

Stanisław Roman **ĆMIEL**

Zakład Geologii Ziół

Katedra Geologii Stosowanej

Wydział Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego

GEOLOGICZNE WARUNKI UWĘGLENIA W POŁUDNIOWO-ZACHODNIEJ CZĘŚCI GÓRNOŚLĄSKIEGO ZAGŁĘBIA WĘGLOWEGO

Streszczenie. W artykule przedstawiono dane dotyczące geologicznych warunków metamorfizmu węgla w SW części GZW. Dane zebrano w pokładach węgla warstw zabrzkich i rudzkich (namur B, C) oraz załęskich (westfal A) z kopalń "Borynia", "Jastrzębie", "Manifest Lipcowy" i "Moszczenica". Zależności pomiędzy stopniem uwęglenia a głębokością zalegania, wiekiem pokładów węgla, stosunkiem do struktur fałdowych i dysjunktywnych oraz skał otaczających, obliczono za pomocą korelacji, regresji oraz obliczono również wartość gradientu stratygraficznego i pionowego zawartości części lotnych.

Z przeprowadzonych badań wynika, że stopień uwęglenia jest silniej skorelowany z głębokością zalegania niż z wiekiem pokładów węgla. Z map i przekroju geologicznego wynika, że na SW od badanego terenu znajduje się ośrodek dodatniej anomalii termicznej, a metamorfizm ma charakter postorogeniczny. Ograniczony wpływ na uwęglenie wywierają również czynniki tektoniczne i litologiczne. Skały iłowcowe otaczające pokłady węgla, ze względu na niższą przewodność cieplną w stosunku do piaskowców wpływają na podniesienie stopnia uwęglenia. Także w pobliżu uskoków obserwowano wzrost stopnia uwęglenia, wywołany oddziaływaniem ciepła tarcia lub ciepła doprowadzonego płaszczyną uskoku z głębszych stref skorupy ziemskiej.

WPROWADZENIE

Południowo-zachodnia część GZW charakteryzuje się nie tylko skomplikowaną budową tektoniczną, ale również różnorodnością typów węgla oraz specyficznymi warunkami termicznymi. W budowie strukturalnej biorą udział zarówno elementy tektoniki ciągłej jak i dysjunktywnej, w pokładach występują prawie wszystkie typy węgla, a warunki termiczne wskazują na anomalny wzrost stopnia geotermicznego w stosunku do reszty obszaru GZW. Wymienione czynniki powodują, że SW sześć GZW, a szczególnie rejon Jastrzębia, uważać można za doskonały poligon badań nad metamorfizmem węgla. Prezentowane w artykule wyniki opierają się na obserwacjach poczynionych w wyrobiskach górniczych kopalń: "Borynia", "Jastrzębie", "Manifest Lipcowy" i "Moszczenica", w pokładach węgla zaliczanych do warstw zabrzkich i rudzkich (namur B, C) oraz kompleksu boryńskiego warstw załęskich (westfal A). Obszar badań stanowi skrajnie zachodnią część niecki głównej, natomiast w schemacie strukturalnym GZW zapro

ponowanym przez Kotasa (1972, 1985) tworzy peryferycznie wschodnią część poprzecznej równoleżnikowej elewacji osadów górnokarbońskich Olzy-Jastrzębia. Wiodącymi elementami tektonicznymi tego rejonu są fałd Jastrzębia i monoklina Zofiówki, pocięte licznymi uskokami. Podstawę badań stanowiły wyniki analiz chemiczno-technologicznych wykonanych na ponad dwóch tysiącach próbek bruzdowych pobranych z 19 eksploatowanych pokładów węgla. Ponieważ najbardziej zróżnicowanym parametrem jakości węgla były części lotne, a ponadto około 90% danych mieściło się w przedziale 35-20%, wybrano je jako główny wskaźnik uwęglenia. Do określenia zmienności stopnia metamorfizmu węgla z głębokością, wiekiem oraz stosunkiem do struktur fałdowych, dysjunktywnych i skał otaczających zastosowano współczynnik korelacji oraz regresję prostoliniową. Wielkość stopnia uwęglenia przedstawiono za pomocą gradientu stratygraficznego i pionowej zawartości części lotnych, a uzyskany obraz rozkładu izowol zaprezentowano na mapach poziomowych pokładowych i na przekroju geologicznym. W celu rozszerzenia zakresu badań, a także zweryfikowania otrzymanych wyników oznaczono dodatkowo również stopień refleksyjności wityrynytu w 22 próbkach pobranych z pokładów 417 i 502.

