



UKD 552.574.123:551.735.1/.22:535-92:552.16+551.24(084.28)(24:181)

Project 166

Elżbieta SWADOWSKA

Charakterystyka węgla w południowo-zachodniej części GZW na podstawie zdolności odbicia światła wityrytu

Zbadano zdolność odbicia światła wityrytu w pokładach węgla osadów karbońskich (od warstw załęskich do brzeźnych) południowo-zachodniej części GZW. Wykazano, że stopień zmetamorfizowania węgla określony współczynnikiem R_0 wzrasta w profilu pionowym od warstw młodszych do starszych, natomiast nie wykazuje związku z pozycją stratygraficzną w rozprzestrzenieniu regionalnym. Metamorfizm przebiegał ze zmiennym natężeniem. Wysokie zmetamorfizowanie niektórych pokładów węgla związane jest z wpływem czynników towarzyszących działalności tektonicznej. Postępujący w profilu pionowym proces uwęglania wpływał na zróżnicowanie stopnia zmetamorfizowania węgla w obrębie pokładu.

WSTĘP

Badania prowadzone w ostatnich latach w Polsce i za granicą wykazały, że zdolność odbicia światła wityrytu jest najbardziej obiektywnym parametrem dla określenia stopnia zmetamorfizowania węgla (I.T. Mc Cartney, M. Teichmüller, 1972; R. Noël, 1966, 1976; G. Weiss, 1980; J. Zarembińska, 1971, 1972; Z. Chruściel 1976; A. Szpilewicz, 1972). Wielu autorów wypowiada się za wprowadzeniem tego parametru do naukowych i technologicznych klasyfikacji węgla jako wskaźnika określającego stopień metamorfizmu węgla zamiast dotychczas stosowanej zawartości części lotnych. Wskaźnik zdolności odbicia światła wityrytu, w przeciwieństwie do zawartości części lotnych, nie jest uzależniony od składu petrograficznego węgla, daje zatem możliwość oceny stopnia metamorfizmu węgla o skomplikowanym składzie petrograficznym niezależnie od zawartości substancji mineralnej. Wskaźnik zdolności odbicia światła wityrytu wzrasta wraz ze stopniem uwęglania – od węgla brunatnych do antracytów. Jest on parametrem najlepiej określającym jednorodność stopnia uwęglania.

Badania przeprowadzono na węglach udostępnionych otworami wiertniczymi w rejonach Warszowie–Pawłowic i Bzia–Dębiny. Pomiaru zdolności odbicia

świetła wityrynytu zostały wykonane w Kombinacie Geologicznym „Południe” i Głównym Instytucie Górnictwa w Katowicach. Zbadano 426 próbek węgla z 15 otworów wiertniczych.

BUDOWA GEOLOGICZNA OBSZARÓW BADAŃ

W zachodniej części Górnośląskiego Zagłębia Węglowego, na południowo-zachodnim skłonie niecki głównej skały karbonu produktywnego są reprezentowane przez serię paraliczną, górnośląską serię piaskowcową i serię mułowcową; skały karbońskie przykryte są utworami trzeciorzędu i czwartorzędu (J. Janas, 1978; T. Godula, 1978).

Najstarsza seria paraliczna została nawiercona lokalnie. W rejonie Warszowic – Pawłowic reprezentowana jest przez warstwy porębskie o miąższości od 110 do 317 m, w rejonie Bzia – Dębiny przez fragmenty warstw brzeźnych o bliżej nieokreślonej pozycji stratygraficznej. Utwory serii paralicznej zbudowane są ze skał facji przejściowych od lądowych do morskich, wykształconych w postaci piaskowców drobnoziarnistych, mułowców i iłowców zawierających często szczątki fauny morskiej. Pokłady węgla są nieliczne i cienkie, ich grubość na ogół nie przekracza 1 m.

Górnośląska seria piaskowcowa zbudowana jest z dwóch kompleksów warstw: siodłowych i rudzkich. W rejonie Warszowic – Pawłowic warstwy siodłowe rozpoznano lokalnie w trzech otworach wiertniczych, a jedynie w otworze KIG 1 nawiercono ich pełny około 200 m profil. W obszarze Bzia – Dębiny warstwy siodłowe zbadano w czterech otworach, ich miąższość wynosi 50–140 m. Omawiane warstwy powstały głównie z osadów facji korytowej, reprezentowanych przez piaskowce średnio- i gruboziarniste, a nawet zlepieńce. Rzadziej tworzyły się osady facji jeziornej i bagiennej wykształcone w postaci piaskowców bardzo drobnoziarnistych, mułowców i iłowców. Warstwy siodłowe charakteryzują się wysoką węglonością; grubość pokładów węgla wynosi przeważnie od 1 do 2–3 m, a czasem dochodzi do 10 m.

Warstwy rudzkie, stanowiące górną część serii piaskowcowej, w rejonie Warszowic – Pawłowic zostały rozpoznane w pełnym profilu jedynie w otworze KIG 1, a w obszarze Bzia – Dębiny w 6 otworach. Wykształcenie litologiczne warstw rudzkich jest podobne jak niżej leżących warstw siodłowych. Utworzyły się one również z osadów facji korytowej i zbudowane są z piaskowców średnio- i gruboziarnistych z wkładkami zlepieńców. Osady jeziorne przekształciły się w cienkie warstewki mułowców i iłowców zawierających często szczątki flory i fauny słodkowodnej stanowiącej w sąsiedztwie wiązki pokładów 407 przewodni poziom korelacyjny. Pokłady węgla warstw rudzkich charakteryzują się na ogół stałym występowaniem i często bilansowymi miąższościami – od około 1 do 3 m.

Seria mułowcowa reprezentowana jest w badanych obszarach przez swą dolną część – warstwy załęskie. W pełnym profilu, o miąższości do 1250 m, warstwy te występują w rejonie Warszowic – Pawłowic; w rejonie Bzia – Dębiny największą miąższość – 620 m stwierdzono w północno-wschodniej części pola (otwór BzD 4). Warstwy załęskie charakteryzują się wykształceniem facjalnym typowym dla strefy bagienno-jeziornej; składają się głównie z iłowców, mułowców i piaskowców tworzących drobne warstewki i laminy. Utwory te często zawierają dobrze zachowane fragmenty flory, rzadziej fauny. Pokłady węgla w omawianych warstwach cechują się zarówno dużą zmiennością miąższości (od kilku centymetrów do 2–3 m, wyjątkowo 8 m), jak i wahaniami wzajemnej odległości. Większość pokła-

