

Andrzej RÓŹKOWSKI

Badania hydrogeologiczno-gazowe Lubelskiego Zagłębia Węglowego

WSTĘP

Oddział Górnośląski Instytutu Geologicznego w Sosnowcu prowadzi od 1964 roku do chwili obecnej badania złóż węgla w Lubelskim Zagłębiu Węglowym. Do zakresu prac rozpoznawczych złóż węgla wchodzi również badania hydrogeologiczno-gazowe, które mają na celu określenie stosunków wodno-gazowych na tym obszarze i wynikających z nich zagrożeń przy przewidywanej eksploatacji złóż. W artykule przedstawiono stosowane metody badawcze i ich wyniki oraz scharakteryzowano warunki hydrogeologiczno-gazowe.

Lubelskie Zagłębie Węglowe obejmuje północno-wschodnie skrzydło basenu węglowego i jest przedłużeniem w kierunku zachodnim Zagłębia Lwowsko-Wołyńskiego. Od północnego wschodu i wschodu zamyka je granica państwa, natomiast od zachodu granica umowna, biegnąca wzdłuż izoliny grubości nadkładu 750 m (Z. Dembowski, J. Porzycki, 1967).

Seria węglonośna związana jest z utworami karbonu. Dotychczasowy stan rozpoznania geologicznego złóż węgla Zagłębia zawiera opracowanie Z. Dembowskiego i J. Porzyckiego (1967), stosunki hydrogeologiczno-gazowe scharakteryzowane zostały przez X. Derdzińską i A. Różkowskiego w 1969 r. a zagadnienia hydrochemiczne przez H. Jarzabek-Gałązkową (1964), H. Jarzabek-Gałązkową, B. Wrotnowską (1967), oraz G. N. Kotlicką (1969). Cennych informacji do prognozowania zawodnienia i gazowości kopalń dostarczają również wieloletnie obserwacje prowadzone w Lwowsko-Wołyńskim Zagłębiu Węglowym. Wyniki tych obserwacji znajdujemy w pracach D. P. Bobrownika (1962) oraz W. A. Kuszniurka (1968 a, b).

CHARAKTERYSTYKA GEOLOGICZNA ZAGŁĘBIA

Lubelskie Zagłębie Węglowe (fig. 1) położone jest między południowo-zachodnim krańcem platformy wschodnioeuropejskiej a strefą geosynkinalną Gór Świętokrzyskich (A. M. Żelichowski, 1964). Budowa strukturalna starszego podłoża wpłynęła na zróżnicowanie warunków sedymentacji i tektonicznego rozwoju basenu węglowego. Badania przepro-

wadzone w ostatnich latach (Z. Dembowski, J. Porzycki, 1967) wykazały, że północno-wschodnia część Zagłębia położona w strefie platformowej charakteryzuje się nie zaburzoną, łagodną, antyklinalną ułożeniem karbonu, natomiast część południowo-zachodnia jest silnie zaburzona tektonicznie. Występują tu dyslokacje typu fałdowego i uskokowego.



Fig. 1. Szkic sytuacyjny Lubelskiego Zagłębia Węglowego
Situation sketch of the Lublin Coal Basin

1 — przypuszczalna granica występowania karbonu produktywnego wg J. Porzyckiego (1967); 2 — izolinie miąższości nadkładu karbonu — 750 m wg J. Porzyckiego (1967); 3 — północna granica występowania utworów kredowych zalegających bezpośrednio utwory karbonu; 4 — Lwowski-Wołyński Zagłębie Węglowe; 5 — granice regionów hydrogeologicznych; 6 — regiony hydrogeologiczne; 7 — przekrój hydrogeologiczny

1 — supposed boundary of productive Carboniferous, according to J. Porzycki (1967); 2 — contour line of thickness of Carboniferous overburden — 750 m, according to J. Porzycki (1967); 3 — northern boundary of Cretaceous formations immediately overlying Carboniferous formations; 4 — Lvov-Volhynian Coal Basin; 5 — boundaries of hydrogeological regions; 6 — hydrogeological regions; 7 — hydrogeological section

Karbon reprezentowany jest przez utwory wizenu, namuru i westfalu. Węgloność o charakterze przemysłowym wiąże się z osadami namuru i westfalu. Miąższość serii złożowej, określona do głębokości 1000 m,

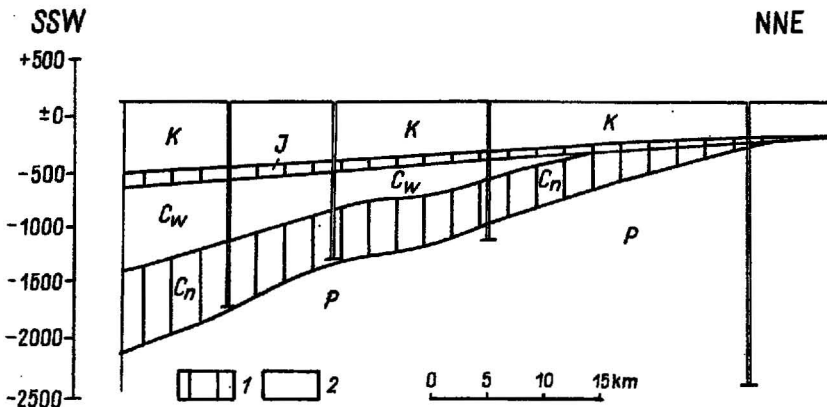


Fig. 2. Schematyczny przekrój hydrogeologiczny wzdłuż linii A—A'
Diagrammatic hydrogeological section along the line A—A'

