ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 2005
Seria: GÓRNICTWO z. 268 Nr kol. 1696

Małgorzata LEWANDOWSKA,
Politechnika Śląska, Gliwice

CHARAKTERYSTYKA WARUNKÓW PALEOTERMICZNYCH OBSZARU NIECKI BYTOMSKIEJ

Streszczenie. Przedstawione wyniki oznaczeń paleotemperatur karbońskiego masywu skalnego. Oszacowano także wartości paleotemperatur, na podstawie oznaczeń średniej refleksyjności witrynitu wykorzystując nomogramy Karweila i Bosticka oraz metodę Barkera i Pawlewicza.

CHARACTERISTICS OF THE PALEOTHERMAL CONDITION OF THE BYTOM SYNCLINE

Summary. The results of determination of the Carboniferous rock massif paleotemperature were presented. The paleotemperature values were determined on the basis of vitrinite reflectance estimation with the use of Karweil's and Bostick's nomograms and the Barker and Pawlewicz's method.

1. Wprowadzenie

W pracy scharakteryzowano stopień uwęglenia i warunki paleotermiczne panujące w północnej części Górnośląskiego Zagłębia Węglowego (GZW), tj. w karbońskiej niecce bytomskiej (rys.1). Charakterystyki tej dokonano na podstawie danych dotyczących refleksyjności witrynitu uzyskanych dla próbek bruzdowych z pokładów węgla.

Obszar badań obejmuje swym zasięgiem obszary górnicze ZG Centrum, ZG Bytom II, ZG Bytom III oraz ZG Piekary.

2. Budowa geologiczna obszaru badań

W omawianym obszarze występują warstwy karbonu produktywnego serii paralicznej, górnośląskiej serii piaskowcowej oraz serii mułowcowej [2]. W nadkładzie warstw karbońskich oprócz czwartorzędu występują również utwory triasu. Czwartorzęd stwierdzono prawie na całym obszarze badań, wyjątek stanowi centralna część niecki bytomskiej, gdzie na powierzchni odsłaniają się utwory triasu. Osady czwartorzędowe, to przede wszystkim plejstoceński zespół osadów glacjalnych (gliny zwałowe, piaszczyste itp.) oraz fluwioglacjalnych (piaski, żwiry, iły zastoiskowe). Miąższość utworów czwartorzędowych waha się w granicach od 0 do 35 m, średnio ponad 10 m.

Utwory triasowe, podobnie jak utwory karbońskie, zalegają na omawianym obszarze w postaci niecki, której oś jest równoległa do osi niecki karbońskiej, jest jednak przesunięta o ok. 500–1000 m na północ. Występujący na obszarze badań profil utworów triasowych jest niepełny i nie obejmuje triasu górnego. Trias wykształcony jest jako: warstwy tarnowickie, dolomity kruszconośne, warstwy gogolińskie oraz utwory pstrego piaskowca. Podobnie jak dla całej facji triasu germańskiego, w obszarze badań obserwuje się dwudzielność warstw triasu (ze względu na brak triasu górnego, nie występuje tu trzecie ogniwo litologiczne triasu germańskiego – iły kajpru i retyku). Trias dolny i środkowy, oraz najniższy ret tworzą utwory przeważnie piaszczysto-żwirowe. Na tym piaszczysto-ilastym kompleksie zalega dolomityczno-marglisto-wapienny kompleks skał górnego retu i wapienia muszlowego. Warstwy dolomitu kruszconośnego charakteryzują się okruszcowaniem szczelinowo-porowym, o znaczeniu złożowym (złoże rud cynku i ołowiu). Warstwy triasu zalegają dyskordantnie na utworach karbońskiej formacji złożowej, a upady warstw triasowych nie przekraczają na ogół 5°. Łączna miąższość utworów triasu waha się w granicach od 140 do 200 m.

Karbon na omawianym obszarze reprezentowany jest przez utwory górnokarbońskiej formacji węglonośnej. Są to:

- warstwy załęskie (partia spągowa) – westfal A,
- warstwy rudzkie *sensu stricte* – namur C,
- warstwy siodłowe - namur B,
- warstwy brzeżne – namur A.

