

Jacek MAJOROWICZ

Związki pola geotermicznego z uwęglaniem w polskich basenach węglowych

Przedstawiono dane dotyczące wpływu warunków geotermicznych na stopień metamorfizmu węgla. Przeanalizowano gradienty zmian uwęglania z głębokością dla polskich basenów węglowych w świetle analizy pola geotermicznego w tych rejonach.

WSTĘP

W świetle najnowszych badań przeprowadzonych w różnych rejonach świata procesy uwęglania materii organicznej są bardzo silnie związane z warunkami geotermicznymi, panującymi w historii geologicznej formowania się skał osadowych. Większość prac z ostatnich lat przypisuje temu parametrowi decydujące znaczenie.

Związki metamorfizmu węgla oraz rozproszonej substancji organicznej z warunkami paleogeotermicznymi pozwalają w niektórych przypadkach na rozwiązanie zadania odwrotnego, a mianowicie rozpoznania termicznej historii danej jednostki geologicznej na podstawie znajomości parametrów uwęglania.

Ustalenie zależności między stopniem przeobrażenia węgla a występowaniem złóż ropy naftowej, znanej jako teoria White'a, według której złoża ropy mogą występować jedynie tam, gdzie węgiel nie przekroczył stadium węgla gazowego, spowodowało na całym świecie intensyfikację badań nad stopniem metamorfizmu substancji rozproszonej, a co za tym idzie badań geotermicznych w aspekcie tego problemu.

W niniejszym artykule podjęto próbę porównania uwęglania w karbońskich basenach węglowych Polski (GZW i LZW) w świetle badań geotermicznych w nawiązaniu do wyników z innych rejonów świata. Możliwości wykorzystania geotermiki w poszukiwaniach bituminów w Polsce zostały wcześniej przedstawione przez autora (J. Majorowicz, 1978).

WPLYW WARUNKÓW GEOTERMICZNYCH NA UWĘGLENIE

Stopień przeobrażenia materii organicznej zależy od szeregu czynników. Charakteryzowany jest przez takie parametry, jak refleksyjność witrinitu, zawartość procentowa węgla, zawartość wodoru oraz części lotnych. Parametry te są między sobą powiązane. Wzrost uwęglenia charakteryzuje się wzrostem refleksyjności witrinitu (średniej zdolności odbicia światła) oraz zawartości procentowej węgla (C^b).

Według badań prowadzonych dla różnych basenów węglowych (D. G. Murchison, T. S. Westoll, 1968) najważniejszymi czynnikami określającymi efekt każdego procesu metamorfizmu są: materiał wyjściowy, warunki termodynamiczne i czas trwania procesu. Słuszność poglądu o decydującym wpływie temperatury na proces metamorfizmu węgla potwierdzają rezultaty badań w strefach kontaktu węgla z ciałami intruzywnymi. Klasycznym przykładem w tym względzie jest intruzyw Bramsche, leżący w centrum basenu węglowego Dolnej Saksonii, gdzie

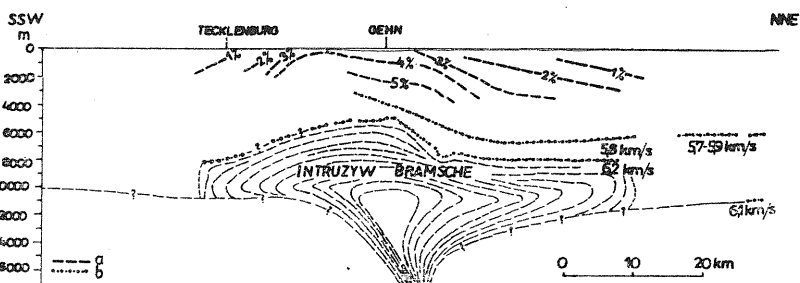


Fig. 1. Rozkład uwęglenia (refleksyjności witrinitu) nad intruzywem Bramsche według G. Stadlera i R. Teichmüllera (1971)

Distribution of carbonization (vitrinite reflection) above the Bramsche massif after G. Stadler and R. Teichmüller (1971)

a — izolinie refleksyjności witrinitu; b — granice sejsmiczne
a — isolines of vitrinite reflection; b — seismic boundaries

węgle znajdują się w stadium antracytyzacji. Stopień uwęglenia materii organicznej odzwierciedlony refleksyjnością witrinitu (Rx_0) jest najwyższy w rejonie występowania ciała intruzywnego (fig. 1). W strefie kontaktowej ciała intruzywnego ze skałami osadowymi znajduje się strefa pirofyllitowa, której temperatura powstania jest szacowana przez G. Stadlera (1963) na 300—390°C. Tak wysoka temperatura była powodem anomalii uwęglenia w najbliższym otoczeniu intruzywu. Innym przykładem jest anomalia uwęglenia w rejonie lakkolitu w Erkelenz w RFN (D. G. Murchison, T. S. Westoll, 1968).

Wpływ wysokiej temperatury, związanej ze zjawiskami magmowymi, na anomalie uwęglenia był już wcześniej rozpatrywany w literaturze polskiej przez R. Krajewskiego (1952) na przykładzie węgla Dolnośląskiego Zagłębia Węglowego.

Również dane eksperymentalne z zakresu termodynamicznych modeli przeobrażenia węgla opisane przez J. Karweila (1965) nie pozostawiają wątpliwości, że procesy uwęglenia związane są głównie z prze-

grzaniem materii organicznej do maksymalnych temperatur oraz czasem ich trwania. Według badań porównawczych przeprowadzonych dla różnych basenów węglowych wynika, że dla węgla występujących w utworach starszych niż 60—100 mln lat nie zauważa się już zmian uwęglania z wiekiem.

