UKD [553.981.:550.832.52+66.083.43]:553.94:551.735.21/.22(438.142 Łęczna)

Andrzej ROŻKOWSKI, Marek SOSNOWSKI

Gazonośność złoża węgla kamiennego Łęczna w Lubelskim Zagłębiu Węglowym

WSTĘP

W artykule przedstawiono wyniki badań gazonośności złóż węgli w rejonie Łęcznej, w centralnej części Lubelskiego Zagłębia Węglowego. Badania stanowią kontynuację prac Oddziału Górnośląskiego Instytutu Geologicznego w Sosnowcu nad rozpoznaniem stosunków hydrogeologiczno-gazowych Zagłębia Lubelskiego. Były one realizowane w trakcie dokumentowania i rozpoznawania w kategorii C_2 pierwszego pola górniczego wspomnianego Zagłębia.

Celem badań było określenie gazonośności utworów karbonu produktywnego na tle budowy geologicznej obszaru oraz ustalenie kategorii zagrożenia gazowego złoża.

ZARYS BUDOWY GEOLOGICZNEJ

Lubelskie Zagłębie Węglowe (fig. 1) położone jest w zasięgu struktury wyniesienia łukowsko-hrubieszowskiego (L. Miłaczewski, A. M. Żelichowski, 1970), która podzielona jest przez dyslokacje dysjunktywne na szereg mniejszych jednostek tektonicznych o charakterze zrębów i zapadlisk. Złoże Łęczna położone jest w jednym z tych obniżeń, w tzw. obniżeniu włodawskiem.

Model strukturalny złoża węgla kamiennego Łęczna sporządzony został przez J. Porzyckiego (1971) w oparciu o wyniki badań geofizycznych i wierceń złożowych rozpoznawczych.

Złoże węgla związane jest z utworami westfalu podścielonymi osadami namuru A-B-C. Osady namuru reprezentowane są przez kompleks iłowcowo-mułowcowo-piaskowcowy z przewagą gruboławicowych piaskowców, zawierają ponadto wkładki wapieni i pokłady węgli. Osady westfalu charakteryzują się miąższością od 274 do 385 m. Są to utwory klastyczne i fitogeniczne, głównie iłowcowo-mułowcowe. Podrzędnie występują również piaskowce, które są zazwyczaj drobnoziarniste, zwięzłe,

scementowane lepiszczem ilastym. W spągowych ogniwach tego piętra występują lokalnie wkładki wapieni.

Pokłady węgli stwierdzone w utworach westfalu określone zostały

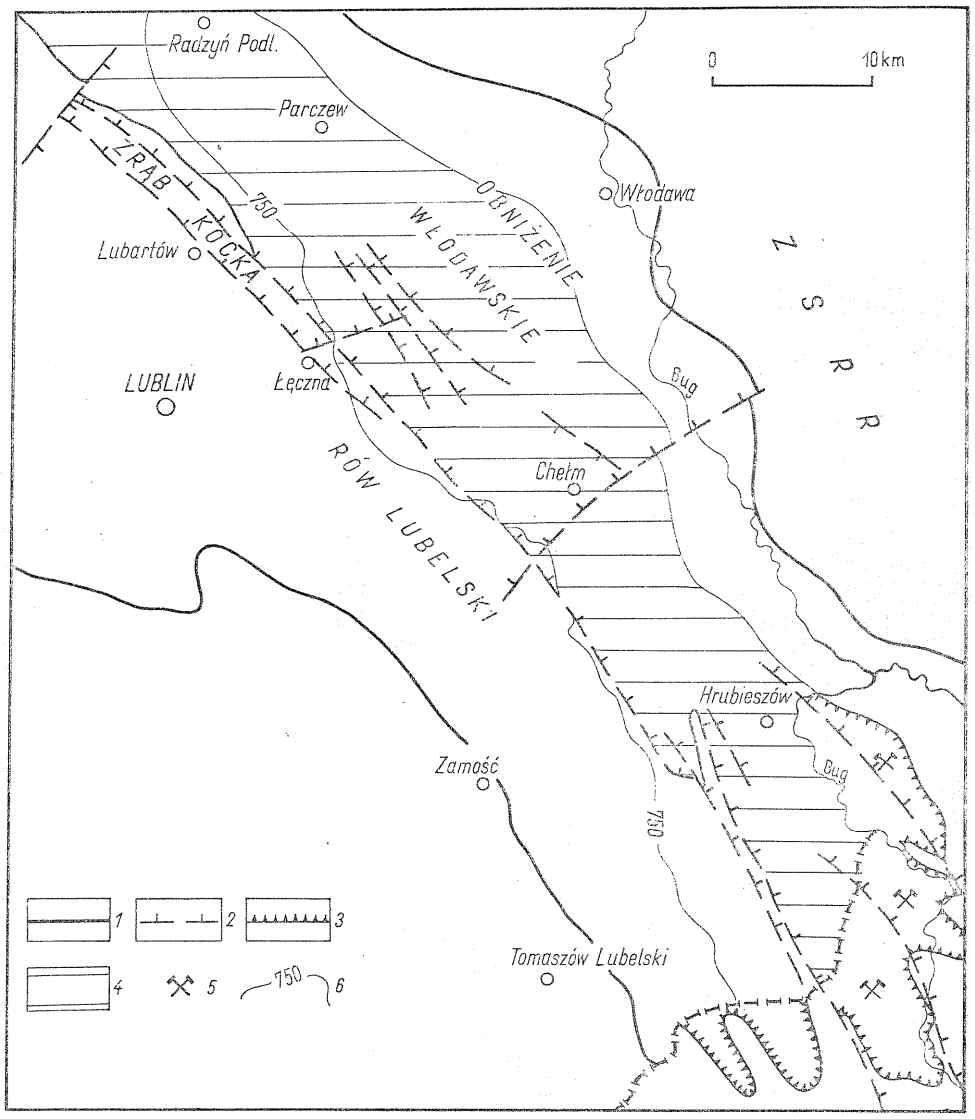

Fig. 1. Szkic sytuacyjny (zgeneralizowany i uzupełniony) według J. Porzyckiego
Situation sketch (generalized and supplemented) according to J. Porzycki

1 — przypuszczalny zasięg osadów karbonu; 2 — uskoki; 3 — wychodnie bużańskie serii węglonośnej w Zagłębiu Lwowsko-Wołyńskim; 4 — obszar występowania pokładów węgla do głębokości 1000 m; 5 — obszary górnicze w Zagłębiu Lwowsko-Wołyńskim; 6 — izolonia miąższości nadkładu — 750 m

1 — supposed extent of the Carboniferous deposits; 2 — faults; 3 — outcrops of the Bug coal-gearing series in the Lvov-Volhynian Coal Basin; 4 — occurrence area of coal measures down to 1000 m; 5 — mining areas in the Lvov-Volhynian Coal Basin; 6 — thickness contour line of overburden — 750 m

numeracją 301—331 (od dołu ku stropowi opisywanych warstw). Wśród udokumentowanych pokładów grupy 300 występują węgle kamienne typów: 31, 32, 33, 34 (J. Porzycki, 1971). Jakościowe zróżnicowanie węgli uzależnione jest od zmiennego stopnia uwęglenia substancji organogenicznej. Badania J. Porzyckiego (1970) wykazały, że w profilu pionowym westfalu poszczególne typy węgli ułożone są strefowo. Najpłyciej leży strefa węgli typu 32 o niskiej spiekalności (LR-45) i wysokiej zawartości części lotnych. W dolnej jej części występują lokalnie węgle wyższych typów. Niżej leżą węgle gazowo-koksowe, typu 34, o spiekalności wyższej od LR-55 i wysokiej zawartości części lotnych. W stropie strefy dolnej sporadycznie zanotowano obecność węgli typu 32 i 33.