Warstwy załęskie dolne – reprezentowane są przez pokłady 403, 404 i 405, wyższych

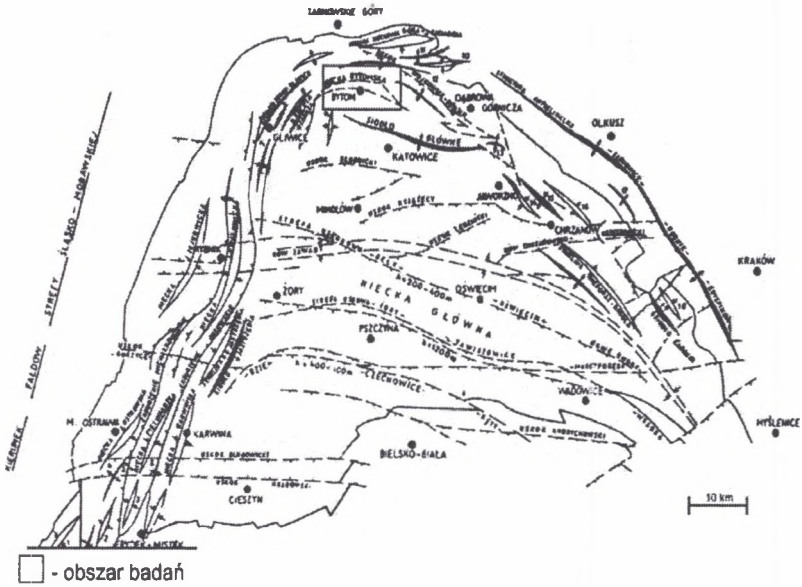
pokładów tych warstw nie stwierdzono. Łączna miąższość tych warstw dochodzi do 180 m, a ich zasięg ograniczają podtriasowe wychodnie. W profilu warstw załęskich dominują iłowce z licznymi przewarstwieniami mułowców i piaskowców.

Warstwy rudzkie (*sensu stricte*) – największą miąższość osiągają w centralnej części obszaru badań (ZG Centrum), a reprezentowane są przez pokłady 406–419. W profilu warstw rudzkich, występują zarówno piaskowce, jak i mułowce oraz iłowce. Łączna grubość pokładów węgla tych warstw dochodzi nawet do 30 m, co daje średnią węglonośność 6,4 %.

Warstwy siodłowe – miąższość tych warstw jest stosunkowo niewielka i wynosi około 150 m. Pokłady węgla w tych warstwach są stosunkowo nieliczne, ale cechują się znaczną miąższością. Sumaryczna grubość pokładów: 501, 503, 504, 506, 507 i 510 wynosi około 28 m, a średnia węglonośność warstw wynosi około 18,5 %. Oprócz pokładów węgla warstwy siodłowe reprezentowane są głównie przez grube ławice piaskowców i zlepieńców z cienkimi przeławiceniami iłowców i mułowców.

Warstwy porębskie – stanowią najwyższe ogniwo warstw brzeżnych. Warstwy te cechują się dwudzielną budową litologiczną – w partii stropowej tych warstw obserwuje się wyraźną przewagę iłowców nad mułowcami i piaskowcami, natomiast poniżej pokładu 615 stwierdza się zjawisko odwrotne – wśród grubych ławic piaskowcowo-mułowcowych występują nieliczne warstwy iłowcowe. W obszarze niecki bytomskiej udokumentowano pokłady 605, 606, 610, 615 i 620. Łączna miąższość warstw porębskich w obszarze badań szacowana jest na ponad 300 metrów. Niższe ogniwa karbonu produktywnego nie zostały, w obszarze badań, udokumentowane, natomiast na podstawie danych z sąsiednich obszarów (np. zlikwidowana KWK Centrum-Szombierki) znane jest występowanie warstw jaklowieckich, bez znaczenia złożowego i warstw gruszowskich, z jednym pokładem – 816.