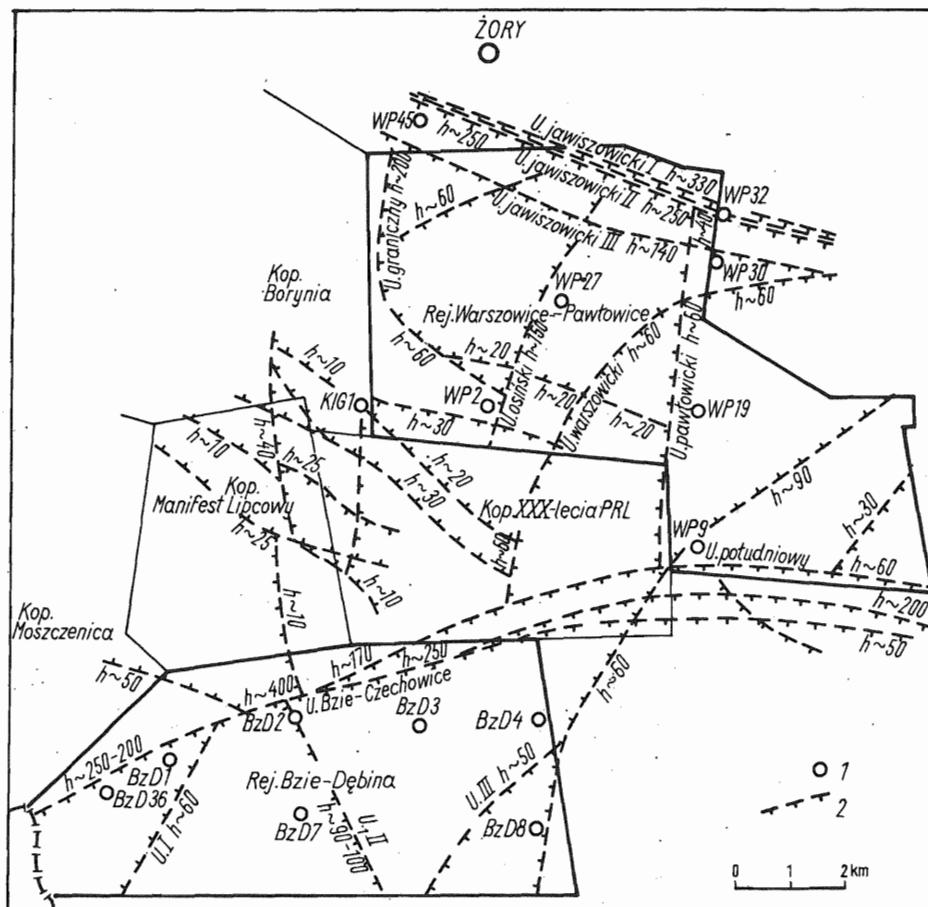


Fig. 1. Budowa strukturalna rejonów Warszowie-Pawłowice i Bzia-Dębina
Structure of the Warszowie-Pawłowice and Bzia-Dębina regions

1 - otwory wiertnicze; 2 - uskoki
1 - boreholes; 2 - faults

dów węgla składa się z dwóch lub więcej ław poprzedzielanych łupkami węglowymi lub iłowcami.

Skąły karbońskie przykryte są młodszymi utworami – miocenijskimi i czwartorzędowymi o zróżnicowanej grubości od około 160 do około 740 m w rejonie Warszowie-Pawłowice i od około 500 do około 1000 m w rejonie Bzia-Dębina. Utwory czwartorzędowe zbudowane są z glin zwałowych, pyłów i piasków, a miocenijskie głównie z iłów miejscami zapyłonych.

Południowo-zachodnia część niecki głównej charakteryzuje się występowaniem form schodowych i zrębowych tworzonych przez liczne uskoki o różnej amplitudzie zrzutu, a także form o łagodnym ugięciu warstw – fig. 1 (A. Kotas, 1972).

METODYKA BADAŃ

Pomiary zdolności odbicia światła wityrynytu przeprowadzono na polerowanych brykietach ziarnowych, sporządzonych z uśrednionych próbek pokładowych. Na każdym preparacie wykonano pomiary w minimum 100 punktach, zgodnie z zaleceniami polskiej normy (PN-73/G-04524) oraz Międzynarodowego Komitetu Petrologii Węgla (ICCP). Badania wykonano w świetle o długości fali $\lambda = 546$ nm i olejku imersyjnym o $n_{D23^\circ} = 1,15$. Jako wzorce używano szafir syntetyczny i szkło optyczne. Wskaźnik zdolności odbicia światła wityrynytu badanej próbki węgla wyliczono jako średnią według wzoru:

$$R_o = \frac{\sum_{i=1}^n I_i \cdot n_i}{\sum_{i=1}^n n_i} \cdot R_1$$

gdzie: I_i – wskazania przyrządu pomiarowego dla przyjętych zakresów; n_i – liczba pomiarów w danych zakresach zdolności odbicia światła; R_1 – zdolność odbicia światła odpowiadająca jednej działce elementarnej podziałki przyrządu pomiarowego w %.

OMÓWIENIE WYNIKÓW BADAŃ

REJON WARSZOWIC-PAWŁOWIC

W rejonie tym badania zdolności odbicia światła wityrynytu przeprowadzono na próbkach z otworów wiertniczych: KIG 1, WP 2, WP 9, WP 19, WP 27, WP 30, WP 32 i WP 45. Z otworu KIG 1 badano próbki skał karbońskich od warstw załęskich (pokład 350/1) do warstw brzeźnych. W otworze WP 32 usytuowanym w pobliżu strefy uskokowej Żor – Jawiszowic – Wysokiej zbadano pokłady warstw załęskich górnych (pokłady od 330/1 do 361) i jeden pokład warstw brzeźnych. W pozostałych otworach, w których zostały przewiercone różne odcinki warstw załęskich, w sumie zbadano cały profil tych warstw, od pokładu leżącego około 70 m nad pokładem 328/3 do pokładu 406/1.

W warstwach załęskich zdolność odbicia światła wityrynytu wzrasta generalnie wraz z głębokością pokładów węgla i w skrajnych przypadkach wynosi od 0,65% na głęb. 316,0 m (pokład 330/1, otwór WP 19) do 2,0% na głęb. 1242,5 m (pod pokładem 361, otwór WP 32). Średnia zdolność odbicia światła wityrynytu (R_o) obejmuje mniejszy zakres – od 0,75% na głęb. 251,0 m (otwór WP 45) do 1,88% na głęb. 1242,5 m (nad pokładem 361, otwór WP 32). Najniższe wartości R_o – od 0,75 do 1,04% – mają węgle w otworze WP 45 usytuowanym w północno-zachodniej części omawianego obszaru. Krzywa R_o wykazuje bardzo słaby wzrost od stropu warstw załęskich do głęb. około 900 m, na odcinku ponad 600 m R_o wzrasta tylko o 0,1%; w dolnej części otworu wzrost krzywej jest bardziej wyraźny, na odcinku około 300 m R_o wzrasta o 0,21% (fig. 2).

W otworze WP 32 zlokalizowanym we wschodniej części rejonu, w pobliżu strefy uskokowej Żor – Jawiszowic – Wysokiej, obserwuje się stosunkowo niskie wartości R_o (0,81 – 1,0%) do głęb. około 1000 m; poniżej tej głębokości R_o gwałtownie wzrasta osiągając na głęb. 1242,5 m 1,88%. Krzywa R_o bardzo słabo wzrasta do głęb. około 1000 m, gdzie na odcinku około 600 m R_o zwiększa się o 0,1%, natomiast w dolnej części otworu, w której przyrost wartości R_o na odcinku około 340 m wynosi 1%, krzywa wzrasta gwałtownie (fig. 2).