Strefa węgli silnie zmetamorfizowanych typu 34 nie występuje na stałej głębokości, ani też nie jest związana z określonym ogniwem stratygraficznym. Najpłyciej została ona stwierdzona w południowej części złoża, najgłębiej — w północnej części złoża.

Budowę strukturalną złoża można odtworzyć śledząc ułożenie przewodniego pokładu nr 305 (fig. 3). Na tej podstawie przyjęto, że osady karbonu w zasięgu złoża Łęczna stanowią fragment synkliny o przebiegu osi NW — SE.

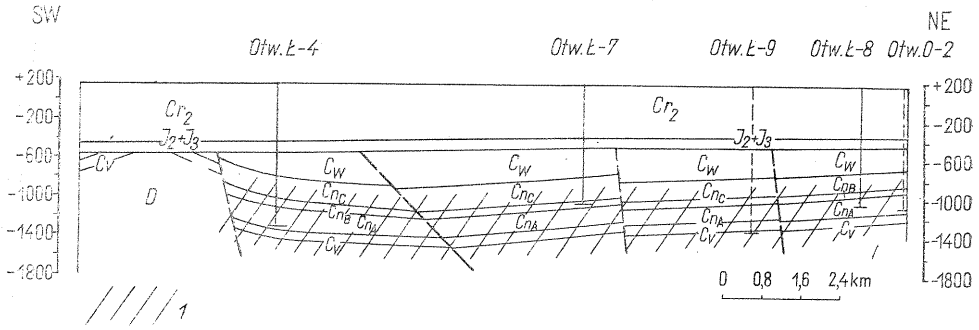

Fig. 2. Przekrój geologiczny wzdłuż linii I—I′ (zgeneralizowany) według J. Porzyckiego
Geological cross section along line I—I′ (generalized) according to J. Porzycki
1 — strefa metanowa w utworach namuru; Cr_2 — kreda; $J_2 + J_3$ — jura; karbon: Cw — westfal, Cnc — namur C, CnB — namur B, CnA — namur A, Cv — wizen; D — dewon
1 — methane zone in the Namurian formations; Cr_2 — Cretaceous; $J_2 + J_3$ — Jurassic; Carboniferous: Cw — Westphalian, CnC — Namurian C, CnB — Namurian B, CnA — Namurian A, Cv — Visean; D — Devonian

Utwory westfalu zapadają łagodnie pod kątem 3—4° w kierunku SW. Są one zdyslokowane dysjunktywnie na szereg bloków (fig. 3). Uskoki posiadają najczęściej amplitudę zrzutów w granicach od kilku do kilkudziesięciu metrów.

Nie zaobserwowano sfałdowania utworów karbońskich. Jedynie w południowo-zachodniej części złoża, w bezpośrednim sąsiedztwie zrębu Kocka, zaznacza się łagodne ich podgięcie (fig. 2).

Na karbonie leżą niezgodnie utwory mezozoiczne, reprezentowane przez jurę i kredę. Osady jurajskie o miąższości 90—120 m rozwinięte są w facji węglanowej. Osady kredy tworzy kreda pisząca i marglista oraz margle osiągające miąższość około 600 m. Utwory czwartorzędowe wykształcone są jako piaski, gliny zwałowe i lessy.

ZAKRES I METODA BADAŃ GAZONOŚNOŚCI ZŁOŻA ŁĘCZNA

Badania gazowe w otworach złożowych prowadzono metodami bezpośrednimi i pośrednimi. W laboratoriach oznaczano własności kolektorskie skał oraz przeprowadzono degazację próbek węgli i skał płonnych.

Do bezpośrednich badań gazowych należało: 1) profilowanie gazowe metanomierzem płuczkowym, 2) badanie gazoszczelnym próbnikiem GC-1, 3) opróbowanie próbnikiem złoża, 4) opróbowanie nawiercanych węgli i ich degazacja w laboratorium. Do zakresu pośrednich badań gazowych należał natomiast kompleks karotażowych metod pomiarowych wykonany we wszystkich otworach.

Krytyczna ocena metod badań gazonośności złóż węgli Lubelskiego Zagłębia Węglowego została przedstawiona w artykule jednego z autorów (A. Różkowski, 1971). W związku z tym uzupełniającego omówienia wymaga jedynie metoda degazacji próbek węgli, która w przypadku złoża Łęczna dała najpewniejsze wyniki jakościowej, a w przybliżeniu również i ilościowej oceny zawartości metanu w utworach karbonu produktywnego.

Opróbowaniem pokładów węgla dla zastosowania metody degazacji objęto 7 otworów wiertniczych, zgrupowanych w centralnej części badanego obszaru. Ponadto w 2 otworach opróbowano piaskowce w celu określenia ich gazonośności.

O stopniu dokładności ilościowego określenia zawartości metanu w węglanach metodą degazacji można wnioskować na podstawie prac naukowców francuskich (C. Bertard, B. Brnyet, J. Gunther, 1967) oraz radzieckich (m. in. W. F. Mikitczenko, 1964). Z wyników tych badań wynika, że węgiel, gdy jest poddany nagłemu spadkowi ciśnień, zmniejsza swe zdolności sorpcyjne. Kiedy średnica pobranych próbek węgla jest większa od siatki spękań węgla, prędkość desorpcji jest mała i zależna przede wszystkim od naturalnych własności węgla. Tego typu zjawisko zaobserwowano również przy opróbowywaniu rdzeni z pokładów węgla złoża Łęczna.

Poważne osiągnięcia w zakresie stosowania i interpretowania wyników metody degazacji próbek węgla posiada Główny Instytut Górnictwa w Katowicach. Z badań prowadzonych przez J. Tarnowskiego i J. Sobalę (1960) oraz J. Sobalę i T. Gotkowskiego (1965) wynika, że próbki węgla pochodzące z wyrobisk górniczych (przy gazonośności około 3 m^3 CH_4 (tonę czystej substancji węglowej) wykazywały około 25% mniej od rzeczywistej zawartości gazu w pokładach.