2. POGŁĄDY NA GENEZĘ METAMORFIZMU WĘGLA

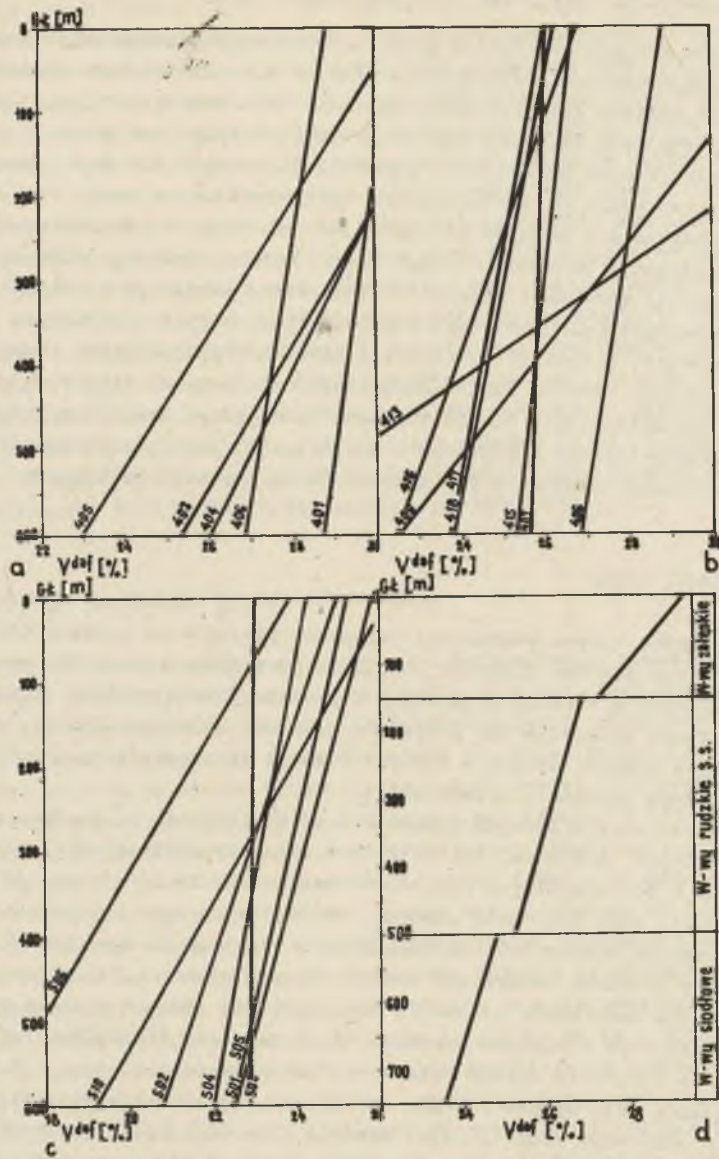
Dotychczasowy stan wiedzy na temat metamorfizmu węgla pozwala przyjąć, że głównymi jego czynnikami są temperatura i czas jej oddziaływania, rozumiane w szerokim zakresie. Natomiast ciśnienie odgrywa ograniczoną rolę istotną na etapie diagenety gdzie odpowiada za zmiany strukturalno-fizyczne, mniej istotną na etapie metamorfizmu, gdzie raczej hamuje proces karbonifikacji (Stach et al., 1975). Dopuszcza się również możliwość dwóch faz uwęglenia: preorogenicznej i postorogenicznej. Pierwsza z nich związana jest z sedymentacją utworów węglonośnych i jest funkcją stopnia geotermicznego i głębokości pograżenia osadów. Druga, mająca miejsce po inwersji tektonicznej basenu, wiąże się zazwyczaj z dodatkowymi źródłami ciepła. Oddziaływanie wymienionych czynników przejawia się różnymi zjawiskami geologicznymi. Powszechnie znana jest zależność wzrostu stopnia uwęglenia od wzrostu miąższości utworów produktywnych. Opisuje ją reguła Hilta i Schürmanna mówiąca, że w obrębie danego zagłębia w miarę przejścia do pokładów starszych, niżej zalegających zaznacza się wzrost uwęglenia, uzewnętrzniający się spadkiem zawartości części lotnych i wilgoci higroskopijnej. Ta prosta zależność bywa często zaburzona oddziaływaniem ciał plutonicznych, przejawami wulkanizmu oraz związanym z nimi oddziaływaniem roztworów hydrotermalnych. Dodatkowe zaburzenie ogólnych stałych warunków termicznych może wywoływać również ciepło rozpadu pierwiastków radioaktywnych. Obecnie przyjmuje się, że metamorfizm węgla w GZW zależny jest od głębokości pograżenia utworów produktywnych oraz oddziaływania ciał plutonicznych, co potwierdzają wystąpienia skał magmowych, tkwiących w pokładach koksu naturalnego oraz węgla kulistego. A. Kotas (1985) przyjmuje, że metamorfizm węgla w GZW nastąpił

