ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 2003
Seria: GÓRNICTWO z.257 Nr kol.1599

Sławomir KĘDZIOR
Uniwersytet Śląski, Katowice

CHARAKTERYSTYKA STOPNIA UWĘGLENIA I ZAWARTOŚCI METANU W POKŁADACH WĘGLA W OBSZARZE LEŻĄCYM NA POŁUDNIE OD USKOKU BZIE-CZECHOWICE W GÓRNOŚLĄSKIM ZAGŁĘBIU WĘGLOWYM

Streszczenie. Celem artykułu było scharakteryzowanie zmienności stopnia uwęglenia i zawartości metanu w części Górnośląskiego Zagłębia Węglowego położonej na południe do dyslokacji Bzie-Czechowice. Na podstawie wyników oznaczeń zawartości części lotnych, wilgoci, stosunku atomowego H/C oraz refleksyjności witrynitu na próbkach węgla pochodzących z otworów wiertniczych stwierdzono, iż stopień uwęglenia wzrasta w kierunku południowym od uskoku Bzie-Czechowice do płaszczowin karpackich i w pokładach zalegających w ich obrębie jest najwyższy. Wysokiemu stopniowi uwęglenia towarzyszy niska metanonośność pokładów węgla. Współzależność metanonośności i stopnia uwęglenia jest wyraźniejsza w pokładach węgla zalegających pod płaszczowinami karpackimi, o czym świadczą silniej ujemne wartości współczynników korelacji pomiędzy metanonośnością a zawartością części lotnych i stosunkiem atomowym H/C.

COALIFICATION DEGREE AND METHANE CONTENT IN COAL SEEMS IN THE AREA TO THE SOUTH OF BZIE-CZECHOWICE FAULT IN THE UPPER SILESIAN COAL BASIN (POLAND)

Summary. The aim of the paper is to describe coalification degree and coalbed methane content in the part lying to the south of Bzie-Czechowice dislocation in the Upper Silesian Coal Basin. The results based on the analysis of volatiles content, moisture content, H/C atomic ratio as well as vitrinite reflectance of samples taken from the boreholes have shown increasing of the coalification degree to the south direction from Bzie-Czechowice dislocation towards the Carpathian nappes. The coalification degree shows the highest value in the coal seems lying under the nappes whereas the methane content is lowest there. The relationship between methene content and the coalification degree is more clear in the coal seems lying under Carpathian nappes because the coefficients of correlation between methane bearing potential and the volatiles content and H/C ratio are more negative.

Wprowadzenie

Celem niniejszego artykułu jest scharakteryzowanie zmienności stopnia uwęglenia oraz zawartości metanu w rejonie nasuniętych płaszczowin karpackich.

Problematyce jakości węgla pod nasuniętymi utworami fliszowymi Karpat poświęcono wiele opracowań, np. [1] [2] [8]. Wynika z nich, że stopień uwęglenia generalnie wzrasta w pokładach węgla zalegających pod nasunięciem karpackim. Natomiast zawartość metanu w pokładach węgla w kierunku płaszczowin wykazuje tendencję spadkową [5] [6]. W Górnośląskim Zagłębiu Węglowym (GZW) nie wykazano wyraźnego związku stopnia uwęglenia pokładów z ich metanonośnością. Wydaje się jednak, iż w przypadku pojawiania się czynników tektonicznych sprzyjających uwęglaniu i migracji gazów (w tym przypadku nasuniętych od południa płaszczowin karpackich) zależność pomiędzy sygnalizowanymi wielkościami może być znaczna. Dokonano porównawczego zestawienia profili otworów wiertniczych z kompletem oznaczeń dotyczących stopnia uwęglenia i metanonośności pokładów.