Przy pobieraniu próbek węgli z rdzeni warunki i możliwości ich odgazowania można w przybliżeniu uznać za podobne do występujących w wyrobiskach górniczych i w związku z tym można stosować ten sam sprawdzony współczynnik strat 1,33. Zastosowany do obliczeń (tabela 1) współczynnik winien więc rekompensować efekt desorpcji.

Określenie zawartości metanu w piaskowcach metodą degazacji ma charakter wyłącznie jakościowy. Duża porowatość piaskowców powoduje bowiem powstanie znacznych strat gazu wskutek gwałtownie przebiegającej degazacji.

GAZONOŚNOŚĆ ZŁOŻA ŁĘCZNA

Wyniki pomiarów karotażowych i profilowania gazowego metanomierzem płuczkowym wykazały brak zgazowania utworów kredowych i jurajskich występujących w nadkładzie karbonu. Świadczy o tym również skład chemiczny i gazowy poziomów wodonośnych wspomnianych formacji. W węglanowych utworach kredy i jury występują wody typu HCO_3 — Ca — Na, HCO_3 — Na oraz HCO_3 — Cl — Na. Ogólna ich mineralizacja waha się w granicach od 0,3 do 2,4 g/l. Wskaźnik hydrochemiczny $r\frac{Na^+}{Cl^-}$ kształtuje się w granicach od 1,5 do 5, co wskazuje na niski stopień przeobrażenia wód.

Wysokie wartości wskaźnika $\frac{SO_4^{2-} \times 100}{Cl^-} = 3-35$ i brak H_2S świadczą o występowaniu wód w środowisku utleniającym. W wodach brak jest mikroelementów Br i J, charakterystycznych dla wód otaczających złoża węglowodorów (W. A. Sulin, 1946). Skład gazowy wód zbliżony jest do atmosferycznego. Zawartość węglowodorów nie przekracza 0,3% objętościowych. Uwzględniając wyniki przytoczonych badań można wnioskować, że utwory mezozoiczne występują w strukturze otwartej, nie sprzyjającej akumulacji węglowodorów.

Gazonośność karbonu była rozpoznana w profilu utworów wesftalu i namuru C, lokalnie namuru A i B. Występowanie metanu w tych utworach związane jest przede wszystkim z pokładami węgla. Ponadto w piaskowcach stwierdzono obecność zgazowanych wód. Wyniki kompleksu pomiarów geofizycznych sugerują możliwość występowania w dolnych ogniwach karbonu, poniżej serii złożowej, horyzontów gazowych, przypuszczalnie wodno-gazowych.

GAZONOŚNOŚĆ SKAŁ PŁONNYCH KARBONU

Kolektorami wodno-gazowymi w profilu utworów karbonu produktywnego mogą być piaskowce i mułowce. Miąższość piaskowców w utworach westfalu waha się w granicach od 0,2 do 15 m, a w utworach namuru dochodzi do 53 m. Wapienie, ze względu na sporadyczne występowanie oraz niewielkie miąższości i słabą przepuszczalność, nie odgrywają pod tym względem większej roli.

Własności kolektorskie piaskowców były badane kompleksowo w pełnym profilu otworów Ł-5 i Ł-9. Przepuszczalność piaskowców oznaczono również w próbkach pobranych z otworów Ł-15 i Z-2. Wskaźnikowe wartości porowatości piaskowców karbońskich uzyskano także z interpretacji pomiarów karotażowych 19 otworów złożowych.

Porowatość efektywna piaskowców dokumentowanej serii złożowej westfalu, jak wynika z badań laboratoryjnych, mieści się w granicach 5,65—20,20%, a przepuszczalność 0,063—326 mdc. Dobre własności kolektorskie posiadają piaskowce stropowych ogniw serii złożowej, położone pomiędzy pokładami 325—331. Piaskowce środkowych i dolnych ogniw westfalu charakteryzują się wartościami porowatości na ogół poniżej 10% oraz przepuszczalnością nie przekraczającą zazwyczaj kilku

Zestawienie wyników degazacji próbek węgla

Symbol otworu	Głębokość spągu pokładu węgla	Stratygrafia	Typ węgli	Identyfikacja pokładów	Maksym. stwierdz. % CH_4 przy odgazowaniu	Zawartość CH_4 w m^3/tonę czystej substancji węglowej	Współczynnik strat gazu	Gazonośność w m^3 CH_4/tonę czystej substancji węglowej	Kategoria zagrożenia gazowego wg Zarządzenia Prezesa WUG z dn. 29. 70 r.	Uwagi
Ł-9	742,4		32		1,87	0,096		0,128		
	747,9		32	322	13,27	0,126		0,167		
	760,2		32		4,19	0,084		0,111		
	770,5		32	321	12,9	0,309		0,411		
	796,1		32	319/1	13,12	0,381		0,506	I kategoria	nieszczelność
	810,2	westfal	32	318	6,84	0,176		0,234		
	823,4		32	316	14,39	0,445		0,591		
	830,5		33		24,78	0,456		0,606	zagrożenia	
	831,4		34/732	315	27,82	0,576	1,33	0,766		
	832,7		32		7,74	0,274		0,364		
	895,2		34	307	11,96	0,476		0,634		
	905,8		34/732	306	22,60	0,852		1,132		
	1001,2		34/634		14,60	0,443		0,588		
	1098,7	namur	34/633		6,55	0,427		0,568		
	1154,8		34/632		17,69	0,745		0,992		
	1174,1		34/633		33,02	0,787		2,376		
Ł-14	731,0		32	324	0,30	0,0046	1,33	0,006	pokł. niegazonośny	—
		westfal								
	894,4		34/732	311	55,02	1,650		2,200	I kat. zagrożenia	
Ł-15	763,9		nie ozn.	325	0,00	0,00		0,00	pokł. niegazonośny	
	794,5		32	323/2	6,37	0,165		0,220	I kat. zagrożenia	
	817,5		32	322	0,00	0,00		0,000	pokł. niegazonośny	
	865,5	westfal	32	318	7,71	0,586	1,33	0,780		
	888,3		32	316	11,75	0,490		0,660		
	902,6		32	315/2	20,93	1,045		1,390		
	905,6		32	315/1	14,03	0,770		1,021	I kategoria zagrożenia	przypuszczalna nieszczelność
	938,8		nie ozn.	311	24,5	0,393		0,520		
	960,8		32	309	30,09	1,120		1,490		
Ł-16	880,4		32	315/1	27,94	0,387		0,515		
	901,9		nie ozn.	313	14,16	0,432		0,576	I kategoria zagrożenia	—
	918,5	westfal	34/nt	311	51,46	1,260	1,33	1,670		
	939,8		33/721	309	38,74	0,940		1,250		
	966,2		34/nt	306	47,35	1,940		2,580	II kat. zagrożenia	
Ł-17	743,85		32	324	3,77	0,019		0,026		
	751,6		32	323	1,45	0,012		0,016	I kat. zagrożenia	
	755,9	westfal	32	323/1	0,00	0,000		0,000	pokł. niegazonośny	
	771,9		33/721	322	6,04	0,143	1,33	0,191		
	807,5		32	320	12,89	0,302		0,400		
	865,35		34/732	315	29,36	0,913		1,213	I kategoria zagrożenia	nieszczelność
	1093,4	namur	34		15,17	0,550		0,730		
Ł-18	803,5		32	324	7,95	0,058		0,077		
	819,9		nie ozn.	323/1	1,52	—		0,035	I kategoria zagrożenia	—
	890,4	westfal	32	318	18,91	0,332	1,33	0,442		
	930,5		34/nt	315	14,11	0,523		0,696		
	957,7		34/732	311	35,60	1,205		1,600		
	982,7		34/nt	309	34,95	1,570		2,080		