już po inwersji tektonicznej a przed sedymentacją utworów mioceńskich, natomiast postorogeniczne przegrzanie utworów karbońskich było wielofazowe i związane z wgłębną działalnością magmową. Wpływ skał otaczających pokłady węgla na uwęglenie nie jest negowany, natomiast kierunek przemian uwarunkowany oddziaływaniem określonych typów litologicznych nie jest jednoznaczny. Jedni autorzy wiążą go z własnościami petrograficznymi skały innej z fizycznymi. Dopuszcza się również możliwość wzrostu stopnia karbonifikacji na skutek oddziaływania skoncentrowanego ciepła tarcia, będącego efektem gwałtownej propagacji uskoków i pęknięć. Jednocześnie płaszczyzna nieciągłości może być wykorzystana, jako kanał doprowadzający ciepło z głębszych stref skorupy ziemskiej. Natomiast odrzuca się możliwość podwyższenia stopnia uwęglenia w trakcie trwania ruchów nasunięciowo-fałdowych, jako zbyt mało efektywnych dla wytworzenia ciepła zdolnego podwyższyć stopień metamorfizmu węgla. Najważniejszym czynnikiem destruktywnym, obniżającym jakość węgla jest wietrzenie zachodzące pod wpływem czynników hipergenicznych.

3. WYNIKI BADAŃ

O wielkości wpływu głębokości zalegania pokładów na metamorfizm węgla, informuje nas pionowy gradient uwęglenia wyrażający zmienność zawartości części lotnych w funkcji głębokości zalegania danego pokładu. Natomiast o wpływie czasu informuje nas pośrednio gradient stratygraficzny, wyrażony zawartością części lotnych w funkcji pozycji stratygraficznej pokładu, a więc liczoną zgodnie z prawem Hilta.

Zawartość części lotnych wykazuje duże zróżnicowanie, zarówno w obrębie poszczególnych pokładów, jak i serii litostratygraficznych. Średnia ich zawartość w poszczególnych pokładach waha się od 29,03% (pokł. 401) do 23,28% (pokł. 506), przy rozrzucie wartości od 37,71% do 6,4%. We wszystkich pokładach występuje wysoka średnia korelacja z głębokością wynosząca 0,707. Średni pionowy gradient zawartości części lotnych wynosi 0,74%. Sukcesywny spadek wartości omawianego parametru obserwuje się również w całym profilu stratygraficznym z wiekiem pokładów. Średnia zawartość części lotnych w kompleksie boryńskim warstw zalegających jest najwyższa i wynosi 28,37%, ujemna korelacja jest wysoka i wynosi 0,758, przy gradiencie stratygraficznym 1,31%. W warstwach rudzkich s.s. średnia zawartość części lotnych wynosi 25,93%, ujemna korelacja jest słabsza i wynosi 0,515, przy gradiencie stratygraficznym 0,5%. W warstwach zabrzańskich (siodłowych) średnia zawartość części lotnych jest najniższa i wynosi 24,35%. Ujemna korelacja z głębokością jest najslabsza i wynosi 0,35, przy gradiencie stratygraficznym 0,57%. Obraz zależności części lotnych od głębokości i wieku pokładów przedstawiają proste regresje na rys. 1. Dodatkowo oznaczona zdolność odbicia światła wityrytu w pokładzie 417 wynosi średnio 1,122, wykazuje słabą dodatnią korelację z głębokością wynoszącą 0,25, przy gradiencie pionowym 0,011. Natomiast w pokładzie 502 refleksyjność wynosi 1,188, przy średnio silnej dodat-