Obszar badań położony jest na południe od regionalnej dyslokacji Bzie-Czechowice i charakteryzuje się odmiennym rozkładem zawartości metanu w serii węglonośnej [7] oraz wysokim stopniem uwęglenia pokładów [8] w stosunku do pozostałych części GZW. Pod względem położenia geologicznego omawiany obszar znajduje się w obrębie południowej części niecki głównej, w zasięgu nasuniętych od południa płaszczowin karpackich. W budowie geologicznej tego obszaru udział biorą utwory karbonu górnego, który wykształcony jest w postaci serii: paralicznej, górnośląskiej piaskowcowej (warstwy rudzkie i siodłowe) oraz fragmentów mułowcowej (warstwy załęskie). Łączna miąższość utworów karbońskich w badanym obszarze wynosi kilka tysięcy metrów. Na zerodowanej i bardzo urozmaiconej morfologicznie powierzchni karbońskiej zalegają niezgodnie utwory ilaste i piaszczyste miocenu w postaci molasy zapadliska przedkarpackiego, o zmiennej miąższości, do ponad 1000 m w wymyciach erozyjnych karbonu. Od południa na miocen nasuwają się utwory fliszowe Karpat wieku kredowego uformowane w postaci płaszczowin podśląskiej i śląskiej.

Celem niniejszej pracy jest przedstawienie zróżnicowania parametrów uwęglenia i metanonośności w obszarze przykrytym utworami fliszowymi, a także poza ich zasięgiem oraz ukazanie ich wzajemnej zależności i przyczyn sygnalizowanych różnic.

2. Metodyka pracy

Opracowanie bazuje na zestawieniu ośmiu profili otworów wiertniczych, z których pochodzą próbki węgla wykorzystane do badań dotyczących stopnia uwęglenia pokładów oraz zawartości metanu. W niniejszej pracy stopień uwęglenia wyrażony jest następującymi oznaczeniami:

- zawartość części lotnych w stanie suchym i bezpopiołowym (V^{daf}),
- zawartość wilgoci (W),
- stosunek atomowy H/C bazujący na analizie elementarnej węgla w stanie daf,
- refleksyjność witrynitu (R_0).

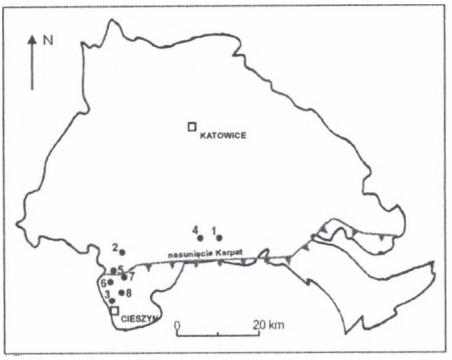
Oznaczenie zawartości metanu bazuje na metanonośności pokładów (M), czyli na objętości metanu w jednostce masy czystej substancji węglowej [$m^3CH_4/Mg\ C^{daf}$].

Interpretując dane R_0 posłużono się wartościami średnimi dla każdej z serii litostratygraficznej karbonu górnego wg [4].

Profile otworów wiertniczych zestawiono obok siebie kolejno w kierunkach N-S i W-E w celu ukazania kierunkowej (poziomej) oraz pionowej zmienności wyżej wymienionych parametrów, a także podano ich wartości minimalne, maksymalne oraz średnie. Ponadto obliczono współczynniki korelacji pomiędzy poszczególnymi parametrami uwęglenia i zawartością metanu dla każdego otworu.

Otwory wiertnicze zostały zestawione w taki sposób, że dwa z czterech obejmują swymi profilami utwory fliszowe Karpat, natomiast pozostałe dwa przewiercają wyłącznie miocen. W każdym profilu zaznaczono miąższość i stratygrafię nadkładu karbonu (rys. 2 i 3).

Zestawienie wykorzystanych w pracy otworów oraz badań ukazuje rys.1.