Uwaga: Stratygrafia, typ i identyfikacja pokładów węgli wg J. Porzyckiego (1971)

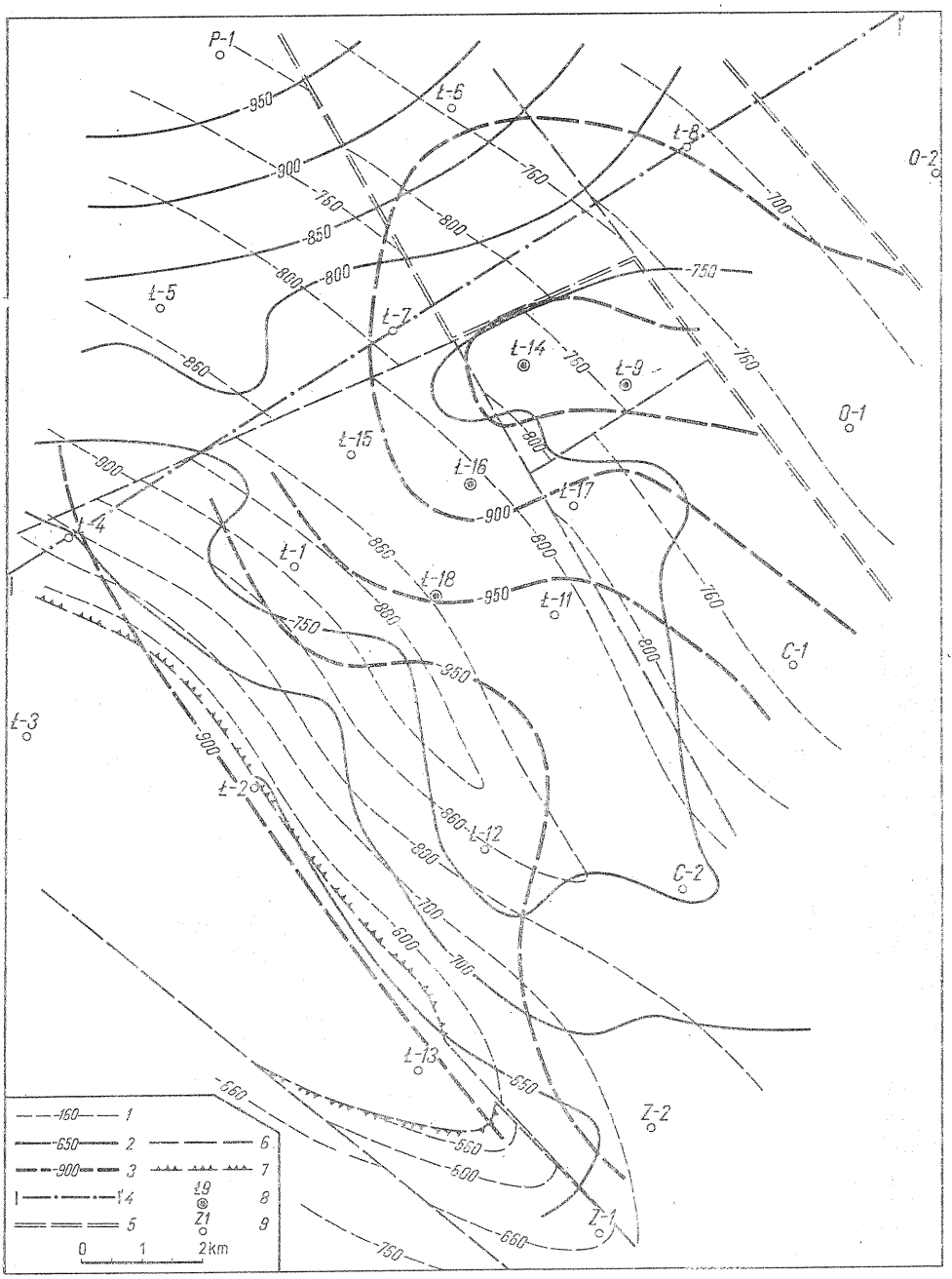

Fig. 3. Szkic gazonośności złoża

Sketch of gas content in a deposit

1 — izolinie spągu pokładu 305; 2 — przybliżony przebieg izolinii głębokości stropu strefy występowania pokładów węgli o gazonośności powyżej 2,5 m^3CH_4/tonę czystej substancji węglowej, II kategoria zagrożeń gazowych; 3 — przybliżony przebieg stropu strefy metanowej w utworach namuru; 4 — linia przekroju geologicznego I—I'; →

mdc. Uogólniając należy uznać, że piaskowce westfalu nie charakteryzują się dobrymi własnościami kolektorskimi.

Porowatości efektywne piaskowców karbońskich położonych poniżej serii złożowej, w utworach namuru B i C, mieszczą się w granicach 4,95 —19,95%. Przepuszczalność wspomnianych utworów waha się od 0,15 do 397 mdc. Generalizując te stwierdzenia można uznać, że piaskowce namuru w stosunku do piaskowców westfalu charakteryzują się wyższymi i mniej zróżnicowanymi wartościami porowatości i przepuszczalności oraz znacznymi miąższościami. Są to utwory o dobrych własnościach zbiornikowych.

Wyniki profilowania metanomierzem płuczkowym, pomiary karotażowe oraz opróbowania próbnikiem złoża wykazują brak zgazowania piaskowców w profilu serii złożowej. Nie jest jednak wykluczone, że piaskowce leżące bezpośrednio w stropie lub spągu pokładów węgla mogą zawierać wody zgazowane metanem w różnym stopniu. Zjawisko to potwierdza obecność CH_4 i wyższych węglowodorów w wodach pobranych z otworów Ł-2, Ł-9 i Ł-18. Interpretacja wyników pomiarów karotażowych wykazuje, że stopień nasycenia piaskowców wodą (Sw) wynosi na ogół 100%, natomiast parametr nasycenia wspomnianych utworów (Q) = 1—1,5. Zgazowanie górotworu wzrasta wraz z głębokością.

Wyraźna strefa zgazowania skał płonnych zaznacza się poniżej serii złożowej — w utworach namuru (fig. 2). Głębokość występowania strefy metanowej została zarejestrowana przy profilowaniu gazowym w otworach: Ł-1, Ł-2, Ł-4, Ł-6, Ł-8, Ł-11, Ł-12, Ł-14, Ł-18, C-2 i Z-2. Wychylenia metanomierza były rzędu 5% CH_4. Zgazowanie skał płonnych namuru wykazane zostało pomiarami karotażowymi w otworach: Ł-1, Ł-2, Ł-9, C-1 i O-1.