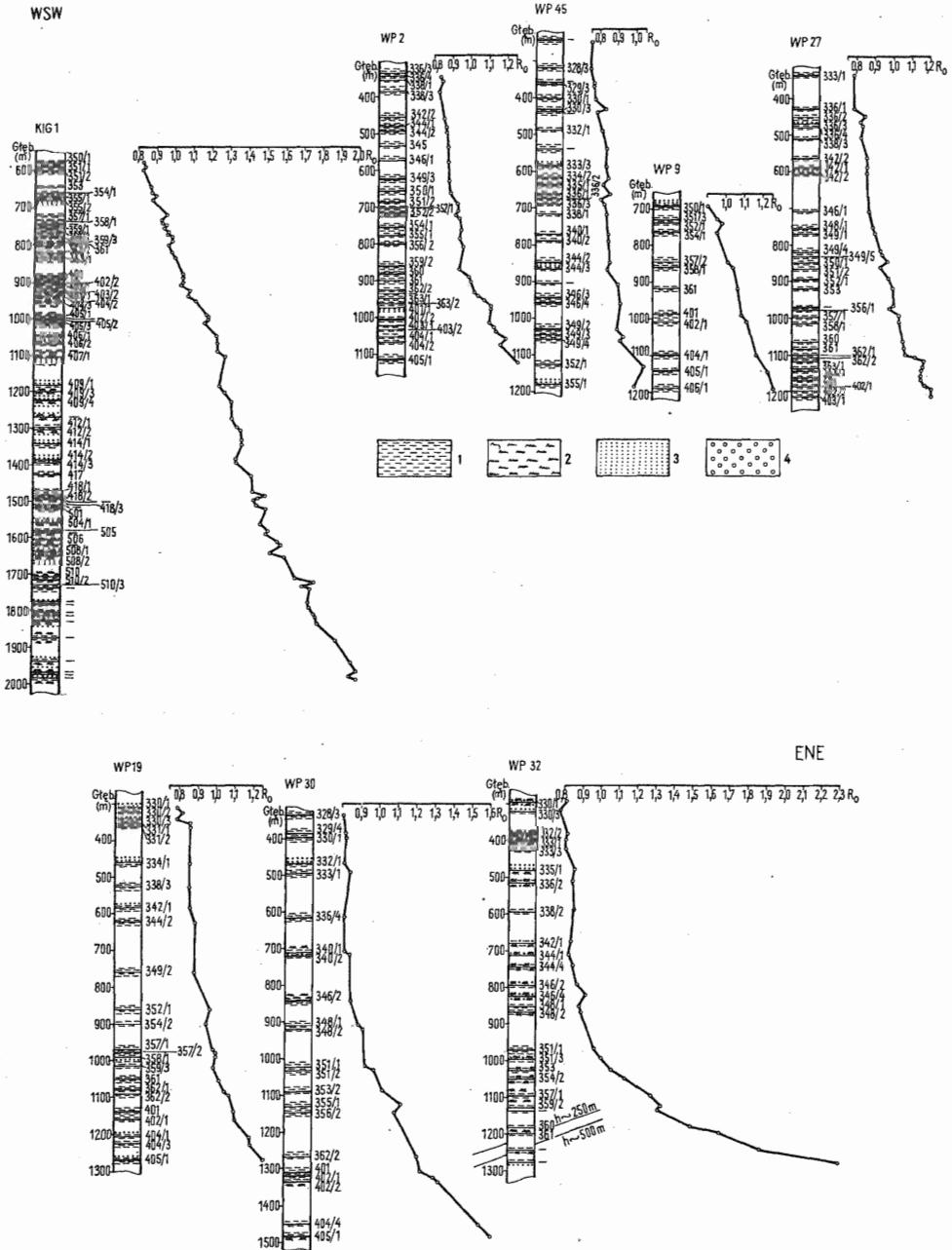


Fig. 2. Zestawienie krzywych wartości R_0 w rejonie Warszowiec-Pawłowice
Comparison of curves of the values R_0 for the Warszowiec-Pawłowice region

- 1 - ilowce; 2 - mułowce; 3 - piaskowce; 4 - zlepienie
- 1 - claystones; 2 - mudstones; 3 - sandstones; 4 - conglomerates

Podobne zmiany, choć na mniejszą skalę, występują w otworze WP 30, znajdującym się w najbliższym sąsiedztwie otworu WP 32. Na głęb. od 350 do 900 m wzrost R_0 jest minimalny (od 0,81 do 0,84%), a wzrost krzywej prawie niewidoczny; w dolnej partii otworu wartość R_0 szybko rośnie i na głęb. 1477 m osiąga 1,60%. Krzywa R_0 w tej części otworu silnie wzrasta (fig. 2).

W otworze WP 9 (południowa część rejonu) i KIG 1 (zachodnia część rejonu) średnia zdolność odbicia światła wityrytu wzrasta wyraźnie i dość równomiernie wraz z głębokością pokładów węgla od 0,83 do 1,24% (otwór KIG 1) i od 0,90 do 1,26% (otwór WP 9), jednak w dolnym odcinku warstw załęskich poniżej 900 m w KIG 1 i poniżej 1000 m w WP 9 wartość R_0 wzrasta nieco szybciej. Krzywe R_0 mają w tych odcinkach większe wychylenie (fig. 2).

W otworach zlokalizowanych w centralnej części rejonu R_0 wzrasta dość wyraźnie od stropu do spągu – od 0,77 do 1,24% w WP 19, od 0,83 do 1,25% w WP 2 i od 0,84 do 1,30% w WP 27. W otworach tych, podobnie jak w wyżej omówionych, R_0 wzrasta szybciej w ich dolnej części (fig. 2).

Reflektogramy węgla, obrazujące rozkład wartości zdolności odbicia światła wityrytu w poszczególnych pokładach, wykreślone dla niektórych próbek warstw załęskich z otworów WP 30, WP 32 i KIG 1, są na ogół zbliżone do rozkładu normalnego (fig. 3). W otworze KIG 1, w którym węgle charakteryzują się stosunkowo niską wartością R_0 (od 0,83 do 1,24%) mają kształty dość regularne, cechują się ostro zaznaczonym maksimum i znaczną wysokością. Obserwuje się jednak, że w miarę wzrostu R_0 wyraźnie maleje ich wysokość. W otworach WP 30 i WP 32 reflektogramy węgla o najniższych wartościach R_0 (poniżej 1%) mają ostro zaznaczone maksimum, są dość wysokie i smukłe. Przy wzroście R_0 powyżej 1% ich kształty są nadal dość regularne, lecz wyraźnie maleje ich wysokość. Reflektogramy węgla o wartościach R_0 1,60–1,88% znacznie odbiegają od rozkładu normalnego, są asymetryczne i spłaszczone.

Warstwy rudzkie nawiercono tylko w otworze KIG 1, w którym zbadano profil od pokładu 407/1 do 418/3. Zdolność odbicia światła wityrytu w węglach warstw rudzkich waha się od 1,10% na głęb. 1185,4 m (pokład 409/1) do 1,60% na głęb. 1493,1 m (pokład 418/1). Średnia zdolność odbicia światła wityrytu (R_0) wzrasta od 1,25 (pokład 409/1) do 1,50% (pokład 418/2). Wzrost R_0 w węglach omawianych warstw jest dość nierównomierny. Krzywa R_0 przy wzroście od stropu do spągu wykazuje szereg ostrych przegięć (fig. 2). Reflektogramy są mało zróżnicowane, charakteryzują się wyraźnym maksimum, słabą asymetrią i znaczną wysokością (fig. 3).

Warstwy siodłowe występujące również tylko w otworze KIG 1 zbadano w pełnym profilu od pokładu 501 do 510/3. Zdolność odbicia światła wityrytu wzrasta tu wraz z głębokością, a jej skrajne wartości wynoszą od 1,38% na głęb. 1519,6 m (pokład 501) do 1,80% na głęb. 1727,0 m (pokład 510/3). R_0 wzrasta od 1,51 (pokład 501) do 1,69% (pokład 510/3). Nierównomierny wzrost R_0 w węglach warstw siodłowych ilustruje krzywa, która przy wyraźnym trendzie wzrostowym przebiega nieregularnie i ma kilka mniej lub bardziej ostrych załamań (fig. 2).

Reflektogramy węgla z pokładów warstw siodłowych mają na ogół wyraźne maksimum, lecz często są niskie, a niektóre z nich cechują się znaczną asymetrią (fig. 3).

W warstwach brzeźnych w otworze KIG 1 zbadano 11 nienumerowanych pokładów warstw porębskich z głęb. od 1731,0 do 1983,2 m, a w otworze WP 32 – 1 pokład warstw porębskich z głęb. 1278,2 m. W otworze KIG 1 skrajne wartości refleksyjności wynoszą od 1,60% na głęb. 1731,0 m do 2,15% na głęb. 1983,2 m, a wartość R_0 wzrasta od 1,75 do 2,03%.