Rys. 1. Lokalizacja otworów wiertniczych wykorzystanych w niniejszym opracowaniu
Fig. 1. Location of the bore holes used in this article 1- Bestwina IG-1 (Be-IG 1), 2-Bzie Dębina 50 (BD 50), 3-Cieszyn IG-1 (Ci IG 1), 4-Czechowice IG-1 (Cz IG 1), 5-Kaczyce 20 (Ka 20), 6-Kaczyce 10 (Ka 10), 7-Kaczyce 23 bis (Ka 23 bis) 8-Zamarski IG-1 (Za IG-1)

3. Opracowanie wyników i dyskusja

Zmienność parametrów uwęglenia i metanonośności rozpatrzono w kierunku poziomym (lateralnie) oraz pionowym wraz z głębokością.

Zmienność poziomą ukazują wartości minimalne, maksymalne oraz średnie parametrów charakteryzujących uwęglenie i zawartość metanu, zestawione w tabl.1

Parametry uwęglenia w obszarze badań są zróżnicowane. Minimalna zawartość części lotnych wynosząca 5,26% występuje w otworze Kaczyce 23 bis, którego profil litostratygraficzny obejmuje utwory fliszowe Karpat. Tak niska zawartość części lotnych w tym otworze może być także wynikiem obecności intruzji magmowych. Wartość maksymalną (35,98%) zanotowano w otworze Czechowice IG-1 poza nasunięciem karpackim, we wschodniej części obszaru badań. Najmniejsza wartość średnia dla poszczególnych profili otworów (18,05 %) występuje w otworze Cieszyn IG-1 w obrębie nasunięcia (tabl. 1).

Podobny trend widoczny jest w przypadku zawartości wilgoci. Wartość minimalną wynosząca 0,26% zanotowano także w otworze Kaczyce 23 bis, a więc pod nasunięciem Karpat. Tak samo jest i w przypadku wartości maksymalnej, która wynosi 9,11% i występuje w otworze Czechowice IG-1. Najmniejszą wartość średnią zawartość wilgoci (0,65%) zanotowano w otworze Zamarski IG-1 również pod nasunięciem Karpat.

Stosunek atomowy H/C obrazuje stopień uwęglenia. Jego mniejsza wartość oznacza większe przeobrażenie substancji węglowej [3]. Wartość najmniejszą H/C (0,20) zanotowano w otworze Kaczyce 10 pod nasunięciem Karpat, największą (0,81) w otworze Kaczyce 20. Minimalna wartość średnia (0,60) występuje w profilu otworu Cieszyn IG-1.

Refleksyjność witrynitu (R_o) jest najdokładniejszym parametrem odzwierciedlającym stopień uwęglenia [9]. Zestawienie średnich wartości R_o dla otworów wiertniczych w rozbiciu na serie litostratygraficzne karbonu zawiera tabl. 2

Na podstawie powyższych danych można stwierdzić, iż większe wartości refleksyjności występują w otworach Cieszyn IG-1 i Zamarski IG-1, które przewiercają flisz karpacki.

Odmiennie sytuacja przedstawia się w przypadku metanonośności pokładów. Największą zawartość metanu (10,83 $m^3CH_4/Mg\ C^{daf}$) odnotowano w otworze Bzie-Dębina 50 na północy obszaru badań, poza strefą nasunięcia Karpat, w sąsiedztwie uskoku Bzie-Czechowice, najmniejszą (0,01 $m^3CH_4/Mg\ C^{daf}$) w otworach Zamarski IG-1, Kaczyce 23 bis w strefie nasunięcia oraz w otworze Bestwina IG-1 poza nasunięciem. Ogólnie biorąc, zawartość metanu w badanym obszarze jest niższa niż w przyległym rejonie na północ od zespołu

uskoków Bzie-Czechowice. Zmniejsza się w sposób wyraźny w pokładach węgla bezpośrednio pod nasunięciem Karpat.