W strefie metanowej piaskowców namuru występują silnie zgazowane wody zmineralizowane. Stopień nasycenia skał wodą wynosi tu 49—63%, parametr nasycenia (Q) = 2,12 — 6,3. Występowanie strefy metanowej potwierdzają również wyniki degazacji próbek piaskowców pochodzących z otworu Ł-2 i Ł-13 (fig. 4) oraz opróbowania próbnikiem GC-1 w otworze Ł-4.

Na fig. 3 przedstawiono schematycznie głębokość ułożenia stropu strefy metanowej. Ponieważ stosowane metody badań gazonośności górotworu były mało precyzyjne, a ich wyniki nie jednoznaczne, przebieg izolinii ma charakter wyłącznie orientacyjny.

Z opisywanego szkicu wynika, że strefa metanowa w zasięgu złoża położona jest na głębokościach określonych wartościami izolinii —850

---

5 — uskoki stwierdzone; 6 — uskoki przypuszczalne; 7 — wychodnie pokładu 305; 8 — otwory z opróbowaniami węgli do degazacji; 9 — otwory wiertnicze
Uwaga: sytuacja geologiczna wg J. Porzyckiego

1 — contour lines of the bottom of seam 305; 2 — approximate course of the contour line of depth of the top in the zone of coal measures characterized by the gas content above 2,5 m³ CH_4/ton of pure carbon substance; II category of gaseous danger; 3 — supposed course of the top of methane zone in the Namurian formations; 4 — line of geological cross section I—I'; 5 — faults ascertained; 6 — faults supposed; 7 — outcrops of seam 305; 8 — bore holes where coals have been tested for degassing; 9 — bore holes

Note: geological situation according to J. Porzycki

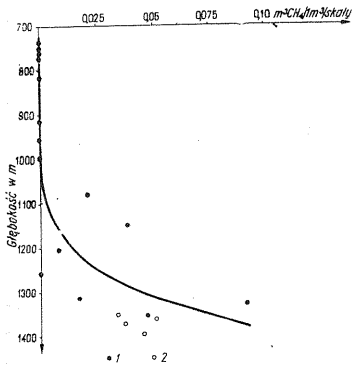

Fig. 4. Wykres zależności stopnia gazonośności piaskowców karbońskich od głębokości ich występowania
Diagram of dependence of gas content in the Carboniferous sandstones upon their occurrence depth
1 — piaskowce; 2 — wapienie i margle
1 — sandstones; 2 — limestones and marls

do —950. Zróżnicowanie głębokości uzależnione jest na ogół od struktury geologicznej złoża. Strop strefy metanowej najgłębiej położony jest w centralnej części niecki. Nie zaobserwowano tu jednak ścisłości korelacji stratygraficznej. Nie wyjaśniona została rola stref uskokowych jako dróg ewentualnej migracji gazu. Badania prowadzone przy dalszym rozpoznawaniu złoża winny uściślić położenie strefy metanowej i jej związek z budową geologiczną obszaru.

GAZONOŚNOŚĆ POKŁADÓW WĘGLA

Ze względu na małą dokładność wyników profilowania gazowego metanomierzem płuczkowym oraz nieprzydatność do tego celu metod karotażowych, określenie gazonośności pokładów oparto przede wszystkim na rezultatach degazacji próbek węgli. Zagadnienie gazonośności węgli ze względu na ograniczoną ilość opróbowań może być przedstawione wyłącznie w ogólnych zarysach, i to głównie od strony jakościowej.

Analizując gazonośność pokładów węgla złoża Łęczna można zaobserwować pewne prawidłowości:

1 —gaz zawarty w węglach jest gazem zasorbowanym;
2 — maksymalna gazonośność wiąże się z silnie uwęglonymi pokładami węgla typu 34;
3 — gazonośność węgli zwrasta wraz z głębokością;
4 — pokłady węgla o numeracji 301—327 są gazonośne.

Proces degazacji węgli wykazał, że gaz zawarty w węglach jest gazem zasorbowanym. Wszystkie pokłady węgla, z wyjątkiem występujących w stropie złoża, są gazonośne z tym, że poszczególne pokłady nie są gazonośne w zasięgu całego obszaru górniczego lub są gazonośne w różnym stopniu. Zbyt szczupła ilość informacji na ten temat nie pozwala konstruować map gazonośności poszczególnych pokładów węgla.

Obserwuje się zbieżność stopnia gazonośności i stopnia uwęglenia substancji węglanowej (tab. 1). Gazonośność węgli, podobnie, jak i stopień ich uwęglenia wzrastają z głębokością (fig. 5).

Ilościową interpretację gazonośności węgli oparto na wynikach odgazowania próbek węgli z otworów: Ł-9, Ł-14, Ł-16, Ł-17 i Ł-18. Gazonośność węgli (tab. 1) określona w m^3 CH_4/tonę czystej substancji węglanowej waha się w granicach 0,128—2,58. Zgodnie z obowiązującą kla-

syfikacją (Monitor Polski nr 5 z dnia 19. II. 1970 r.) gazonośność ta odpowiada I i II kategorii zagrożenia gazowego.

Zbyt mała ilość degazowanych próbek węgla oraz nierównomierne położenie opróbowanych otworów w zasięgu opisywanego obszaru utrudniają przestrzenne rozpoznanie pokładów węgla odpowiadających II kategorii zagrożenia gazowego. Położenie strefy podwyższonego zgazowania węgli w profilu utworów westfalu centralnej części złoża przedstawiono na wykresie zależności stopnia zgazowania węgli od głębokości ich występowania (fig. 5). Z wykresu tego wynika zróżnicowana (w granicach 900—1000 m) głębokość występowania gazonośności węgli, odpowiadających II kategorii zagrożenia. Pokłady te (o numeracji 301—306) położone są w spągu dokumentowanej serii złożowej, w strefie węgli silnie zmetamorfizowanych.

