ZBIGNIEW OBUCHOWICZ
Instytut Geologiczny

PERSPEKTYWY ODKRYCIA ZŁÓŻ GAZU TYPU ZŁOŻA MARKLOWICE

WZROST ZAPOTRZEBOWANIA GAZU ZIEMNEGO i ropy jako surowców energetycznych i chemicznych powoduje zwiększenie nakładów inwestycyjnych na poszukiwania nowych złóż. Dla tych zwłaszcza surowców poszukiwania nowych złóż wybijają się na plan pierwszy. W innych mineralnych surowcach koszt eksploatacji przewyższa kilkakrotnie koszt poszukiwań. Dla ropy i gazu przewaga nakładów inwestycyjnych jest po stronie poszukiwań.

Dla ropy i gazu odkrywanie nowych złóż jest warunkiem podwyższenia a nawet utrzymania produkcji, która spada wskutek wyczerpywania starych złóż. Uwzględniając do tego wielki nasz niedobór tych surowców, poszukiwanie i odkrywanie nowych złóż jest jednym z naszych podstawowych zadań.

Wszystkie naturalne skupienia węglowodorów, z których część można wydobyć znanymi metodami w ramach ekonomicznie opłacalnych, są uważane za złoża przemysłowe.

W pełni zrozumiałe jest, że im większe złoże, tym bardziej opłacalna jest jego eksploatacja. Bardziej skomplikowana jest sprawa głębokości zalegania, np. dla złóż ropy wzrost głębokości podraża koszt eksploatacji bez istotnego zwiększenia ilości ropy w jednostce objętościowej skały — zbiornika, natomiast dla złóż gazu wzrost głębokości zalegania złoża jest czynnikiem korzystnym. Na ogół ze wzrostem głębokości zalegania złoża wzrasta ciśnienie, a tym samym wzrasta ilość gazu w jednostce objętościowej skały-zbiornika, co wiąże się z niższymi kosztami eksploatacji.

Niezmiernie ważna dla wielkości złoża i metod eksploatacji jest porowatość i przepuszczalność skał, w których są nagromadzone węglowodory. Głównym elementem regulującym porowatość i przepuszczalność skał klastycznych jest uziarnienie. Równie ważnymi elementami szczególnie dla skał węglanowych są spękania tektoniczne, szczeliny i wymycia oraz rekrystalizacja, jak np. przejście wapieni

w dolomity. Uwagi powyższe odnoszą się do złóż, w których nagromadzenie węglowodorów następuje w porach o średnicy powyżej 0,002 mm.

Odmienne warunki występują w złożach gazu, który jest nagromadzony w mikroporach o średnicy $\leqslant 0{,}002$ mm, np. w łupkach lub węglach.

Porowatość warstw karbońskich w Zagłębiu Donieckim wynosi:

piaskowce średni współczynnik porowatości 6,7%

łupki ilaste średni współczynnik porowatości 7,3%

łupki piaszczysto-ilaste średni współczynnik porowatości 8,3%

Dla porównania podaję zestawienie średniej porowatości piaskowców z Rybnickiego Okręgu Węglowego (wg St. Plewy, tab. I), brak natomiast pomiarów porowatości łupków z naszego zagłębia. Jednak cyfry z Zagłębia Donieckiego wskazują, jakiego rzędu porowatość może występować w łupkach karbońskich.

Tabela I

Piaskowce	Porowatość w proc.	Przepuszczalność w mocy
drobnoziarniste	5,8	4,32
średnioziarniste	6,2	5,60
gruboziarniste	9,0	62,00

Porowatość węgli z Rybnickiego Okręgu Węglowego mierzoną płynem (nafta) dla stwierdzenia, czy odpowiadają większym spękaniom i szczelinom, oraz przepuszczalność mierzoną powietrzem podano na tab. II. Pomiary wykonano w Głównym Laboratorium Przemysłu Naftowego. Wyniki zestawił St. Plewa (1962).

Ciała stałe mają zdolność zagęszczania gazów na swojej powierzchni, im większa powierzchnia por, tym większa zdolność absorbcji.