1 — utwory wodonośne; 2 — utwory słabo- lub praktycznie bezwodne; K — kreda; J — jura; C_w — karbon — westfal; C_n — karbon — namur; P — podłoże karbonu

1 — water-bearing formations; 2 — low permeable or impermeable formations; K — Cretaceous; J — Jurassic; C_w — Carboniferous, Westphalian; C_n — Carboniferous, Namurlian; P — basement

waha się w granicach 260–570 m. Karbon produktywny wykształcony jest w postaci ilowców, mułowców i piaskowców oraz pokładów węgla i wkładek wapieni. W utworach namuru obserwuje się ogólny wzrost zapiaaszczenia warstw.

Utwory mezozoiczne, przykryte osadami czwartorzędowymi, leżą niezgodnie, niemal poziomo na utworach karbonu (fig. 2). Są one reprezentowane przez osady jurajskie i kredowe.

Osady jurajskie — wapienie, często dolomityczne w spągu — występują w centralnej i północnej części Zagłębia, w części południowej zaś uległy zerodowaniu. Miąższość opisywanych osadów waha się od kilkunastu do 140 m, wzrastając w kierunku północnym.

Stratygraficznie wyżej leży wapienno-marglisty kompleks utworów kredowych, wykształconych w facji kredy piszącej, o miąższości od 300 do 620 m z tendencją wzrostu w kierunku północnym. W północno-wschodniej części Zagłębia spągowe ogniwa tej formacji reprezentowane są przez serię piasków glaukonitowych, kilku- lub kilkunastumetrowej miąższości. W części południowej węglanowe utwory kredy leżą bezpośrednio na utworach karbońskich.

Osady czwartorzędowe osiągają większe miąższości wyłącznie w zasięgu dolin i pradolin rzecznych.

BADANIA HYDROGEOLOGICZNO-GAZOWE

Wstępne rozpoznanie stosunków hydrogeologiczno-gazowych w Lubelskim Zagłębiu Węglowym wykonane zostało w oparciu o badania prowadzone w otworach wiertniczych, złożowych, wierconych systemem obrotowym na płuczke. Otwory o przeciętnej głębokości 1200 m rurowane są zazwyczaj trzema kolumnami rur cementowanymi do wierzchu (ϕ 18/20", 14" i 9 5/8"). Ostatnia kolumna rur postawiona w stropie utworów karbonu osłania mezozoiczne utwory nadkładu złoża. W kilku otworach przeznaczonych do szczegółowych badań hydrogeologicznych zarurowana została wodoszczelnie seria złożowa kolumną rur ϕ 4 1/2" do głębokości ca 1100 m.

Badania hydrogeologiczno-gazowe prowadzono w otworach metodami bezpośrednimi i pośrednimi, laboratoryjnie natomiast określono własności kolektorskie skał oraz koncentrację zawartych w nich rozpuszczalnych soli.

Technologia i konstrukcja wierceń ograniczają jednak zakres badań poziomów wodonośnych i horyzontów gazowych metodami bezpośrednimi, w związku z tym duży nacisk położono na pośrednie metody rozpoznania.

Bezpośrednie badania hydrogeologiczne wykonane zostały w 18 otworach wiertniczych w celu oznaczenia parametrów hydrogeologicznych poziomów wodonośnych utworów karbonu produktywnego i jego nadkładu. Określenie wodonośności przeprowadza się metodą pompowania pompą głębinową, a w przypadku małych dopływów metodą szczyrpywania. Badania prowadzone są w trakcie likwidacji odwiertów. Obejmują one w większości otworów stropowe ogniwa utworów karbońskich, poniżej rur osłonowych ϕ 9 5/8" oraz bardziej wodonośne strefy utworów jurajskich i kredowych. Poziomy wodonośne są otwierane przez perforację rur osłonowych. W otworach, gdzie zarurowano utwory kar-

bonu produktywnego, wszystkie poziomy wodonośne związane z większymi wkładkami piaskowców były otwierane przez perforację. Typowanie interwałów perforacyjnych w utworach nadkładu przeprowadza się na podstawie wyników karotaży geofizycznych, jak również makroskopowych obserwacji szczelinowości i skawernowania rdzeni. Ze względu na odsłanianie poziomów wodonośnych perforacją rur osłonowych (10 strzałów /1 mb rur) uzyskane wyniki są zaniżone i wymagają współczynników korygujących. Na zaniżone wyniki wpływa ponadto kolmatacja ścian otworów płuczką wiertniczą oraz częściowe uszczelnienie por i szczelin przez cementację rur osłonowych. W celu uzyskania lepszych wyników badań bezpośrednich przewiduje się wykonywanie zagęszczonej perforacji oraz oczyszczanie odsłoniętych poziomów przy pomocy *air-lift'u*, jak również wyprzedzenie pompowań badaniami przy użyciu próbników złożowych, zapinanych w trakcie wiercenia otworu.