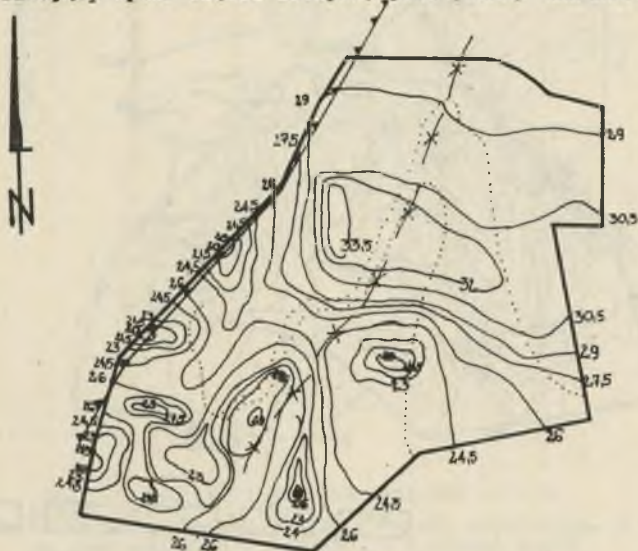
Rys. 1. Proste regresji przedstawiające zależność pomiędzy zawartością części lotnych a głębokością w poszczególnych pokładach (a, b, c) i warstwach (d)

a - pokłady 401-406, b - pokłady 407-418, c - pokłady 501-510

Fig. 1. Regression straight lines how correlation between volatil matter content and depth of deposition, in the coal seams (a, b, c) and in the beds (d)

a - seams 401-406, b - seams 407-418, c - seams 501-510

niej korelacji z głębokością wynosząca 0,584 i gradientie pionowym równym 0,023. Pod względem metodycznym ważny jest fakt bardzo wysokiej wartości istotnej korelacji pomiędzy średnim wskaźnikiem zdolności odbicia światła a zawartością części lotnych wynoszący 0,667 (Ćmiel et all., 1986), pozytywnie weryfikujący wybór części lotnych, jako główny wskaźnik uwęglania.



Rys. 2. Rozkład izowal na poziomie $\pm 0,0$ m

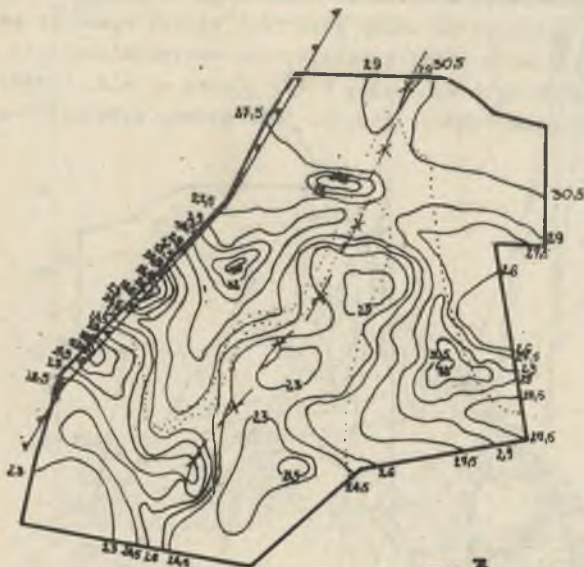
1 - nasunięcie boguszowicko-orłowskie, 2 - fałd Jastrzębia, 3 - oś synkliny Jastrzębia, 4 - izowale, 5 - obszar badań