Tablica 1

Wartości maksymalne, minimalne oraz średnie uwęglenia i zawartości metanu w poszczególnych otworach wiertniczych

Nazwa otworu	Analizowane parametry			
BD 50	Metanonośność M [m^3CH_4/MgC^{daf}]	Zawartość części lotnych V^{daf} [%]	Wilgoć W [%]	Stosunek atomowy H/C
Wartość maks.	10,83	34,14	9,30	0,80
Wartość min.	0,14	14,69	1,37	0,63
Wartość śred.	4,81	29,24	3,87	0,72
Ka 20	M	V^{daf}	W	H/C
Wartość maks.	5,12	33,73	3,60	0,81
Wartość min.	0,03	23,80	2,30	0,64
Wartość śred.	2,33	27,42	2,94	0,71
Ka 10 (flisz)	M	V^{daf}	W	H/C
Wartość maks.	0,80	26,55	2,81	0,71
Wartość min.	0,04	18,06	2,06	0,20
Wartość śred.	0,41	24,74	2,54	0,61
Ci IG 1 (flisz)	M	V^{daf}	W	H/C
Wartość maks.	4,09	20,16	0,99	0,66
Wartość min.	0,23	16,59	0,54	0,58
Wartość śred.	2,49	18,05	0,74	0,60
Cz IG 1	M	V^{daf}	W	H/C
Wartość maks.	2,47	35,98	9,11	0,78
Wartość min.	0,01	26,14	0,84	0,64
Wartość śred.	0,20	20,67	4,47	0,72
Ka 23 bis (flisz)	M	V^{daf}	W	H/C
Wartość maks.	4,5	26,70	1,24	0,74
Wartość min.	0,01	5,26	0,26	0,29
Wartość śred.	0,98	21,22	0,77	0,63
Za IG 1 (flisz)	M	V^{daf}	W	H/C
Wartość maks.	0,13	23,85	0,86	0,69
Wartość min.	0,01	14,81	0,30	0,56
Wartość śred.	0,50	19,98	0,65	0,61

Tablica 2

Wartości średnie R_o [%] w poszczególnych seriach litostratygraficznych karbonu dla otworów wiertniczych wg [4]

Nazwa otworu	Seria mułowcowa	Górnośląska seria piaskowcowa	Seria paraliczna
Ka 20	0,98	1,02	1,38
Za IG-1 (flisz)		1,27	1,59
Ci IG-1 (flisz)			1,50
Cze IG-1	0,85	0,99	1,17
Be IG-1	0,72	0,80	0,82

Wraz z głębokością zalegania pokładów obserwowany jest spadek zawartości części lotnych i wilgoci, a także stosunku atomowego H/C oraz wzrost refleksyjności witrynitu (tabl. 2). Tendencja ta zgodna jest z regułą Hilta. Najsilniej trend ten widoczny jest w otworach przewiercających flisz karpacki (rys. 2 i 3).

