie	1120*	1160	1140	1135
		płynięcie	1130*	1200	1150**	1154

* — gwałtowne topnienie i płynięcie pastylki popiołu
** — gwałtowne topnienie pastylki popiołu

częściowo do grupy popiołów średniotopliwych, tj. o temperaturze topliwości w granicach 1200—1350°C.

Wskaźniki zużłowania i osadzania stałych produktów spalania na powierzchniach grzewczych

Znajomość składu chemicznego popiołów węglowych jest niezbędna przy projektowaniu kotłów, w których dany węgiel ma być spalany. Im gorsze właściwości węgla wykazuje, tym parametry projektowanych kotłów muszą być wyższe. Znajomość ta pozwala prognozować zachowanie się spalanego węgla w paleniskach kotłowych, tj. pozwala określać stopień zanieczyszczenia powierzchni grzewczych stałymi produktami spalania (żuźle, popioły). Wprawdzie prawidłowe określanie właściwości paliw w kotłach może być przeprowadzane tylko na podstawie badań bezpośrednich w kotłach elektrowni lub na stanowiskach pełnotechnicznych, niemniej na podstawie składu chemicznego popiołu można uzyskać wstępne wskaźniki procesów, powodujących zanieczyszczenia powierzchni grzewczych, tj. wskaźniki zużłowania i tworzenia się osadów.

Stopień skłonności zużłowania i tworzenia się osadów popiołowych w komorach kotłów oraz na grzewczych powierzchniach przegrzewaczy wynika z określenia wskaźnika zużłowania (Rz) i osadzania (Ro), obliczonych ze wzorów opracowanych przez firmę Babco Wilcox Company dla węgla kamiennych (1, 20). Wzory te mają następującą postać:

$$Rz = \frac{Fe_2O_3 + CaO + MgO + Na_2O}{SiO_2 + Al_2O_3} \cdot S_1^4$$

$$Ro = \frac{Fe_2O_3 + CaO + MgO + Na_2O}{SiO_2 + Al_2O_3} \cdot Na_2O$$

Zakresy wartości wskaźników zużłowania (Rz) oraz osadzania się stałych produktów spalania (Ro) podaje tab. VII.

Dla popiołów dolnooligocieńskich węgla brunatnych rejonu Lusowa omawiane wskaźniki mają wartości: otw.

Tabela VI

ZALEŻNOŚĆ RODZAJU POPIOŁÓW OD ICH TEMPERATURY TOPNIENIA

Współczynnik K	Temperatura topnienia °C	Rodzaj popiołu
poniżej 3,5 3,5—4,3 powyżej 4,3	poniżej 1200 1200—1350 powyżej 1350	łatwotopliwy średniotopliwy trudnotopliwy

Tabela VII

ŻUŻŁOWANIE I OSADZANIE STAŁYCH PRODUKTÓW SPALANIA WĘGLA W PALENISKACH KOTŁOWYCH W ZALEŻNOŚCI OD WARTOŚCI OBLICZONYCH WSKAŹNIKÓW

Skłonność do zużłowania (Rz) i osadzania (Ro)	Wskaźniki	
	Rz	Ro
łaba	poniżej 0,6	poniżej 0,2
średnia	0,6—2,0	0,2—0,5
duża	2,0—2,6	0,5—1,0
bardzo duża	powyżej 2,6	powyżej 1,0

Lusowo 1: R_z — 2,06, R_o — 2,52; otw. Lusowo 2: R_z — 5,73, R_o — 1,33; otw. Lusowo 3: R_z — 15,15, R_o — 7,48; średnio: R_z — 4,47, R_o — 2,73. Przekraczają więc one wielokrotnie wskaźniki dla bardzo dużej skłonności do żuźlowania (R_z) i osadzania (R_o), co jest związane z bardzo wysoką zawartością Fe_2O_3 , MgO i Na_2O w popiołach, przy jednocześnie bardzo niskiej zawartości Si_2O . Tego rodzaju węgle są bardzo niekorzystne w energetyce węglowej.

WNIOSKI

1. Badana soczewa węglowa z rejonu Lusowa (otw. Lusowo 1, 2, 3) jest wieku dolnooligocenińskiego i reprezentuje V czempinińską grupę pokładów węglowych warstw czempinińskich oligocenu dolnego.

2. Budują ją węgle energetyczne i wytłewne, silnie zasiarczone, bliskie granicy węgla zasolonych. Mimo pozytywnych wskaźników Q_i^d oraz bezkyslotowości, nie mogą być zaliczone do węgla brykietowych, ze względu na przekraczającą (15%) zawartość popiołu w substancji bezwodnej dla tego gatunku węgla brunatnych, wynoszącą tu średnio 16,28%.

3. W składzie chemicznym popiołów węgla dominuje wysoka zawartość tlenków żelaza, magnezu i sodu, co przy dużej zawartości siarki powoduje wzrost skłonności do tworzenia się żużli i pyłów popiołowych.

4. Popioły węgla lusowskich wykazują stosunkowo łatwą i częściowo średnią topliwość; wynika to z badań w wysokotemperaturowym mikroskopie Leitz'a i ze składu chemicznego popiołów.

5. Popioły te wykazują natomiast bardzo wysoką skłonność do żuźlowania (R_z) i osadzania (R_o), wynikającą z ich składu chemicznego. Tego rodzaju węgle brunatne nie powinny być używane w procesach energetycznych.