Teoretycznie rozważając, jaka może być wielkość powierzchni por dla kostki 1 cm^3 ciała stałego o porowatości 10% — przy różnych średnicach, ale podobnym kształcie por — stwierdzamy, że dla por o średnicy 0,01 mm wartość powierzchni por będzie 10 000 razy mniejsza niż dla por o średnicy 0,000001 mm, np. jeśli w pierwszym przypadku powierzchnia wynosi 600 cm^2, to w drugim wynosi 600 m^2 (4).

Prócz zagęszczania gazu na swojej powierzchni ciała stałe mogą go rozpuszczać albo wchodzić z nim w nietrwałe połączenia chemiczne. Ilość gazu, która może być wchłonięta i związana przez ciało sorbujące, np. węgiel lub łupek z rozsianym pyłem węglowym — wzrasta z obniżeniem temperatury i podwyższeniem ciśnienia gazu. Maleje ta ilość przy wzroście wilgotności ciała sorbującego.

Niektóre gatunki węgla mają zdolność związania w 1 cm^3 do 7—8 cm^3 metanu (4).

Gazonośność pokładów węglowych grupy 500 w ROW wyznaczona przez J. Tarnowskiego i J. Sobalę * na podstawie objawów gazowych w odwiertach waha się w granicach 8,2 m^3 do 19,7 m^3 metanu na 1 tonę węgla. Tak wysoka ilość gazu wyraźnie wskazuje, jak wielkie zasoby gazu mogą być nagromadzone w węglu lub łupkach z rozsianym pyłem węglowym jako sorbentem gazu.

Dla zobrazowania wyraźnych objawów gazowych w czasie wiercenia w warstwach karbońskich załączam wykres zawartości gazu w płuczce. Wykres wskazuje wyraźny wzrost gazu przy przewiercaniu niektórych pokładów węgla (ryc.).

Tabela II

Lp.	Typ węgla	Kopalnia	Gęstość g/cm	Porowatość, węgle nie ekstrahowane, w procentach	Przepuszczalność gazowa w mdcy węgle nie ekstrahowane	
					kierunek równoległy	kierunek prostopadły
1	31	Rymer	1,3162	1,41	nieprzep.	nieprzep.
2	31	Rymer	1,3780	1,69	40,5	15,9
3	32	Chwałowice	1,3262	2,09	89,8	12,1
4	32	Chwałowice	1,3174	1,82	4,0	—
5	33	Rymer	1,2700	2,57	4,2	2,5
6	33	Rymer	1,2763	4,49	8,9	2,8
7	34	Rymer	1,3191	1,73	2,7	—
8	34	Rymer	1,3279	2,37	2,9	—
9	35 błyszcz.	Mszana	1,3156	5,02	3,3	13,1
10	35 błyszcz.	Mszana	1,2807	3,27	9,0	118,6
11	35 matowy	Mszana	1,2720	3,02	25,9	25,8
12	35 matowy	Mszana	1,2855	1,23	4,1	2,4

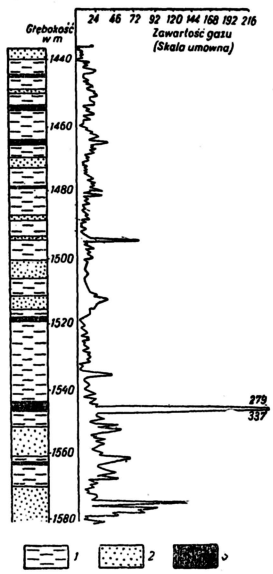
Węgle prócz spękań, szczelin mają porowatość związaną z porami o średnicy 0,01 mm do 0,00001 mm. W tego rodzaju porach występują zjawiska zagęszczania gazu, szczególnie dla por o średnicy poniżej 0,001 mm.

Dla tego rodzaju skał przepuszczalność gazu zależy od składu gazu. Najwyższa jest dla wodoru, helu, ale również wysoka jest dla

* Według danych dostarczonych przez S. Plewę.

metanu. Przepuszczalność węgli dla metanu ma szerokie granice. Wyniki publikowane z Zagłębia Donieckiego wskazują, że przepuszczalność węgli jest znacznie wyższa niż przepuszczalność łupków czy piaskowców tego obszaru, ogólnie jednak jest ona mała w porównaniu do piaskowców dobrze przepuszczalnych (tab. II).