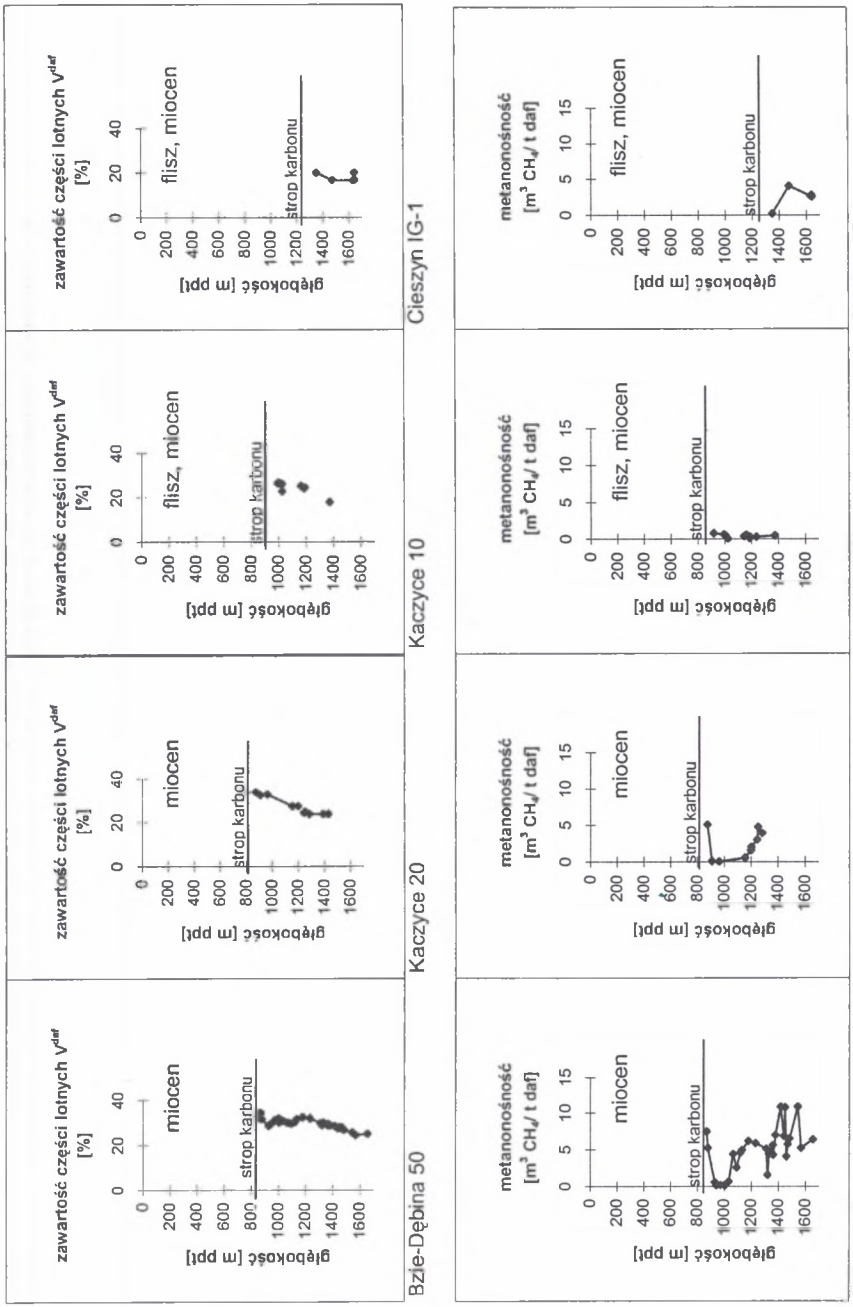
Pionowy rozkład zawartości metanu obejmuje dwie strefy metanonośne – wtórną, zlokalizowaną na niewielkiej głębokości tuż pod nadkładem mioceńskim (gazy migracyjne) oraz pierwotną, umiejscowioną na pewnej głębokości poniżej (gazy migracyjne i autochtoniczne), (ryc. 2 i 3). Obie te strefy rozdzielone są strefą minimalnych metanonośności, w których zawartość metanu spada do poniżej 0,1 m^3CH_4/ Mg C^{daf}.

Obliczone współczynniki korelacji pomiędzy zawartością metanu i poszczególnymi parametrami uwęglenia w skali poszczególnych otworów wykazują zróżnicowanie w zależności od ich lokalizacji (tabl. 3). Z powodu braku danych dotyczących refleksyjności witrynitu (R_o) z poszczególnych próbek węgla wielkość ta została pominięta przy obliczaniu współczynników korelacji.