Obszar badań położony jest w północnej części Górnośląskiego Zagłębia Węglowego, w obszarze niecki bytomskiej. Skrzydło północne charakteryzuje się łagodniejszymi kątami zapadania (maksymalnie do 17° w kierunku południowym), w stosunku do skrzydła południowego, gdzie notowane są upady sięgające lokalnie nawet 50°. W obszarze niecki bytomskiej występuje szereg uskoków, z których największe mają przebieg prawie południkowy (NNW-SSE, NNE-SSW), np. uskok radzionkowski



Rys. 1. Szkic tektoniki obszaru badań
Fig. 1 The tectonic sketch of the study area

3. Metodyka badań

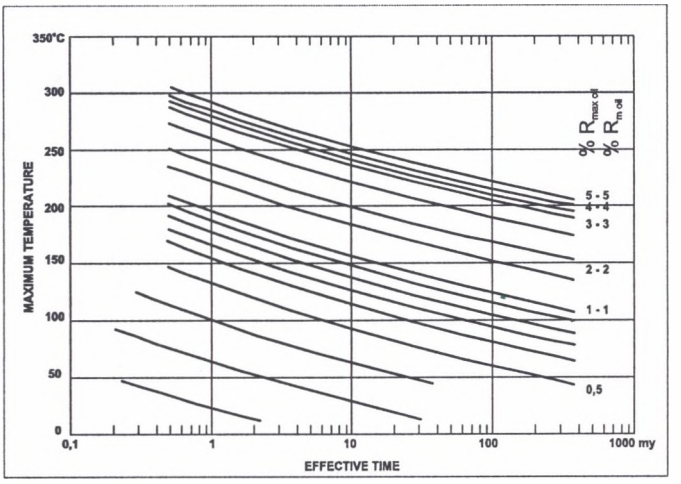
Stopień uwęglenia materii organicznej określono na podstawie znajomości refleksyjności witrynitu. W tym celu przeprowadzono oznaczenia średniej refleksyjności witrynitu na próbkach węgla z pokładów. Dane dotyczące refleksyjności witrynitu uzupełniono wynikami uzyskanymi z kopalń. Próbki własne (21 próbek bruzdowych) pochodzą z obszaru ZG Centrum, natomiast z obszarów ZG Bytom II i III oraz ZG Piekary dane uzyskano z kopalń oraz z archiwum Głównego Instytutu Górnictwa.

Z pobranych próbek wykonano preparaty ziarnowe – brykiety (poniżej 1 mm) i na tak przygotowanych próbkach wykonano oznaczenia średniej refleksyjności witrynitu. Wykonano je mikroskopem Axioskop firmy Zeiss w spolaryzowanym świetle odbitym przy powiększeniu 500 × stosując ciecz imersyjną o współczynniku załamania światła n_0=1,5180, w temperaturze 297 K i przy długości fali świetlnej λ=546 nm.

W pracy przyjęto założenie, że bezpośrednim odzwierciedleniem maksymalnych temperatur, panujących w masywie skalnym w historii geologicznej, jest stopień uwęglenia materii organicznej. Należy przy tym zaznaczyć, że stopień uwęglenia zależy zarówno od

temperatury, jak i czasu jej oddziaływania, zwanego w literaturze efektywnym czasem grzania (EHT – *effective heating time*) oraz ciśnienia (rys. 2). Przyjmuje się jednak, że ciśnienie panujące w masywie skalnym ma większe znaczenie w początkowym stadium procesu przemiany struktury materii organicznej, a więc na etapie węgli brunatnych, głównie miękkich. W późniejszych stadiach uwęglania ciśnienie raczej nie sprzyja wzrostowi stopnia uwęglenia, przeciwdziała bowiem przyrostowi temperatury.

W celu oszacowania wartości paleotemperatur zastosowano nomogram Bosticka oraz metodę Barkera i Pawlewicza [1, 6]. Nomogram Bosticka pozwala na kalkulację trzech zmiennych, tj. czasu, temperatury i stopnia uwęglenia. Czas jest tu czasem geologicznym, w którym zdeponowane osady podlegały „efektywnemu grzaniu", czyli ich temperatura znajdowała się pomiędzy 15 °C, a maksymalną temperaturą występującą w masywie skalnym. Przyjęto, na podstawie wcześniejszych badań, że EHT = 20 mln lat [3]. Temperatura jest maksymalną „zanotowaną" temperaturą skał[1] (T_{max}), natomiast stopień uwęglenia zdeterminowany jest przez refleksyjność witrynitu R_r.