Jednakże porównanie węgla starych, karbońskich, z węglami młodymi, trzeciorzędowymi, wskazuje jak duży jest wpływ czasu procesu metamorfizmu. Dla przykładu, jeżeli porównać węgle karbońskie z rejonu dolnej Łaby, zalegające na głębokości 5100 m (temperatura maksymalna $T_{\max} = 147^{\circ}\text{C}$), z węglami miocenijskimi (Luizjana — Gulf Coast), zalegającymi na podobnej głębokości (5400 m) i w podobnych warunkach geotermicznych, to różnica w stopniu uwęglania jest bardzo duża. Węgle karbońskie osiągnęły stadium węgla silnie zmetamorfizowanych o niskiej zawartości części lotnych (16%), gdy tymczasem miocenijskie węgle z Luizjany osiągnęły stadium węgla bitumicznych o wysokiej zawartości części lotnych (37%). To samo dotyczy węgla z zapadliska alpejskiego w Bawarii, gdzie ze względu na niski gradient geotermiczny węgle brunatne występują na głębokościach do 4 km. Czas ma niewielki wpływ na uwęglanie w przypadku, gdy temperatury maksymalne były niższe od 50—60°C. Przykładem są tutaj dolnokredowe lignity z rejonu Bentheim (RFN) oraz lignity dolnokarbońskie z rejonu Moskwy.

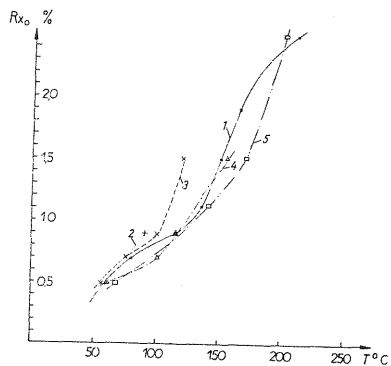
Według N. W. Łopatina (1971) najniższą temperaturą, której wpływ zaznacza się w procesach metamorfizmu jest 50—60°C. Wzrost o każde 10°C powyżej tej temperatury powoduje jego zdaniem każdorazowo dwukrotny wzrost prędkości zachodzenia chemicznych reakcji uwęglania.

Fig. 2. Zależność stopnia uwęglania charakteryzowanego przez refleksyjność wityryny (Rx_0) od temperatury (T)

Dependence of degree of carbonization characterized by vitrinite reflection (Rx_0) on temperature (T)

1 — według A. A. Karsteva, N. B. Vassoevicha, A. A. Geodekiana i in. (1971); 2 — według M. Correia (1969); 3 — według N. H. Bosticka (1971); 4 — według G. J. Demaison (1975); 5 — według F. L. Staplina, N. J. L. Bailey, S. A. J. Pococka i in. (1975)

1 — after A. A. Karstev, N. B. Vassoevich, A. A. Geodekian and others (1971); 2 — after M. Correia (1969); 3 — after N. H. Bostick (1971); 4 — after G. J. Demaison (1975); 5 — after F. L. Staplin, N. J. L. Bailey, S. A. J. Pocock and others (1975)



Dla skał starszych od 100 mln lat można przyjąć, że głównym czynnikiem powodującym wzrost uwęglania, charakteryzowanym wzrostem refleksyjności wityryny, jest przyrost temperatury. Na fig. 2 przedstawiono zależności między wzrostem uwęglania (refleksyjności wityryny Rx_0) a maksymalną temperaturą panującą podczas procesu przeobrażenia materii organicznej.

Między zależnościami podanymi przez różnych autorów dla różnych rejonów istnieje różnica (fig. 2), jednakże zaznacza się bardzo wyraźnie trend silnego wzrostu refleksyjności wityryny w wyniku wzrostu temperatury. Zależność ta może być wykorzystana do przybliżonego określenia warunków paleogeotermicznych. Główna trudność tego zadania polega

na braku znajomości zmian głębokościowych, jakim podlegała dana warstwa węglowa. Ze względu na to, że w wielu przypadkach brak jest dokładnych danych geologicznych, określenie gradientu uwęglenia dla danego rejonu daje jakościowe pojęcie o maksymalnej wartości gradientu geotermicznego oraz strumienia ciepłego.

Gradient uwęglenia materii organicznej jest czułym wskaźnikiem wzrostu temperatury. Przykładem są tutaj wyniki z jednego z głębszych w Europie otworów — Münsterland I w północnej części RFN, gdzie silnemu wzrostowi temperatury z gradientem geotermicznym $3,3^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ towarzyszy (według D. G. Murchisona) silny wzrost metamorfizmu materii organicznej z głębokością. Temperatura maksymalna na głębokości bliskiej 6 km wynosi 209°C .

Warunki geotermiczne tego typu panują również w południowo-zachodniej Polsce (J. Majorowicz, 1978), a wstępne wyniki badań refleksyjności wityryny w otworze Września IG 1 wskazują na równie wysoki gradient metamorfizmu materii organicznej (K. Tokarska, informacja niepublikowana, 1977).