Dla kontroli przeprowadzonych badań konieczne będzie odwiercenie kilku otworów hydrogeologicznych, w których pompowania prowadzone będą bezpośrednio po przewierceniu poziomów wodonośnych.

Do zakresu bezpośrednich badań gazowych wchodzi: profilowanie gazowe metanomierzem płuczkowym, badania gazoszczelnym próbnikiem GC-1 oraz opróbowanie węgla do naczyń hermetycznych.

Profilowanie gazowe metanomierzem płuczkowym prowadzone jest w trakcie wiercenia wszystkich otworów złożowych dla uzyskania informacji dotyczącej głębokości występowania strefy gazonośnej. Do profilowania gazowego wykonawca — Przedsiębiorstwo Geologiczne w Katowicach — stosuje metanomieryze płuczkowe dwóch typów — JN-RPG produkcji Instytutu Naftowego w Krakowie oraz MWR — produkcji Ośrodka Badań Techniki Geologicznej w Warszawie. Profilowanie gazowe metanomierzem płuczkowym daje podstawowe informacje o gazonośności utworów karbońskich (M. Sosnowski, 1964), nie pozwala jednak na rejestrację słabo gazonośnych skał, a więc przy jego stosowaniu uzyskuje się wyłącznie dane jakościowe. Wdrażanie przez Przedsiębiorstwo Geologiczne w Katowicach metody ilościowej interpretacji wskazań metanomierza pozwoli w przyszłości na ilościowe określenie gazonośności kolektorów.

Badania gazoszczelnym próbnikiem GC-1 mają na celu stwierdzenie występowania gazu i określenie jego składu chemicznego, a więc dają również tylko wyniki jakościowe. Próbnik GC-1 stosowano wyłącznie w przypadku otrzymania pozytywnych wyników na podstawie profilowania metanomierzem płuczkowym i karotażu geofizycznego. Dobre wyniki otrzymywano w przypadku badań pokładów węgla, natomiast w skałach płonnych ze względu na obecność filtratu płuczki wyniki rzadko były pozytywne. Ze względu na zmianę konstrukcji wierconych otworów w kierunku zmniejszenia ich średnicy, badania próbnikiem GC-1 zostały ostatecznie zaniechane.

Dobre, lecz zaniżone wyniki uzyskuje się na podstawie badań zawartości gazu w węglach. Jest to najpewniejsza metoda jakościowego i w przybliżeniu ilościowego określenia zawartości metanu w utworach karbonu. Tego typu badania prowadzi się, niestety, dopiero od czasu zastosowania w wiertnictwie koronek diamentowych, dzięki którym uzyskuje się dostateczną ilość rdzenia. Bezpośrednio z rdzeniówki do naczynia

hermetycznego pobiera się około 0,7 kg rdzenia węglowego i laboratoryjnie określa się ilość i jakość sorbowanego gazu w przeliczeniu $m^3 CH_4/1$ tonę węgla. Analizy chemiczne gazu wykonuje się w PG w Katowicach na chromatografie firmy Willy i Giede typ GCHF 18. Ostatnio przedsiębiorstwo to prowadzi badania nad bardziej dokładnym pomiarem ilości sorbowanego gazu oraz nad określeniem jakościowym zgazowania skał płonnych.

Niedawno do zakresu bezpośrednich badań hydrogeologiczno-gazowych weszły opróbowania próbnikiem złoża. Zastosowanie próbników złoża i interpretacja uzyskanych przy ich pomocy wyników przedstawione są między innymi w opracowaniach R. Garncarza (1968, 1969 a, b).

Badania hydrogeologiczno-gazowe w Lubelskim Zagłębiu Węglowym prowadzi również grupa specjalistów z NRD, stosując w trakcie wiercenia otworu próbnik typu Johnston. Konstrukcja tego próbnika zabezpiecza izolację kolektora przed ciśnieniem słupa płuczki, co pozwala na określenie następujących parametrów: 1) medium zawartego w kolektorze, 2) w przypadku horyzontu gazowego jego wydajność potencjalną, 3) ciśnienie statyczne i dynamiczne poziomu wodonośnego, 4) wielkość przyprywu, 5) współczynnik przepuszczalności w jednostkach Darcy, 6) współczynnik uszkodzenia badanego horyzontu wskutek wiercenia, 7) zasięg wpływu opróbowania.

Badania przy użyciu próbnika złoża dają na ogół dobre rezultaty. Niestety, zastosowanie tej metody jest ograniczone, gdyż zapięcie próbnika wymaga odpowiedniego zarurowania otworu lub nie skawernowanych jego ścian.

Do zakresu badań pośrednich wchodzi kompleks karotażowych metod pomiarowych, które wykonuje się we wszystkich otworach złożowych. Badania geofizyczne mają na celu: wyznaczenie horyzontów gazowych i poziomów wodonośnych, określenie ich miąższości, porowatości efektywnej, przepuszczalności wody i gazu, nasycenia wodą i gazem, jak również określenie ogólnej gazonośności horyzontu na podstawie współczynnika uwielokrotnienia oraz całkowitej mineralizacji wód. Zastosowanie karotażowych metod geofizycznych do określenia parametrów hydrogeologiczno-gazowych złóż węgla kamiennych zapoczątkowane zostało na obszarze Górnośląskiego Zagłębia Węglowego (S. Plewa, 1961; J. Kowalczyk, 1964). Krytyczny przegląd wyników tych pomiarów przedstawiony jest w pracy X. Derdzińskiej (1969). Metody te z pewną modyfikacją zastosowane zostały przez Dział Geofizyki Przedsiębiorstwa Geologicznego w Katowicach również w Lubelskim Zagłębiu Węglowym. Badania karotażowe prowadzi się tu odcinkowo: przed zarurowaniem utworów nadkładu — dla rozpoznania ich podstawowych parametrów, oraz po zakończeniu wiercenia — w celu przebadania karbońskich poziomów wodonośnych i horyzontów gazowych. Obejmują one:

- pomiar BSE — sondami gradientowymi,
- profilowanie oporności płuczki rezystiwimetrycznie, dla BSE, przed i po zasoleniu,
- pomiar potencjału samoistnego PS, przed i po zasoleniu,
- profilowanie elektryczne sondą potencjałową,
- profilowanie średnicy otworu kawernomierzem,

- profilowanie oporności płuczki ze szcerpywaniem,
- profilowanie termiczne,
- profilowanie radioaktywne.

Wyniki badań geofizycznych są, niestety, mało dokładne. W utworach węglanowych nadkładu karbonu niska przepuszczalność margli i wapieni kredowych (zwiędzłych i spękanych wyłącznie w stropie kompleksu), brak przewodnych horyzontów ilastych i zróżnicowania oporności warstw lub występowanie szeregu cienkich warstewek o różnej oporności stwarzają układ bardzo niekorzystny dla interpretacji ilościowej. W związku z tym z badań geofizycznych utworów nadkładu nie uzyskuje się danych ilościowych. Jedynie sporadycznie, i to w sposób niekompletny, ma to miejsce w przypadku utworów jurajskich. Interpretacja jakościowa pozwala określić: profil litologiczny, miąższość, głębokość zalegania i względną przepuszczalność warstw. Metodami profilowania oporności płuczki, metodą szcerpywania oraz pomiarami BSE i profilowaniem PS zostaje na ogół wyznaczona stropowa strefa spękań w utworach kredy. Strefa ta charakteryzuje się podwyższoną przepuszczalnością i wyraźnym dopływem wód do otworu. Leżące niżej węglanowe ogniwa kredy określane są jako nieprzepuszczalne i nie zawodnione, co znajduje w zasadzie potwierdzenie w wynikach badań bezpośrednich.

Szczególny nacisk położono na interpretację wyników pomiarów karotażowych serii złożowej. ~~Określenie miąższości i głębokości zalegania karbońskich poziomów wodonośnych metodami geofizycznymi nie budzi zastrzeżeń.~~ Porowatość efektywna, przejmowana na podstawie nomogramów jako średnia dla piaskowców i mułowców zwięzłych i średnio zwięzłych, mieści się w granicach $9 \div 35\%$. Jest ona wyższa niż określona na podstawie badań laboratoryjnych — $3 \div 25\%$. Współczynnik przepuszczalności waha się od 90 do 600 jednostek milidarcy. Przeliczając te wielkości na współczynnik filtracji i porównując z wynikami uzyskanymi z próbnych pompowań należy przyjąć zawyżenie co najmniej jednego rzędu wielkości. Ogólnie mineralizacja wód określona na podstawie anomalii PS wykazuje rząd wielkości zbliżony do koncentracji soli oznaczonych na podstawie analiz chemicznych. Jednakże wzajemne współzależności między wielkościami mineralizacji wód z poszczególnych ławic piaskowców są często nierealne i rozbieżne, nie wykazują istniejących prawidłowości hydrochemicznych.

Gazoność utworów karbońskich jest nieznaczna i w związku z tym trudna do ilościowej, a nawet jakościowej oceny. W takich warunkach wyniki badań geofizycznych są niedostatecznie dokładne i nie dają w pełni wiarogodnego obrazu gazonośności utworów. Gazoność określona badaniami karotażowymi nie znajduje na ogół potwierdzenia przy profilowaniu metanomierzem płuczkowym oraz przy bezpośrednim opróbowaniu próbnikiem GC-1.

Dla dokładniejszej interpretacji pomiarów karotażowych należy sporządzić odpowiednie dla modelu Lubelskiego Zagłębia Węglowego paletki i nomogramy obliczeniowe. Stosowalność ich należy sprawdzić poprzez porównanie z wynikami badań bezpośrednich i laboratoryjnych.

Do zakresu badań pośrednich wchodzi również profilowanie makroskopowe rdzeni wiertniczych oraz obserwacje zachowania się i zmian parametrów płuczki w otworze.

Badania laboratoryjne prowadzone są w kierunku określenia kolektorskich własności skał oraz środowiska geochemicznego. Badania kolektorskich własności skał obejmują oznaczenia: porowatości efektywnej, odsączalności i przepuszczalności piaskowców i mułowców serii złożowej. Badania tego typu koncentrują się głównie na próbkach pobranych z otworów, w których były przeprowadzane badania bezpośrednie. W ten sposób przebadane profile otworów mają również służyć jako materiał porównawczy przy interpretacji karotaży geofizycznych.