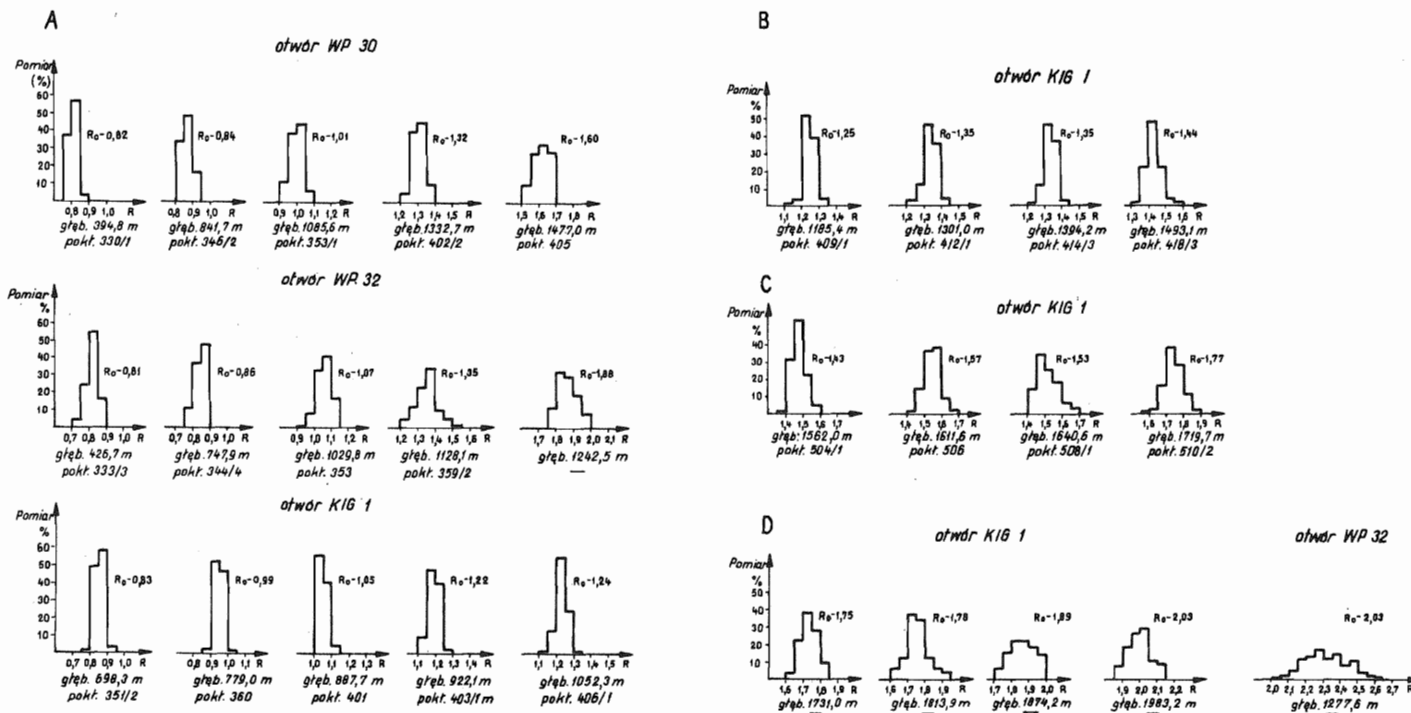


Fig. 3. Reflektogramy węgla z rejonu Warszowice–Pawłowice
 Reflectograms of coals from the Warszowice–Pawłowice region

A – warstwy załęskie; B – warstwy rudzkie; C – warstwy siodłowe; D – warstwy brzeżne
 A – Załęże Beds; B – Ruda Beds; C – Siodłowe Beds; D – Brzeżne Beds

W otworze WP32 zdolność odbicia światła wityrynytu ma skrajne wartości od 1,98 do 2,62% i R_0 2,30%. Krzywa R_0 wykreślona na podstawie próbek z otworu KIG1 wyraźnie równomiernie wzrasta i przebiega łagodnie (fig. 2). Reflektogramy sporządzone dla badanych węgla warstw brzeżnych są w znacznym stopniu zróżnicowane (fig. 3). Reflektogram pokładu z najmniejszej głębokości w otworze KIG1 ma kształt rozkładu normalnego – charakteryzuje się wyraźnym maksimum, symetrią i znaczną wysokością. W miarę zwiększania się głębokości węgla i wartości R_0 kształty reflektogramów stają się coraz mniej regularne, są często spłaszczone i asymetryczne. Reflektogram pokładu z otworu WP32 jest silnie spłaszczony i bardzo nieregularny; rysuje się na nim więcej niż jedno maksimum (fig. 3).

REJON BZIA – DĘBINY

W rejonie Bzia – Dębiny badania zdolności odbicia światła wityrynytu wykonano na próbkach z 7 otworów: BzD1, BzD2, BzD3, BzD4, BzD7, BzD8 i BzD36, które udostępniły skały karbońskie od warstw załęskich (pokład 346) do brzeżnych.

Warstwy załęskie nawiercono we wszystkich badanych otworach, najlepiej zostały rozpoznane w BzD4 od pokładu 436 do 406/2. W BzD2, BzD3 i BzD7 zbadano je od pokładu 357/1 i 358/3 do 406/1 i 406/2, w otworze BzD8 4 pokłady od 363/1 do 404/4 i w otworze BzD1 także 4 pokłady od 403/1 do 406/2. W otworze BzD36 badania wykonano dla 10 nienumerowanych pokładów.

W węglach warstw załęskich skrajne wartości zdolności odbicia światła wityrynytu wynoszą od 0,65% na głęb. 891,6 m (pokład 346, otwór BzD4) do 1,30% na głęb. 1282,6 m (pokład 406/2, otwór BzD3); średnia zdolność odbicia światła wityrynytu R_0 wzrasta od 0,80% (pokład 346, otwór BzD4) do 1,17% (pokład 406/2, otwór BzD3).

Na uwagę zasługuje stosunkowo niska refleksyjność wityrynytu w węglach z otworu BzD4 w północno-wschodniej części rejonu. R_0 waha się tu od 0,80% na głęb. 891,6 m (pokład 346) do 1,12% na głęb. 1485,4 m (pokład 406/1). Krzywa R_0 ma słaby trend wzrostowy, większy nieco w dolnej części otworu, na ogół nieregularny z szeregiem dość ostrych załamań (fig. 4).

W węglach pozostałych otworów R_0 wyraźnie wzrasta z głębokością, przy czym często nierównomiernie. Krzywe R_0 mają przebieg spokojny (otwory BzD1 i BzD8). W otworze BzD2 do głęb. około 1000 m krzywa jest łagodna, jej wzrost bardzo słaby, natomiast poniżej silniejszy, przebieg nieregularny z ostrymi załamaniami. W otworach BzD3, BzD7 i BzD36, przy ogólnym trendzie wzrostowym, krzywe mają szereg mniej lub bardziej ostrych przegięć, a przy wartościach R_0 powyżej 1% ich wzrost jest silniejszy (fig. 4).

Reflektogramy omawianych węgla w większości przypadków są zbliżone do rozkładu normalnego (fig. 5), charakteryzują się wyraźnym maksimum, znaczną symetrią i wysokością. Uwagę zwraca fakt, że wraz z głębokością pokładów, a więc wzrostem refleksyjności, maleje wysokość reflektogramów, a ich kształty stają się mniej regularne.