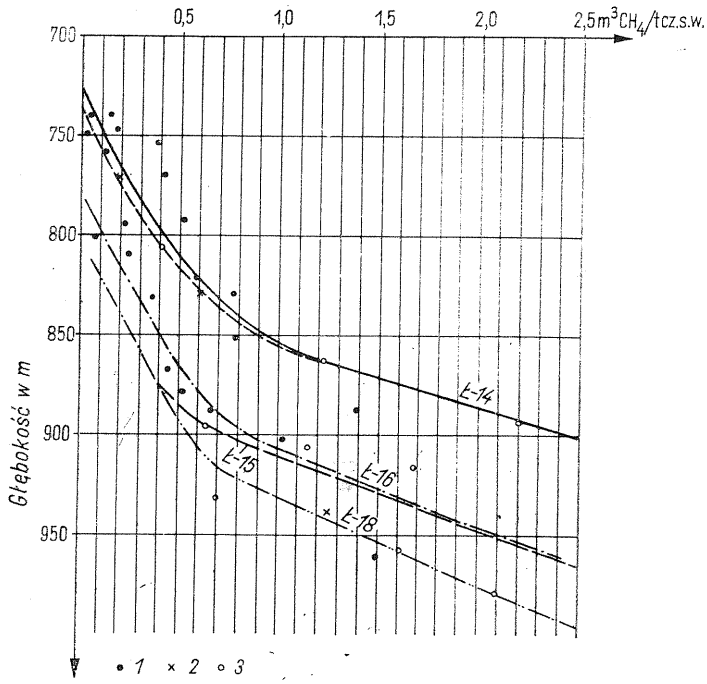

Fig. 5. Wykres zależności stopnia zgazowania węgli od głębokości ich występowania
Diagram of dependence of coal gasification degree upon their occurrence depth
1 — węgle typu 32; 2 — węgle typu 33; 3 — węgle typu 34
1 — coals of type 32; 2 — coals of type 33; 3 — coals of type 34

Na szkicu gaznośności złoża (fig. 3) przedstawiono hipoteczny przebieg stropu strefy podwyższonej gazonośności węgli odpowiadającej II kategorii zagrożenia gazowego. Do wyznaczenia tej strefy wykorzystano wyniki degazacji próbek węgli oraz uwzględniono stopień uwęglenia sub-

stancji węglowej. Sporadycznie wykorzystano również wyniki profilowania gazowego.

Z przedstawionego na fig. 3 obrazu wynika ogólna prawidłowość obniżania się strefy podwyższonej gazonośności w kierunku na północ. Prawidłowość ta ma charakter regionalny i, jak to wykazały badania przeprowadzone w 1969 r. przez X. Derdzińską i A. Różkowskiego, można ją obserwować na terenie całego Lubelskiego Zagłębia Węglowego. W południowej części złoża Łęczna pokłady węgla zaliczone do II kategorii zagrożenia mogą występować przypuszczalnie już od rzędnej —650 m n.p.m., podczas gdy w północnej jego części — poniżej —950 m n.p.m. W przypadku skrajnie na północ położonego otworu P-1 wszystkie przewiercone pokłady węgla zostały zaliczone do I kategorii zagrożeń. Należy zaznaczyć, że są to pokłady o niskich typach węgli.

Na fig. 3 izolinie stropu strefy zgazowania węgli powyżej 2,5 m^3 CH_4/1 tonę węgla przedstawiono na tle strukturalnego ułożenia spągu pokładu 305. Pozwala to na korelację gazonośności pokładów z budową strukturalną złoża. Przebieg izolinii w południowej i centralnej części złoża jest równoległy do jego rozciągłości i symuluje jego struktury. Głębokość występowania strefy podwyższonej gazonośności spłyca się na skłonie zrębu Kocka, wzdłuż granicy wyklinowywania się serii złożowej przypuszczalnie do rzędnej —650 m n.p.m. W północnej części rozpatrywanego obszaru nie obserwuje się zależności położenia opisywanej strefy od jego budowy strukturalnej. Izarytmy gazonośności 2,5 m^3 CH_4/1 tonę węgla obniżają się ku NW w granicach od —800 do —900 m n.p.m.

Jak to wynika z przytoczonych danych oraz szkicu (fig. 3), węgle zaliczone do II kategorii zagrożenia gazowego obejmują w centralnej części złoża grupę pokładów 301—310, natomiast w północnej jego części występują przypuszczalnie wyłącznie w utworach namuru.

Przedstawiony wyżej jakościowy i ilościowy schemat gazonośności węgli złoża Łęczna wymaga potwierdzenia dalszymi badaniami.

CHEMIZM GAZÓW

Określenie składu chemicznego gazów oparto na wynikach analiz pochodzących z odgazowania próbek węgla i próbek piaskowców. Do tego celu wykorzystano również wyniki analiz chemicznych składu gazowego wód oraz opróbowań próbnikiem GC-1. Poważnym mankamentem utrudniającym interpretację wyników analiz jest zapowietrzenie próbek.

Przy rozpatrywaniu wyników analiz składu chemicznego gazów występujących na różnych głębokościach w profilu geologicznym karbonu brano pod uwagę podobieństwa i różnice w ich ilościowym i jakościowym składzie. Szczególną uwagę zwrócono na bezwzględną zawartość metanu oraz obecność wyższych węglowodorów. Zawartość metanu w badanych próbkach waha się w granicach 0,0—36,0%. Wzrost zawartości CH_4 obserwuje się z głębokością opróbowania. Koncentracje wyższych węglowodorów mieszczą się w granicach: etan 0,0—0,78%, propan 0,0—1,03%, butan 0,0—0,46%. Występowanie podwyższonych zawartości tych ostatnich składników ma miejsce przede wszystkim w utworach namuru.

Oprócz węglowodorów we wszystkich próbkach stwierdzono dwutlenek węgla (0,17—4,08%) i wodór (0,0—18,84%). Resztę gazu stanowi na

ogół azot, którego zawartość waha się w granicach 62,39—94,68%. Badany gaz jest wolny od siarkowodoru oraz zawiera nieznaczne ilości helu — poniżej 0,001%. W analizowanych próbkach azot i argon w dużej mierze, a całkowita ilość tlenu są pochodzenia atmosferycznego, co wskazuje na zapowietrzenie próbek gazu. Za ostatnim zjawiskiem przemawia uśredniona wartość wskaźnika $\frac{Ar \times 100}{N_2} = 1{,}3$, która w przypadku powietrza wynosi 1,19 (J. J. Głogoczowski, 1968).

Źródłem wodoru w próbkach są przypuszczalnie reakcje chemiczne zachodzące podczas wiercenia. Wodór bowiem nie występuje w tego typu gazach.

Obecność wyższych węglowodorów, do butanu włącznie, w składzie gazowym piaskowców namuru sugeruje, że są to węglowodory powstałe częściowo w procesach bituminizacji substancji organicznej.

Gaz występujący w węglach oraz piaskowcach westfalu jest zdaniem autorów gazem powstałym w wyniku procesów uwęglania i metamorfozy substancji organicznej.

Opierając się na wynikach analiz chemicznych gazów i stosując poprawkę na zapowietrzenie badanych próbek należy wnioskować, że w profilu geologicznym złoża, uwzględniając klasyfikację A. Ł. Kozłowa (1950), zaznacza się strefowość typowa dla gazów pochodzenia węglowego.

W stropowych ogniwach westfalu występuje strefa gazów azotowych pochodzenia atmosferycznego, poniżej — w dolnych ogniwach tego piętra — strefa gazów azotowo-metanowych pochodzenia atmosferycznego i metamorficznego. Natomiast w utworach namuru zaznacza się strefa gazów metanowych pochodzenia metamorficznego. Dla potwierdzenia węglowej genezy gazów celowe jest przeprowadzenie badań izotopów stabilnych węgla C^{12}/C^{13}.