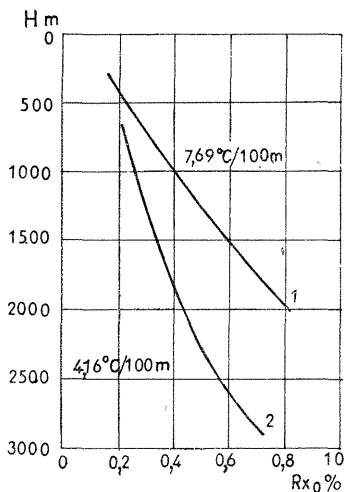


Fig. 3. Wpływ gradientu geotermicznego na uwęglenie (refleksyjność wityryny R_{x_0}) na przykładzie otworów rowu reńskiego: 1 — Landau 2 i 2 — Sandhausen 1 według F. Doebla, D. Heliga, W. Homana i in. (1974)

The influence of geothermal gradient on carbonization (vitrinite reflection R_{x_0}) on the example of boreholes; 1 — Landau 2 and 2 — Sandhausen 1 from the Rheingraben after F. Doebl, D. Helig, W. Homan and others (1974)

Innym bardzo ciekawym przykładem różnego gradientu zmian refleksyjności wityryny w funkcji głębokości są węgle trzeciorzędowe z rejonu rowu reńskiego, zbadane przez F. Doebla, D. Heliga, W. Homana i in. (1974). Wartości $\text{grad } T = 7,69^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ w otworze Landau 2 odpowiada dużo większy gradient refleksyjności niż w otworze Sandhausen 1, gdzie $T = 4,16^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ (fig. 3).

PORÓWNANIE WARUNKÓW GEOTERMICZNYCH LUBELSKIEGO I GÓRNOŚLĄSKIEGO ZAGŁĘBIA WĘGLOWEGO

Warunki geotermiczne w Lubelskim Zagłębiu Węglowym różne są niż w Górnośląskim. Istnieją również przesłanki by sądzić, że było różne także pole paleogeotermiczne w przeszłym czasie geologicznym.

Szczegółową charakterystykę warunków geotermicznych LZW zamieszczono w osobnej publikacji (J. Majorowicz, 1975). W obrębie utworów karbońskich LZW wartości grad T , mieszczą się w przedziale 2,3—3,1°C/100 m. Temperatury na głębokości 1 km wahają się w granicach 27—37°C. W utworach karbonu południowej części GZW gradient geotermiczny jest wyższy i sięga wartości grad $T = 4^\circ\text{C}/100$ m. W GZW są również wyższe temperatury. Na południe od Żar i Pszczyzny oraz w re-

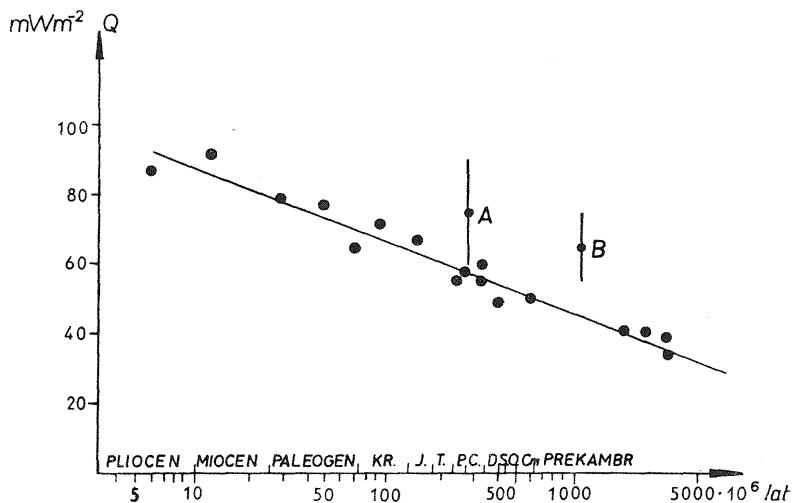


Fig. 4. Zależność strumienia ciepłego (Q) od wieku konsolidacji podłoża dla wybranych jednostek tektonicznych Europy centralnej i Wschodniej

Dependence of heat flow (Q) on the age of consolidation of basement for selected tectonic units of central and eastern Europe

Sredni strumień ciepły dla: A — Górnośląskiego Zagłębia Węglowego, B — Lubelskiego Zagłębia Węglowego

Mean heat flow for: A — Upper Silesian Coal Basin, B — Lublin Coal Basin

jonie Katowic na głębokości 1 km wynoszą one średnio 45°C.

Z zestawienia wartości strumienia ciepłego Ziemi Q w LZW i GZW na tle zależności tego parametru od wieku ostatecznej konsolidacji podłoża (fig. 4) wynikają następujące wnioski:

1. Wartości strumienia ciepłego dla wymienionych basenów węglowych są dużo wyższe od średnich wartości charakteryzujących odpowiednie wiekowo jednostki tektoniczne w Europie centralnej i Wschodniej.

2. Wartości średnie strumienia ciepłego dla młodszego tektonicznie GZW są wyższe niż dla LZW, znajdującego się w brzeżnej strefie platformy prekambryjskiej (fig. 4), co również wynika z analizy najnowszej mapy izolinii strumienia ciepłego dla Europy centralnej (J. Majorowicz, 1977).

Porównanie geotermogramów z otworów LZW z geotermogramami GZW (fig. 5) wskazuje również na różną charakterystykę termiczną obu

rejonów. Pierwsze od drugich różnią się niższymi gradientami geotermicznymi i niższymi temperaturami.