Warstwy rudzkie nawiercono w 6 otworach, najlepiej zbadano w centralnej części pola. W otworze BzD3 poznano ich pełny profil od pokładu 407/1 do 420, w otworze BzD7 do pokładu 407/1 do 418 i w otworze BzD36 w 14 nienumerowanych pokładach. W pozostałych otworach zbadano wybrane pokłady warstw rudzkich: w otworze BzD1 – 6 pokładów od 407/1 do 414/1, w BzD2 – 2 pokłady 407/1 i 419 i w otworze BzD8 – 4 pokłady 408/2, 409/1, 412 i 418. W węglach warstw rudzkich zdolność odbicia światła wityrynytu wzrasta

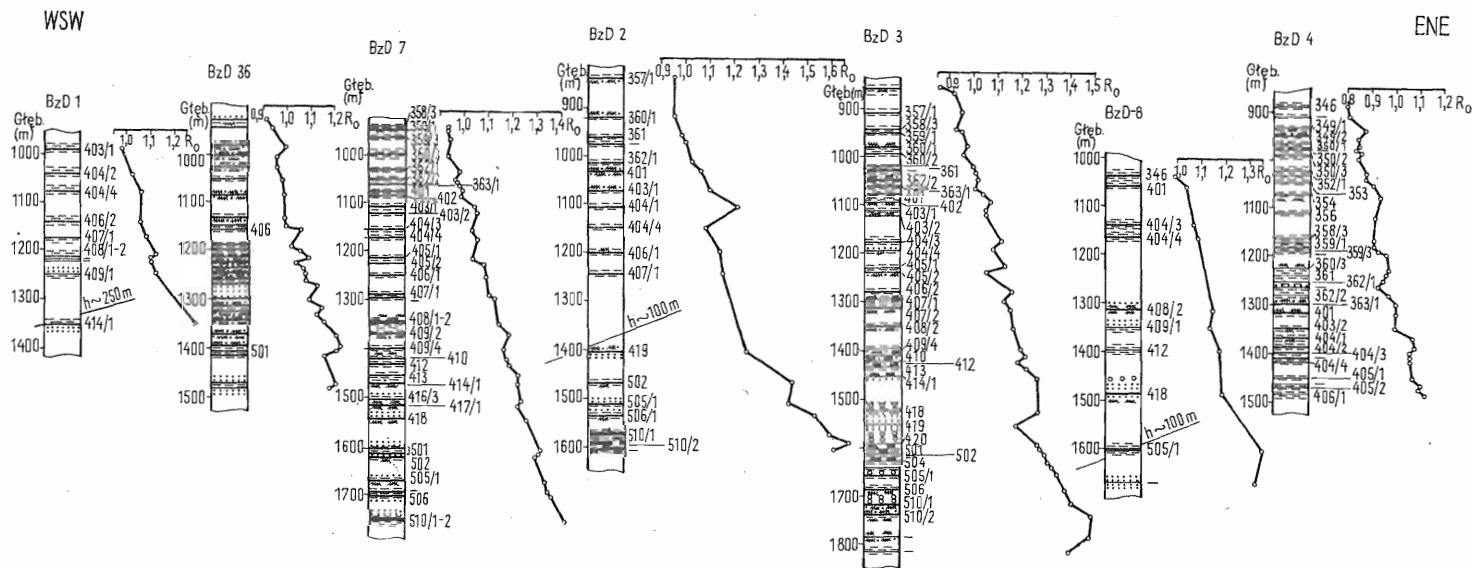


Fig. 4. Zestawienie krzywych wartości R_o w rejonie Bzia – Dębiny
Comparison of curves of the values R_o for the Bzie – Dębina region

Objaśnienia jak na fig. 2

Explanations as in Fig. 2

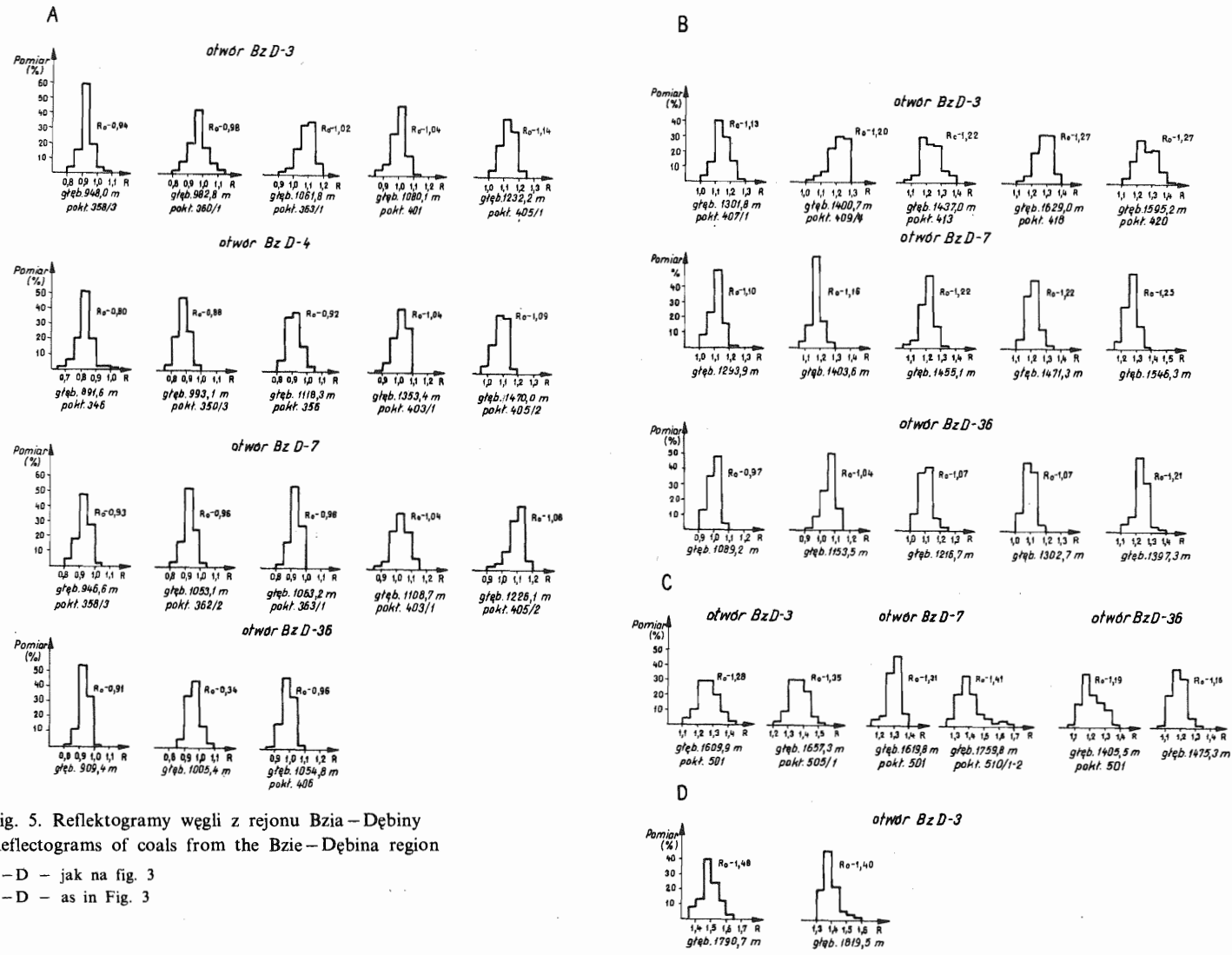


Fig. 5. Reflektogramy węgla z rejonu Bzia – Dębiny
 Reflectograms of coals from the Bzia – Dębina region

A-D – jak na fig. 3
 A-D – as in Fig. 3

z głębokością, a jej skrajne wartości znajdują się w przedziale od 0,97% na głęb. 1089,2 m (otwór BzD 36) do 1,45% na głęb. 1456,0 m (pokład 414/1, otwór BzD 3). Średnia zdolność odbicia światła wityrynytu R_0 wynosi od 1,00% na głęb. 1192,3 m (otwór BzD 36) do 1,28% na głęb. 1354,8 m (pokład 414/1, otwór BzD 1). Krzywe obrazujące zmiany R_0 w profilach poszczególnych otworów wykazują wyraźny wzrost od stropu do spągu warstw rudzkich (fig. 4). Najsilniej wzrasta krzywa sporządzona na podstawie badań próbek z otworu BzD 1, ponieważ na przestrzeni około 180 m R_0 rośnie o 0,20%. Szczególnie duże wychylenie krzywej związane jest z nagłym wzrostem tej wartości w pokładzie 414/1 na głęb. 1354,8 m, w strefie uskokowej Bzia – Czechowic. Największy wzrost ma krzywa dla otworu BzD 8, bowiem na odcinku około 170 m R_0 rośnie tylko o 0,04%.