Fig. 2. Volatil matter content to the depth horizon $\pm 0,0$ m

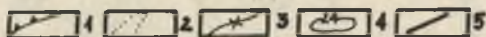
1 - centrifugal fault boguszowicko-orłowskie, 2 - Jastrzębie fold, 3 - anticline-axis Jastrzębie, 4 - isoline of volatil matter, 5 - investigation area

Ogólne tendencje zmienności stopnia uwęglania z głębokością, możemy prześledzić na mapach poziomych. Mapy te przedstawiają, jak kształtuje się obraz izowal na poziomach głębokościowych $\pm 0,0$ m (rys. 2), -200 m (rys. 3) i -450 m (rys. 4). Generalnie na wszystkich tych poziomach obraz zawartości części lotnych jest zbliżony z tym, że obserwujemy wyraźną tendencję do spadku ich wartości w kierunku S i SW, przy czym wraz z głębokością tendencja ta staje się wyraźniejsza. Natomiast rozkład stopnia metamorfizmu w stosunku do struktur fałdowych możemy obserwować na mapach pokładowych. Jako przykład może służyć mapa zawartości części lotnych w pokładzie 416 (rys. 5).

Charakterystyczny jest rozkład izowal w rejonie synkliny i antykliny Jastrzębia. W synklinie wartości części lotnych są niższe niż w partii osiowej antykliny. Uwzględniając fakt, że wysokość fałdu Jastrzębia wynosi około 300-350 m, a gradient pionowy zawartości części lotnych w pokładzie 416 wynosi 0,7%, należałoby się spodziewać różnicy około 2-2,5%. Analizując wartości izowal w omawianych strukturach stwierdzić można, że rzeczywiście różnica ta wynosi od 2% do 4%. Przekrój geologiczny W - E (rys. 5) tnie po-



rys.3.



Rys. 3. Rozkład izowol na poziomie - 200 m

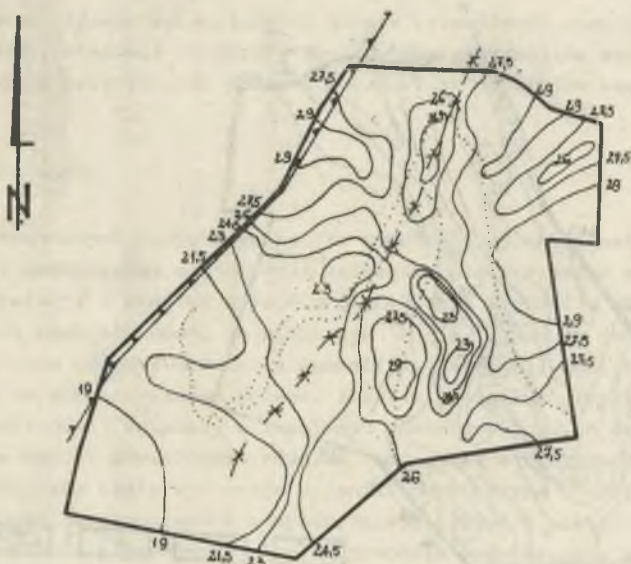
1 - nasunięcie boguszowicko-orłowskie, 2 - fałd Jastrzębia, 3 - oś antykliny Jastrzębia, 4 - izowole, 5 - obszar badań

Fig. 3. Volatil matter content to the depth horizon -200 m

1 - centrifugal fault boguszowicko-orłowskie, 2 - Jastrzębie fold, 3 - anticline axis. Jastrzębie, 4 - isoline of volatil matter, 5 - investigation area

przecznie najważniejsze struktury tektoniczne i biegnie przez centralną część badanego terenu. Jego tło stanowi zgeneralizowana sytuacja geologiczna, ze szczególnym uwzględnieniem przebiegu pokładów węgla, na którą naniesiono izowole. W skrajnie zachodniej części przekroju izowole przecinają pokłady węgla pod dużymi kątami a w kierunku wschodnim kąty te maleją, by w rejonie monokliny Zofiówki przyjąć przebieg zbliżony do przebiegu pokładów. Obraz izowol w W części przekroju wskazuje na wybitnie postorogeniczną genezę uwęglania, podczas gdy w kierunku wschodnim zmienia się przyjmując charakter synorogeniczny.