Stan rozpoznania temperatur wglębnych dla obu rejonów do głębokości 750 m jest stosunkowo dobry, stąd też dla porównania charakterystyki termicznej LZW i GZW zestawiono mapy temperatur dla tej

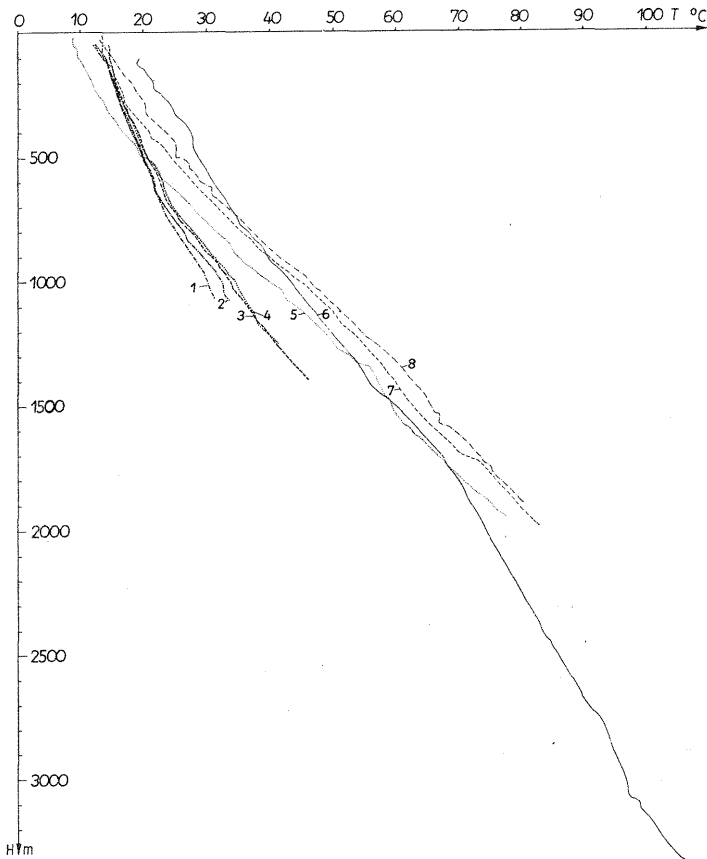


Fig. 5. Profile temperatury w otworach Lubelskiego (1—4) i Górnośląskiego (5—8) Zagłębia Węglowego

Temperature profiles for boreholes from the Lublin (1—4) and Upper Silesian (5—8) Coal Basin

Otwory wiertnicze: 1 — Łęczna IG 4, 2 — Ostrówek IG 2, 3 — Łęczna IG 5, 4 — Cyców IG 6, 5 — Niedobczyce IG 1, 6 — Sosnowiec IG 1, 7 — Krzyżowice IG 1, 8 — Studzionka IG 1

1—8 — names of the boreholes

głębokości (fig. 6 i 7). Przedział zmienności wartości T dla GZW jest większy niż dla LZW. Jednocześnie w rejonach perspektywicznych dla kopalnictwa węglowego temperatury obserwowane w GZW na danej głębokości są generalnie wyższe niż w LZW i sięgają 35°C , podczas gdy w LZW maksymalnie wynoszą 29°C (fig. 5—7).

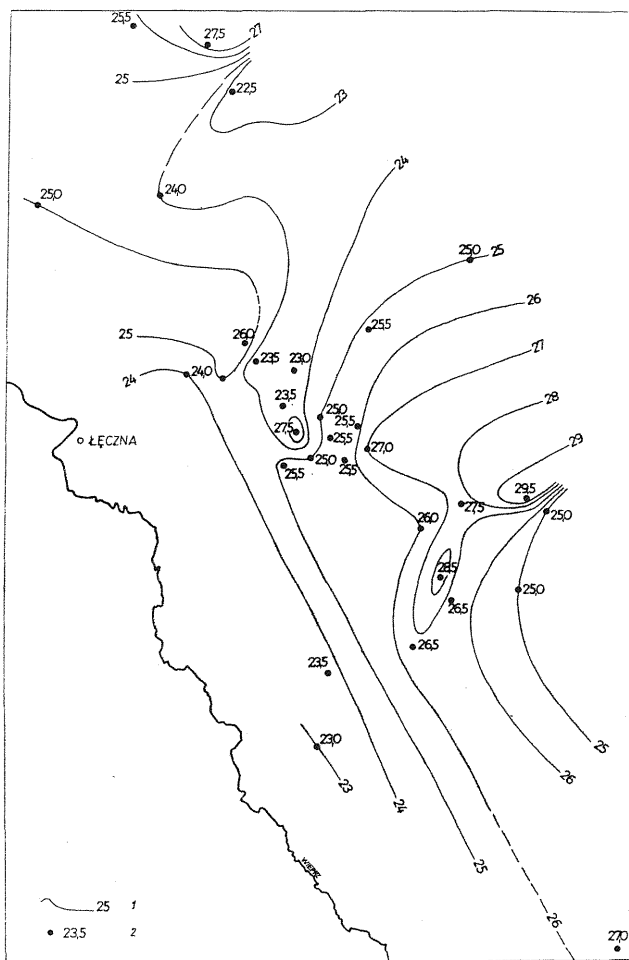


Fig. 6. Rozkład temperatury na głębokości 750 m w Lubelskim Zagłębiu Węglowym

Temperature distribution at the depth of 750 m in the Lublin Coal Basin

1 — linie równych temperatur; 2 — wartości temperatury w °C

1 — isotherm lines; 2 — temperature values in °C

ZWIĄZKI UWĘGLENIA Z GEOTERMIKĄ W POLSKICH BASENACH WĘGLOWYCH

Zestawienie wyników zawartości węgla C^b , charakteryzujących stopień uwęglenia dla południowej części GZW oraz w wybranych otworach LZW na podstawie analiz laboratoryjnych zawartych w dokumentacyjnych opracowaniach Instytutu Geologicznego, wskazuje na różną charakterystykę zmian metamorfizmu węgla w obu rejonach. Głębościowe gradienty uwęglenia są dużo wyższe w GZW niż w LZW, co