Węgle z otworów BzD 1, BzD 7 i BzD 8 charakteryzują się krzywymi R_0 dość spokojnymi, natomiast z otworów BzD 3 i BzD 36 – mniej regularnymi, mającymi szereg przegięć. Reflektogramy węgla warstw rudzkich są dość zróżnicowane (fig. 5). Dla węgla z otworu BzD 3 w znacznym stopniu odbiegają od rozkładu normalnego, są przeważnie spłaszczone, asymetryczne, nierzadko ze słabo zaznaczonym maksimum, a na reflektogramie próbki z pokładu 420 rysują się niewyraźne dwa maksima. Dla węgla z otworów BzD 36 i BzD 7 wszystkie reflektogramy mają bardzo wyraźne jedno maksimum, są dość symetryczne i wysokie.

Warstwy siodłowe nawiercono w 5 otworach. W BzD 3 i BzD 7 zbadano je w pokładach od 501 do 510 (pełny profil), w otworze BzD 2 w pokładach od 502 do 510, w otworze BzD 36 w pokładzie 501 i 3 nienumerowanych pokładach oraz w otworze BzD 8 w pokładzie 505/1.

Zdolność odbicia światła wityrynytu w warstwach siodłowych ma szeroki zakres od 1,05% na głęb. 1405,5 m (pokład 501, otwór BzD 36) do 1,70% na głęb. 1759,8 m (pokład 510/1–2, otwór BzD 7). Średnia zdolność odbicia światła wityrynytu R_0 wzrasta generalnie od stropu do spągu omawianych warstw. Najwyższą wartością charakteryzują się węgle w otworze BzD 2, gdzie wynosi ona od 1,45% na głęb. 1469,1 m (pokład 502) do 1,68% na głęb. 1593,4 m (pokład 510/2). Znaczną jest również wartość R_0 w węglach w otworze BzD 3 – od 1,28% na głęb. 1604,8 m (pokład 501) do 1,49% na głęb. 1741,2 m (pokład 510/2) oraz w otworze BzD 7 – od 1,31% na głęb. 1619,9 m (pokład 501) do 1,41% na głęb. 1759,8 m (pokład 510/1–2). W otworze BzD 8 wartość R_0 w jedynym badanym pokładzie 505/1 wynosi 1,36%. Najniższe wartości R_0 mają węgle w otworze BzD 36 – od 1,14% na głęb. 1410,3 m do 1,19% na głęb. 1473,2 m. Krzywe R_0 dla otworów BzD 2 i BzD 3 są regularne i wykazują bardzo silny wzrost (fig. 4). Duże wychylenie krzywej w otworze BzD 8 związane jest z dużym wzrostem wartości R_0 w pokładzie 505/1, znajdującym się w sąsiedztwie uskoku tektonicznego. Słabszy jest wzrost krzywych dla węgla z BzD 7 i BzD 36, przy czym w pierwszym przypadku przebiega ona spokojnie, natomiast w drugim nieregularnie.

Reflektogramy węgla warstw siodłowych na ogół różnią się od rozkładu normalnego (fig. 5). W otworze BzD 3 są spłaszczone i asymetryczne. Reflektogram próbki z pokładu 501 z otworu BzD 7 jest wysoki i cechuje się wyraźnym maksimum i słabą asymetrią; reflektogram z pokładu 510/1–2 jest znacznie niższy i silnie asymetryczny. Reflektogramy próbek węgla z otworu BzD 36 charakteryzują się wyraźnym maksimum, lecz są niskie.

W warstwach brzeźnych zdolność odbicia światła wityrynytu określono tylko w 4 pokładach węgla. W otworze BzD 2 i BzD 8 zbadano w 1 pokładzie, w otworze BzD 3 – w 2 pokładach. We wszystkich przypadkach węgle warstw brzeźnych charakteryzują się niższą zdolnością odbicia światła wityrynytu niż węgle wyżej leżących warstw siodłowych. Skrajne wartości refleksyjności wy-

noszą w otworze BzD 3 od 1,32% na głęb. 1790,7 m do 1,62% na głęb. 1819,5 m. Średnia refleksyjność ma najwyższą wartość – 1,57% na głęb. 1597,1 m w otworze BzD 2. W otworze BzD 3 wartość R_o wynosi 1,48% na głęb. 1790,7 m i 1,40% na głęb. 1819,5 m; najniższą wartość R_o – 1,34% ma węgiel na głęb. 1686,7 m w otworze BzD 8. Zmniejszanie się zdolności odbicia światła wityrytu w warstwach brzeźnych najlepiej ilustrują krzywe R_o (fig. 4). Reflektogramy węgla z otworu BzD 3 charakteryzują się ostrym maksimum i niezbyt dużą wysokością (fig. 5).

PODSUMOWANIE WYNIKÓW BADAŃ

Przeprowadzone badania pozwalają na prześledzenie zmian zdolności odbicia światła wityrytu, a zatem stopnia zmetamorfizowania węgla w profilu skał karbońskich od warstw załęskich do brzeźnych.

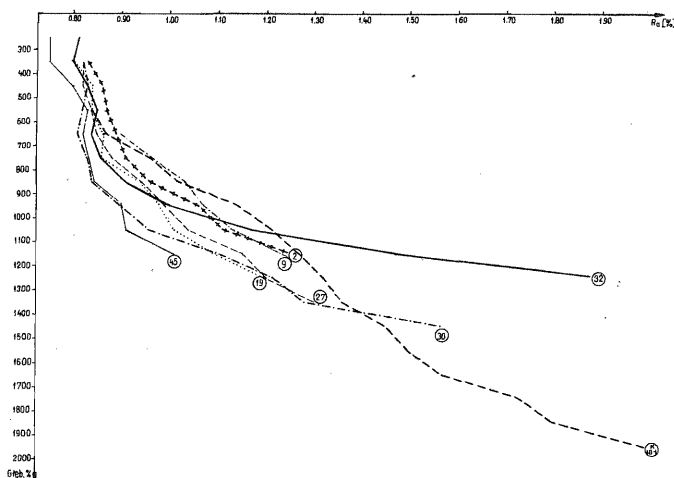


Fig. 6. Zależność wartości R_o od głębokości w węglach z rejonu Warszawa – Pawłowice
Dependence of the values R_o on depth of occurrence of coals in the Warszawa – Pawłowice region

Cyfry w kółkach oznaczają numery otworów
Encircled – borehole numbers

Najwięcej danych uzyskano dla węgla warstw załęskich, które są dobrze rozwinięte w omawianych obszarach. Stopień zmetamorfizowania węgla, określony wartością współczynnika zdolności odbicia światła wityrytu (R_o), wzrasta w warstwach załęskich wraz z głębokością pokładów węgla (fig. 6, 7). W profilach poszczególnych otworów do głęb. około 900–1000 m stopień zmetamorfizowania jest stosunkowo niski – R_o od 0,75 do 1,12% w rejonie Warszawa – Pawłowice i od 0,80 do 0,99% w rejonie Bzia – Dębiny. Równocześnie zwraca uwagę niski gradient uwęglenia oceniony przyrostem wartości R_o na 100 m wzrostu głębokości, którego średnia wartość w obu rejonach wynosi 0,04 (tab. 1). Od głęb. około 1000 m do spągu warstw załęskich stopień zmetamorfizowania węgla wyraźnie wzrasta, R_o waha się od 0,91 do 1,88% w rejonie Warszawa – Pawłowice i od 0,91 do 1,17% w rejonie Bzia – Dębiny. W tej części warstw załęskich wzrasta też gradient uwęglenia przyjmując odpowiednio wartości 0,10 i 0,06 (tab. 1).