Wpływ dyslokacji dysjunktywnych na stopień uwęglania rozpatrzono na przykładzie uskoków. W tym celu oznaczono części lotne w 203 próbkach pobranych w odległości od 0,0 m do 10 m (przy średniej 2,24 m) od płaszczyzny uskoku, a otrzymaną wartość porównywano do średniej obliczonej w najbliższym rejonie danego pokładu. Analizowano tylko te przypadki dla których istniała pewność, że inne czynniki geologiczne nie wpływają istotnie na stopień uwęglania. Ponieważ rozpatrywano tylko te uskoki, które zostały stwierdzone robotami górniczymi, wielkość ich zrzutu zamykała się w przedziale 1,0-10 m, przy



Rys. 4. Rozkład izowol na poziomie -450 m

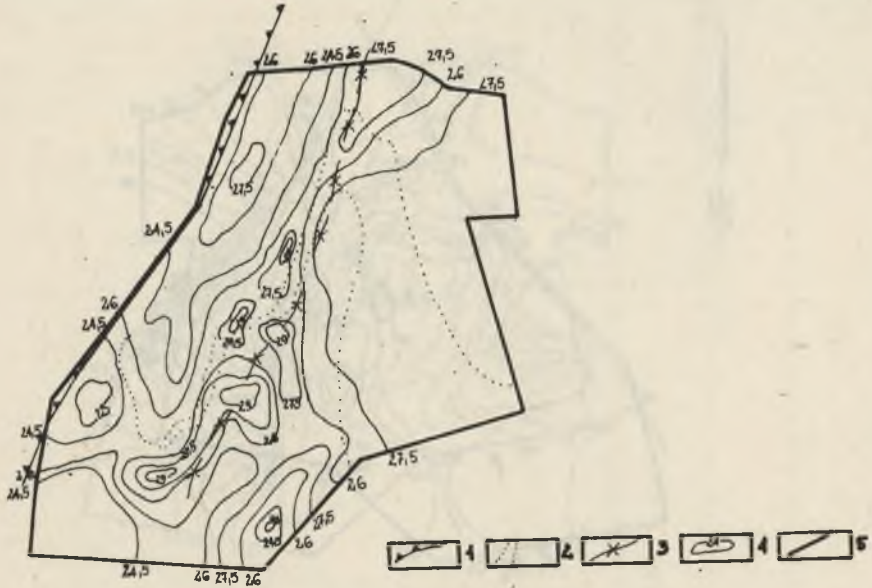
1 - nasunięcie boguszowicko-orłowskie, 2 - fałd Jastrzębia, 3 - oś antykliny Jastrzębia, 4 - izowole, 5 - obszar badań

Fig. 4. Volatil matter content to the depth horizon -450 m

1 - centrifugal fault boguszowicko-orłowskie, 2 - Jastrzębie fold, 3 - anticline axis Jastrzębie, 4 - isoline of volatil matter, 5 - investigation area

średniej 2,8 m. Obliczone różnice pomiędzy zawartością części lotnych, określoną w danej odległości od uskoku, a zawartością średnią dla danego rejonu pokładu, wahały się od 0,04% do 3,68%, przy średniej 1,347%. W celu określenia jakości związku pomiędzy analizowanymi czynnikami obliczono zależności statystyczne. Korelacja pomiędzy zawartością części lotnych a odlegością uskoku jest ujemna i słaba i wynosi 0,304, regresję opisuje równanie $y = -0,153x + 1,69$ (gdzie x to odległość od uskoku), a standardowe odchylenie wynosi 0,959. Z danych tych wynika, że w płaszczyźnie uskoku następuje obniżenie zawartości części lotnych o 1,69% w stosunku do średniej dla danego pokładu, przy czym wartość ta zmniejsza się o 0,15% na każdy metr oddalenia od płaszczyzny uskoku.