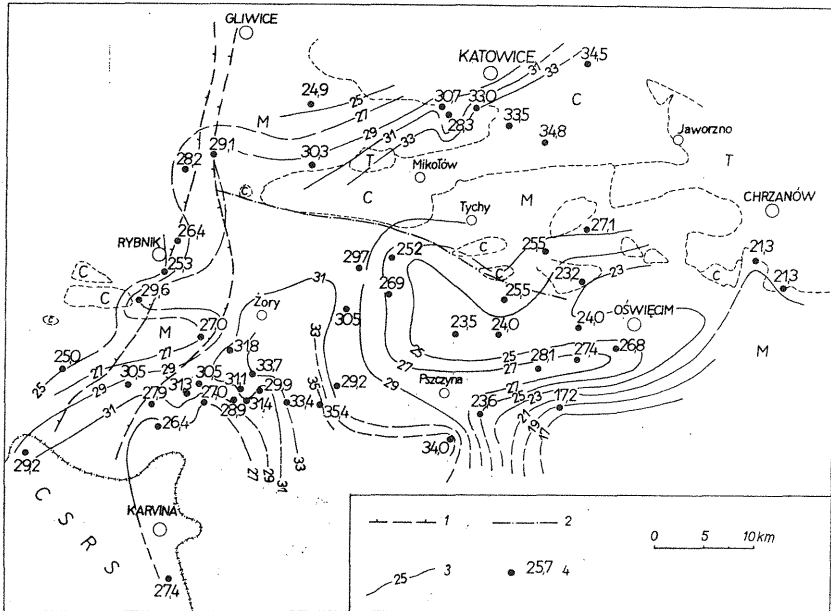


Fig. 7. Rozkład temperatury na głębokości 750 m w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym na podstawie danych z pomiarów w otworach Instytutu Geologicznego oraz według J. Kowalczyka, J. Pałysa (1967) i V. Čermaka (1968)

Temperature distribution at the depth of 750 m in the Upper Silesian Coal Basin on the basis of measurements taken in the boreholes of the Geological Institute and after J. Kowalczyk and J. Pałys (1967) and V. Čermak (1968)

1 — nasunięcia w karbonie; 2 — uskoki; 3 — linie równych temperatur; 4 — wartości temperatury w °C; C — karbon; T — trias; M — miocen
 1 — overthrusts in Carboniferous; 2 — faults; 3 — isotherm lines; 4 — temperature values in °C; C — Carboniferous; T — Triassic; M — Miocene

przedstawia między innymi fig. 8. W rejonie LZW brak wyraźnego gradientu uwęglania z głębokością. Na fig. 8 zestawiono również dane o węglach z otworu Biezuń 2 koło Sierpca w obrębie platformy prekambryjskiej, gdzie na głębokości 2191—2238 m nawiercono niskouwęglone węgle płomienne (P. Karnkowski, 1977). Bardzo niski gradient uwęglania z głębokością w rejonie platformy prekambryjskiej na Niziu Polskim stwierdziła również K. Tokarska (informacja niepublikowana, 1977) na podstawie badań refleksyjności wityryny materii organicznej rozproszonej w skałach osadowych.

Z powyższych danych oraz przytoczonych na początku niniejszego artykułu zależności między stopniem uwęglania a temperaturą można wyciągnąć wniosek, że niski głębokościowy gradient uwęglania w rejonie starej platformy jest spowodowany stosunkowo niskimi wartościami paleogradientu geotermicznego oraz strumienia ciepłego. Istnienie wyraźnego gradientu uwęglania w GZW wiąże się najprawdopodobniej z wysokimi wartościami strumienia ciepłego i gradientu geotermicznego, jak to przedstawiono w poprzednim rozdziale.

Na związek uwęglania w GZW z polem geotermicznym zwraca uwagę również A. Kotas (1971) oraz K. Chmura i M. Lepa (1976).

Duży gradient uwęglania w GZW i brak wyraźnego wzrostu uwęglania w rejonie platformy prekambryjskiej wskazują, że pole geotermiczne tych obszarów różni się nie tylko współcześnie, ale i w przeszłości geologicznej, kiedy to różnice te były jeszcze wyraźniejsze. Jakociowo można stwierdzić, że paleogradient w GZW był dużo wyższy niż w LZW.

Zestawienie zmian uwęglania według A. Kotas (1971) z danymi dotyczącymi pola geotermicznego wskazuje, że niekiedy różnym parametrom geotermicznym odpowiada brak zróżnicowania w głębokościowym gradiencie uwęglania. Wynika to również z porównania wyników badań geotermicznych z dwóch otworów GZW z danymi laboratoryjnymi refleksyjności wityryny na podstawie opracowań Instytutu Geologicznego (fig. 9). Jednocześnie A. Kotas (1971) stwierdził brak prostej zależności wzrostu uwęglania od stratygrafii i aktualnej głębokości.