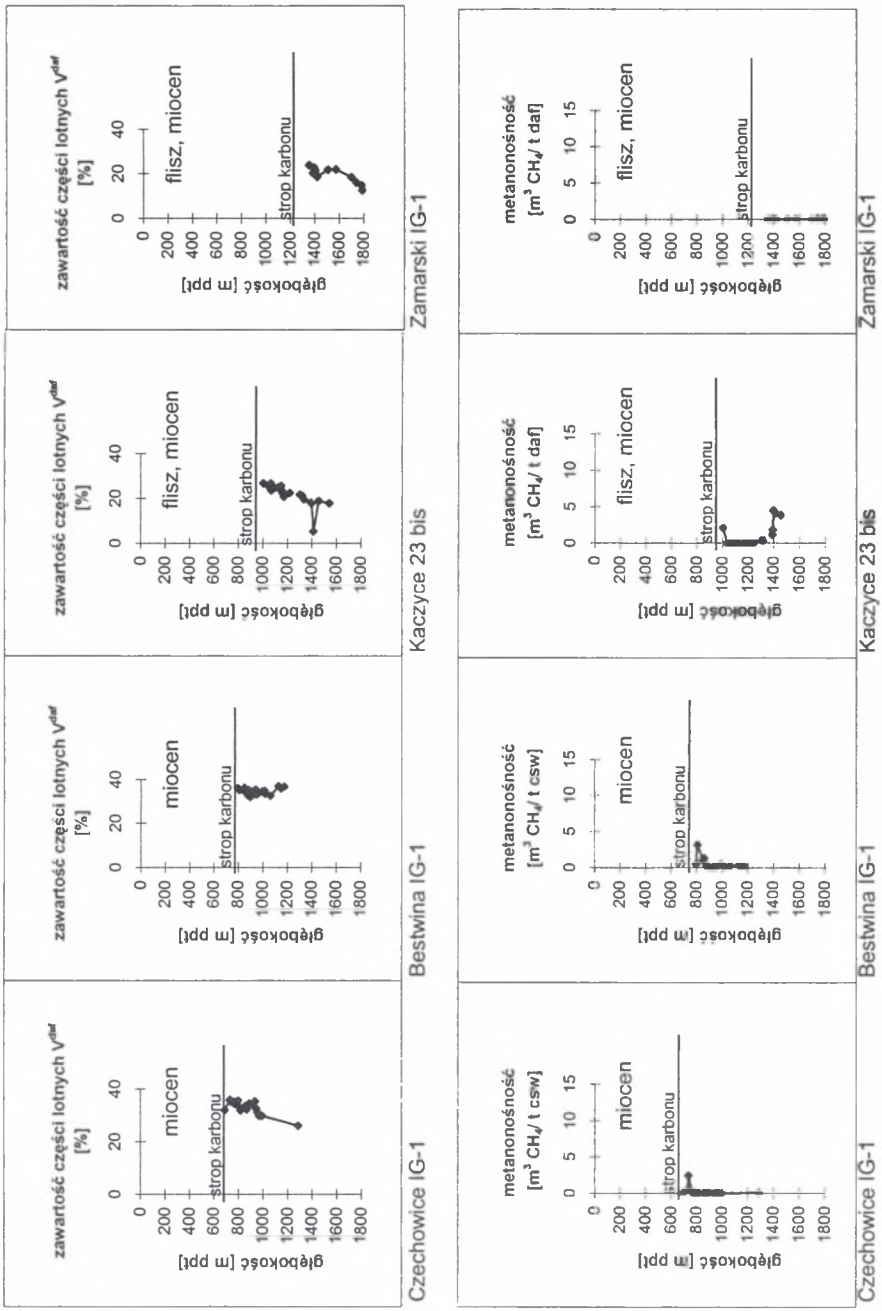
Tablica 3

Zestawienie współczynników korelacji metanonośności (M) z poszczególnymi parametrami uwęglenia w skali poszczególnych otworów

Nazwa otworu	Współczynniki korelacji M z		
	V^{daf}	W	H/C
BD 50	-0,31	-0,40	-0,29
K 20	-0,34	-0,15	0,11
K 10 (flisz)	-0,08	0,07	-0,18
Ci IG-1 (flisz)	-0,60	0,68	-0,71
Be IG-1	0,22	0,30	0,28
K 23 bis (flisz)	-0,67	-0,02	-0,43
Cz IG-1	-0,22	-0,06	0,25
Za IG-1 (flisz)	-0,72	-0,29	-0,41