PROGNOZOWANIE GAZOWOŚCI ZŁOŻA METODĄ ANALOGII DO KOPALŃ LWOWSKO-WOŁYŃSKIEGO ZAGŁĘBIA WĘGLOWEGO

Przedłużenie Lubelskiego Zagłębia Węglowego ku południowemu wschodowi stanowi Zagłębie Lwowsko-Wołyńskie (fig. 1). Eksploatacja górnicza na tym terenie prowadzona jest już około 16 lat. W tym okresie czasu poczyniono tu szereg podstawowych obserwacji w aspekcie rozpoznawania gazonośności górotworu i gazowości czynnych tu 13 kopalń węgla (W. A. Kuszniruk, 1968). Kopalnie prowadzą eksploatację w 3 złożach: wołyńskim, zabużańskim i mieżrieczyńskim. Złoża występują w wyodrębnionych synklinach.

Warunki geologiczno-złożowe wpływając na stopień gazonośności górotworu są na obszarze Zagłębia Lwowsko-Wołyńskiego odmienne od warunków opisywanego złoża Łęczna. Zagłębie węglowe po stronie radzieckiej jest silnie zdyslokowane. Karbon produktywny reprezentowany jest tam przez utwory namuru, lokalnie westfalu. Eksploatowany jest węgiel występujący w namurze. W bezpośrednim stropie złoża znajdują się praktycznie nieprzepuszczalne w swym spągu osady marglistej kredy. Miąższość utworów kredowych waha się w granicach 80—260 m. Przepuszczalne utwory jury występują sporadycznie w postaci odizolowanych soczew.

Uwzględniając zróżnicowane warunki geologiczne, trudno stosować bezpośrednio metodę analogii złoża Łęczna do złóż Zagłębia Lwowsko-Wołyńskiego. Kopalnie węgla eksploatujące złoża mieżrieczyńskie i zabużańskie są na ogół silnie gazowe. W. A. Kuszniruk (1968) wiąże tę podwyższoną gazowość z migracją gazu systemem spękań i szczelin uskokowych z dewonem.

Złoże wołyńskie, eksploatowane na głębokości 320 m, ze względu na słabe zaangażowanie tektoniczne obszaru jest najbardziej zbliżone do złoża Łęczna. Zgodnie z wynikami badań S. N. Niedwiga (1964) gazonośność eksploatowanych tu pokładów węgla dochodzi do 2,8 m^3 CH_4/tonę węgla, a pojemność sorpcyjna próbek węgli odgazowanych w próżni wynosi 4,57 m^3 CH_4/tonę węgla. W trakcie eksploatacji obserwuje się sporadycznie występowanie „fukaczy". Ciśnienie gazu maleje wraz ze zbliżaniem się ku uskokom. Zauważa się przy tym zmniejszanie się zawartości sorbowanego gazu z 4,57 do 2,06 m^3CH_4/tonę węgla.

Przy prowadzeniu robót górniczych w kopalni Nowowołyńskiej nie zauważa się wydzielania gazu. W nie eksploatowanych od dłuższego czasu wyrobiskach zawartość metanu w powietrzu wynosi około 0,2%.

Skład chemiczny gazu pochodzącego z degazacji próbek węgli pobranych z otworów złożowych przedstawia się następująco: N_2 — 80%, CO_2 — 3%—6%, CH_4 — do 20%, węglowodory wyższe około 0,2%.

Zaobserwowano, że w gazach wydzielających się ze szczelin występujących w stropie i spągu pokładów węgla brak wyższych węglowodorów. W miarę przechodzenia ku wyższym pokładom, które są praktycznie bezgazowe, wzrasta natomiast zawartość N_2 kosztem CH_4. Fakt ten wskazuje na wzrost gazonośności wraz z głębokością oraz na występowanie pionowej strefowości chemicznej gazów, podobnie jak to ma miejsce w złożu Łęczna.

Analizowane gazy „fukaczy" posiadają skład chemiczny odmienny od tzw. gazów naftowych, powstałych w procesach bituminizacji substancji organicznej. Charakteryzują się one podwyższoną zawartością CO_2 i małą (do 1,2%) zawartością etanu i propanu. Nie stwierdzono żadnych śladów wyższych węglowodorów w gazach wydzielających się ze skał płonnych. Uwzględniając warunki występowania i skład chemiczny gazów z utworów namuru złoża wołyńskiego, S. N. Niedwiga (1964) wiąże ich pochodzenie z procesami uwęglenia pokładów węgli.

Odrębny skład chemiczny posiada natomiast gaz wydzielający się ze skał dewońskich podścielających złoże. Zawartość wyższych węglowodorów dochodzi do 3,5%. Są to typowe gazy „naftowe".

WNIOSKI

Złoże Łęczna należy zaliczyć do gazowych pól węglowych. Projektowana eksploatacja górnicza prowadzona będzie w warunkach I i II kategorii zagrożenia gazowego. Gazonośność złoża związana jest z gazonośnymi pokładami węgla kamiennego. Zawartość sorbowanego gazu w węglach wzrasta z głębokością ułożenia pokładów. Strefa zgazowania skał płonnych zaznacza się poniżej serii złożowej westfalu w utworach namuru.

Gaz występujący w utworach westfalu powstał w wyniku uwęglenia i metamorfizmu substancji organicznych. Obserwuje się zależność stop-

nia gazonośności pokładu od intensywności jego metamorfizmu. Pod względem chemicznym są to gazy zawierające głównie metan oraz podwyższone zawartości azotu. Wyższe węglowodory występują w znikomych ilościach. Gazonośność złoża Łęczna wymaga dalszego rozpoznania zwłaszcza w aspekcie ilościowym.

Oddział Górnośląski
Instytutu Geologicznego
Sosnowiec, ul. Białego 5
Przedsiębiorstwo Geologiczne
Katowice, ul. Armii Czerwonej 125a
Nadesłano dnia 15 maja 1972 r.

PIŚMIENNICTWO

BERTARD C., BRNYET R., GUNTHER J. (1967) — Determination de la concentration en gaz dèsorbable des charbons. Publ. Cerchar, nr 1778, p. 665—686. Publications Techniques des charbonnages de France, nr 12. Paris.

GŁOGOCZOWSKI J. J. (1968) — Geochemiczna charakterystyka polskich gazów azotowych. Nafta, **24**, p. 322—326, nr 11. Katowice.

KUSZNIRUK W. A. (1968) — Geologiczno-złożowa charakterystyka Lwowsko-Wołyńskiego Zagłębia Węglowego. Prz. górn., nr 10, p. 436—443. Katowice.

MIŁACZEWSKI L., ZELICHOWSKI A. M. (1970) — Wgłębna budowa geologiczna obszaru radomsko-lubelskiego. Przew. XLII Zjazdu Pol. Tow. Geol., Lublin, p. 7—23. Wyd. Geol. Warszawa.