Nasuwa się więc wniosek o wpływie zjawisk magmatycznych i związanego

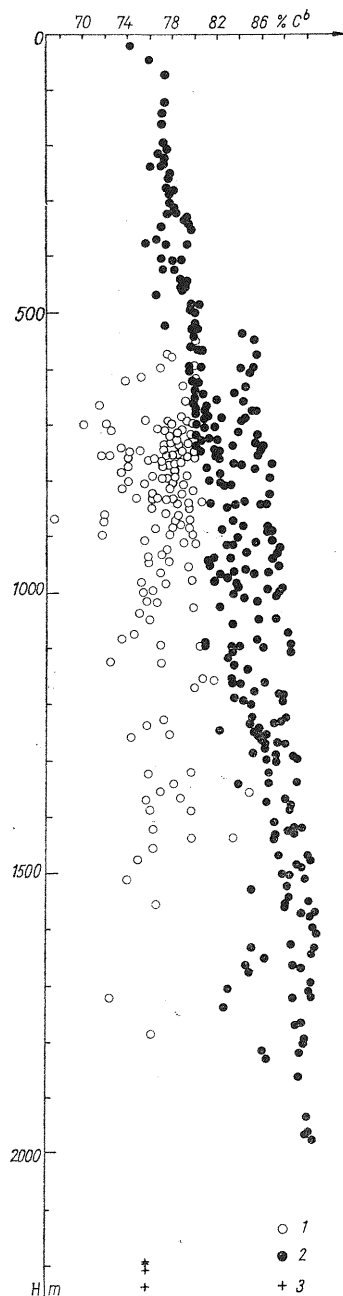


Fig. 8. Zmiany uwęglania (zawartości węgla C^b) z głębokością (H) w wybranych otworach Lubelskiego i Górnośląskiego Zagłębia Węglowego oraz północno-wschodniej Polski

Changes in carbonization (C^b coal content) along with depth (H) for selected boreholes from the Lublin and Upper Silesian Coal Basins and north-eastern Poland

1 — Lubelskie Zagłębie Węglowe; 2 — Górnośląskie Zagłębie Węglowe; 3 — otwór Biezuń 2 (północno-wschodnia Polska) według P. Karnkowskiego (1977)
 1 — Lublin Coal Basin; 2 — Upper Silesian Coal Basin; 3 — Biezuń 2 borehole in north-eastern Poland after P. Karnkowski (1977)

z tym przegrzania lokalnych stref na wysoki stopień metamorfizmu węgla. To, że zasięg tych zjawisk ma charakter lokalny i ograniczony, wskazuje cytowany w niniejszym artykule przykład intruzywu

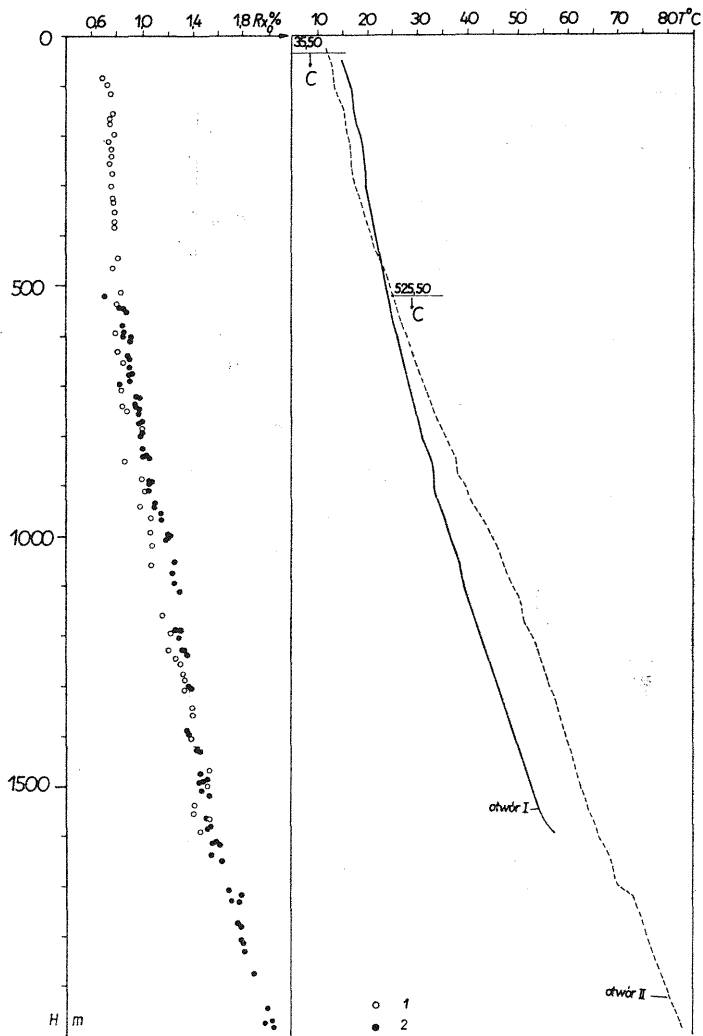


Fig. 9. Zmiany refleksyjności wityryny (Rx_0) — według E. Swadowskiej i K. Kruszewskiej (materiały archiwalne) — oraz temperatury (T) z głębokością (H) w otworze I i II

Changes in vitrinite reflection (Rx_0) — after E. Swadowska and K. Kruszewska (unpublished reports) — and temperature (T) along with depth (H) in the boreholes I and II

Refleksyjności wityryny: 1 — w otworze I, 2 — w otworze II
Vitrinite reflection: 1 — in borehole I, 2 — in borehole II

Bramsche. Istnienie magmatyzmu po osadzeniu się utworów karbońskich na większych głębokościach spowodowało przegrzanie określonych stref. Podniesienie ku powierzchni geozoterm wyższych temperatur było oczywiście różne i bardzo zależało od zasięgu procesów magmatyzmu, głębokości ich występowania, przewodności cieplnej i temperaturowej skał

osadowych itp. Z tego też względu charakter uwęglania w GZW jest tak zmienny i niezależny od wieku pokładów.

Ponieważ zjawiska magmowe zachodziły najprawdopodobniej w permie, stąd też nie można oczekiwać wpływu tak starej działalności na obecnie obserwowane pole geotermiczne. Brak zatem ścisłej korelacji między współczesnym polem geotermicznym a regionalnymi zmianami uwęglania. Jedyne wpływ młodej czwartorzędowej działalności wulkanicznej jest obserwowany w rozkładzie pola ciepłego w różnych rejonach kontynentalnych.