Rys. 2. Pionowy rozkład zawartości części lotnych i metanonośności w otworach wiertniczych zestawionych w kierunku N-S
Fig. 2. Vertical distribution of volatiles and methane bearing potential in boreholes placed in N-S direction



Rys. 3. Pionowy rozkład zawartości części lotnych i metanonośności w otworach wiertniczych zestawionych w kierunku E-W

Fig. 3. Vertical distribution of volatiles and methane bearing potential in boreholes placed in E-W direction

Zestawione w tabl. 3 współczynniki korelacji ukazują brak ścisłej zależności pomiędzy stopniem uwęglenia i zawartością metanu w pokładach. Należy jednak zwrócić uwagę na to, że w przypadku otworów zlokalizowanych w obrębie płaszczowin karpackich współczynniki korelacji metan/części lotne oraz metan/stosunek atomowy H/C są silniej ujemne niż w otworach poza ich zasięgiem.

Przedstawione wyniki jednoznacznie wskazują na to, iż w obszarze badań stopień uwęglenia pokładów rośnie w kierunku południowym i ze wschodu na zachód. Wskazuje na to spadek zawartości części lotnych, wilgoci oraz stosunku atomowego H/C, a także wzrost refleksyjności witrynitu. Najsilniej uwęglone pokłady występują pod płaszczowinami karpackimi (otwory Cieszyn IG-1 i Zamarski IG-1), co jest zgodne z wynikami wcześniejszych badań.

Silnie uwęglonemu węglowi pod nasunięciem towarzyszy niska jego metanonośność, która nie przekracza 6 $m^3CH_4/Mg\ C^{daf}$. Współczynniki korelacji pomiędzy metanonośnością i zawartością części lotnych oraz stosunkiem atomowym H/C są silniej ujemne w obrębie nasunięcia, co sugerowałoby większą odwrotną zależność zawartości metanu od stopnia uwęglenia niż poza zasięgiem omawianego nasunięcia.

Jak wykazują badania [2] [8], większy stopień uwęglenia w rejonie Karpat może być spowodowany silnym działaniem ciśnienia i temperatury, wywołanym nasuwającymi się od południa płaszczowinami karpackimi. Przegrzane pokłady węgla (niewykluczony jest także i udział w tym intruzji magmowych) traciły zaadsorbowane produkty gazowe (zwłaszcza metan), które za pośrednictwem spękań i uskoków (utworzonych także pod wpływem nasuwających się płaszczowin) migrowały do stref chłodniejszych, zlokalizowanych poza zasięgiem wspomnianych utworów fliszowych Karpat i następnie akumulowały w pokładach, które były w stanie zaadsorbować migrujące gazy (metan) [por. 10]. Dowodem na to może być zwiększająca się metanonośność pokładów w kierunku północnym – od płaszczowin do uskoku Bzie-Czechowice. Znaczne ilości metanu (powyżej 10 $m^3CH_4/Mg\ C^{daf}$) występują dopiero w pobliżu wspomnianej dyslokacji [6], gdzie udokumentowano kilka złóż metanu zarówno sorbowanego, jak i wolnego.

Możliwości udokumentowania większych złóż metanu w bliskim sąsiedztwie płaszczowin karpackich są raczej niewielkie z uwagi na stosunkowo małą zawartość metanu w serii węglonośnej.

4. Wnioski

1. Stopień uwęglenia pokładów w obszarze badań generalnie wzrasta w kierunku południowym i pod nasuniętymi płaszczowinami karpackimi jest najwyższy.
2. Silnie uwęglonemu węglowi pod nasunięciem towarzyszy niska jego metanonośność, co może być wynikiem przegrzania pokładów wskutek nasuwających się od południa Karpat i w konsekwencji ucieczki gazów w miejsca chłodniejsze na północy badanego obszaru.
3. Zależność pomiędzy stopniem uwęglenia i zawartością metanu jest wyraźniejsza w pokładach zalegających pod nasunięciem karpackim, na co wskazują silniej ujemne współczynniki korelacji pomiędzy metanonośnością i zawartością części lotnych oraz metanonośnością i stosunkiem atomowym H/C.