Porowatość efektywna piaskowców i mułowców karbońskich określana jest metodą wagową po nasyceniu naftą (A. Kleczkowski, S. Mularz, 1964), odsączalność próbek — metodą drenażu kapilarnego, a przepuszczalność piaskowców — sporadycznie, prostopadle do uławicenia. Metody oznaczania porowatości i odsączalności są wystarczająco dokładne, a przy tym proste i tanie, natomiast laboratoryjne badania przepuszczalności dają wartości wyraźnie zaniżone.

Badania geochemiczne prowadzone są w celu poznania środowiska hydrochemicznego serii złożowej i mezozoicznego nadkładu. Mają one wyjaśnić ponadto (na podstawie wykonanych ekstraktów skał) warunki kształtowania się chemizmu wód oraz określić drogą pośrednią stopień mineralizacji wód.

Badania geochemiczne w Lubelskim Zagłębiu Węglowym zostały zapoczątkowane przez G. N. Kotlicką (1969). Obejmują one badania alkalizności środowiska (pH) oraz koncentracji w skałach jonów rozpuszczalnych soli. Ekstrakty skał wodą destylowaną wykonywane są przy uwzględnieniu metod opracowanych przez S. Witczaka (1965) i G. N. Kotlicką (1969). Pozwalają one określić koncentrację i typ rozpuszczalnych soli zawartych w badanych próbkach skał; wyniki ich wyrażone są w mg/1 kg powietrzno-suchej skały. Ekstrakty z octanem amonu sporządzane są w oparciu o metody zalecane przez M. L. Jacksona (1958) i F. E. Beara (1964). Mają one za zadanie określenie koncentracji wymiennych jonów w badanych próbkach, są proste w realizacji i bardzo cenne przy jakościowym rozpoznaniu środowiska hydrochemicznego serii złożowej.

*
*
*

Wyniki badań hydrogeologiczno-gazowych zestawiane są w formie dokumentacji otworowych oraz dokumentacji zbiorczych, regionalnych, obejmujących całe Zagłębie lub wydzielone jego obszary. Obecnie wykonuje się dokumentacje centralnej części Zagłębia rozpoznanej w kategorii C₂.

Do dokumentacji otworowych należą opracowania wyników: 1) próbnych pompowań, 2) badań próbnikami złożowymi, 3) kompleksowych pomiarów karotażowych dla celów hydrogeologicznych, 4) badań laboratoryjnych, 5) badań gazonośności złoża opartych o wyniki kompleksowych pomiarów geofizycznych, wykonanych metanomierzem płuczkowym i próbnikami GC-1 oraz analizy zgazowania próbek węgla.

Badania geofizyczne i gazowe prowadzone są i interpretowane przez PG w Katowicach, natomiast bezpośrednio badania hydrogeologiczne oraz badania laboratoryjne wykonywane są przez Oddział Górnośląski Instytutu Geologicznego.

Opracowania hydrogeologiczno-gazowe o charakterze regionalnym stanowią część dokumentacji złożowej Lubelskiego Zagłębia Węglowego. Wykonuje się je w trakcie dokumentowania złoża, uwzględniając budowę geologiczną na podstawie wykonanej uprzednio dokumentacji otworów.

WARUNKI HYDROGEOLOGICZNO-GAZOWE W ŚWIETLE PRZEPROWADZONYCH BADAŃ

Na podstawie przeprowadzonych badań Lubelskie Zagłębie Węglowe zostało podzielone na dwa podstawowe regiony hydrogeologiczne (fig. 1). Jako kryterium podziału posłużyła przepuszczalność i wodonośność serii produktywnej karbonu oraz jego nadkładu.

Pierwszy z regionów (I) obejmuje południowo-wschodnią część Zagłębia (fig. 1). Na obszarze tym bezpośrednio w stropie karbonu występują praktycznie nieprzepuszczalne w dolnych swych ogniwach utwory kredy (fig. 3). Seria złożowa karbonu jest reprezentowana przez utwory namuru zawierające liczne wkładki dobrze przepuszczalnych piaskowców.

Centralna i północna część Zagłębia stanowi drugi region hydrogeologiczny (II, fig. 1). Utwory karbonu przykryte są tu grubym, stukilkudziesięciometrowej miąższości kompleksem dobrze przepuszczalnych i silnie wodonośnych utworów jurajskich (fig. 3). Nad nimi występują praktycznie nieprzepuszczalne w swych dolnych ogniwach węglanowe utwory kredy, z soczewami dobrze przepuszczalnych piasków albu w spągu. Przepuszczalność górnych ogniw karbonu (westfalu) jest nieznaczna. Obserwuje się wyraźny wzrost przepuszczalności i wodonośności dolnych ogniw karbonu — namuru.

Wodonośność osadów kredy wiąże się z systemem szczelin i spękań utworów wapienno-marglistych. Podwyższone zawodnienie występuje wyłącznie w zasięgu strefy wietrzenia, gdzie współczynnik filtracji waha się od $2,3 \cdot 10^{-5}$ do $4,4 \cdot 10^{-8}$ m/sek. Poziom wodonośny piasków glaukonitowych, występujący lokalnie, stanowi poważny zbiornik wód statycznych.

Wodonośność utworów jurajskich wiąże się z systemem spękań, szczelin, pustek i por w utworach wapiennych, lokalnie dolomitycznych. Współczynnik filtracji waha się w granicach $2,6 \cdot 10^{-6}$ — $2,4 \cdot 10^{-7}$ m/sek. W profilu tych utworów obserwuje się wyraźne zróżnicowanie wodonośności, osiągające swe maksymalne wartości w części spągowej. Wody w utworach jurajskich znajdują się pod ciśnieniem kilkudziesięciu atmosfer.