Badacze podejmujący problem metamorfizmu węgla są zgodni co do istotnego, aczkolwiek nie decydującego, wpływu skał otaczających na ten proces. Przedmiotem dyskusji jest natomiast kierunek przemian predystynowany obecnością głównie w stropie pokładów węgla, różnych litologicznie skał. Szczegółowo zagadnienie to było opracowane (Cmiel 1987), a wynika z niego, że stopień uwęglenia pokładów występujących w otoczeniu skał iłowcowych jest wyższy niż w otoczeniu skał piaskowcowych. Wynika to ze zróżnicowania przewodności

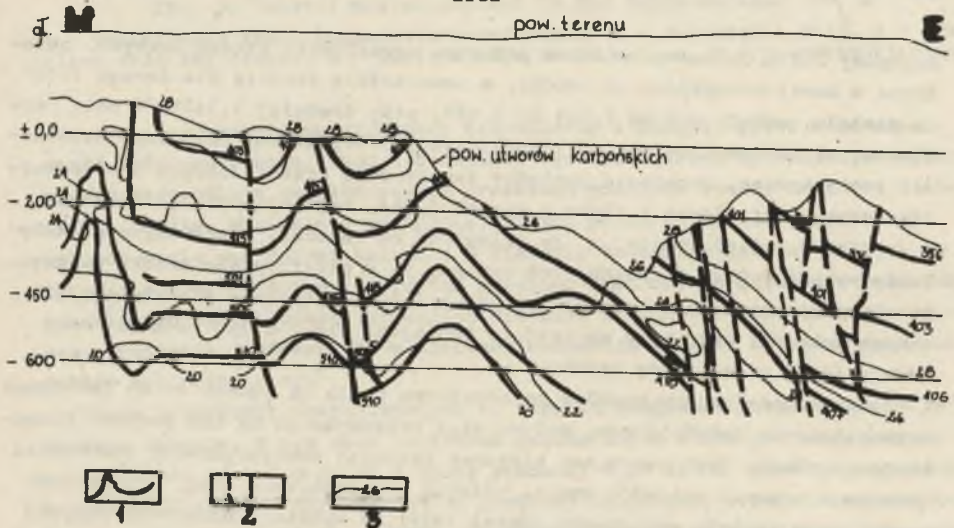


Rys. 5. Rozkład izowol w pokładzie 416

1 - nasunięcie boguszowicko-orłowskie, 2 - fałd Jastrzębia, 3 - oś antykliny Jastrzębia, 4 - izowole, 5 - obszar badań

Fig. 5. Volatil matter content in the 416 coal seams

1 - centrifugal fault boguszowicko-orłowskie, 2 - Jastrzębie fold, 3 - anticline axis Jastrzębie, 4 - isoline of volatil matter, 5 - investigation area



Rys. 6. Przekrój geologiczny W - E

1 - pokłady węgla, 2 - główne uskoki, 3 - izowole

Fig. 6. Geological section W - E

1 - coal seams, 2 - main faults, 3 - isoline of volatil matter

cieplnej skał Iłowce ze względu na gorszą przewodność cieplną w stosunku do piaskowców, stanowią horyzonty izolacyjne zatrzymujące energię ciepłą, która powoduje podwyższenie stopnia metamorfizmu pokładów węgla.

4. PODSUMOWANIE

Z przedstawionych danych wynika, że stopień uwęglenia jest silniej skorelowany ze współczesną głębokością zalegania niż z wiekiem pokładów węgla. Wartość korelacji z wiekiem maleje z głębokością w profilu stratygraficznym. Również rozkład izowol na przekroju W - E i mapach poziomowych świadczy o istnieniu ośrodka dodatniej anomalii termicznej, zlokalizowanej na SW w stosunku do rozpatrywanego terenu. Rozkład izowol na przekroju W-E oraz na mapie pokładowej świadczy o istnieniu postorogenicznego etapu metamorfizmu pokładów węgla. Stwierdzono również, że pewien ograniczony wpływ na stopień metamorfizmu węgla wywierają czynniki tektoniczne i litologiczne. Skały iłowcowe, występujące w bezpośredniej bliskości pokładów węgla, ze względu na niższą przewodność cieplną powodują podwyższenie uwęglenia w stosunku do piaskowców, których przewodność cieplna jest o wiele wyższa. Ograniczony wzrost stopnia uwęglenia obserwuje się również w bezpośredniej bliskości uskoków, co można wiązać z oddziaływaniem skoncentrowanego ciepła tarcia, powstającego w efekcie propagacji nieciągłości lub spełnianiem przez nie roli kanału doprowadzającego ciepło z głębszych stref skorupy ziemskiej.