LITERATURA

1. Bocheński T.: Bolewski A.: Wpływ nasunięcia karpackiego na jakość węgli Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Biul. IG., Warszawa 1950.
2. Gabzdyl W.: Geologia złóż węgla - złoża świata. Wyd. Geol. Warszawa 1994.
3. Hunt J. M.: Petroleum geochemistry and geology W. H. Freeman and Co., San Francisco 1979.
4. Jurczak-Drabek A.: Atlas petrograficzny Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. PIG, Warszawa 1996.
5. Kędzior S.: Rozkład pionowy metanonośności złoża węgla kamiennego Morcinek. Mat. XXIV Symp. Geologia formacji węglonośnych Polski, Kraków 2001, str. 39-44.
6. Kędzior S.: The Influence of Tectonic Factor on Methane Bearing Capacity in Chosen Areas of the Upper Silesian Coal Basin. Polish Geological Institute, Special Papers, v. 7, Warszawa 2002, str. 143-147.
7. Kotarba M., Pękała Z., Daniel J., Więcław D., Smolarski L.: Rozkład głębokościowy zawartości metanu i węglowodorów wyższych w utworach węglonośnych górnego karbonu Górnośląskiego Zagłębia Węglowego [w:] Opracowanie modeli oraz bilansu generowania i akumulacji gazów w serii węglonośnej Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Ney R., Kotarba M. (red), Centrum PPGSMiE PAN, Kraków 1995, str. 61-74.
8. Kotas A.: Atlas geologiczny Górnośląskiego Zagłębia Węglowego PIG, Warszawa 1983.
9. Kruszewska K., Dybova - Jachowicz S.: Zarys petrologii węgla. Wyd. Uniw. Śl., Katowice 1997.
10. Tarnowski J.: Geologiczne warunki występowania metanu w Górnośląskiej Niecce Węglowej. Zesz. Nauk. Polit. Śląskiej,s. Górnictwo, z.166, Gliwice 1989.

Recenzent: Dr hab. inż. Krystian Probierz, prof. nzw. w Pol. Śl.

Abstract

This paper presents general information about variability of coalification degree and methane content in a part lying to the south of Bzie-Czehowice dislocation in the Upper Silesian Coal Basin. There are Carpathian nappes in south part of investigated area. The aim of the paper is to describe the coalification degree and coalbed methane content in coal seems lying close to the Carpathian nappes and under them. In this paper coalification is described by following parameters:

- volatiles [%]
- moisture [%]
- H/C atomic ratio
- vitrinite reflectance [%]

Methane content is presented by methane bearing potential which means the methane volume in mass unit [Mg] of dry ash free (daf) coal [m3CH4/Mg Cdaf].

The results of parameters given above were taken from the deep coal boreholes.

In the investigated area the coalification degree increases to the south direction from Bzie-Czechowice dislocation towards the Carpathian nappes. The coalification degree showes the highest value in the coal seems lying under the nappes whereas the methane content is lowest there. The relationship between methene content and the coalification degree is more clear in the coal seems lying under Carpathian nappes because the coefficients of correlation between methane bearing potential and the volatiles content and H/C ratio are more negative.

The reasons of this changeability and relationship mentioned above are probably connected with the high rock temperature and high dynamic pressure caused by thrusted from the south Carpathian nappes. The presence of the nappes has intensified rock fissuering process which could have involvment with the methane migration to the areas of lower rock temperature. The areas in which methane content is significantly high are concentrated in some distance from the zone of Carpathian thrust. It takes place in the immediate vacinity of Bzie-Czechowice dislocation where some methane deposits were identified.

Occurrence of methane resources in the immediate vicinity of the Carpathian is unlikely to have been because of low amount of methane in coal seams.