Wodonośność utworów karbońskich związana jest z występowaniem kilkumetrowej na ogół miąższości wkładek piaskowców, mułowców, lokalnie wapieni. W utworach tych występują odrębne poziomy wodonośne mające charakter szczelinowo-warstwowy, charakteryzujący się współczynnikiem filtracji rzędu $1,39 \cdot 10^{-6}$ — $8,7 \cdot 10^{-8}$ m/sek. Warstwami oddzielającymi poszczególne poziomy wodonośne są wkładki ilowców. W strefach tektonicznie zaburzonych oraz w obszarach sedymentacyjnych wyklinowań warstw izolujących istnieją związki hydrauliczne pomiędzy poszczególnymi poziomami wodonośnymi. W utworach karbońskich występują wody pod ciśnieniem od 40 do 97 atm.

REGION I

REGION II

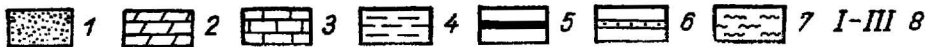
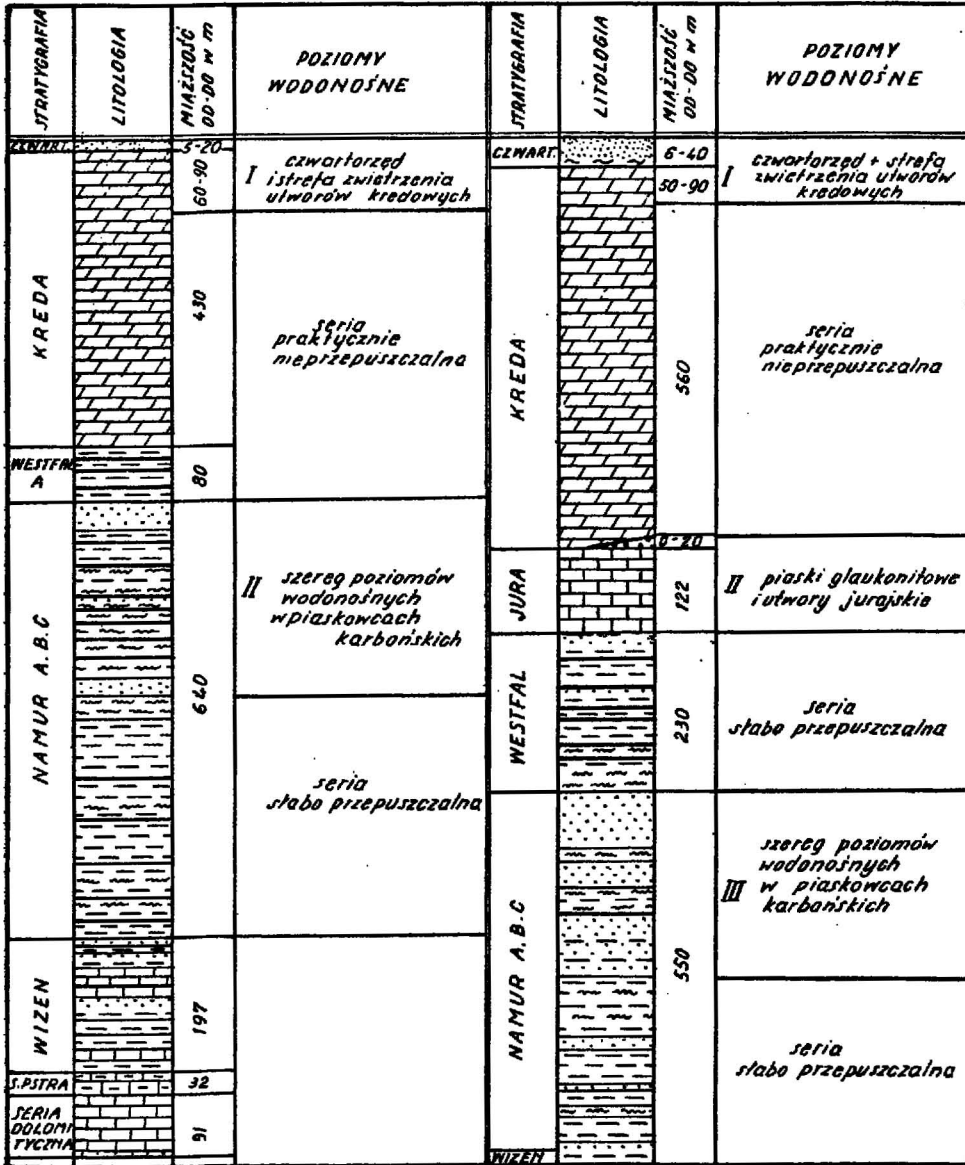


Fig. 3. Schematyczne profile I i II regionu hydrogeologicznego

Diagrammatic profiles of the hydrogeological regions I and II

1 - piaski; 2 - margle i wapienie margliste; 3 - wapienie; 4 - ilowce; 5 - pokłady węgla; 6 - piaskowce; 7 - mułowce; 8 - serie wodonośne dobrze przepuszczalne
 1 - sands; 2 - marls and marly limestones; 3 - limestones; 4 - claystone; 5 - coal seams; 6 - sandstones; 7 - siltstones; 8 - well permeable water-bearing series