LITERATURA

- [1] Ćmiel S.R., Wpływ skał otaczających na metamorfizm węgla. Mat. X Symp. Geol. Form. Węglonośnych Polski, AGH, Kraków 1987.
- [2] Ćmiel S.R., et al.; Określenie wpływu warunków geologicznych na uwęglenie pokładów w rejonie Jastrzębia. Charakterystyka jakościowa węgla w pokładach 417 i 502 (rejon siodła Jastrzębia) 1986. Praca niepublikowana.
- [3] Kotas A.: Ważniejsze cechy budowy geologicznej GZW na tle pozycji tektonicznej i budowy głębokiego podłoża utworów produktywnych. In.: Problemy geodynamiki i tapan. Kom. Górn. PAN, Kraków 1972.
Kotas A.: Uwagi o ewolucji strukturalnej GZW. Mat. Konf. Tektonika GZW. Sosnowiec 1985.
- [4] Stach E., et al.: Stach's Textbook of Coal Petrology. Berlin-Stuttgart 1975.

Recenzent: prof. dr hab. inż. Wiesław Gabzdyl

Wpłynęło do redakcji w kwietniu 1988 r.

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ УГЛЕФИКАЦИИ
В ЮЖНО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ГУБ

Р е з ю м е

В статье представлены результаты изучения геологических условий метаморфизма углей в южно-западной части ГУБ. Данные собраны в пластах забрских, рудзких (намур Б, Ц) и заляских (вестфаль А) в шахтах "Борыня", "Ястржембие", "Манифест Липцовый" и "Моденица".

Взаимосвязь между метаморфизмом углей и глубиной залегания, возрастом пластов угля и также соотношением к складчатым и прерывным тектоническим структурам была определена корреляцией и регрессией. Были тоже подсчитаны стратиграфический и вертикальный градиент летучих веществ.

С исследований вытекает, что степень углефикации сильнее скоррелирована с современной глубиной залегания пластов угля чем с их возрастом. Разложение изоглины выхода летучих веществ на геологических камерах и разрезах свидетельствует о существовании положительной аномалии термической расположенной на юго-западе от изученного района, как и о существовании построенного этапа углефикации. Доказано, что в ограниченной степени влияние на метаморфизм угольных пластов оказывают тоже тектонические и литологические факторы. Теплопроводность у глинистых пород вмещающих пласты угли меньше чем у песчаников и поэтому они влияют на увеличение степени углефикации. Также вблизи сбросов наблюдается увеличение углефикации, как эффект воздействия тепла трения или тепла доведённого плоскостью сброса из глубин земной коры.

THE GEOLOGICAL CONDITIONS OF COAL SEAMS COALIFICATION IN SW PART
OF UPPERSILESIAN COAL BASIN

S u m m a r y

The affect of geological conditions on coal seams coalification in the southwestern part of Uppersilesian Coal Basin is presented in this paper. Investigations were carried out in the coal mines: "Borynia", "Jastrzebie", "Manifest Lipcowy" and "Moszczenica". Coal seams belonging to zabrskie beds, rudzkie beds (Namurian B, C) and załęskie beds (Westfalian A) were taken into consideration. Correlation coefficients between degree of coalification and depth of coal seams deposition and age of coal seams were accounted and regression curves were plotted. The degree of coalifications in different part of tectonic structures and stratigrafic and vertical gradient of volatill matter content were also investigated. It was noticed that correlation between degree of coalification and depth of coal seams deposition is more strong then between this degree and age of coal seams. Geological maps and vertical section show positive thermal anomaly situated south-west from investigated area. It suggested that coal metamorphism have

the postorogenic character. Tectonic and lithologic factors have the limited influence on the coalification. Mudstone rocks, enclosing coal seams, affect on increasing of degree of coalification because of their lower thermal conduction in relation to sandstones. The bigger values of degree of coalification were observed near the faultes as a result of heat of friction or heat brought to the fault plane from deeper zone of lithosphere.