LITERATURA

1. Atting R.C., Dury A.F. — Coal Ash Deposition Studies and Application to Boiler Desing. American Power Conference, Chicago, 1969.
2. Augustyn D., Kahane S., Tomków K. — Gł. Inst. Gór. Seria B., 1958 komunik nr 216 s. 11.
3. Berger B., Iwańczak T.W., Listek W. — Gosp. Paliw. i Energią, 1987 nr 12 s. 10—13.
4. Bieniek J. — Techn. Poszukiw. Geol., 1962 z. 2—3 s. 58—65.
5. Cavelier C., Pomerol Ch. — Bull. Soc. Geol. de France, 1976 vol. 2 nr 18.
6. Ciuk E. — Types of brown coal deposits within coal-bearing formation of continental Tertiary in Poland. 23rd Intern. Geol. Congr. Prague, 1968.
7. Ciuk E. — Sprawozdanie z poszukiwań złóż węgla brunatnego w rejonie Lusowa na zachód od Poznania. Centr. Arch. Geol. PIG, 1969.
8. Ciuk E. — Kwart. Geol., 1970 nr 4 s. 754—771.
9. Ciuk E. — Biul. Inst. Geol., 1974 nr 281 s. 7—48.
10. Ciuk E. — Prz. Geol., 1984 nr 2 s. 86—90.
11. Ciuk E. — [W:] Budowa geologiczna Polski, t. VI. Złóża surowców mineralnych. Wyd. Geol., 1987 s. 159—196.
12. Ciuk E. — Charakterystyka chemiczno-technologiczna środkowomiocenińskiego węgla brunatnego i jego popiołu z rejonu Łyskowa koło Gostycyna na pld. od Tucholi woj. bydgoskie. Techn. Poszuk. Geol., Geosynoptyka, Geotermia, 1990 (w druku).

13. Grabowska J. in. — Prz. Geol., 1979 nr 9 s. 481—489.
14. Kruszewski T. — XXIII Intern. Geol. Congress, Prague, 1986 vol. 11 s. 51—61.
15. Krutzsch W. — Abh. Zentr. Geol. Inst., Berlin, 1967 H. 10.
16. Odrzywolska-Bieńkowska E. — Prz. Geol., 1972 nr 12 s. 570—573.
17. Piwocki M. — Biul. Inst. Geol., 1978 nr 308 s. 135—153.
18. Piwocki M. — Ibidem, 1987 nr 357 s. 41—60.
19. Tomków K. — Własności chemiczne węgla brunatnych. Biul. Inform. nr 5, Zesz. Spec. Dolnośl. Biuro Proj. Gór. Wrocław, 1960.
20. Urbńska S., Bieniek J. — Energetyka, 1977 z. 2 s. 76—77.

SUMMARY

Here were presented results of chemical-technological analysis of Lower Oligocene brown coals and their ashes from Lusów region, western of Poznań. These coals form wide lenses within Czempin beds of Lower Oligocene age, common in all Polish Lowland area.

In Lusów they are energetic coals with good calorificity ($Q_i^d = 9750$ kJ) ($kg = 2324$ Kcal/kg) and high sulphur ($S_i^d = 3,52\%$), typical tar coal with medium tar content ($T_{ak}^d = 13,21\%$). These coals are lowly ashed ($A^d = 16,28\%$) but could not be briquetted. They are not salted despite of higher alkalis content ($Na_2O + K_2O = 0,37\%$) and due to low bitumen volume are not extractive coals.

Regarding chemical composition of Lusów coal ashes mark high content of Fe_2O_3 (21,24%), relatively low SiO_2 (23,15%) and Al_2O_3 (11,40%) but higher CaO (16,71%) contents. Their microscope (high temperature Leitz microscope) and chemical (Teune formula) analysis argue they are in general easily fusible but partly medium fusible.

Studies of ash possibilities for slaging (R_z) and deposition of stable elements (R_o) in furnaces proved their high values, exceeding several times the standart ones due to large content of Fe_2O_3 , MgO and Na_2O . Discussed coals should not be used in power engineering despite their good calorificity indexes.

РЕЗЮМЕ

В статье представлены результаты исследований химическо-технологических свойств нижнеолигоценых бурых углей и их зол из района Люсува к западу от Познани. Эти угли образуют большие линзы в чемпинских слоях нижнего олигоцена, распространенных почти на всей территории Польской низменности.

В Люсуве находятся энергетические угли с относительно хорошей калорийностью ($Q_i^d = 9750$ килоджоулей/кг = 2324 килокалорий/кг), сильно сульфатизированные ($S_i^d = 3,52\%$), полукоксуемые, со средним содержанием первичной смолы $T_{ak}^d = 13,21\%$. Это угли с малой зольностью ($A^d = 16,28\%$), но не пригодными к брикетированию. Эти угли не засоленные, несмотря на повышенное содержание щелочей ($Na_2O + K_2O = 0,37\%$). Низкое содержание битумов ($B^d = 4,01\%$) не квалифицирует их к экстрагентным углям.

В химическом составе зол отличается содержание Fe_2O_3 (21,24%), при относительно небольшом содер-

жании SiO_2 (23,15%) и Al_2O_3 (11,40%) и повышенном содержании CaO (16,71%). Золой люсовских углей легкоплавки, частично среднеплавки. Указывают на то результаты исследований в высокотемпературном микроскопе Лейтца и подтверждают анализы зол (формула Тейне).

Исследования способности зол к шлакованию

(R_z) и осаждению (R_o) твердых компонентов (зола, шлак) в камерах топки обнаружили очень высокие показатели, многократно превышающие стандартные значения. В частности это связано с высоким содержанием Fe_2O_3 , MgO и Na_2O в золах. Углей такого типа не следует применять в энергетике, несмотря на хорошие показатели калорийности.