W Lubelskim Zagłębiu Węglowym obserwuje się występowanie normalnej prawidłowości hydrochemicznej, zaznaczającej się wzrostem mineralizacji wód wraz z głębokością, oraz występowaniem strefowości chemicznej wyrażonej kolejnym następstwem typów wód: $\text{HCO}_3^- \rightarrow \text{HCO}_3^- + \text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}^- + \text{HCO}_3^- \rightarrow \text{Cl}^-$. Mineralizacja wód wzrasta od 0,25 g/l w utworach czwartorzędu i kredy do maksymalnych wartości 2–5,6 g/l w utworach produktywnego karbonu.

Uwzględniając zróżnicowanie profilu hydrogeologicznego Lubelskiego Zagłębia Węglowego określono prognozy dopływów wód do projektowanych kopalń w zasięgu I i II regionu hydrogeologicznego. W I regionie hydrogeologicznym ze względu na występowanie w stropie karbonu praktycznie nie przepuszczalnych marglistych utworów kredy, dopływy wód do wyrobisk górniczych pochodzą będą wyłącznie z osuszania utworów karbońskich. Ustalone dopływy wód do kopalń, obliczone metodą analogii do Lwowsko-Wołyńskiego Zagłębia Węglowego, nie będą przekraczać 2,0 m³/min.

W regionie II przewidywany dopływ wody do kopalni, pochodzący z osuszania karbońskich i jurajskich poziomów wodonośnych, będzie wynosił 7,0 m³/min. Badania gazonośności nie wykazały zgaszowania utworów mezozoicznego nadkładu.

W utworach karbońskich metan występuje głównie w postaci gazu sorbowanego w węglu oraz gazu rozpuszczonego w wodzie, częściowo gazu wolnego. Prognozy zagrożeń gazowych projektowanych kopalń można określić wyłącznie w odniesieniu do I regionu, uwzględniając wyniki przeprowadzonych badań oraz stosując metodę analogii do kopalń Lwowsko-Wołyńskiego Zagłębia Węglowego. Przewidywana gazowość projektowanych kopalń będzie tu rzędu 12 m³ CH₄/tonę wydobywania dobowego. Niedostateczne jest natomiast rozpoznanie gazonośności II regionu. Przeprowadzone tu badania wykazały występowanie w serii złożowej jedynie gazu sorbowanego w węglach. Fakt ten wskazywałby na obniżanie się strefy metanowej w kierunku północnym.

Oddział Górnośląski
Instytutu Geologicznego
Sosnowiec, ul. Białego 5

Nadesłano dnia 3 czerwca 1970 r.

PIŚMIENNICTWO

- BEAR F. E. (1964) — Chemistry of the soil. Reinhold Pub. Corp. New York.
- DEMBOWSKI Z., PORZYCKI J. (1967) — Wyniki prac geologiczno-poszukiwawczych prowadzonych w nowo odkrytym Lubelskim Zagłębiu Węglowym. Prz. geol., 15, p. 4–10, nr 1. Warszawa.
- DERDZIŃSKA X. (1969) — Określenie stosowności metod geofizycznych dla bezpośrednich badań hydrogeologiczno-gazowych w otworach wiertniczych GZW. Arch. Inst. Geol. (maszynopis). Warszawa.
- GARNCARZ R. (1968) — Interpretacja wyników uzyskanych za pomocą próbnika złoża. Techn. Poszuk., nr 27, p. 28–31. Warszawa.

- GARNCARZ R. (1969a) — Interpretacja wyników uzyskanych za pomocą próbnika złoża. Techn. Poszuk., nr 29, p. 10—18. Warszawa.
- GARNCARZ R. (1969b) — Zastosowanie próbników złoża w hydrogeologii. Techn. Poszuk., nr 30, p. 19—21. Warszawa.
- JACKSON M. L. (1958) — Soil chemical analysis. Prentice — Hall. Inc. New York.
- JARZĄBEK-GAŁĄŻKOWA H. (1964) — Stan rozpoznania składu chemicznego wód w głębszych poziomach wodonośnych rejonu lubelskiego. Kwart. geol., 8, p. 431—433, nr 2. Warszawa.
- JARZĄBEK-GAŁĄŻKOWA H., WROTNOWSKA B. (1967) — Strefowość hydrochemiczna wschodniej części Niżu Polskiego. Prz. geol., 15, p. 563—569, nr 12. Warszawa.
- KLECZKOWSKI A., MULARZ S. (1964) — Przyczynek do metodyki wyznaczania porowatości skał dla celów hydrogeologicznych. Prz. geol., 12, p. 103—105, nr 2. Warszawa.
- KOTLIČKA G. N. (1969) — Zasolenie skał karbońskich północnej części Lubelskiego Zagłębia Węglowego. Kwart. geol., 13, p. 310—321, nr 2. Warszawa.
- KOWALCZUK J. (1964) — Metody badań geofizyki wiertniczej za węglem kamiennym, wodą i gazem. Materiały XXXVII Zjazdu PTG, p. 151—168. Katowice.
- KUSZNIERUK W. A. (1968a) — Geologiczno-złożowa charakterystyka Lwowsko-Wołyńskiego Zagłębia Węglowego. Prz. gór., nr 10, p. 436—443, Katowice.
- PLEWA S. (1961) — Wykrywanie horyzontów wodnych i gazowych metodami geofizyki wiertniczej w warunkach Rybnickiego Okręgu Węglowego. Prz. geol., 9, p. 425—430, nr 8. Warszawa.
- SOSNOWSKI M. (1964) — Metoda profilowania gazowego w zastosowaniu do badań gazonośności złóż węgla w GZW. Techn. Poszuk., nr 11, p. 35—39. Warszawa.
- WITCZAK S. (1965) — Określenie stopnia zasolenia wód karbońskich na podstawie badań wyciągów wodnych z rdzeni piaskowców. Techn. Poszuk., nr 15/16, p. 53—57. Warszawa.
- ZELICHOWSKI A. M. (1964) — Zarys budowy geologicznej lubelskiego basenu karbońskiego. Prz. geol., 12, p. 401—407, nr 10. Warszawa.
- КАЛИНКО М. К. (1963) — Методика исследования коллекторских свойств кернов. Москва.
- БОБРОВНИК Д. (1962) — Львовско-Волянский камьяновугільний басейн. Киев.
- КУШНИРУК В. А. (1968 b) — Геологическое строение и тектонические особенности Львовско-Волянского каменноугольного бассейна. Киев.