W warstwach rudzkich, podobnie jak w wyżej leżących warstwach załęskich,

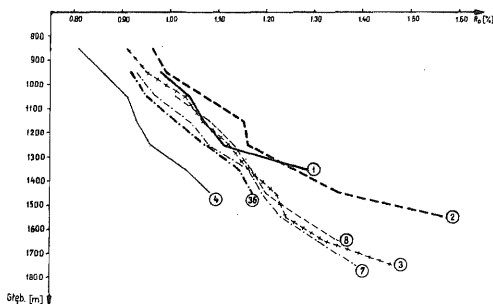


Fig. 7. Zależność wartości R_0 od głębokości w węglach z rejonu Bzia–Dębiny
Dependence of the values R_0 on depth of occurrence of coals in the Bzie–Dębina region
Objaśnienia jak na fig. 6
Explanations as given in Fig. 6

zdolność odbicia światła wityritu wzrasta z głębokością osiągając stosunkowo wysokie wartości R_0 – od 1,25 do 1,50% w rejonie Warszowic–Pawłowic i znacznie niższe – od 1,0 do 1,29% w rejonie Bzia–Dębiny. Wzrost stopnia uwęglenia w warstwach rudzkich podlega dużym wahaniom, na co wskazuje zróżnicowany gradient uwęglenia, który w rejonie Bzia–Dębiny wynosi 0,04–0,11 i w rejonie Warszowic–Pawłowic 0,07 (tab. 1).

W warstwach siodłowych zaznacza się dalszy wzrost metamorfizmu węgla postępujący od stropu do spągu. W rejonie Warszowic–Pawłowic współczynnik R_0 osiąga wysokie wartości 1,49–1,77%. W rejonie Bzia–Dębiny ogólny stopień zmetamorfizowania węgla jest niższy, R_0 wynosi 1,28–1,68%, a gradient uwęglenia wykazuje znaczne wahania – od 0,03 do 0,1 (tab. 1).

Węgla warstw brzeżnych w rejonie Warszowic–Pawłowic są w wysokim stopniu zmetamorfizowane, charakteryzują się współczynnikiem R_0 1,74–2,30%, natomiast w rejonie Bzia–Dębiny stopień zmetamorfizowania jest znacznie słabszy, na co wskazuje wartość R_0 1,34–1,62%.

Na uwagę zasługują pokłady węgla poniżej głęb. 1000 m w otworze WP 32 oraz pokład 414/1 z otworu BzD 1 i 505/1 z otworu BzD 8, występujące w strefach uskoku. W pokładach tych, w sposób bardzo wyraźny wzrasta zmetamorfizowanie węgla, co wyraża się wysokimi wartościami R_0 (fig. 2, 4). Uwagę zwracają również węgle z otworu BzD 4 zalegające na dużej głębokości – od 900 do 1480 m i wykazujące znacznie niższy stopień zmetamorfizowania niż węgle na tej samej głębokości w innych otworach rejonu Bzia–Dębiny (fig. 7).

Przeprowadzone badania umożliwiają także scharakteryzowanie zdolności odbicia światła wityritu, czyli stopnia zmetamorfizowania węgla w obrębie poszczególnych pokładów.

Reflektogramy węgla o stosunkowo niskim współczynniku R_0 (około 1%) mają dość regularne kształty, cechują się ostro zaznaczonym maksimum, dużą wysokością i znaczną symetrią. Takie kształty reflektogramów świadczą, że węgiel w pokładach jest jednorodnie zmetamorfizowany. W miarę wzrostu R_0 kształty reflektogramów stają się mniej regularne, przede wszystkim zmniejsza się ich wysokość i mniej ostro zaznacza się maksimum, wskazując na coraz większe zróżnicowanie stopnia zmetamorfizowania. Reflektogramy węgla o wysokiej wartości R_0 (około 2%) mają kształty bardzo nieregularne, są niskie, nieraz silnie spłaszczone o słabo zaznaczonym maksimum. Mogą one wskazywać na mieszaninę

Zestawienie wartości gradientu uwęglania w rejonach
Warszowic – Pawłowic i Bzia – Dębiny (% $R_0/100$ m)

Rejon	Otwór wiertniczy	Warstwy zależkie głębokość (m)		Warstwy rudzkie	Warstwy siodłowe	Warstwy brzeżne
		powyżej 1000	poniżej 1000			
Warszowic – Pawłowic	WP 2	0,04	0,09	0,02	0,08	0,12
	WP 9	0,06	0,08	–	–	–
	WP 19	0,03	0,05	–	–	–
	WP 27	0,03	0,07	–	–	–
	WP 30	0,02	0,13	–	–	–
	WP 32	0,03	0,29	–	–	–
	WP 45	0,02	0,06	–	–	–
	KIG 1	0,07	0,09	–	–	–
	średnia dla rejonu	0,04	0,10	0,07	0,08	0,12
Bzia – Dębiny	BzD 1	–	0,05	0,11	–	–
	BzD 2	0,03	0,08	0,05	0,11	–
	BzD 3	0,04	0,06	0,04	0,10	–
	BzD 4	0,06	0,04	–	–	–
	BzD 7	–	0,06	0,05	0,08	–
	BzD 8	–	0,07	0,06	–	–
	BzD 36	–	0,05	0,07	0,03	–
		średnia dla rejonu	0,04	0,06	0,06	0,08

węgla o różnym stopniu zmetamorfizowania. Z analizy przeprowadzonych badań wynikają następujące wnioski:

1. Stopień zmetamorfizowania węgla wzrasta zgodnie z regułą Hilta od warstw młodszych do starszych. Gradient uwęglania określony przyrostem R_0 na 100 m wynosi średnio w warstwach: zależkich – 0,06, rudzkich – 0,07, siodłowych – 0,08 i brzeżnych – 0,12.

2. Wzrost stopnia zmetamorfizowania węgla wraz z głębokością świadczy, że proces metamorfizmu zachodzi również po osiągnięciu krytycznego stopnia uwęglania.

3. Stopień zmetamorfizowania węgla nie jest uzależniony od ich wieku, bowiem węgle z tego samego poziomu są silniej zmetamorfizowane w rejonie Warszowic – Pawłowic, aniżeli w rejonie Bzia – Dębiny.

4. Proces metamorfizmu miał zmienne natężenie. Zjawisko to wyraźnie zaznacza się w rejonie Warszowic – Pawłowic, gdzie do głęb. 1000 m gradient uwęglania wynosi 0,04, natomiast poniżej tej głębokości 0,10.

5. Na wysokie zmetamorfizowanie węgla w pokładach zalegających w stre-

fach uskoków prawdopodobnie miały wpływ czynniki towarzyszące działalności tektonicznej.

6. Stosunkowo niskie uwęglenie pokładów z otworu BzD4 nasuwa przypuszczenie, że węgle te w krytycznym momencie przeobrażeń znajdowały się na głębokości mniejszej niż obecnie.

7. Postępujący z głębokością proces uwęglenia powoduje wzrost zróżnicowania stopnia zmetamorfizowania węgla w pokładzie. Wskazują na to reflektogramy przedstawiające rozkład zdolności odbicia światła witrinitu w poszczególnych pokładach.

Zakład Petrografii, Mineralogii i Geochemii
Instytutu Geologicznego
Warszawa, ul. Rakowiecka 4
Nadesłano dnia 5 marca 1982 r.