Fakt istnienia działalności magmatycznej w rejonie śląskim jest oczywistym świadectwem, że pole geotermiczne po osadzeniu się utworów karbońskich było w tym rejonie anomalne. Zjawiskom magmatycznym towarzyszy bowiem przybliżenie się astenosfery ku powierzchni Ziemi i zwiększenie się regionalnego strumienia ciepłego.

Na Lubelszczyźnie magmatyzm miał miejsce przed osadzeniem się pokładów węgla, w fazie bretońskiej, w związku z czym brak tu było najprawdopodobniej takiego przegrzania warstw węglowych jak w GZW lub na Dolnym Śląsku i to jest przyczyną małych gradientów uwęglania. Mimo to stopień metamorfizmu węgla w LZW jest wysoki. Występują tu węgle o dużej wartości opałowej (średnio o ponad 6300 cal/g dla niewzbogaconego węgla powietrznosuchego) według Z. Dembowskiego (1974) i J. Porzyckiego (1976) już na głębokościach bliskich 750 m. Obserwowane obecnie na tych głębokościach temperatury nie przekraczają 29,5°C, gdy tymczasem do przejścia węgla w stadium, w którym się obecnie znajdują, potrzebne było oddziaływanie temperatur wyższych od 60°C (N. W. Łopatin, 1971).

Istnieją dwie możliwości tłumaczenia tego zjawiska. Według jednej warstwy węglonośne były pograżone do większych głębokości (rzędu 2 km i więcej), na których panowały temperatury wyższe od 60°C, według drugiej natomiast pole paleogeotermiczne podczas zachodzenia procesów metamorfizmu węgla było inne niż obserwowane współcześnie (wyższy regionalny strumień ciepły).

Co się tyczy pierwszej możliwości to utwory karbońskie LZW z dużym prawdopodobieństwem nie znajdowały się w historii geologicznej na dużo większych głębokościach niż obecnie (L. Miłaczewski, informacja niepublikowana, 1977).

Bardzo prawdopodobnym wyjaśnieniem wysokiego stopnia uwęglania w LZW jest przyjęcie, że regionalny strumień paleogeotermiczny był dużo wyższy niż obserwowany. Wiązało się to z działalnością magmatyczną w fazie bretońskiej. Wprawdzie osadzenie utworów karbonu produktywnego nastąpiło później, to jednakże fakt istnienia działalności magmowej wiązał się z podniesioną ku powierzchni astenosferą, a więc z oddziaływaniem podwyższonego regionalnego strumienia ciepłego również w późniejszych okresach geologicznych.

Zjawiska magmowe miały również wpływ na procesy uwęglania w rejonie Dolnośląskiego Zagłębia Węglowego, na co wskazywał R. Krajewski (1952). Cechą charakterystyczną tego Zagłębia są liczne intruzje porfiru, przecinające pokłady węgla i miejscami wciskające się w ich partie stropowe. Zjawiska te spowodowały wysoki stopień metamorfizmu materii organicznej w tym obszarze, mimo że obecnie obserwowane parametry geotermiczne nie należą do anomalnych.

WNIOSKI

Wyniki wstępnej analizy związków pola geotermicznego z uwęglaniem materii organicznej wskazują na fakt, że historia geotermiczna poszczególnych basenów węglowych tłumaczy szereg faktów dotyczących charakteru metamorfizmu węgla, a głównie zróżnicowanie gradientu uwęglania między Lubelskim Zagłębiem Węglowym a Zagłębiami Górnośląskim i Dolnośląskim.

Zakład Geofizyki
Instytutu Geologicznego
Warszawa, ul. Rakowiecka 4
Nadesłano dnia 24 listopada 1977 r.

PIŚMIENNICTWO

- BOSTICK N. H. (1971) — Thermal alteration of clastic organic particles as an indicator of contact and burial metamorphism in sedimentary rocks. *Geoscience Man.*, 3, October 1. p. 83.
- CHMURA K., LEPA M. (1976) — Własności petrograficzne węgla niektórych kopalń ROW-u na tle ziemskiego strumienia ciepłego. *Zesz. nauk. P. Śl.*, z. 70, p. 55 — 69. Gliwice.
- CORREIA M. (1969) — Contribution à la recherche de zones favorables à la genèse du pétrole par l'observation microscopique de la matière organique. *Rév. Inst. du Pétrole*, 24, nr 12. Paris.
- ČERMAK V. (1968) — Heat flow in the Upper Silesian Coal Basin. *Pageoph.*, 69, p. 119—130. Basel.
- DEMBOWSKI Z. (1974) — Warunki geologiczno-górnnicze w Lubelskim Zagłębiu Węglowym. *Kwart. geol.*, 18, p. 459—470, nr 3. Warszawa.
- DEMAISON G. J. (1975) — Relationships of coal rank to paleotemperatures in sedimentary rocks. In: *Petrographic organique et potentiel pétrolier*, Centre National de la Recherche Scientifique, nr 24. Ed. B. Alpern, Paris.
- DOEBL F., HELIG D., HOMAN W., KARWEIL J., TEICHMÜLLER M., WELTE D. (1974) — Diagenesis of Tertiary clayey sediments and included dispersed organic matter in relationship to geothermics in the Upper Rhine Graben. In: *Approaches to Thaphroensis*, p. 192—207. Stuttgart.
- KARNKOWSKI P. (1977) — Występowanie węgla w otworze Biezuń 2. *Prz. geol.*, 25, p. 28—31, nr 1. Warszawa.
- KARSTEV A. A., VASSOEVICH N. B., GEODEKIAN A. A., NERUCHEV S. G., SO-KOLOV V. A. (1971) — The principal stage in the formation of petroleum. *Proceedings of the eight World petroleum Congress*, 4, Applied Publ. London.
- KARWEIL J. (1965) — Die metamorphose der Kohlen vom Standpunkt der physikalischen Chemie. *Z. deutsch. geol. Ges.*, 107, p. 132.
- KOTAS A. (1971) — Uwagi o metamorfizmie węgla Zagłębia Górnośląskiego. *Zesz. nauk. AGH, Geologia*, z. 14, p. 7—25. Kraków.
- KRAJEWSKI R. (1952) — Wpływ intrudującej magmy na metamorfizm węgla. *Prz. gór.*, 7, p. 100—107, nr 3. Katowice.