Rys. 2 Zależność między efektywnym czasem grzania, maksymalną temperaturą skał oraz refleksyjnością witrynitu (R_{max}, R_m), wg Bostick [6]

Fig. 2 Relationschip beetwen the effective heating tim, maximum temperature of rock andvitrinite reflectance (R_{max}, R_m), after Bostick [6]

Metoda Barkera i Pawlewicza pozwala na uzyskanie maksymalnych paleotemperatur jedynie na podstawie znajomości stopnia uwęglenia materii organicznej tj. refleksyjności witrynitu R_o, co wyrażone jest równaniem:

[1] analogia do „termometru maksymalnego"

$$\ln(R_r) = 0{,}0078T_{max} - 1{,}2 \quad (1)$$

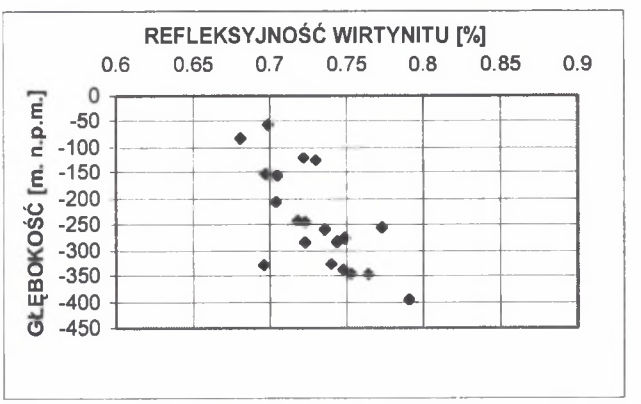
Na podstawie wyznaczonych wartości średniej refleksyjności oraz głębokości zalegania opróbowanych pokładów obliczono gradienty uwęglenia, natomiast po oszacowaniu wartości paleotemperatur obliczono wartości gradientów paleotermicznych.

4. Analiza wyników badań

Dysponowano zarówno próbkami własnymi pochodzącymi jedynie z obszaru ZG Centrum, jak i danymi dotyczącymi całej niecki bytomskiej, uzyskanymi z kopalń i archiwum Głównego Instytutu Górnictwa (GIG). Dlatego też oddzielnie analizowano obszar ZG Centrum i obszar całej niecki bytomskiej.

W obszarze górniczym ZG Centrum opróbowano pokłady warstw rudzkich, tj. 414/1 i 419 oraz pokłady warstw siodłowych, tj. 501/1, 504 i 510 (warstwa górna). Pobrano łącznie 21 próbek węgla z przedziału głębokościowego (-57) – (-395) m n.p.m. Wszystkie pobrane próbki pochodziły z północnego skrzydła niecki bytomskiej.

Wartości średniej refleksyjności witrynitu (R_r) węgli w opisywanym obszarze zmieniają się w zakresie od 0,68–0,79 % (s=0,03–0,05) (tabl. 1), a reflektogramy są jednomodalne o wąskiej podstawie bez luk. Analizując zmienność refleksyjności z głębokością pobrania próbek zaobserwowano, że wartości średniej refleksyjności witrynitu wraz ze wzrostem głębokości rosną. Współczynnik korelacji tych parametrów jest dość duży i wynosi r=0,71 (rys. 3).



Rys. 3 Zależności średniej refleksyjności witrynitu od głębokości w obszarze ZG Centrum na podstawie próbek własnych

Fig. 3 Relationschip beetwen mean vitrinite reflectance and depth in the coal mine Centrum

Obliczony na podstawie równań korelacyjnych gradient uwęglenia wynosi 0,02 %R_r/100 m. Ze względu na zbyt małą liczbę próbek w poszczególnych pokładach i bardzo nierównomierne opróbowanie nie było możliwe przeprowadzenie analizy rozkładu średniej wartości refleksyjności witrynitu w opróbowanych pokładach. Uwzględniając wyznaczone wartości średniej refleksyjności witrynitu w analizowanych pokładach oszacowano wartości maksymalnych paleotemperatur (T_{max}). Wartości paleotemperatur, uzyskane przy zastosowaniu nomogramu Bosticka, zmieniają się w zakresie 114–126 °C. Natomiast wartości paleotemperatur uzyskane przy zastosowaniu metody Barkera i Pawlewicza zmieniają się w zakresie 104–124 °C. Na podstawie uzyskanych wartości paleotemperatur oraz głębokości zalegania opróbowanych pokładów, oszacowano średnie wartości gradientów paleotermicznych, które w obszarze KWK Centrum wynoszą około 3,6 °C/100 m.