PIŚMIENNICTWO

- CHRUŚCIEL Z. (1976) – Zdolność odbicia światła witrinitów polskich węgla kamiennych i jej korelacja z innymi wskaźnikami stopnia uwęglenia. *Prz. Gór.*, **32**, p. 543–547, nr 12.
- GODULA T. (1978) – Dokumentacja geologiczna złoża węgla kamiennego rejonu „Bzie–Dębina”. *Arch. Komb. Geol. „Południe”*. Katowice.
- JANAS J. (1978) – Dokumentacja geologiczna złoża węgla kamiennego rejonu „Warszowice–Pawłowice”. *Arch. Komb. Geol. „Południe”*. Katowice.
- KOTAS A. (1972) – Ważniejsze cechy budowy geologicznej GZW na tle pozycji tektonicznej i budowy głębokiego podłoża utworów produktywnych. *Kom. Gór. PAN*, **1**.
- Mc CARTNEY I.T., TEICHMÜLLER M. (1972) – Classification of coals according to degree of coalification by reflectance of the witrinite component. *Fuel*, **51**, p. 64–68.
- NOËL R. (1966) – Sur deux paramètres du rang des charbons: matières volatiles et pouvoir réflecteur. *Ann. Soc. Géol. Belg.*, **89**, 14, p. 121–130.
- NOËL R. (1976) – Recherche charbonnière: Perspectives d'ensemble et exemples d'application de la mesure du rang des charbons. *Bull. Centre Rech.*, **10**.
- SZPILEWICZ A. (1972) – Refleksyjność witrinitu i skład petrograficzny jako miernik struktury uwęglenia i koksowności polskich węgla koksowych. *Prz. Gór.*, **28**, p. 144–149, nr 4.
- WEISS G. (1980) – Průběh změn stupně prouhelnění v závislosti na hlaubce podle světelné odraznosti witrinitu (R_v) stanovené z vrtných vzorků v čs. části hornoslezské pánve. *Sborník GPO-22*. Ostrava.
- ZAREMBIŃSKA J. (1971) – Badania zdolności odbicia światła witrinitów węgla. *Koks Smoła Gaz*, **9**, p. 225–230.
- ZAREMBIŃSKA J. (1972) – Mikroskopowe badania węgla i ich zróżnicowanie genetyczne a przydatność technologiczna. *Arch. Pol. Śl. Gliwice*.

Эльжбета СВАДОВСКА

ХАРАКТЕРИСТИКА УГЛЯ В ЮГО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ВУБ ПО ОТРАЖАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ВИТРИНИТА

Резюме

В районах Варшовицы-Павловицы и Бзе-Дембина, расположенных на юго-западе Главной впадины Верхнесилезского угольного бассейна, изучалась отражающая способность витринита. Изучался разрез карбона от зеленских до краевых пластов. Было установлено, что степень метаморфизации угля в вертикальном разрезе возрастает согласно с правилом Гильта от младших пластов к старшим.

Градиент углефикации, определенный по приросту величины R_0 на 100 м глубины, в среднем составляет в зеленских пластах 0,06, в рудских — 0,07, седловых — 0,08 и в краевых — 0,12.

Рост степени метаморфизации с глубиной залегания пласта свидетельствует о том, что процесс метаморфизма идет и после достижения критической степени углефикации.

Степень метаморфизации угля не зависит от стратиграфической приуроченности в региональном плане, что подтверждается значительно высшим коэффициентом отражающей способности витринита R_0 в отдельных пластах в районе Бзя-Дембины. Процесс метаморфизации в изучаемых углях происходил с разной интенсивностью. Это явление, наблюдаемое на обоих изучаемых территориях, особенно четко проявляется в районе Варшовицы-Павловицы, где до глубины 1000 м градиент углефикации составляет 0,04, а ниже — 0,09.

Обращает на себя внимание отлнчнтельно высокая величина R_0 для группы угольных пластов в скв. WP 32, а также в отдельных пластах — 414/1 в скв. VzD 1 и 505/1 в скв. VzD 8, залегающих в тектонически нарушенных зонах. На степень метаморфизации угля в перечисленных пластах несомненно повлияли факторы, сопутствующие тектонической деятельности.

Следует обратить внимание на угли зеленских пластов, открытых скважиной VzD 4, которые несмотря на залегание на довольно большой глубине — ок 900 до 1480 м, отличаются сравнительно низкой степенью метаморфизма, значительно ниже, чем угли, лежащие на той же глубине в других скважинах района Бзя-Дембины. Низкая метаморфизация угольных пластов в скв. VzD 4 позволяет предполагать, что в критическом моменте углефикации они залежали на меньшей глубине, чем сейчас. Выполненные исследования позволяют не только проследить изменчивость метаморфизма углей по вертикальному разрезу, но и охарактеризовать степень их метаморфизации в пределах отдельных пластов. Пласты, в которых коэффициент отражающей способности витринита R_0 составляет около 1%, состоят из угля, однородного с точки зрения метаморфизации. По мере роста коэффициента R_0 степень метаморфизации становится более разнородной. При величине R_0 около 2% пласты состоят из смеси углей, весьма различных по степени метаморфизации.

Elżbieta SWADOWSKA

THE CHARACTERISTICS OF COALS FROM SOUTH-WESTERN PART
OF THE UPPER SILESIAN COAL BASIN WITH REFERENCE
TO LIGHT REFLECTION CAPABILITY OF VITRINITE

S u m m a r y

The paper presents results of studies on light reflection capability of vitrinite from coal seams in the Warszowice–Pawłowice and Bzie–Dębina regions, south-western part of the Major Basin, Upper Silesian Coal Basin. The studies covered the section of Carboniferous deposits from the Załęże to Brzeżne Beds. Degree of coal metamorphism was found to increase in the vertical from younger to older strata in accordance with the Hilt's principle.

Coalification gradient determined by increase in value R_o per 100 m increase in depth equals 0.06 at the average for the Załęże Beds, 0.07 for the Ruda Beds, 0.08 for the Siodłowe Beds and 0.12 for the Brzeżne Beds.

The increase in degree of metamorphism of coals along with depth of occurrence of a seam indicates that this process still continues when critical degree of coalification is achieved.

The degree of coal metamorphism appears unrelated to stratigraphic setting in regional distribution. This is indicated by higher values of light reflection capability of vitrinite (R_o) from individual seams in the Warszowice–Pawłowice region than in the same layers in the Bzie–Dębina region.

The process of metamorphism has been proceeding in the studied coals with varying intensity. This phenomenon, recorded in the two studied regions, appears especially well-marked in the Warszowice–Pawłowice one, where coalification gradient equals 0.04 at depths down to 1000 m, rising to 0.09 at larger depths.

Attention should be paid to high values of the coefficient R_o in coal seam group from the borehole WP 32 and single seams (414/1 and 505/1 from the boreholes BzD1 and BzD8, respectively) occurring in tectonically disturbed zones. High metamorphism of coals in these seams is undoubtedly due to some factors accompanying the tectonic ones.

Attention should be also paid to coals of the Załęże Beds, encountered in the borehole BzD4. The coals, although rather deep-seated (900–1400 m), are characterized by relatively low degree of metamorphism, markedly lower than of those found at the same depths in other boreholes in the Bzie–Dębina region. The low metamorphism of coal seams from the borehole column BzD4 suggests their occurrence at smaller depths at critical moment of coalification that at present. The studies made it possible to trace changes in coal metamorphism in the vertical as well as to characterize the degree of coal metamorphism within individual coal seams. The seams with light reflection coefficient of vitrinite (R_o) equal about 1% are built of coals homogenous in degree of metamorphism. Along with increase in value of that coefficient, there is found increase in differentiation in degree of metamorphism in coal seam. When the value R_o is about 2%, coal seams are built of a mixture of coals markedly differing in degree of metamorphism.