Z powyższych uwag wynika, że istnieją szanse nagromadzenia się gazu w pokładach węgla, natomiast bardzo trudno go wydobyć. Trudność ta wyraźnie się uwypukla przy robotach górniczych, gdzie prowadzone są wyprzedzające chodniki i szereg innych zabiegów, aby odgazować węgiel przed przystąpieniem do eksploatacji węgla metodą górniczą.



Zawartość gazu (metanu) w płuczce w odwiercie Pruchna 3 (wg R. Teichmüllera i R. Webera).

1 — łupki, 2 — piaskowce, 3 — węgle

Contents of gas (methane) in drilling mud of the bore-hole Pruchna — 3 (after R. Teichmüller and R. Weber).

1 — schists, 2 — sandstones, 3 — coals.

Pomimo jednak tych trudności wiemy, że przy nagromadzeniu gazu w pokładach węgla w sąsiedztwie uskoku, tj. w strefie spękań, niekiedy istnieje możliwość eksploatacji tego gazu odwiertami.

Większe nagromadzenia gazu mają również powstawać na kontakcie niezgodnego zalegania pod przykryciem młodszymi warstwami, przy czym gaz jest nagromadzony w piaskowcach karbońskich, w pobliżu ich wychodni. Jest to złoże drugorzędne, gdyż gaz przeszedł z pokładów węgla do pokładów piaskowców.

Dla wykazania możliwości występowania złóż gazu na kontakcie powierzchni niezgodnego zalegania zostanie omówione znane złoże Marklowice.

ZŁOŻE MARKLOWICE występuje w warstwach górnego karbonu i jest najstarszym odkrytym złożem gazu na przedgórzu. Złoże Marklowice jest złożem pokładowym, stratygraficznym. Leży ono w południowo-zachodniej części zagłębia węglowego, a jednocześnie w północno-zachodniej części zapadliska przedkarpackiego. Obszar występowania złoża został obniżony w okresie tortonu i zalany morzem. Prawdopodobnie uskoki orłowski oraz michałowski, który jest zachodnią granicą złoża, powstały w okresie obniżania zapadliska przedkarpackiego.

Gaz tego złoża, gaz metanowy suchy, bez śladów cięższych węglowodorów, z zawartością 6% N_2 i śladami CO_2 i O_2, jest nagromadzony w piaskowcach o porowatości do 10%. Część piaskowców jest nieporowata i nieprzepuszczalna.

Złoże miało bardzo niskie początkowe ciśnienie statyczne, zaledwie 20% ciśnienia hydrostatycznego. Ten nieprawdopodobnie duży wzrost wydobycia zachodzący ze spadkiem statycznego ciśnienia złożowego wskazuje, że ilość gazu w porach piaskowców jest uzupełniana w miarę eksploatacji gazu. Szybkość dopływu gazu do złoża rośnie ze spadkiem ciśnienia złożowego. Prawdopodobnie obniżenie ciśnienia powoduje zaburzenie równowagi w stanie fizyko-chemicznego skupienia gazu absorbowanego w pokładach węgla lub w łupkach z rozsianym pyłem węglowym jako absorbentem i dzięki temu gaz wydziela się do większych por.

Migracja gazu do piaskowców może pochodzić z przyległych warstw jak również z warstw głębiej leżących wzdłuż szczelin uskoku michałkowickiego. Wielkość zasobów tego złoża nie może być obliczona przyjętymi metodami ze względu na specjalny, prawdopodobnie absorbcyjny charakter nagromadzenia gazu.

Na temat charakteru tego złoża wypowiedziało się wielu geologów i eksploatatorów: T. Mikucka-Regułowa, Z. Grębski, Z. Obuchowicz, H. Ogrodnik i inni — i wszyscy zgodnie uważają, że gaz jest dodatkowo dostarczany do szczelin piaskowców w okresie jego eksploatacji. Większość autorów uznaje, że gaz ten pochodzi z sąsiednich pokładów węgla i łupków z rozsianym pyłem węglowym.

Dopływ gazu do szczelin z calizny węglowej odbywa się wzdłuż odkrytej powierzchni calizny węglowej wskutek obniżenia ciśnienia w obrębie odwiertu i wywołania przez to zaburzenia stanu równowagi w nagromadzonym gazie. Dopływ gazu odbywa się tak długo, aż ustali się nowy stan równowagi, dla nowego ciśnienia.