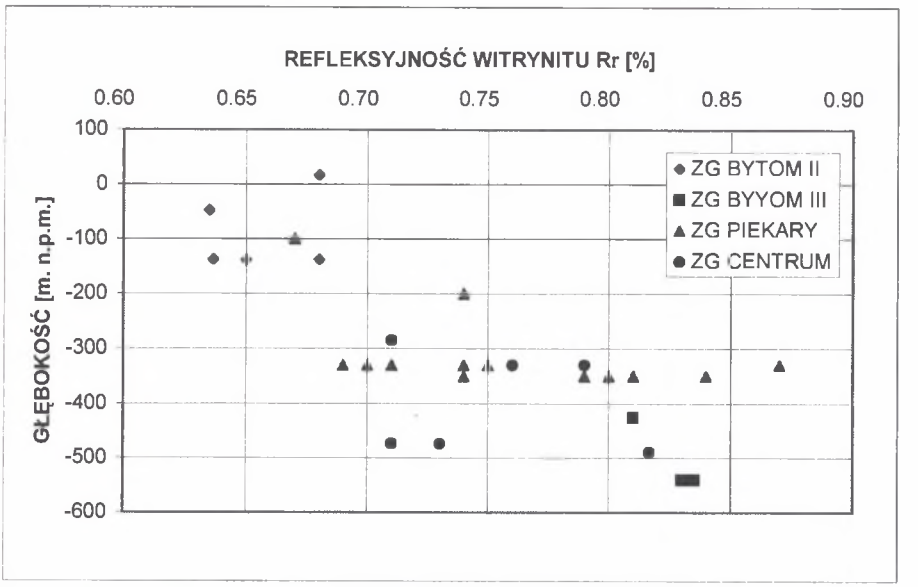
Rozpatrując obszar całej niecki bytomskiej analizie poddano próbki uzyskane z kopalń oraz archiwum GIG.

Analizowane próbki węgla pochodziły z warstw rudzkich, tj. z pokładów 414/1, 416/2, 418 i 419, z warstw siodłowych, tj. z pokładów 501/1, 504, 507, 509 i 510 (warstwa górna) oraz z warstw porębskich, tj. z pokładów 605, 606, 610, 615, 616, 620 i 621. Dysponowano 30 próbkami węgla z przedziału głębokościowego (+16) – (-540) m n.p.m. Z obszaru ZG Bytom II pochodziło 5 próbek, z obszaru ZG Bytom III 4 próbki, z obszaru ZG Piekary 14 próbek oraz z obszaru ZG Centrum 7 próbek.

Wartości średniej refleksyjności witrynitu (R_r) węgli w obszarze niecki bytomskiej zmieniają się w zakresie od 0,64–0,87 % (s=0,03–0,05) (tabl. 1). Analizując rozkład wartości średniej refleksyjności witrynitu z głębokością występowania zaobserwowano wzrost wartości średniej refleksyjności witrynitu wraz ze wzrostem głębokości. Współczynnik korelacji tych parametrów jest dość duży i wynosi r=0,70 (rys. 4).

Obliczony na podstawie równań korelacyjnych gradient uwęglenia wynosi 0,03 %R_r/100 m. Ze względu na niewielką liczbę próbek w poszczególnych pokładach nie było możliwe przeprowadzenie analizy rozkładu średniej wartości refleksyjności witrynitu w poszczególnych pokładach. Uwzględniając wyznaczone wartości średniej refleksyjności witrynitu w analizowanych pokładach oszacowano wartości maksymalnych paleotemperatur (T_{max}). Wartości paleotemperatur, uzyskane przy zastosowaniu nomogramu Bosticka, zmieniają się w zakresie 109–135 °C. Natomiast wartości paleotemperatur uzyskane przy zastosowaniu metody Barkera i Pawlewicza zmieniają się w zakresie 96–136 °C. Na podstawie uzyskanych wartości paleotemperatur oraz głębokości zalegania opróbowanych

pokładów oszacowano średnie wartości gradientów paleotermicznych, które w obszarze ZG Centrum wynoszą około 5,57 °C/100 m.