PORZYCKI J. (1970) — Lubelskie Zagłębie Węglowe. Przew. XLII Zjazdu Pol. Tow. Geol., Lublin, p. 33—55. Wyd. Geol. Warszawa.

PORZYCKI J. (1971) — Dokumentacja geologiczna złoża węgla kamiennego Łęczna. Arch. Inst. Geol. (maszynopis). Sosnowiec.

ROZKOWSKI A. (1971) — Badania hydrogeologiczno-gazowe Lubelskiego Zagłębia Węglowego. Kwart. geol., **15**, p. 19—31, nr 1. Warszawa.

SOBALA J., GOTKOWSKI T. (1965) — Mapy zawartości metanu w węglu pokładów grupy 400, 500, 600 i 700 w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym. Pr. GIG, Komunikat nr 382, p. 303—354. Katowice.

TARNOWSKI J., SOBALA J. (1960) — Mapy gazonośności pokładów grupy 500. Pr. GIG, Komunikat nr 252, p. 4—39. Katowice.

КОЗЛОВ А. Л. (1950)—Проблемы геохимии природных газов. Москва

МИКИТЧЕНКО В. Ф. (1964)—Определение газовыделения из отторгнумого от массива угла. Уголь Украины—Декабръ, стр. 42—45. Киев.

НЕДВИГА С. Н. (1964)—Природа газоносности львовско-волынского каменноугольного месторожденна. Уголь. Украины—Август, стр. 50—52. Киев.

СУЛИН В. А. (1946)—Воды нефтяных месторождений в системе природных вод. Гостоптехиздат. Москва.

Анджей РУЖКОВСКИ, Марек СОСНОВСКИ

ГАЗОНОСНОСТЬ МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАМЕННОГО УГЛЯ ЛЭНЧНА В ЛЮБЛИНСКОМ УГОЛЬНОМ БАССЕЙНЕ

Резюме

В статье представлены результаты исследования газоносности месторождения каменного угля, расположенного в районе Лэнчной, в центральной части Люблинского угольного бассейна.

Изучение газового состояния проводилось в 1965—1971 годах, в процессе разведки и документального обоснования месторождения. Исследования были выполнены непосредственными и косвенными методами в скажинах. В широком масштабе проводились также лабораторные исследования.

Непосредственными методами были: 1) профилирование метаномером в глинистых растворах, 2) исследование газонепроницаемым испытателем GC-1 и испытателем пластов Джонсона, 3) испытание пробуренных угольных пластов и их дегазация в лаборатории. Косвенные методы исследований включали комплекс каротажных методов исследований. Исследование коллекторских свойств пород были выполнены в лаборатории.

Продуктивная серия месторождения Лэнчна связана с отложениями вестфаля, составленными алевритово-алевролитово-песчанистой фацией. Над залежью залегает комплекс каробонатных пород юры и мела мощностью около 700 *м*.

Результаты каротажных измерений и газового профилирования показали отсутствие загазированости мезозойских пород. Этот факт подтверждают также величины характерных гидрохимических показателей.

Газоносность карбона определена в разрезе отложений вестфаля и нижележащего намюра. Потенциальными водно-газовыми коллекторами продуктивного карбона являются песчаники и алевролиты, мощность которых в отложениях вестфаля колеблется в границах 0,2—15 *м*. Эффективная пористость песчаников равняется 5,65—20,20 %, в среднем — 9,2%. Проницаемость упомянутых пород колеблется от 0,063 до 326 миллидарси, в основном она равняется нескольким миллидарси. Серией, подстилающей продуктивную толщу, авляются отложения намюра, характеризующиеся значительно лучшими параметрами.

Комплексные исследования не обнаружили наличия свободного газа в разрезе продуктивной серии. Метановая зона была отмечена ниже, в отложениях намюра.

Результаты дегазации угля из отложений вестфаля и намюра, полказали наличие сорбированного газа — метана.

При анализе газоносности угольных пластов продуктивной серии наблюдаются следующие закономерности: почти все пласты авляются газовыми, максимальная газоносность связана с сильно углефицированными пластами угля типа 34, газоносность углей увеличивается с глубиной.

Газоносность углей (определенная в $м^3$ CH /тонну чистой угольной субстанции) колеблется в границах 0,128—2,58. Согласно правилам, обязывающим в этой мере, эта газоносность соответствует I и II категории газовой угрозы. Газ, залегающий в отложениях вестфаля, образовался в результате углефикации и метаморфизма органической субстанции.

Необходима дальнейшая разведка газоносности месторождения, особенно в количественном аспекте.

Andrzej RÓŻKOWSKI, Marek SOSNOWSKI

GAS CONTENT IN THE HARD COAL DEPOSIT ŁĘCZNA, THE LUBLIN COAL BASIN

Summary

The paper deals with the results of the research on gas content of the hard coal deposit situated in the region of Łęczna, within the central part of the Lublin Coal Basin. The research has been made by direct and indirect methods in bore holes. The studies comprised also a wide range of laboratory examinations.

The direct methods comprised: 1 — logging using drill mud methanometer, 2 — sampling using gas-tight sampler GC-1 and Johnstone's sampler, 3 — sampling of coal seams and degassing in laboratories. The indirect methods concerned a complex of logging measuring methods. The examination of reservoir properties of rocks have been made in the laboratories.

The deposit series of the mine field Łęczna is related to the Westphalian formations developed in the claystone-siltstone-sandstone facies. The overburden of the deposit consists of a 700 m thick complex of carbonate rocks, Jurassic and Cretaceous in age.

The results of the logging measurements and of the gas logging have proved the lack of gas in the Mesozoic formations. This phenomenon is emphasized also by the values of the characteristic hydrochemical coefficients.

The gas content of the Carboniferous has been explained in the section of the Westphalian and of the underlying Namurian deposits. Sandstones and siltstones are here the potential water-gas reservoirs of the productive Carboniferous. In the Westphalian formations their thickness ranges from 0,2 to 15,0 m. Effective porosity of the sandstones is from 5,65 to 20,20%, 9,2% on the average. Permeability of these rocks ranges from 0,063 to 326 mdc, mainly, however, it does not exceed several mdc. The Namurian formations underlying the deposit series are characterized by considerably better parameters.

The complex research works did not demonstrate the presence of free gas in the section of the deposit series. Methane zone has been observed to occur below, within the Namurian formations.

The results of the degassing process of coals from the Westphalian and Namurian formations have proved the occurrence of the sorbed gas — methane.

Analysing the gas content of the coal seams in the deposit series we can observe the following regularities: almost all the seams are gaseous; maximum gas content is related to the strongly carbonized seams of coal of type 34; and gas content increases with the depth.

The gas content of coals (determined in m^3 of CH_4/ton of pure carbon substance) ranges from 0,128 to 2,58. According to the obligatory regulations this gas content corresponds to the I and II categories of gas danger. Gas found to occur in the Westphalian formations originated due to the coalification and metamorphism of organic substance.

Additional research of the gas content of this deposit is required, particularly as concerns quantitative relations.