Dopływ gazu do odwiertu odbywa się wolno i zależy od wielkości odkrytej powierzchni węgla (odwiertem albo spękaniami), od stopnia koncentracji gazu w węglu, od charakteru węgla czy łupków, w których nagromadzony jest gaz, oraz od czynnika wywołującego przepływ, np. od różnicy ciśnień wywołującej zaburzenia stanu równowagi.

Istotnym problemem, który wysuwa się jako pierwszy, jest problem powiększenia powierzchni odkrytej, wzdłuż której wydziela się gaz z pokładów węglowych.

W miarę rozwoju nowych metod wydaje się rzeczą godną doświadczeń na skalę techniczną zastosowanie uwarstwienia gazonośnych pokładów węglowych metodą szczelinowania, stosowaną w przemyśle naftowym. Tego rodzaju metoda może dać podwójną korzyść, a to szybkie odgazowanie pokładów węglowych oraz przemysłowe zasoby gazu.

W bardzo obszernej literaturze zagranicznej, dotyczącej rozwarstwienia pokładów ropnych i gazowych w przemyśle naftowym, brak publikacji co do wykorzystania tej metody dla odgazowywania węgli. Wskutek uprzejmości B. Fleszara, specjalisty od rozwarstwiania, natrafiono na jeden artykuł dotyczący stosowania tej metody w pokładach węglowych dla doprowadzenia powietrza przy podziemnym spalaniu węgla kamiennego w tzw. „gazogeneratorze". Cytowane w tej pracy (9) wyniki rozwarstwiania węgla wydają się bardzo zachęcające do zastosowania metody rozwarstwiania w celu odgazowania węgli.

Równie ważnym pośrednim czynnikiem może być zmiana temperatury.

Niezmiernie interesujące są uwagi podane przez W. L. Russela o złożach gazu, który jest eksploatowany z łupków. Złoża takie występują w stanach Wirginia i Kentucky w łupkach górnodewońskich i dolnokarbońskich. Prawdopodobnie sorbentem gazu jest pył węglowy rozsiany w tych łupkach. Złoża te dostarczają dużych ilości gazu, przy czym ciśnienie gazu jest znacznie niższe od hydrostatycznego, a produkcja takich odwiertów jest długotrwała. Według W. L. Russela, zdarzało się, że przy przewiercaniu tych łupków, nawet na sucho, udarowo, nie wystąpiły żadne objawy gazu, dopiero po zaburzeniu równowagi w stanie skupienia gazu przez torpedowanie (gwałtowne podwyższenie temperatury) następował wypływ gazu. Torpedowanie tych odwiertów przeprowadza się co kilka miesięcy w celu podniesienia spadającej produkcji.

Uwagi W. L. Russela znajdują powiązanie z przypadkowymi obserwacjami uzyskanymi przy wykonywaniu wierceń strzałowych przez Przedsiębiorstwo Poszukiwań Geofizycznych Przemysłu Naftowego w rejonie Bielsko-Andrychów w latach 1960—1961. Spośród kilkudziesięciu odwiertów strzałowych (głęb. do 25 m), założonych w strefie wychodni dolnych łupków cieszyńskich, w czterech wierceniach nastąpił wypływ gazu po odstrzale ładunku detonacyjnego. W czasie wiercenia nie obserwowano objawów gazowych. Gaz wyzwolony wybuchem, zapalony płonął jasnym płomieniem. Według informacji wiertaczy, wysokość płomienia dochodziła do 5 m. Dla likwidacji tych odwiertów musiano użyć iłu, który ubito w odwiertach, gdyż zapłukanie odwiertu gęstą płuczką nie przerwało wydobywania się gazu.

Jednoznaczne łączenie wspomnianych objawów gazu ze zjawiskiem absorbcji gazu w łupkach cieszyńskich jest przedwczesne, może ono pochodzić z soczewek wapieni występujących w obrębie górnej części dolnych łupków, jak to wyjaśnia Z. Wilczyński. Jednak wspomniane obserwacje w obrębie łupków cieszyńskich, a głównie w gazowych obszarach zagłębia węglowego zachęcają do rozpoczęcia poszukiwań złóż gazu absorbowanego. Odkrycie takich złóż w zagłębiu węglowym miałoby także ważne znaczenie dla częściowego odgazowania węgla przed jego eksploatacją.