Rys. 4 Zależności średniej refleksyjności witrynitu od głębokości w obszarze niecki bytomskiej na podstawie danych uzyskanych z kopalń
Fig. 4 Relationschip beetwen mean vitrinite reflectance and depth in the Bytom syncline

Tablica. 1

Stopnia uwęglenia i paleotemperatur w obszarze niecki bytomskiej.

REJON	głębokość [m.n.p.m.]	R_o [%]	Gradient R_o [%R_o/100m]	T_{max} [°C] według Bosticka dla EHT=20 mln lat	T_{max} [°C] według Barkera i Pawlewicza	Gradient Paleotermiczny [2] [°C/100m]
ZG CENTRUM (próbki własne)	-57 —-395	0,68 – 0,79	0,020	114 — 126	104 — 124	3,64
ZG CENTRUM (próbki z kopalń)	-285 —-490	0,71 – 0,82	0,030	108 — 129	110 — 128	5,57
ZG Bytom II (próbki z kopalń)	+16 —-138	0,64 – 0,68		109 — 114	96 — 104	
ZG Bytom III (próbki z kopalń)	-426 —-540	0,81 – 0,84		128 — 132	127 — 131	
ZG Piekary (próbki z kopalń)	-100 —-350	0,67 – 0,87		103 — 135	103 — 136	

4. Podsumowanie

Przeprowadzone badania wykazały, że pokłady węgla warstw rudzkich, siodłowych i porębskich w rejonie niecki bytomskiej charakteryzują się niskimi wartościami średniej refleksyjności witrynitu. W rejonie ZG Centrum R_r = 0,68–0,84 %, w rejonie ZG Bytom II i Bytom III R_r = 0,64–0,84 natomiast w rejonie ZG Piekary R_r = 0,67–0,87. Zaobserwowano, że zarówno w rejonie ZG Centrum, jak i w obszarze całej niecki bytomskiej, wartości refleksyjności witrynitu rosną z głębokością, a parametry te wykazują dobrą korelację przy współczynniku korelacji r=0,70–0,71. Oszacowany natomiast, na podstawie wartości refleksyjności witrynitu i głębokości zalegania pokładów węgla, gradient uwęglenia wynosi 0,02–0,03 % R_r/100 m i jest porównywalny z gradientami uwęglenia szacowanymi dla rejonów siodła głównego [4, 5]

Oszacowane, zależnie od stosowanej metody, wartości paleotemperatur w obszarze niecki bytomskiej wynoszą średnio 96–136 °C. Wyznaczone natomiast na ich podstawie wartości gradientów paleotermicznych wahają się w zakresie 3,64–5,57 °C/100 m.

LITERATURA

1. Barker C. E., Pawlewicz M. J.: The correlation of vitrinite reflectance with maximum temperature in humic organic matter. In: Buntebarth G., Stegena L. (Eds): Paleogeothermics, Lecture Notes in Earth Sciences, 5, Springer, Berlin, 1986, str. 79-93.
2. Kotas A.: Moravian – Silesian – Cracovian region: Upper Silesian Coal Basin. in: The Carboniferous System in Poland. Praca PIG CXLVIII, Warszawa, 1995
3. Lewandowska M.: Warunki występowania wód podziemnych, na tle ziemskiego strumienia ciepła, w kopalniach północno zachodniej części GZW. Arch. Pol. Śl. Gliwice, Praca doktorska 2001
4. Lewandowska M., Probierz K.: Stopień uwęglenia i paleotemperatury warstw siodłowych w rejonie Mikołowa (GZW). Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej Gliwice 2002.
5. Probierz K., Lewandowska M.: Thermal condition of rock massif in North-Western part of Upper Silesian Coal Basin and possibility of hydrocarbon generation. Archiwum Górnictwa, Vol. 48, s. 3-35, Kraków 2003
6. Taylor G. H., Teichmüller M., Davis A., Diessel C.F.K., Littke R., Robert P.: Organic Petrology. Gebrüder Borntraeger, Berlin 1998

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Eugeniusz Mokrzycki