- KOWALCZUK J., PAŁYS J. (1967) — Wstępne wyniki badań geotermicznych na Górnym Śląsku. *Prz. geol.*, **15**, p. 84—87, nr 2. Warszawa.
- MAJOROWICZ J. (1975) — Warunki geotermiczne Lubelskiego Zagłębia Węglowego w rejonie Łęcznej. *Prz. geol.*, **23**, p. 614—620, nr 12. Warszawa.
- MAJOROWICZ J. (1977) — Temperature depth profiles and mantle heat flow in Poland derived from geothermal and deep seismic sounding data. *Acta geoph. pol.*, **25**, p. 225—234, nr 3. Warszawa.
- MAJOROWICZ J. (1978) — Możliwości wykorzystania wglębnego rozpoznania warunków geotermodynamicznych w badaniach występowania węglowodorów. *Prz. geol.*, **26**, p. 43—49, nr 1. Warszawa.
- MURCHISON D. G., WESTOLL T. S. (1968) — Coal and coal-bearing strata. Ed. Oliver and Boyd. Edinburgh, London.
- PORZYCKI J. (1976) — Budowa geologiczna Centralnego Okręgu Węglowego w Lubelskim Zagłębiu Węglowym. *Prz. geol.*, **25**, p. 385—393, nr 7. Warszawa.
- STADLER G. (1963) — Die Petrographie und Diagenese der oberkarbonischen Tonsteine in der Bohrung Münsterland I. *Fortschr. Geol. Rheinld. Westf.*, **2**, p. 283.
- STADLER G., TEICHMÜLLER R. (1971) — Zusammenfassender Überblick über die Entwicklung des Bramscher Massivs und des Niedersächsischen Taktogens. *Fortschr. Geol. Rheinld. Westf.*, **18**, p. 547—564. Krefeld.
- STAPLIN F. L., BAILEY N. J. L., POCOOCK S. A. J., EVANS C. R. (1975) — Diagenesis and metamorphism of sedimentary organic matter. In: *Petrographic organique et potentiel petrolier*, Centre National de la Recherche Scientifique, nr 24. Ed. B. Alpern, Paris.
- ЛОПАТИН Н. В. (1971) — Температура и геологическое время как факторы углефикации. *Изв. АН СССР, сер. Геология*, № 3, стр. 95—107. Москва.

Яцек МАЙОРОВИЧ

СВЯЗЬ ГЕОТЕРМИЧЕСКОГО ПОЛЯ С УГЛЕФИКАЦИЕЙ В ПОЛЬСКИХ УГОЛЬНЫХ БАССЕЙНАХ

Резюме

В статье представлено влияние геотермических условий на характер углефикации на примере анализа польских угольных бассейнов в свете данных по регионам других стран. Проанализированные градиенты изменчивости углефикации с глубиной свидетельствуют о различии палеогеотермических условий в районе Люблинского угольного бассейна (докембрийская платформа) и Верхнесилезского угольного бассейна (варисциды). Градиенты углефикации с глубиной имеют место в районах палеозойской платформы, в то время как такие градиенты отсутствуют на докембрийской платформе. Было установлено, что палеогеотермические условия в этих районах явно отличались от современных.

В Верхнесилезском и Нижнесилезском угольных бассейнах решающее влияние на углефикацию оказала магматическая деятельность уже после осаждения продуктивных толщ.

В Люблинском угольном бассейне повышенный тепловой поток, связанный с магматизмом бретонской фазы, также проявился позже, во время оседания продуктивных толщ карбона, чем можно объяснить высокую степень углефикации этого района, несмотря на то, что температуры, наблюдаемые в настоящее время в кровле карбона, колеблются в границах 24—26°C. Так как породы карбона сейчас залегают на самой большой глубине, следует предполагать, что палеотемпературы во время метаморфизации органического вещества были по крайней мере вдвое выше, чем в настоящее время.

Jacek MAJOROWICZ

RELATIONS BETWEEN GEOTHERMAL FIELD AND CARBONIZATION IN POLISH COAL BASINS

S u m m a r y

The paper deals with the influence of geothermal conditions on the nature of carbonization on the example of analysis of Polish Coal Basins, taking into account data obtained for basins from other countries. The analysis of gradients of changes in carbonization along with depth shows differences in paleogeothermal conditions between the Lublin (Precambrian platform) and Upper Silesian (Variscides) regions. Gradients of degree of carbonization along with depth are marked in the areas situated in the Paleozoic platform but not in the Precambrian platform. The paleogeothermal conditions are shown to be markedly different from the present.

In the Upper and Lower Silesian Coal Basins the carbonization was primarily influenced by igneous activity following deposition of coal seams. In the Lublin Coal Basin, increased heat flow connected with igneous phenomena of the Bretonian phase also took place after formation of Coal Measures which may explain why carbonization is highly advanced despite of the records of temperatures ranging from 24 to 26°C in the top of the Carboniferous. At present, Carboniferous rocks occur at greatest depths so it follows that temperatures prevailing in the time of metamorphism of organic matter were at least two times higher than the present.