W pierwszym etapie prac poszukiwawczych należałoby zebrać istniejące już pomiary porowatości, przepuszczalności oraz zawartości gazu w węglach i łupkach; zestawić stwierdzone ślady gazu w obrębie zagłębia, wykonać uzupełniające badania porowatości, przepuszczalności, zawartości gazu dla węgli i łupków. Prócz tego należy również uwzględnić badania łupków cieszyńskich dolnych.

Dla badań prowadzonych na obszarze zagłębia węglowego należałoby uwzględnić wnioski M. Dopity i J. Zemana dotyczące uwęglenia. Na wybranych odwiertach, które przewiercały serie węgli gazonośnych, należałoby wykonać próby odnośnie do przypływu gazu z pokładów węglowych, następnie wykonać selektywne rozwarstwianie pokładu węglowego (najbardziej gazonośnego) i wykonać próbę przypływu gazu. W razie małego wzrostu przypływu gazu należałoby wykonać dalsze rozwarstwianie powietrzem, a następnie próbę przypływu gazu.

Dla pokładów węgla, które nie będą mogły być w przyszłości eksploatowane górniczo, np. ze względu na małą ich miąższość lub w obrębie łupków z bogatym pelitem węglowym, należy wykonać doświadczalne torpedowania materiałem wywołującym wzrost temperatury. Jako odwiertów doświadczalnych można użyć również mało wydajnych odwiertów w rejonie Marklowic.

Wstępne badania dla łupków cieszyńskich należałoby przeprowadzić przez wykonanie kilku płytkich (do 30 m głęb.) wierceń w rejonie wychodni tych łupków, w sąsiedztwie odwiertów sejsmicznych, w których notowano wypływy gazu po odstrzeleniu ładunku detonacyjnego.

W dalszym etapie badań należałoby wykonać próby złóż w wybranych odwiertach głębokich, prowadzonych dla określenia zasobów węgla w zagłębiu węglowym przy zastosowaniu hydraulicznego rozwarstwiania, uwzględniając również wiercenia założone w Karpatach, np. w rejonie Cieszyna.

LITERATURA

1. Dopita M., Zeman J. — Uwęglenie pokładów w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym. „Kwart. Geol." 1958, z. 3.
2. Fleszar B. — Zagadnienie optymalnej ilości piasku do hydraulicznego szczelinowania pokładów. „Nafta" 1959, nr 12.
3. Grębski Z. — Pobór gazu ziemnego z serii węglonośnej odwiertami z powierzchni. „Gaz, Woda, Techn. San." 1955, nr 5.
4. Lidin G. D. — Gazoobilnost' kamiennougolnych szacht SSSR. Moskwa 1949.
5. Mikucka-Regułowa T. — Pole gazowe Marklowice — Świerklany. Biuletyn Tech. Inform. Biur. Projekt. Górn. Węglow. Styczeń 1959. Katowice.
6. Obuchowicz Z. — Polskie złoża gazu ziemnego. „Gaz, Woda, Techn. San." 1955, nr 5.
7. Plewa S. — Opracowanie doboru kompleksu metod geofizyki wiertniczej do wykrywania pokładów węgla kamiennego. AGH. Kraków 1962.
8. Poborski Cz. — Ujęcie metanu w kopalniach węgla. „Gaz, Woda, Techn. San." 1955, nr 5.
9. Skafa P. W., Dmitriew A. W. — Opyt gidrauliczeskogo razrywa płasta kamiennogo ugla. „Gazifikacja Uglej" 1958, nr 2.
10. Stekoll M. H. — New Light on fracturing through perforations. „Oil and Gas" 1956, nr 78.
11. Strizow I. J., Chodanowicz I. J. — Dobycza gaza. Moskwa 1946.
12. Teichmüller R., Weber R. — Zur physikalischen und geologischen Untersuchung von Steinkohlen Bohrungen. „Glückauf" 1950, nr 11/12.

SUMMARY

Discussing the known coal deposit at Marklowice, the author deals with a problem of coal degasification process carried on before its exploitation, for the gas intake to be used for public and economical purposes.

РЕЗЮМЕ

На примере известной угольной залежи в Марклёвицах автор рассматривает вопрос отгазовывания углей до их эксплуатации с целью получения газа для народного хозяйства.