Анджей РУЖКОВСКИ

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКО-ГАЗОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЛЮБЛИНСКОГО КАМЕННОУГОЛЬНОГО БАСЕЙНА

Резюме

Люблинский каменноугольный бассейн представляет собой западное продолжение Львовско-Волянского бассейна. Отложения продуктивного карбона описываемой территории на юге перекрыты известково-мергелистыми отложениями мела. В центральной и се-

верной части бассейна, непосредственно в кровле продуктивной серии залегают известняковые отложения юры, стратиграфически расположенные ниже мела. Мощность покрова колеблется в границах 400—700 м.

Гидрогеологическо-газовые исследования проводятся в разведочных скважинах непосредственными и косвенными методами. Кроме того, путем лабораторных исследований определяются коллекторские свойства пород, а также концентрация содержащихся в них растворимых солей. Технология и конструкция скважин ограничивает возможности исследований водоносных и газовых горизонтов непосредственными методами. В связи с этим большое значение приобретают геофизические методы разведки.

Непосредственные гидрогеологические исследования проводятся в процессе ликвидации скважин. Водоносные горизонты вскрываются перфорацией обсадной колонны. Выделение интервалов перфорации производится на основании макроскопических наблюдений над кернами, а прежде всего на основании результатов каротажных работ. Определение водоносности определяется при помощи откачки. Непосредственные газовые исследования включают в себя: профилирование метанометром регистрирующим количество мета на в буровом растворе, испытание газонепроницаемым пробоотборником GC-1, испытание газовым пробоотборником, а также отбор образцов угля в герметические сосуды для их разгазирования в лаборатории.

Косвенные исследования охватывают комплекс каротажных методов измерений. Целью геофизических исследований является определение основных параметров водных и газовых горизонтов карбона. Лабораторные исследования заключаются в определении: пористости, фильтрации и проницаемости песчаников, а также в приготовлении вытяжек из пород.

Результаты проведенных исследований позволили разделить Люблинский Каменноугольный бассейн на 2 основных региона, характеризующихся различной водоносностью и газоносностью.

Andrzej RÓZKOWSKI

HYDROGEOLOGICAL-GASEOUS EXAMINATIONS IN THE LUBLIN COAL BASIN

Summary

The Lublin Coal Basin is a western continuation of the Lvov — Volhynia Basin. In the southern part of the area in study the productive Carboniferous formations are covered with the limestone-marly deposits of Cretaceous age. In the central and northern parts of the basin, at the top of the depositional series, Jurassic limestones occur, situated stratigraphically below the Cretaceous formations. The thickness of the overburden strata ranges from 400 to 700 m.

The hydrogeological-gaseous examinations are made in bore holes using both direct and indirect methods. Water-bearing properties of rocks and concentration of soluble salts are determined in laboratories. Both technology and construction of bore holes restrict, however, the range of the research of water-bearing and gaseous horizons, made by direct methods. As a result of this, particular attention has been paid to the indirect methods.

The direct hydrogeological examinations are conducted during the completion of bore holes. Water-bearing horizons are being opened by perforating casing pipes. Selection of perforation intervals is made on the basis of geophysical data and on macroscopic observations of drill cores. Water yield is determined by pumping. The direct gaseous examinations comprise: logging by means of drill-mud methane indicator, sampling by means of gastight GC-1 sampler, and of Johnston packer as well as sampling of coals using hermetic vessels to degasify coal in laboratory.

The indirect examinations comprise a complex of geophysical methods. Geophysical measurements are made to determine main parameters of Carboniferous water-bearing and gaseous horizons. Laboratory examinations concern porosity, permeability and specific yield of sandstones, as well as preparation of water extracts of rocks.

The results of these studies allowed the author to subdivide the Lublin Coal Basin into two fundamental regions, which distinguish themselves by different water and gas content.